Eskerrak emanez

Hasteko, Kepari, tesi honetan eta beste gauza askotan eman didan laguntza guztiagatik

IXA talde osoari, batez ere tesi honetan laguntza zuzena eman didatenei: Itziar, Eneko, Izaskun, Iñaki, X. Arregi, Jose Mari, X. Artola, Arantza, Nerea, Montse, Maite

Fakultateko lagun guztiei

Lekeitioko jendeari: familia eta lagunei

Encarri

```
kat perpausa
sint info kat as
          sint azpikat abs sint nag kom per 3
                                        num s
                                        kas abs
                                        mug m
                                        nor hu
                           kat isk
                           sar presotxipiroia
                       erg sint nag kom per 3
                                        num s
                                        kas erg
                                        mug mg
                                        nrk hu
                           kat isk
                           sar huraxek
               adizlagunak Singerren+bibotean
                           Anteroren+txamarrotean
          gunelex beste mdl egi_ziu
                        mdn a1
                        err eduki
                  nag kat adt
                      lema dauka
                      aditz_mota nornork
twolevel anteroentxamarrote0ansingerenbibote0anhuraxekeidaukapresotxipiroia
katea Anteroren+txamarrotean+Singerren+bibotean
            +harexek+ei+dauka+preso+txipiroia
```

Antzinako kanta herrikoiaren ikuspegi berria

```
kat perpausa
sint info kat as
          sint azpikat abs sint nag kom per 3
                                        num s
                                        kas abs
                                        mug m
                                        nor hu
                           kat isk
                           sar presotxipiroia
                      erg sint nag kom per 3
                                        num s
                                        kas erg
                                        mug mg
                                        nrk hu
                           kat isk
                           sar huraxek
               adizlagunak Singerren+bibotean
                           Anteroren+txamarrotean
          gunelex beste mdl egi_ziu
                        mdn a1
                        err eduki
                   nag kat adt
                       lema dauka
                       aditz_mota nornork
twolevel anteroentxamarrote0ansingerenbibote0anhuraxekeidaukapresotxipiroia
katea Anteroren+txamarrotean+Singerren+bibotean
            +harexek+ei+dauka+preso+txipiroia
```

Antzinako kanta herrikoiaren ikuspegi berria

AURKIBIDEA

SARRERA ETA AURKEZPEN OROKORRA

I Proiektuaren aurkezpen orokorra

I.1 Sarrera gisa

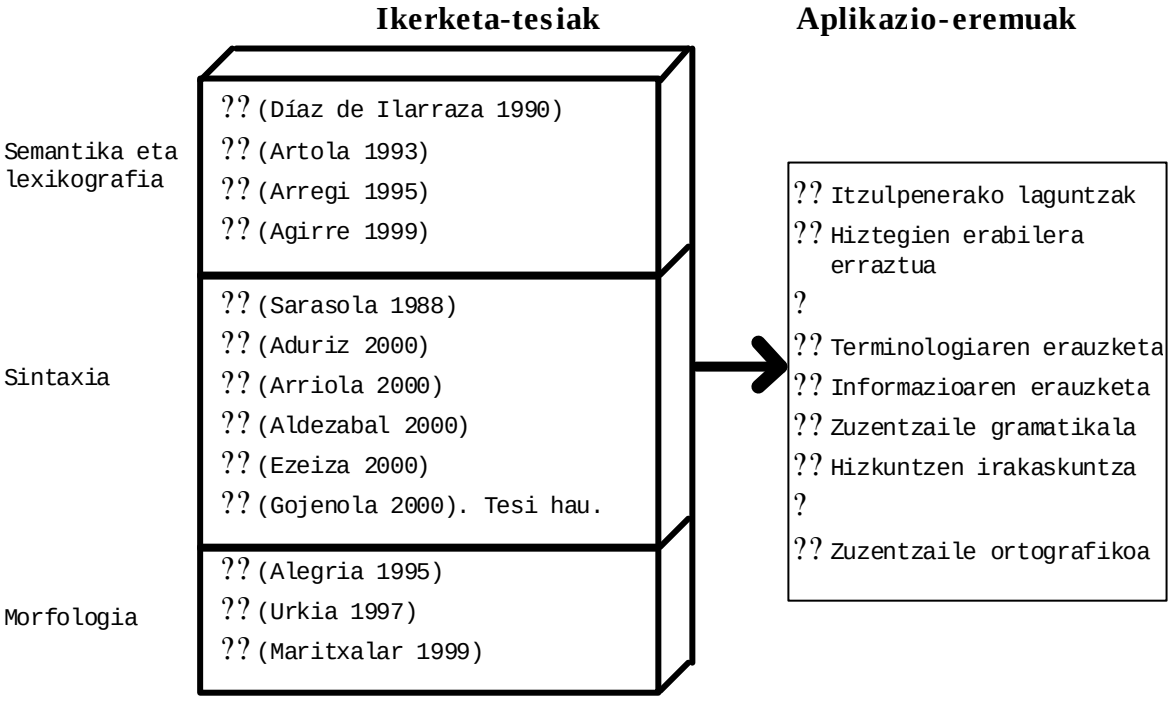
Tesi hau Lengoaia Naturalaren Prozesamenduaren (LNP) barruan kokatzen da, eta bere helburua euskararen sintaxi konputazionalaren ikerketa zabaltzea da. Horretarako, beste hizkuntzen tratamendurako landu diren formalismo eta tresna linguistiko eta informatikoak aztertu dira, euskararen tratamendurako bide egokienak bilatzeko eta bukaeran euskararen baliabide linguistikoak eta tresna erabilgarriak inplementatzeko.

Hasierako helburu hori —*euskararen sintaxi konputazionalaren ikerketa zabaltzea*— hobeto zehaztea beharrezkoa da, sintaxi terminoak hizkuntzaren eremu oso zabala adierazten baitu. Horregatik, ohar hauek eman behar ditugu:

?? Euskararen sintaxiaren tratamenduaren *lehen urratsak* direla esan behar dugu. Sintaxia beste hizkuntzetarako ere oraindik ikerketarako arlo emankorra da eta euskarari maila horretara igotzeko bide luzea geratzen zaio. LNPan hizkuntza zabalduenak (ingelesa, alemana, ...) bakarrik landu dira orain arte, eta horregatik euskara bezalako hizkuntzak ere aztertu beharra dago, bai fenomeno berrien tratamenduari ekitea eskatuko duelako, bai aztertutako hizkuntz multzoa handitzen joango den heinean LNP osoaren aurrerakada ekarriko duelako. Lehen urrats hauek euskararen sintaxi konputazionalari buruz egin diren edo egiten ari diren beste lan batzuen testuinguruan ikusi behar dira, ez baita hau euskararen sintaxiaren inguruan martxan dagoen azterketa bakarra (Abaitua 1988, Aduriz 2000, Aldezabal 2000, Arriola 2000, Ezeiza 2000).

?? Sintaxi *konputazionala* aipatu dugu, hizkuntzaren deskribapen teorikoaz gain lan honen beste helburu bat euskara prozesatzeko tresna erabilgarriak eta aplikazioak garatzea delako. Lengoaiaren prozesamenduan egin diren lan askoren ideia hizkuntzaren deskribapena egiteko formalismoen inplementazioa izan da, indarra hizkuntzaren teoriaren

garapenean jarriz, linguistika teorikotik hurbilago eta lengoaia analizatzeko tresnen eraikuntza bigarren mailan utziz. Beste lan batzuek, aldiz, garrantzi handiagoa eman diote hizkuntzaren ingeniaritzari, hau da, eguneroko lengoaia (testuak, ahotsa) tratatzeko tresnak egiteari, teoria linguistikoak kontuan hartu gabe. Gure kasuan, bi alde hauek konbinatu nahi izan ditugu, euskarak eguneroko bizitzan erabiliko diren tresnak behar dituelako, baina jakinda, hala ere, deskribapen linguistiko egokirik gabe tresnen epe luzerako apustua galdu egingo litzatekeela.



I.1 irudia. IXA taldeko ikerketa-lanak.

Tesi hau ondo ulertzeko garrantzizkoa da lana IXA ikertaldearen barruan kokatzea. IXA taldeak hamar urte baino gehiago darama euskararen tratamendu informatikoan lanean. Taldeak zenbait aplikazio eta tresna sortu ditu, horien artean aipagarrienak euskararen
datu-base lexikala (EDBL) eta XUXEN zuzentzaile ortografikoa. I.1 irudiak taldearen ikerketa-lerroen ikuspegia eman nahi du, horretarako egindako eta bidean dauden tesi-lanak aipatuz, tesi horiek taldeak jarraitzen dituen pausoen isla direlako.

Irudian agertzen ez den arren, oinarri lexikala ere badugu. Aplikazio guztiek erabiliko dute lexikoia eta horregatik ezinbestekoa izan zaigu aplikazioekiko independentea eta oinarri linguistiko sendokoa izatea. Lexikoiaren gainean agertzen den lehen tratamendua hitzaren analisia da. Euskararen morfologiari buruzko deskribapena eta inplementazioa egin dira Alegria (1995) eta Urkia-ren (1997) tesietan. Horien emaitzak analizatzaile morfologikoa eta bera oinarria duen zuzentzaile ortografikoa izan dira. Maritxalar-ek (1999) bigarren hizkuntzaren irakaskuntzarako sistema baten diseinua egin zuen alde morfologikoa landuz. Sintaxiaren eremu zabala dela eta, lerro desberdinak ireki dira bere tratamenduan, horien artean problemen enuntziatuen analisirako sistema (Sarasola 1988, gazteleraz idatzitako enuntziatuak analizatuz), euskararen murriztapen-gramatika (Aduriz 2000), hiztegiko definizioen analisi sintaktikoa murriztapen-gramatikaren bidez, azpikategorizazioari buruzko informazioaren erauzketan (Arriola 2000), aditzen azpikategorizazioaren azterketa (Aldezabal 2000), corpusen ustiaketarako tresnen garapena (Ezeiza 2000) eta tesi honetan azalduko duguna. Semantika eta lexikografiaren tratamenduarekin ere hasia da taldea, Díaz de Ilarraza (1990), Artola (1993), Arregi (1995) eta Agirre-ren (1999) tesiekin eta ondoren garatzen ari diren beste proiektuekin.

IXA taldearen jardunak argi uzten du zein garrantzitsu den hizkuntzalari eta informatikarien arteko koordinazioa. Horregatik, diziplina arteko koordinazioa behar izan da taldeko eginkizun guztietan eta, noski, horrek

isla izan du tesi honetan ere, sintaxia lantzeko hizkuntzalari eta informatikarien lankidetza aberatsa eta emankorra izan dugulako.

Tesi hau bere testuinguruan kokatu eta gero, § I.2n aurkeztuko dira landu ditugun aspektu nagusiak, analisi morfologiko eta sintaktikoa egiten duen sistemaren arkitektura eta bere aplikazio-erabilpenak. Kapitulu honetako azken atalean (§ I.3) tesi-txostenaren eskema azalduko da.

I.2 Tesiaren eduki nagusiak

Sintaxia era konputazionalean tratatzeko bidean, hauek izan dira lan honetan jorratu ditugun aspektuak:

a) Morfosintaxiaren tratamendua. Alegria eta Urkia-ren lanetan morfologiaren lehen urratsa eman da: hitz-forma eta bere lexikoiko osagaien (lema eta morfemak) arteko korrespondentzia ebaztea, sorkuntzan zein analisian. Horrela, hitz-forma bat emanda bera osatzen duten morfemak atera daitezke, bakoitza berari dagokion informazio morfosintaktikoarekin (kategoria, kasua, numeroa, mugatasuna, ...). Dena dela, prozesu hori hitzaren analisiaren lehen pausoa besterik ez da, morfema horiek eta beraiek dakarten informazioa era askotan konbina daitezkeelako hitz osoa sortzeko. Hitz osoaren informazioa ez da lortzen beti bere osagaien informazioaren metaketa hutsez. Prozesu honen deskribapenari *hitzaren morfosintaxia* deitzen zaio. Termino horrek hitzaren barruko egitura sintaktiko konplexua adierazten baitu, hizkuntza eranskarietan hitzaren barruan morfologia eta sintaxia agertzen direlako. Tesi honen II. kapituluan morfosintaxiaren tratamenduan burutu duguna deskribatzen da: euskararen gramatika morfosintaktikoa garatu da, baterakuntzan oinarritutako PATR formalismoan, eta analizatzaile morfosintaktikoaren inplementazioa ere egin da, horrela euskararen morfologiaren tratamendu osoa bukatu dugula.

b) Sintaxiaren tratamendua. Hitzen analisi morfosintaktikoa egin eta gero, hurrengo pausoa sintaxia da. Euskara bezalako hizkuntzetan hitz-mailan gertatzen diren zenbait fenomeno beste hizkuntza batzuetan sintaktikotzat hartzen dira eta, beraz, esan liteke sintaxiaren tratamendua dagoeneko hasita dagoela analizatzaile morfosintaktikoaren bidez. Horregatik sintaxia morfosintaxiaren jarraipen gisa ikusi dugu. Bide horretan, formalismo edo hurbilpen bakarra sakoneran aztertzea baino, nahiago izan dugu bide desberdinak esperimentatzea, bakoitzaren alde positiboak eta negatiboak aztertzeko, eta beraien arteko konbinazioek irekitzen dituzten aukerak ebaluatzeko. Hiru bide izan dira eta tesiko III. kapituluan azalduko dira:

   ?? Murriztapen-gramatikaren formalismoa. Formalismo hau anbiguotasuna ebazteko landu zen bereziki, LNParen arazo nagusietako bat delako. Horregatik, euskararen hitz-mailako anbiguotasun-tasa altua kentzeko desanbiguazio-gramatika landu da (§ III.3.1en). Aduriz (2000) eta Arriola-ren (2000) tesi-lanak harantzago joan dira sintaxiaren eremuan

murriztapen-gramatikaren eskutik, desanbiguazioaz gain osagai sintaktikoen bereizketan eta funtzio sintaktikoen esleipena egitera ere heldu direlako, baina tesi honetan ez dugu landu ildo horretatik lortzen den emaitza, eta desanbiguazio hutsarekin geratu gara.

?? Baterakuntzan oinarritutako formalismoak. Hauek erabiltzeko arrazoi nagusien artean Shieber-ek (1986) erazagutzailetasuna eta ahalmen deskriptiboa aipatzen ditu. Arrazoi horiengatik aukeratu zuen Abaitua-k (1988) multzo honetako LFG formalismoa euskararen zenbait fenomenoren deskribapen formala egiteko. Arrazoi berak kontuan hartuta, baterakuntza sintaxian gertatzen diren fenomeno konplexuak deskribatzeko egokia dela ikusi dugu, eta horregatik euskararen baterakuntzan oinarritutako gramatikaren garapena PATR formalismoan egin dugu. Abaitua-ren lanarekin alderatuz gero, gure lanaren diferentzia nagusiak lexikoi handia erabiltzea (EDBL) eta testu errealetara zuzenduta egotea dira. Sintaxiaren tratamendu osorako mugak direla eta, gure gramatikak ez ditu barruan hartuko testu errealetako esaldi guztiak, aukeratu ditugun oinarrizko hainbat egitura sintaktiko baino. Corpusetako maiztasunaren arabera eta EDBLn gaur egun dagoen informazioarekin tratagarriak diren osagaien arabera aukeratu dira ezagutuko diren egitura sintaktikoak. Gramatika partziala izango da, beraz, baina estaldura zabalekoa era berean, perpausetako osagai nagusiak harrapatzen dituelako eta oso lexiko zabala darabilelako. Bere deskribapena § III.2n egingo da.

?? Egoera finituko sintaxia. Murriztapen-gramatika eta baterakuntzan oinarritutako formalismoen mugak kontuan hartuta, adierazpen erregularren bidezko eredua ere aukeratu dugu. Eredu honetan, sintaxi osoa landu gabe patroietan oinarritutako prozesuak deskriba daitezke, beste formalismoekin lortu diren emaitzen gainean lan egiteko. Desanbiguazioa eta osagai sintaktiko konplexu berrien sorkuntza burutu daiteke hirugarren formalismo
honekin (§ III.3.2).

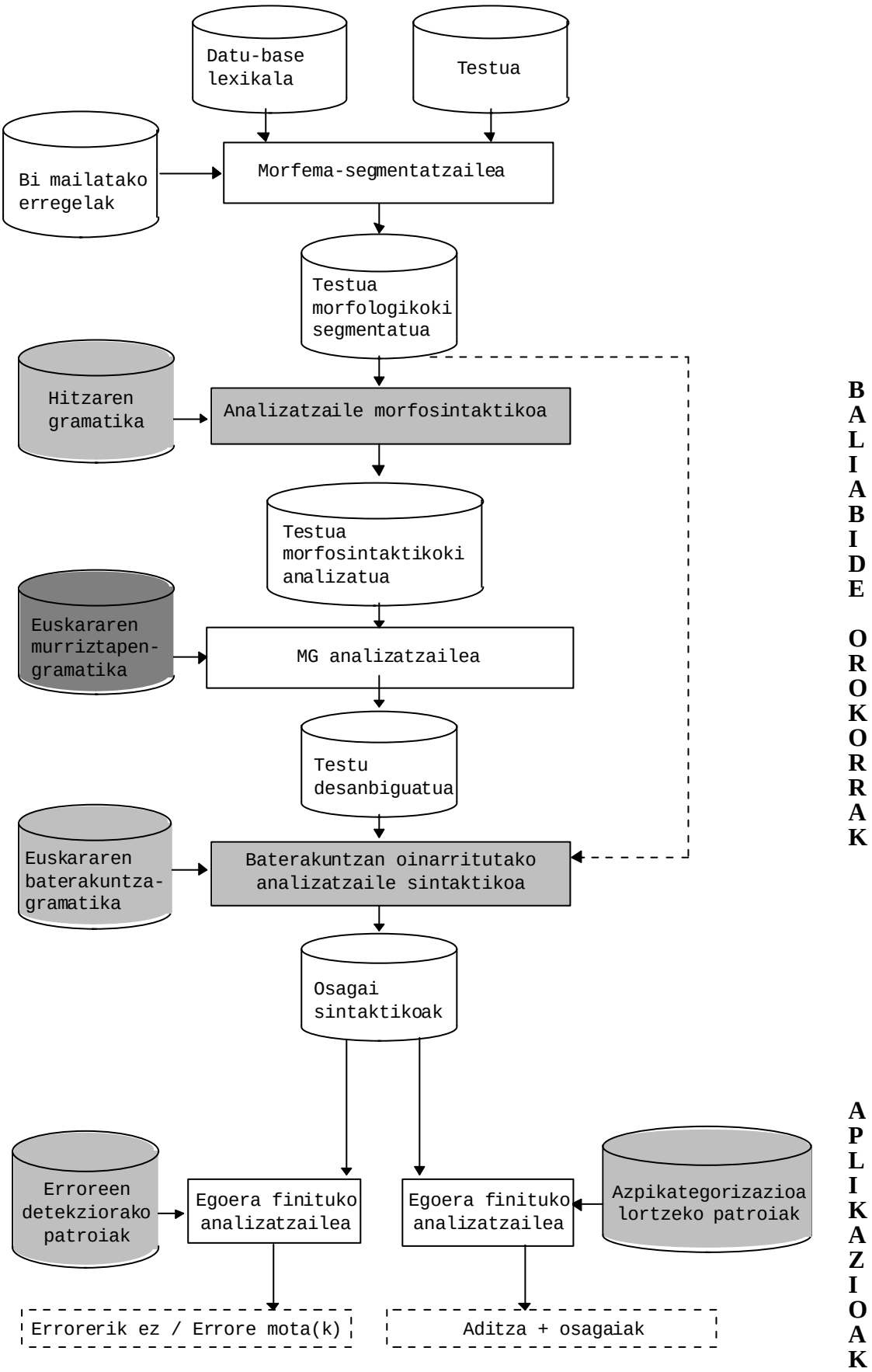
c) Aplikazioen garapena. Tesi honen helburua euskararen sintaxiaren tratamendu automatikorako oinarrizko baliabideen garapena egitea da, berauek erabiliz aplikazioak lortzeko. Horregatik tesiaren bigarren fasea lortutako tresnak zenbait aplikaziotan probatzea izan da:

?? Azpikategorizazio-informazioaren erauzketa. Landu diren baliabide sintaktikoak zenbait aplikaziotarako erabilgarriak diren arren, mugatuak dira neurri handi batean EDBLko informazioan hutsuneak daudelako. Horien artean garrantzitsuenetako bat aditzen azpikategorizazioari buruzko informazio-eza da. Arazo hau dela eta, tresna sintaktikoen lehen aplikazioa corpusetatik informazio hori era automatikoan

ateratzen saiatzea izan da, horrela baliabide lexikal eta sintaktikoak aberastu ahal izateko gero. Lan hau IV. kapituluan azalduko da.

?? Ezagutza sintaktikoaren erabilpena erroreen tratamenduan. Morfologiaren tratamenduak zuzenketa ortografikoaren bidea ireki zuen bezala, antzera gertatu da tresna sintaktikoen garapenarekin. Gure kasuan, erroreen tratamenduaren hiru arlotan probatu dugu sintaxiaren ekarpena. Lehenengoan, baterakuntza-gramatikaren murriztapen sintaktikoen erlaxazioak aukera emango du komunztadura-erroreen detekzioan. Bigarrenean, egoera finituko patroi sintaktikoen bidezko erroreen detekzioa probatu dugu. Azkenik, zuzentzaile ortografikoen proposamenen arteko hautaketa automatikoa egiteko zenbait ezagutza-iturriren ekarpena aztertu dugu. Horiei guztiei buruzko esperimentuak V. kapituluan azalduko dira.

?? VI. kapituluan beste aplikazio batzuk azalduko dira. Alde batetik, analizatzaile morfosintaktikoa lematizatzaile/etiketatzaile batean erabiliko da. Azken aplikazioa bigarren hizkuntzako ikasleen testuen azterketan kokatu dugu.

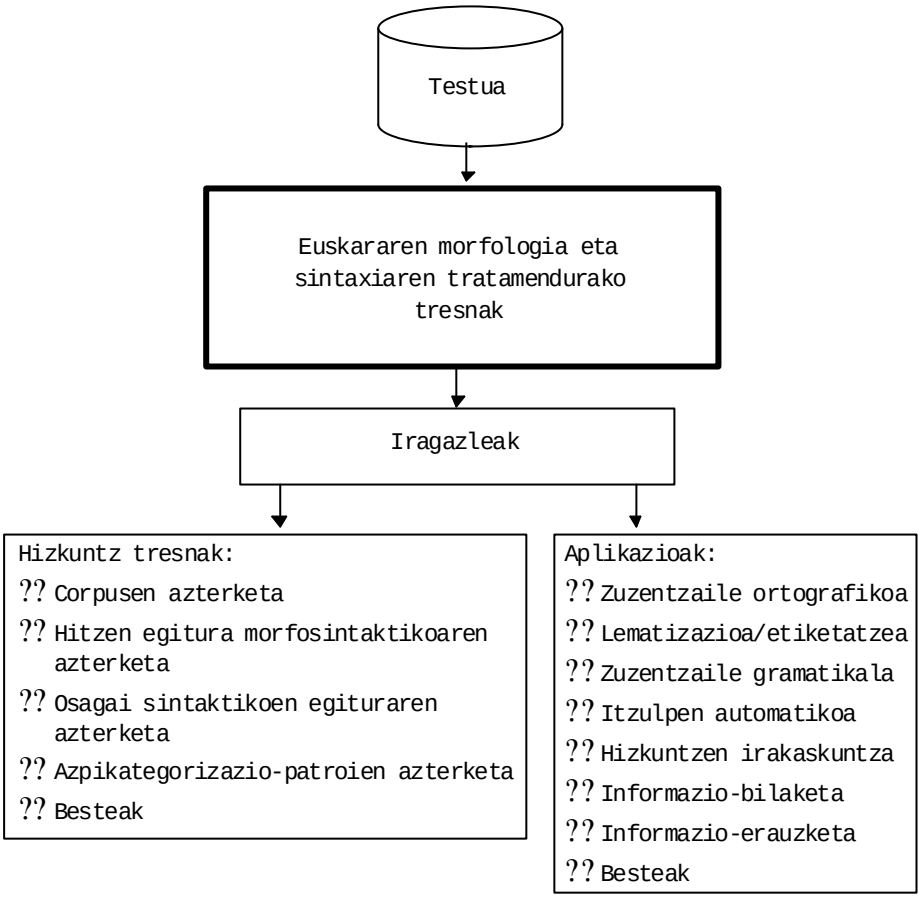


I.2 irudia. Euskararen analisi morfologiko eta sintaktikorako sistemaren arkitektura.

I.2 irudian euskararen analisi morfologiko eta sintaktikorako arkitektura aurkezten da. Bertan tesi honetan egindako lanak kolore grisez agertzen dira. Hasiera batean, EDBL eta segmentatzaile morfologikoaren bidez testuetako hitzen segmentazioa lortzen da, eta hitz bakoitza bere lema eta morfemetan zatitzen da. Segmentazio hau bi prozesuren abiapuntua izango da: tratamendu morfosintaktikoa eta tratamendu sintaktikoa, biek morfema oinarri gisa hartzen dutelako. Tratamendu morfosintaktikoak hitzen analisi osoa lortzen du, eta hau izango da murriztapen-gramatikaren bidezko desanbiguazio-prozesuaren sarrera, emaitzan hitzak ia guztiz desanbiguatuta uzteko (hau da, ia interpretazio bakarra hitzeko). Murriztapen-gramatikan egin dugun lana bere aplikazioaren alde informatikoan izan da, lan gramatikal nagusia beste tesi batzuetan (Aduriz 2000, Arriola 2000) egin delako. Horregatik irudian murriztapen-gramatika gris ilunez koloreztatu da, garapena lankidetzan egin dugula adierazteko. Morfemetatik abiatuko da baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikoa. Horretarako desanbiguazioaren emaitzaz balia daiteke, aukera dezente baztertuz. Analizatzaile sintaktikoak ez ditu esaldi guztien analisi osoak lortuko, baina bai analisi partzialak, esaldiko osagai nagusiak barne egongo direla. Emaitza honetan osagai sintaktikoak daude, baina tresna bat behar da osagai horietatik aplikazio bakoitzak behar dituenak aukeratzeko, eta horretarako erabili da egoera finituko analizatzailea. Irudian orain arte landu diren bi aplikazio nagusiak azaltzen dira. Batetik, adierazpen erregularren bidezko gramatika bat definitu da osagai sintaktiko guztietatik aditzak beren inguruko elementuekin ateratzeko, modu horretan aditzen azpikategorizazio-patroiei buruzko informazioa lortzeko. Bestetik, gramatika baten bidez errore sintaktikoen patroien testuinguruak aztertu dira, erroreen agerpenak detektatzeko.

Sistema osoaren konplexutasuna dela eta, erabaki estrategiko bat hartu da arkitektura osoaren diseinuan: azpisistemen arteko interfazea markaketa-lengoaia formal batera egokitzearena. SGML lengoaia aukeratu da horretarako, Text Encoding Initiative (TEI) taldeak sortutako gidalerroak jarraituz. Era horretan tresna linguistikoen arteko komunikazio-arazoak ekidin nahi dira, markaketa-lengoaia formalizatu baten bidezko kodeketak formatuen arazo asko gainditzeko balio izango duelako.

I.2 irudian morfologia eta sintaxiaren prozesamendurako sistema konplexuaren barruko guztiak erakutsi dira. I.3 irudian sistema osoak kutxa beltz gisa ikusita eskain dezakeen informazioa erakutsi da. Bertan sintaxi eta morfologiarako tresnen erabilpenak azaldu nahi dira. Erabilpen horiek bi multzo handitan sailkatu ditugu. Lehenengo, tresnak baliagarriak izango dira hizkuntzalarien ikerketarako: corpusen azterketak egiteko, maiztasunak ateratzeko, edo hainbat osagai sintaktiko eta morfosintaktiko erakusteko. Bigarren, tresna horiek LNPko aplikazioen oinarri izango dira.



I.3 irudia. Euskararen analisi morfologiko eta sintaktikorako tresnen erabilera.

I.3 Tesiaren eskema eta argitalpenak

Txosten hau bi zati nagusitan banatu dugu. Sarrera honen ondoren lehenengo partea dator (II. eta III. kapituluak), analisi sintaktikorako egindako oinarrizko baliabideen deskribapenarekin. Bigarren partean (IV., V. eta VI. kapituluak) tresna horiek erabiliz landutako aplikazioak azalduko dira. Bukatzeko, VII. kapituluan lanaren ondorioak eta etorkizunean aurreikusten diren lerroak emango dira.

Kapituluak banan-banan aztertuko ditugu orain. II. kapituluak euskararen morfosintaxiaren tratamendurako gramatika eta analizatzailearen garapenaren berri emango du. Morfosintaxiaren jarraipena sintaxia denez, III. kapituluan sintaxirako landu ditugun hurbilketen deskribapena emango da: euskararen murriztapen-gramatika, baterakuntzan oinarritutako gramatika eta egoera finituko patroien bidezko analisi sintaktikoa. Honekin oinarrizko baliabideen parteari emango zaio bukaera.

IV. kapituluak sintaxirako tresnen aplikazio bat garatuko du: corpusetatik aditzak eta eurekin doazen osagai sintaktikoen erabilera-adibideen erauzketa. Horrela azpikategorizazio-patroien bilketa automatikoa egiteko bidea irekitzen dugu.

V. kapituluak tresna sintaktikoen beste aplikazio bat aztertuko du: ezagutza sintaktikoaren erabilera errore ortografiko eta sintaktikoen tratamenduan. Erroreen tratamendurako mundu zabaletik hiru eremu aukeratu ditugu sintaxiaren ekarpena esperimentatzeko: alde batetik, baterakuntza-gramatikaren erabilera gramatikaren erregelen kontra egindako erroreak harrapatzeko (komunztadurak, adibidez); beste batetik testuinguru erroredunak deskribatzen dituzten errore-patroien bidezko detekzioa; eta bukaeran, zuzentzaile ortografikoek sortutako proposamenen arteko diskriminazioa, sintaktikoaz gain beste ezagutza mota batzuk ere erabiliz.

VI. kapituluan oinarrizko tresnen beste bi aplikazio azalduko dira: analizatzaile morfosintaktikoaren integrazioa EUSLEM lematizatzaile/etiketatzailean, eta tresna sintaktikoen erabilera bigarren hizkuntzaren irakaskuntzarako sistema batean, ikasleek erabilitako egitura sintaktikoen maiztasunak ateratzeko.

VII. kapituluak tesi honetatik ateratako ondorio nagusiak eta etorkizunean lan egiteko ikerlerroen aurkezpena emango ditu.

Sarrera-kapitulu honi bukaera ematen dioten I.1 eta I.2 taulek tesi honekin lotutako argitalpenen berri ematen dute, argitalpen bakoitza dagokion kapituluarekin lotuz. Argitalpenak IXA taldeko orritik jaso daitezke (*http:\\ixa.si.ehu.es/dokument/artiksail.html*).

Egileak	**Argitalpena**
Gojenola eta Sarasola 1994	Aplicaciones de la relajación gradual de restricciones para la detección y corrección de errores sintácticos.
Aduriz *et al*. 1995	Different Issues in the Design of a Lemmatizer/Tagger for Basque.
Aduriz et al. 1997	Morphosyntactic Disambiguation for Basque based on the Constraint Grammar Formalism.
Agirre *et al*. 1998ab	Towards a Single Proposal in Spelling Correction.
Aldezabal *et al*. 1998	Subcategorización verbal vasca: propuesta inicial y herramienta de validación.
Gojenola 1998	Guneak zuzendutako egitura sintagmatikoen gramatika (HPSG) eta euskararako aplikazioa.
Aduriz *et al*. 1999	MORFEUS: Euskararako analizatzaile morfosintaktikoa.
Aldezabal *et al*. 1999	Combining Chart-Parsing and Finite State Parsing.
Aduriz *et al*. 2000a	A Word-Grammar Based Morphological Analyzer for Agglutinative Languages.
Aduriz *et al*. 2000b	A Word-Level Morphosyntactic Analyzer For Basque.
Aldezabal *et al*. 2000	A Bootstrapping Approach to Parser Development.
Gojenola eta Oronoz 2000	Corpus-Based Syntactic Error Detection Using Syntactic Patterns.

I.1 taula. Tesiarekin lotutako argitalpenak.

Kapitulua	**Argitalpena**
II. Analizatzaile morfosintaktikoa	Aduriz *et al*. 1999 Aduriz *et al*. 2000ab
III. Analizatzaile sintaktikoa	Aduriz et al. 1995, 1997 Gojenola 1998 Aldezabal *et al*. 1998, 1999, 2000
IV. Azpikategorizazio-informazioaren erauzketa	Aldezabal *et al*. 1998, 1999, 2000
V. Erroreen tratamendua	Gojenola eta Sarasola 1994 Agirre *et al*. 1998ab Gojenola eta Oronoz 2000
VI. Beste aplikazioak	Aduriz *et al*. 1995

I.2 taula. Kapitulu bakoitzarekin lotutako argitalpenak.

LEHEN PARTEA: ANALIZATZAILEAK

II Analizatzaile morfosintaktikoa

Euskararen sintaxiaren azterketa hasteko orduan ikusten dugu hizkuntza eranskaria izanik beste hizkuntzetan esaldi- edo sintagma-mailan gertatzen diren fenomenoak hitz-mailan agertzen direla. Hitz bat osatzen duten lema eta morfemek informazio morfosintaktikoa dakarte, eta bakoitzak bere ekarpena izango du hitzaren osaketan. Honengatik sintaxiaren lehen pausoak emateko hitzaren analisi morfosintaktikoa aukeratu dugu: morfemetatik abiatuta hitz osoaren analisia lortzeko mekanismoen deskribapena eta inplementazioa.

Kapitulua hasteko, § II.1en tesi honetako lanen oinarri diren tresnak azalduko dira: euskararen datu-base lexikala eta segmentatzaile morfologikoa. § II.2n analizatzaile morfosintaktikoaren diseinuan kontuan izan behar diren faktoreak aztertuko dira, hurrengoan (§ II.3) gramatika morfosintaktikoa egiteko erabaki linguistikoekin jarraitzeko. § II.4 eta § II.5en lortutako gramatika osoaren azalpena emango da, inplementazioaren xehetasunekin batera. Bukatzeko (§ II.6), ondorio nagusiak eta etorkizunerako lerroak emango dira.

II.1 Oinarrizko tresnak

II.1.1 Euskararen datu-base lexikala

Aplikazio askotarako oinarri lexikala dugu Euskararen Datu-Base Lexikala (EDBL, Agirre *et al*. 1994, Aduriz *et al*. 1998a, Aldezabal *et al*. 1999b). Hiru atal nagusi ditu: hiztegi-sarrerak (hiztegi konbentzional batean aurkitzen direnak bezalakoxeak), aditz-formak eta morfema
ez-independenteak bakoitza bere informazio morfologikoarekin. Datu-base hau helburu askotarako pentsatua dagoen datu-biltegi erraldoi malgua eta irekia da.

Egun duen informazioa aldatu, osatu eta gehitu egingo da dudarik gabe, gaurko eta biharko beharrei erantzuteko, eta horretarako aurreko ezaugarriak ezinbestekoak dira. Hortaz, tresna aldagarria eta moldagarria da, eta eguneratuz joango da:

?? Batetik, egunero datu-berriak sartuz (eta daudenak eguneratuz) aberasten ari gara (mantentzea). Adibidez, Euskaltzaindiaren erabakiak datu-basean adierazten dira. Semantika lantzen denean ere eremu berriak beharko dira (homografo-zenbakiak adierazten du nolabaiteko hurbilpena), bai eta azpikategorizazioa sistematikoki aztertzean. Hauetako hainbat aukera aurreikusita dago hala ere.

?? Bestetik, diseinu-mailako egokitzapena ere egin behar da, informazio mota asko egoki integratu behar direlako.

Une honetan dagoen informazioari lotuko gatzaizkio oraingoz, hori baita analizatzaile morfosintaktiko eta sintaktikoak erabiliko dutena. Informazio guztia hiru taula nagusitan banatua dago, baina kategoria bakoitzeko taula bat definituz, eta hauetako bakoitzak sarrerei dagokien informazioa errepresentatzen du. Hauek dira hiru taula nagusiak: hiztegi-sarrerak, adizkiak eta bestelako morfemak. Ikus ditzagun banaka eta hauetako bakoitzaren barruan definitutako taula desberdinak, esan bezala, kategoriaka eta erabiliko ditugun eremuekin[1]:

a) Hiztegi-sarrerak: kategoria nagusitzat definituta dauzkagun guztiek eta lagungarri batzuek osatzen dute lehen taula hau. Bertan, sarreraz gain, kategoriaren berri ematen da eta, osaera zehaztuz, hitz eratorria, elkartua edo hitz anitzeko unitate lexikala den aipatzen da.

Hauek dira definitutako kategoria nagusi sinpleak eta bakoitzaren eremuak (gure analisirako erabiliko ditugunak bakarrik, kategoria-sistema osoaren deskribapena (Aldezabal *et al*. 1999b) txostenean azter daiteke):

?? Izena: kategoria honek azpikategoria, biziduna, zenbakarria, neurgarria, plurala eta mugatasun lexikala bezalako eremuak definituta dauzka. Gerora osatu beharko da gizaki, konkretu/abstraktu eta beste hainbat tasunekin ere.

?? Adjektiboa: azpikategoriaren berri ematen du.

?? Aditza: oinarri-forma, azpikategoria eta laguntzaile-mota.

?? Adberbioa: azpikategoria eta adberbio-mota.

?? Izenordaina: azpikategoria, pertsona, numeroa eta muga(gabe)tasun lexikala.

?? Determinatzailea: azpikategoria, numeroa/mugatasuna, hurbiltasun-maila eta muga(gabe)tasun lexikala.

?? Loturazkoak: azpikategoria.

Kategoria lagungarri gisa sartu ditugunen artean honakoak ditugu, osaera konplexukoak, alegia:

[1] Hemen aipatzen diren eremuez gain badira beste batzuk ere (Homografo-Id, Iturburua, Iturburuko_Forma, BIM-forma, Klausula-Muga, etab.), baina ez dugu hemen horien berri emango; izan ere, informazio morfologikoa/morfosintaktikoa besterik ez baitzaigu interesatzen analizatzaileen sarrerarako.

?? Laburtzapenak/siglak: adierazia eta adierazlearen kategoria dute.

?? Hitz eratorriak: oinarria, aurrizkia eta atzizkia(k)[2].

?? Hitz elkartuak: mugakizuna, mugatzailea eta elkarketa-mota.

?? Hitz anitzeko unitate lexikalak.

b) Adizkiak: aditz laguntzaile guztiak eta aditz trinko nagusienak listatuta biltegiratu dira informazio honekin: sarrera, kategoria, oinarri-forma, modua/denbora, nork, nori, nor eta hitanoa.

c) Bestelako morfemak: morfema ez-askeak dira hauek, hiztegi-sarrera izan ez daitezkeenak, hain zuzen ere. Taula honen barruko kategoriak honela sailkatu dira:

?? Deklinabide-morfema: kasua, numeroa[3], mugatasuna eta funtzio sintaktikoa(k).

?? Erlazio-morfema: erlazioa eta funtzio sintaktikoa(k).

?? Atzizki lexikala: oinarriaren kategoria eta eratorriaren kategoria.

?? Aurrizki lexikala: oinarriaren kategoria eta eratorriaren kategoria[4].

?? Aspektu-morfemak: aspektua.

?? Elipsia: elipsia adierazteko erabiltzen dugun zeinua.

?? Elkarketa-marra: elkarketa adierazteko erabiltzen dugun zeinua.

Informazio hau guztiau baliatu ahal izango dugu, beraz, testu-hitz baten segmentazioa egiterakoan eta, ondoren, analisiaren azken emaitza eskaintzerakoan.

II.1.2 Segmentatzaile morfologikoa

Segmentatzaile morfologikoak testu-hitz baten analisia egiterakoan osagaien segmentazioa ematen du; hau da, lema eta morfemak banatu eta bakoitzari dagokion informazio morfologikoa eransten zaie, horretarako EDBLko informazioa erabiliz. Alegria (1995) eta Urkia-ren (1997) tesi-lanetan garapen horren berri ematen da, ikuspuntu konputazionaletik lehenengoan eta linguistikotik bigarrenean. Tresna hau izango da tesi honen abiapuntua, eta horregatik helburua segmentatzaile morfologikotik analizatzaile morfosintaktiko eta sintaktikorako bidea eraikitzea da. II.1 adibideak erakusten du *mendiak* hitzaren segmentazio morfologikoaren emaitza: bi interpretazio daude, ergatibo singularra eta absolutibo plurala. Hitz osoaren analisia nahiz analisi sintaktikoa ateratzeko, lema eta morfema horiek konbinatu egin beharko dira.

---

2 Atzizki bat baino gehiago izan baitaiteke.

3 Deklinabide-kasuak mugatasun- eta numero-informazioekin bilduta daude eta horregatik behar dira eremu horiek, berez deklinabideari ez badagozkie ere.

4 Nahiz badakigun, printzipioz, aurrizki lexikalek ez dutela kategori aldaketarik eragiten, atzizkien kasuan bezala bi eremu horiek errespetatzen dira.

```
((forma "mendiak")
 ((anal 1)
   ((lema "mendi") ((SAR mendi) (KAT IZE) (AZP ARR)))
   ((morf "ak") ((SAR ak) (KAT DEK) (KAS ABS) (NUM P) (MUG M) (FS1 @OBJ)
            (FS2 @SUBJ) (FS3 @ATRIB))))
 ((anal 2)
   ((lema "mendi") ((SAR mendi) (KAT IZE) (AZP ARR)))
   ((morf "ak") ((SAR ak) (KAT DEK) (KAS ERG) (NUM S) (MUG M) (FS1 @SUBJ)))))
```

II.1 adibidea. *mendiak* hitzaren segmentazio morfologikoa.

II.2Analisi morfosintaktikoaren diseinua

II.2.1 Analisi morfosintaktikorako hurbilpenak

Hitzen morfologia konputazionalari buruz egindako lanari erreparatuz gero, (Ritchie *et al*. 1992, Sproat 1992) izango dira orain arte egindako lanik sakon eta orokorrenak. Liburu horietatik lehenengoan tratamendu morfologiko osorako proposamen bat egiten dute. Egile hauek hiru aspektu nagusi bereizten dituzte hitz-forma baten analisirako:

a) Morfofonologia (honi *morfografemika* ere deitzen zaio). Honetan bi puntu nagusi tratatuko dira: hitz-forma bere morfemetan zatitzea (segmentazioa), eta morfemak lotzean gertatzen diren aldaketa ortografiko eta fonologikoen deskribapena. Adibidez, *zakur* eta *-a* morfemak lotzean *zakurra* ateratzen da, hau da, lehen morfemaren azken karakterea bikoiztu egiten da. Prozesu honek karakterea dauka oinarrizko unitatetzat, nahiz eta badagoen karaktere horiei eransten zaien beste informazio motak ere erabiltzea.

b) Morfotaktika. Termino honekin morfemen arteko kateaketa edo segida posibleak eta beraien ordenaren murriztapena adierazi nahi da. Adibidez, *-tze* atzizkia aditz bati lot dakioke (*ekartze*), baina ez adjektibo bati.

c) Morfemen informazioaren konposizioa. Morfemak lotzeaz gain, oraindik beste galdera bat geratzen da erantzun gabe: aldaketa morfofonologiko horiek aplikatuz eta ordena horretan doazen morfemek zer osatzen dute? Beste era batera esanda: osatu den hitza zer da? Puntu honetan morfemen informazioa (numeroa, kasua, ...) nola konposatzen den adierazi beharko da, unitate osoarena (hitza) lortu arte. Adibidez, *handitasuna* hitza hiru morfemez osatua dago: *handi* (adjektiboa), *-tasun* (eratorpen-atzizkia, adjektibotik izena sortzeko) eta *-a* (kasu absolutiboa, mugatu singularra). Horiek konbinatuz lortzen den hitza izen bat izango da, kasu absolutiboan eta singularrean.

Morfofonologia definitzeko aukera desberdinak erabili dira: programaren bidezko definizioa, erregela berezien definizioa (eragiketa nagusiak karaktere baten aldaketa, ezabaketa edo kenketa izanda) (Allen *et al*. 1987), morfema-aukera guztien definizioak lexikoian sartzea (hau da, ez dago aldaketa morfofonologikorik) (Tzoukerman eta Liberman 1990), edo erregela sekuentzialen konposizioa (Kaplan eta Kay 1981). Dena dela, azken bi hamarkadetako pausorik garrantzitsuena Koskenniemi-ren (1983) lanean eman da, bertan bi mailatako (azaleko maila eta maila lexikala) morfologia definituz. Bi mailen arteko korrespondentziak egoera finituko transduktoreen bidez ematen dira. Formalismo honek bide egoki eta eraginkorra ematen du aldaketa morfofonologikoen deskribapenerako, eta lengoaia-multzo zabal bati aplika dakioke.

Morfotaktikaren definiziorako bi bide izan dira nagusi.

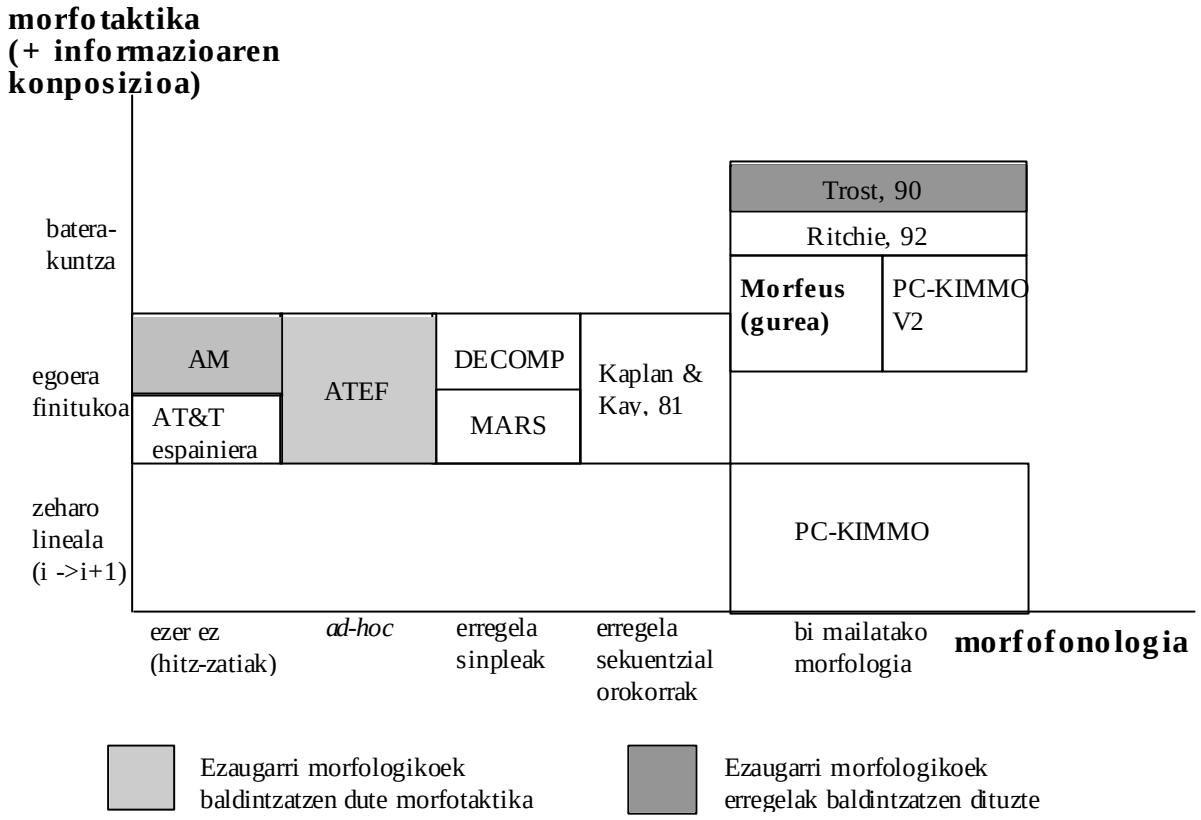
?? Lehenengo batean, *egoera finituko morfotaktikan*, morfemen kateaketa posibleak honela deskribatzen dira: morfemak azpilexikoietan banatzen dira, eta azpilexikoien arteko jarraitze-klaseak (kateaketa posibleak) definitzen dira. Bide hau Koskenniemi-k berak deskribatu zuen (1983). Dena dela, hurbilpen honek arazoak dauzka morfema batek bere ondoren jarraian ez datozen beste morfemen kateaketa baldintzatzen badu (fenomeno honi urruneko mendekotasuna deitzen zaio, adibidez, *ez-onartze* hartzen bada, *ez-* aurrizkiaren ondoren izena beharko litzateke, baina *onar* aditza dator). Problema hori ebazteko, soluzio desberdinak egon dira, Alegria-ren tesian (1995) aurkeztutako jarraitze-klase hedatuena bezalakoa.

?? *Baterakuntzan oinarritutako morfotaktikan*, berriz, hitzaren barruko testuingururik gabeko gramatika baten gainean definitzen da informazio hori. Bide hau (Trost 1990, Ritchie *et al*. 1992, Antworth 1994) lanetan jarraitu da. Baterakuntzaren erabileraren aldeko arrazoi nagusia erazagutzailetasuna da, urruneko mendekotasunen arazoa konpontzeko adibidez, eta desabantailen aldetik baterakuntzaren inplementaziorako behar den abiadura-galera aipatu behar dugu.

Morfemen informazioaren konposizioa ez da beharrezkoa edo garrantzitsua zenbait sistematan, askotan ez delako morfologiatik harantzago joan nahi izaten, adibidez, zuzenketa ortografikorako edo hitz isolatuen ezagumendurako. Baina ondoren sintaxia edo semantika aplikatu nahi badira, beharrezkoa izaten da formalismo bat erabiltzea hitz osoaren informazioa metatzeko morfemen informaziotik abiatuta. Hau hizkuntza batzuetan eredu sinpleen bidez lortu ahal da baina beste batzuetan, euskara kasu, agertutako fenomenoek konposizio-erregelen definizioa eskatzen dute. Pauso hau sistema gehienetan baterakuntzan oinarritutako gramatiken bidez egin da (Trost 1990, Ritchie *et al*. 1992, Antworth 1994, Carulla eta Oosterhoff 1996, Badia *et al*. 1996, Prószéky eta Kis 1999).

Hiru aspektu horiek era desberdinetan moldatu dira orain arte garatutako sistemetan. (Alegria 1995) tesiko II.1 irudiak analisi morfologikorako garatutako zenbait sistemaren ikuspegi orokorra emango digu. Gure helburua ez da izango egindako sistema guztien sailkapen orokorra egitea, sistema aipagarrienen arkitektura eta diseinuko erabaki nagusiak zehaztea baizik. Irudi horretan euskararako egin dugun azken inplementazioaren aldaketen berri ere ematen da.

Euskararen kasuan, lehenago esan dugu morfofonologia bi mailatako formalismoaren bidez inplementatu dela. Morfotaktikaren zati bat ere egoera finituko ereduan definitu da, jarraitze-klaseen mekanismoaren bidez, jarraitze-klase hedatuen zabalkuntzarekin. Bi hauek konbinatuz segmentatzailea dugu, eta geratzen den azken aspektua, segmentatzaile morfologikotik analizatzaile morfosintaktikorako bidea eraikitzea hain zuzen ere, horixe da tesi honetako II. kapitulu honen helburua.



II.1 irudia. Prozesadore morfologikoen sailkapena.

II.2.2 Euskararen analizatzaile morfosintaktikoaren ezaugarriak

Ikusi dugu orain arte euskararen morfologiarako garatu diren tresnak erabiliz, testu-hitz baten analisia egiterakoan osagaien segmentazioa besterik ez dela ematen, hau da, osagai guztiak banatu eta bakoitzari dagokion informazio morfologikoa (morfosintaktikoa, askotan) erantsi zaiela. Horrez gain, gaur egun informazio sintaktikoa ere eskaintzen digu gure EDBL datu-base lexikalak, formaren deskribapenaz gain funtzio sintaktikoaren berri ere badugulako. Informazio hori guztia gehitzea interesgarria da hizkuntzaren azterketaren ikuspegitik, baina formaren analisia egin eta irteera eskaintzerakoan arazo batekin baino gehiagorekin egin dugu topo. Alegria-ren (1995) tesiak aipatzen du analisi morfosintaktikoaren beharra sintaxian, etiketatze/lematizatzaileetan eta beste aplikazioetan, fenomeno hauek tratatzeko:

?? Kasu, numero eta mugatasunaren informazio mota anitzak. Izen, adjektibo eta zenbait kategoria eratorrirekin atzizki desberdinak meta daitezke lema baten ondoren, kasu, numero eta mugatasunari buruzko informazio mota anitzekin. Askotan azken atzizkiaren informazioa da hitz osoari dagokiona, baina beste aukera batzuen tratamendua ere zehaztu beharko da.

?? Elipsia. Genitiboaren ondoren beste kasu bat agertzen denean, izen-elipsia sortzen da kasu askotan. Hitz osoaren analisian lema guztien informazioa mantentzea (lema eliptikoa barne) izango da interesgarriena.

?? Kategoria-eratorpena eta elkarketa. Kasu hauetan lema baten kategoriaren aldaketa eta bi lemen bildura daukagu. Zenbait aplikaziotarako bai osagai diren lemen informazioa bai sortutakoarena jakitea inportantea da.

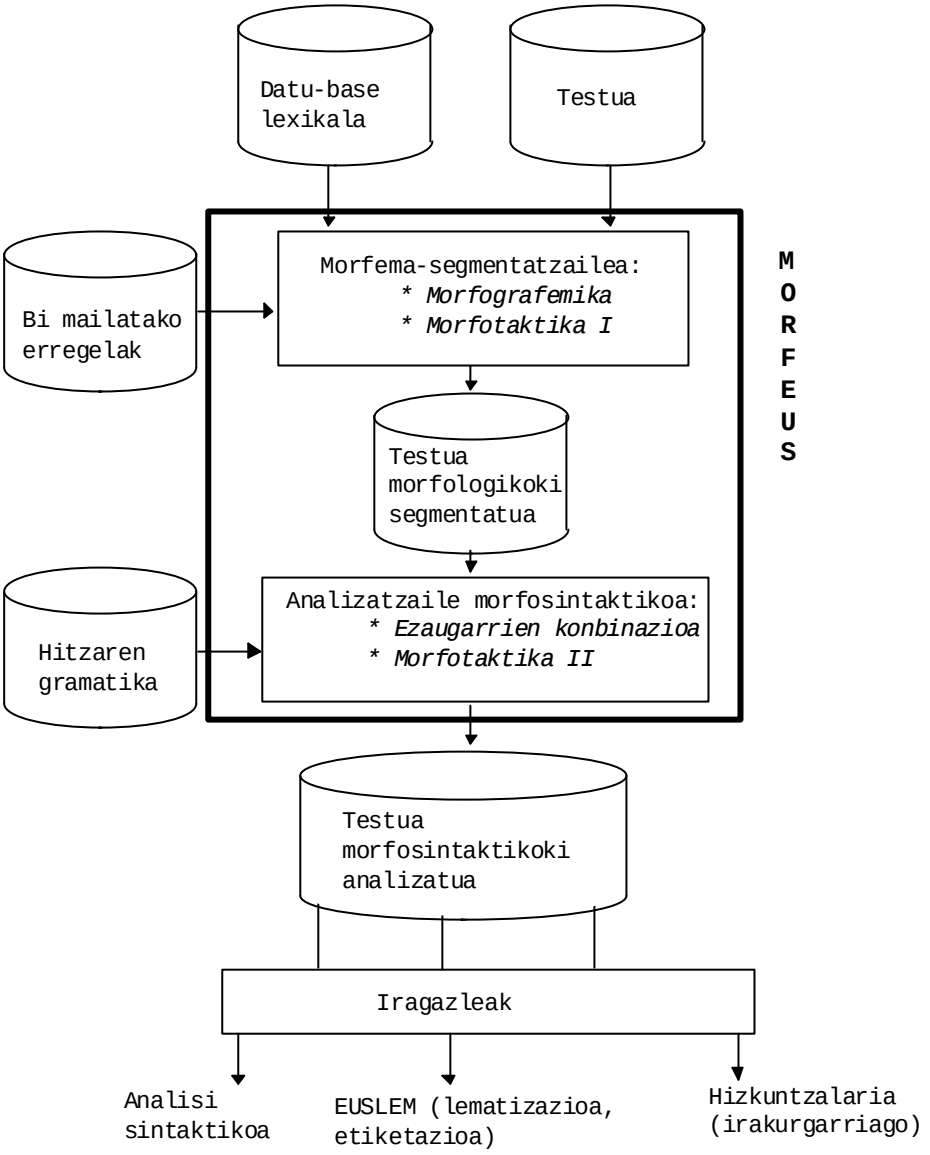
Lehen esan bezala, gure kasuan morfotaktikaren zati bat segmentazio morfologikoarekin batera landu da bi mailatako formalismoan txertatuz. Analisi morfosintaktikoa esaten dugunean morfemen informazioaren konbinazioaren emaitzari buruz ari gara, hau da, morfofonologia, morfotaktika eta morfemen konposizioa hartzen dituen prozesu osoaren emaitza. Lan hori ingeleserako sistema batean egin bada, problema latzagoa izango da hizkuntza eranskari batentzat egin behar denean. Gure asmoa, beraz, testu-hitzaren azken analisi morfosintaktikoa ematea da, beti ere emaitza osoaren berri emanez, barruan dagoen informaziorik galdu gabe; alegia, formaren barruko informazioa antolatu eta *analisia* eskaini, osagai-morfemen segida gaindituz.

Euskal morfosintaxiaren tratamendu automatikoaren ahalegin honetan, irteera sendo eta osoa lortu nahi dugu. Kategoria-sistema aukeratu zenean, hitzaren informazioaren etiketatze-maila desberdinak (Aduriz *et al*. 1995) zehaztu ziren aplikazio bakoitzaren helburuaren arabera irteera bat ala beste erabiltzeko. Eta, informazio morfosintaktikoaren irteera lantzeko, *analisi morfologikoaren emaitza osoa* egokiena zela ikusi zen (ikus § VI.1en EUSLEM lematizatzaile/etiketatzailearen azalpena), hain zuzen ere analisiaren funtzio anitzeko irteera dugulako helburu eta, printzipioz, ez dugulako inongo murriztapenetara lotuta egon behar.

II.2 irudiko eskemak argi dezake analizatzaile morfosintaktikoak eskainiko duen egoera eta, horrekin batera, analizatzaile morfosintaktiko orokorra eta erabilgarria izateko gure eginkizuna nola bideratu den.

Berez, guri dagokigun atala laukian sartuta dagoen MORFEUS[5] (euskararen analizatzaile morfosintaktikoa) izenekoa da, eta bereziki morfema-segmentatzailetik abiatzen den modulua. Segmentatzailearen lehen emaitza morfologikoki segmentatutako testua da, kasuan kasuko erabileretarako ustia daitekeena, bestalde, iragazleak ezarrita.

5 Tresna hauei buruzko informazioa http:\\ixa.si.ehu.es helbidean aurki daiteke.



II.2 irudia. Analizatzaile morfologikoa.

Testu segmentatu horrek tratamendu morfosintaktikoa ere izango du; beraz, testua morfologikoki segmentatua beharrean morfosintaktikoki analizatua izango dugu bere osotasunean. Hemen ere, aplikazioen arabera iragazleak erabiliko ditugu, hau da, ez dugu informazio mota bera beharko analisi sintaktikorako edo EUSLEMerako, adibidez.

II.3 Oinarrizko erabakiak

Analizatzaile morfosintaktikoa diseinatzeko hartu ditugun erabakiak hiru eremu nagusitan bana daitezke:

1) Linguistikoa. Hizkuntzaren teoriari berari buruzko erabakiak hartu ditugu, analisia egiterakoan "goratu"[6] behar den informazioa erabakitzeko. Analisi morfosintaktikoari ekin aurretik, lan linguistiko handia egin zen horretarako beharrezkoa zen informazioa EDBLn

6 Hau da, maila lexikaletik maila morfosintaktikora pasa.

agertzeko, eta bere konbinazioan aplikatzeko printzipio nagusiak erabakitzeko. Hauek (Urkia 1997, Aduriz *et al*. 1999, 2000ab) lanetan daude deskribatuta, eta honela labur daitezke:

?? Mugatasun lexikala. Kasu batzuetan, erroek bere baitan izango dute mugatasuna (pertsona-izen eta leku-izen bereziak, determinatzaileak eta izenordainak), eta beste batzuek (izen arruntak edo adjektiboak, esate baterako) atzizkien bidez lortuko dute mugatasun/mugagabetasuna. Erregela morfosintaktikoen ardura izango da kasu guztietan informazio egokia goratzea hitzaren analisia emateko.

?? Hitzaren barruko elipsia. Elipsia, euskaraz hitzaren baitan gertatzen den fenomenoa, kontuan hartzekoa da, tratamendu berezitua eskatzen baitu. Esate baterako, *umearena* forma nola analizatu behar da? Elipsia jabego zein lekuzko genitiboaren ostean agertuko da (baina kontuz, horrelako guztiek ez dute beti elipsia adierazten; *'aingeru guardakoa'* bezalakoetan, adibidez, ez da elipsirik egongo). Fenomeno honen deskribapen zabala (Urkia 1997) tesian dator.

?? Mugatasun, numero eta kasu arrunten metaketa. Elipsirik ez dagoenean eta kasu bat baino gehiago agertzen duten hitz-formetan, arau orokorra azken morfemaren tasunak hartzea izango da. Adibidez, *gizonarentzako* forma hartzen bada, segmentatzaileak honako interpretazio bat eskainiko digu:

((lema "gizon") ((SAR gizon) (KAT IZE) (AZP ARR)))

((morf "areM") ((SAR aren) (KAT DEK) (KAS GEN) (NUM S) (MUG M)))

((morf "tzat") ((SAR tzat) (KAT DEK) (KAS PRO) (MUG MG)))

((morf "ko") ((SAR ko) (KAT DEK) (KAS GEL)))

Adibide horretan, kasu eta mugatasunaren azken balioak (GEL eta MG) hartuko lirateke hitz osoarentzat.

?? Lexikoien antolamendua. Arrazoi desberdinengatik, kasu-marka, numeroa eta mugatasuna morfema desberdinetan egon daitezke sakabanatuta (*'-eta + -tik'* kasuan, adibidez, lehen morfemak numeroa eta mugatasunaren informazioa dauka, eta bigarrenak kasuarena), edo beste batzuetan, berriz, bilduta agertuko zaizkigu (*-arekin*). Erregela morfosintaktikoen lana izango da, beraz, hauen tratamendu egokia egitea.

2) Hitzaren gramatikarako formalismoa. Baterakuntzan oinarritutako formalismoak (Shieber 1986) izan dira nagusi honen tratamendurako, baterakuntza-mekanismoa erazagutzailea izateagatik eta bere ahalmen deskriptiboari esker. Euskararen kasuan, bere hitz-mailako

fenomenoen aberastasuna eta tratatu beharreko egituren konplexutasuna aintzat hartuta, are eta beharrezkoagoa izango da baterakuntza erabiltzea, egoera finituko mekanismoen bidezko soluziorik ez dagoelako.

Lehen aipatu dugu baterakuntzan oinarritutako zenbait formalismo garatu direla han eta hemen, horien artean PATR, LFG (euskararen sintaxiaren formalizaziorako erabilia Abaitua (1988) eta Zubizarreta-ren (1992) lanetan), GPSG (Gazdar *et al*. 1985) eta HPSG (Pollard eta Sag 1994) aipa ditzakegu. Hitzaren gramatika tratatzeko GPSG estiloko formalismoa erabili da (Ritchie *et al*. 1992) ingeleserako lanean, Trost-en (1990) lanak HPSG erabiltzen du alemanerako eta Antworth-en (1994) PC-KIMMO V2 ingeleserako sisteman, berriz, PATR erabiltzen da.

Gure kasuan azken formalismo hau, sinpleena, aukeratu dugu, PC-KIMMOren bigarren bertsioan egiten den moduan. Honek gauzak egiteko malgutasuna emango du, baina horren ondorioz erregelak erredundanteagoak izatea ekarriko du kasu batzuetan. Aipatutako beste formalismo konplexuagoetan (GPSG, LFG edo HPSG), printzipio orokorren bidezko generalizazioak adierazi ahal dira, eta horrekin erregela-kopuruak gutxitu eta sinplifikatu egiten dira. Euskararen formalizazioan oraingoz printzipio orokorren eta ezaugarri-multzoen lehen azterketa besterik ez dugu egin, ondoren azalduko den moduan. Bide hau urratzeari oso interesgarria deritzogu, baina honek lan linguistiko sakona eskatuko duelakoan gaude.

3) Estrategikoa. Erabaki horiek formalizatzeko *Text Encoding Initiative* (TEI) formatua erabili da (Ide eta Veronis 1995, Ide 1998, Arriola *et al*. 1997, Ide eta Greenstein 1999, Artola *et al*. 2000). Beraz, segmentatzailearen zein analizatzailearen emaitza *Standard Generalized Markup Language* (SGML) bidez eskainiko da, eta hau IXA taldeko informazioaren kudeaketarako lengoaia komuna izango da. Esan bezala, analizatzaile morfosintaktiko erabilgarria nahi dugunez, irekia izan behar du, eta ez du inongo formatu zehatzetara edo helburu bakanetara lotuta egon behar. Horregatik aukeratu da bide hau, aplikazio bakoitzak (EUSLEM, murriztapen-gramatika, analisi sintaktikoa, ...) beharko duen informazio partikularra/berezia iragazkien bidez emango delako. Ondorioz, analisi osoa izango da hitzaren gramatikak emango duena, barruko osagai guztiak gordez eta horren azaleratzea norberaren beharren arabera gauzatuz.

II.4 Gramatika morfosintaktikoa

Puntu honetan gramatikaren ikuspegi orokorra eman nahi dugu. Hasteko, erregeletan agertzen den notazioa zehaztuko da, ondoren erregela baten adibidea aztertzeko (§ II.4.1). Hurrengo azpipuntuan (§ II.4.2) gramatikaren azalpen orokorra egingo da eta, bukatzeko, hitz-forma baten analisia eta bera lortzeko aplikatutako erregelak emango dira (§ II.4.3).

II.4.1 Erregelen adibide bat

II.2 adibidean agertzen den erregela (r_eratorpena izena eman zaio), atzizki lexikalak (eratorpena sortzen dutenak) tratatzeko erabiliko da. Horrela ‘etxe + -txo’, ‘erabil + -garri’ edo ‘egin + -araz’ bezalakoak tratatuko dira. Kasu horietan kategoria-aldaketa izango dugu, eta kategoria berriaren informazioa atzizkiak emango du.

```
% eratorri_kat -> oinarri_kat + erat_atzizkia
% ad.: lau+garren, lagun+garri, ikusgarri+tasun, iraki+te (te atzizki lexikala izanik)
%      egin+araz
% kat_apreziatibo -> kat + apreziatibo_atzizkia
% ad.: etxe+txo, zuri+txo, apurtutxo, dagoen+txo, berandu+txo

r_eratorpena,
         X0 ---> X1, X2
                 X2/ezaug/kat              <=> atz,            % X2ren kategoria atzizkia
da
                 X0/ezaug/kat              <=> X2/ezaug/ker,   % X0ren (hitz osoaren)
kategoria
                                                               %    X2ren ‘ker’
ezaugarriak
                                                               %    adieraziko du
                 X0/ezaug/azp              <=> X2/ezaug/aer,
                 X0/oina                   <=> X1/oina,
                 X0/ezaug/oin              <=> X1,
                 X0/ezaug/oin/oina/twol    <=> X1/oina/twol,
                 X0/ezaug/oin/oina/sarrera <=> X1/oina/sarrera,
                 X0/ezaug/atzl             <=> X2,
                 X0/ezaug/erat             <=> plus,
                 X0/forma                  <=> X1/forma,
                 X0/morf_lista             <=> gehitu_morf_lista(X1/morf_lista,
                                                                 X2/morf_lista)).
```

II.2 adibidea. Erregela morfosintaktiko bat.

Erregela horretan ikusten dira formalismo honetan deskribapenak egiteko erabiltzen diren atalak:

?? Hasieran, erregelaren izena (*r_eratorpena* adibidean).

?? Ondoren, erregelan hiru osagai daudela esaten da: X0 (gurasoa) eta bi ume (X1 ezkerrekoa eta X2 eskuinekoa). Erregela bitarra dugu, beraz.

?? Hurrengo lerroetan, baterakuntza-ekuazioak azalduko dira, erregelaren osagaiek betetzen dituzten murriztapenak adieraziz.

Hauek dira erregelen ekuazioetan erabili diren eragileak eta beren esanahiak:

?? % zeinuaren ondoren datorrena, lerroaren amaieraraino, oharra izango da.

?? “<=>” eragileak baterakuntza adierazten du, adib.: X0/kas <=> X2/kas

Horrela, X0 gurasoaren eta X2 eskuineko umearen kasuaren balioek bat etorri beharko dute. Kasuaren balioa atomikoa denez, horrek kasuak berdinak izatea eskatuko du, baina balio egituratuak direnean, baterakuntzaren bidez bi egiturak berdindu egingo dira.

?? "ez" eragileak ezaugarriaren balioa (atomikoa) bigarren listako elementua ez izatea ziurtatzen du. Adib.: *X1/kas ez [gen, gel]* murriztapena bete egingo da X1 egiturako kasuaren balioa genitiboa (jabegokoa zein lekuzkoa) ez bada.

?? "badago" eragileak ezaugarriaren balioa (atomikoa) bigarren listako elementua izatea ziurtatzen du, adib.: *X1/kas badago [gen, gel]*.

Adibide horretan kasua "gen" edo "gel" ez bada, orduan ekuazioa ez da beteko. Ondorioz, kasua definitu gabe balego ere, ekuazioa ez litzateke beteko.

?? "$" eragileak kateaketa adierazten du, adib.: *X0/sar <=> $(X1/sar, X2/sar)*

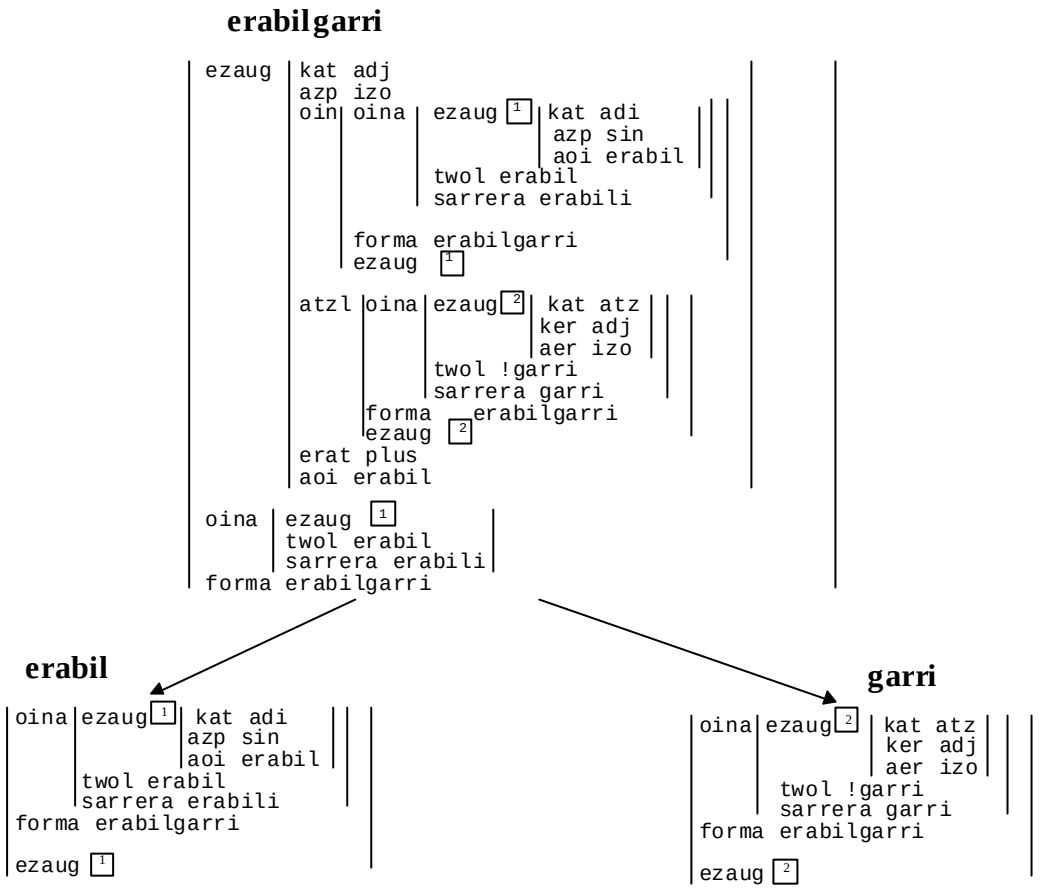
?? "edo/eta" eragileek baldintzetatik bat/denak betetzea eskatzen dute. Hau erregela-kopurua gutxitzeko definitu da, adib.:

edo([X1/nor badago [hu],

X1/nrk badago [hu],

X1/nri badago [hu]]))

Murriztapen hori bete egingo da X1 ezkerreko umearen "nor", "nri" edo "nrk" ezaugarrien balioa "hu" (singularreko hirugarren pertsona) bada.



II.3 irudia. II.2 adibideko erregelaren aplikazioa[7].

II.3 irudian erregelaren aplikazio-adibide bat dugu. Hitz baten informazioan bi mota bereizten dira: bere ezaugarri morfologikoak ("ezaug" ezaugarrian), lema eta morfemetatik hartzen direnak, eta hitzaren oinarrian dagoen lemaren informazioa ("oina" ezaugarriaren azpian). Eratorpenean, atzizkiak hitz eratorriaren kategoria eta azpikategoria adierazten ditu, "ker" eta "aer" ezaugarrien bitartez, horiek izango baitira hitz berriaren kategoria/azpikategoria. Horregatik adibidean *-garri* atzizkiak izenondoko adjektiboa (*adj izo*) sortzen duela adierazten du. Hitz eratorrien ezaugarrien artean eratorpenaren oina den lemaren eta atzizkiaren berri ematen da, "oin" eta "atzl" (atzizki-lista) izeneko ezaugarrien bidez. II.3 adibideak erregelaren aplikazio-adibide sinplifikatuak erakusten ditu.

7 Irudian indizeen bidez bi ezaugarri-egiturak balio bera dutela adierazten da.

```
Adib.: erabilgarri
erabil      +     garri        =>     erabilgarri
kat:adi           kat:atz             kat: adj
azp:sin           ker:adj             azp: izo
                  aer:izo             erat:plus
                                      oin: erabil
                                      atzl:garri

Adib.: eginaraz
egin        +     araz         =>     eginaraz
kat:adi           kat:atz             kat: adi
azp:sin           ker:adi             azp: fak
                  aer:fak             erat:plus
                                      oin: egin
                                      atzl:arazi

Adib.: gizontxo
gizon+      txo          =>     gizontxo
kat:ize           kat:atz             kat: ize
azp:arr           ker:ize             azp: arr
                  aer:arr             erat:plus
                                      oin: gizon
                                      atzl:txo
```

II.3 adibidea. Eratorpenaren erregelaren aplikazio-adibideak.

II.4.2 Gramatikaren ikuspegi orokorra

Guztira hogeita lau erregela definitu ditugu. Diseinu-erabaki aipagarria erregela guztiak bitarrak direla izan da (hau da, bi umeko erregelak, ume bakarreko erregela baten salbuespenarekin). Horrela erregela bakoitzean fenomeno bakarra eta ahalik eta independenteena definituko da. Aukera honen justifikazioa Karttunen (1986) eta Uszkoreit-en (1986) lanetan aurki daiteke, eta gure kasuan oso lagungarria gertatu zaigu, hitzaren informazioa morfemen pausoz-pausoko konposizio modularraren bidez adierazteko oso baliagarria izan baita. Erregelak era honetan daude banatuta:

?? Hamaika erregela flexio-morfemen bilketak adierazteko, eta hauek kategoria nagusiekin konbinatzeko. Orokorrean, kategoria nagusiek hitzaren kategoria eta azpikategoria ematen dute eta flexio-morfemek numeroa, kasua eta mugatasuna. Hauek dira erregelek tratatzen dituzten fenomenoak:

?? Erroa (izena, adjektiboa, ...) gehi kasu-marka (numeroa eta mugatasuna barne).

Adibidez: '*gizon* + *-a*', '*gizon* + *-arentzat*', '*mendi* + *-etara*', '*mendi* + *-etaraino*', '*gizon* + *-arengana*', '*gorri* + *-etaraino*', '*makurtu* + *-a*', '*eman* + *-arekin*', '*zenbait* + *-engana*', '*ni* + *-ri*', '*zu* + *-rekin*', '*-0*(elipsia) + *-a*'

?? Aurrekoaren berdina baina hitz berezien eta mugatasun lexikala duten erroak lotzeko. Honetarako hiru erregela behar izan dira.

Adibideak: '*guraize* + *-ak*', baina ez '**guraize* + *-a*', '*Gabon* + *-ak*', '*Kepa* + *-ri*'

?? *-ko* eta *-ren* genitibozko atzizkien hiru kasu berezi tratatzeko erregelak. Batzuetan, lekuzko genitiboaren *-ko* atzizkia kasu-marka duen osagai bati gehitzen zaio ('*mendiarentzat* + *-ko*', '*mendiarekin* + *-ko*', '*mendira* + *-ko*', '*gizonarengana* + *-ko*', '*mendiraino* + *-ko*'). Adberbioekin, berriz, erro arruntekin ez bezala, *-ko* atzizkia numeroa-mugatasunik gabe lotzen da ('*gaur* + *-ko*'). Azken aukera bizidunen adlatiboa eta antzeko kasuak sortzeko jabego-genitiboa da ('*gizonaren* + *-gana*').

?? Azkenik, lau erregela daude kasu-marka, numeroa eta mugatasunak osatzen duten zenbait atzizki-multzo lortzeko.

Adibideak: '*-0* + *-ko*' (*mendiko*), '*-0* + *-tik*'(*menditik*), '*-eta* + *-ko*' (*mendietako*), '*-a* + *-gana*' (*gizonagana*), '*-on* + *-ekin*' (*guztionekin*)

?? Adjektibo, partizipio, determinatzaile eta adberbioen gradua tratatzeko erregela bat.

Adibideak: '*handi* + *-ago*', '*handi* + *-en*', '*makurtu* + *-ago*', '*maiz* + *-ago*', '*honekin* + *-txe*'

?? Elipsiaren tratamendurako erregela bat. Erregela honek hitz-forma elipsidunei sintaxitik oso hurbil dagoen egitura egokitzen die, hitzeko osagai desberdinen informazioa gordez. Adibidez, *zaldiarenekoa* analizatzeko orduan, gramatikako beste erregelek honako hiru osagai sortuko dituzte (non X ikurrak izen eliptikoaren tokia betetzen duen):

'*zaldiaren* + *X-eko* + *X-a*'

Elipsiaren erregelak hiru osagai horiek bilduko ditu bi aplikazioren bidez, hiru osagaien segida adieraziko duen egitura bat sortuz.

?? Zazpi erregela aditzen morfema-kateaketak deskribatzeko. Hauen artean menderagailuak eta aspektu-morfemak daude.

Alde batetik erregela bat dago aditzaren forma desberdinak emateko (partizipioa, aditz-izena, aditzoina, etorkizuneko forma, eta ez bukaerakoa).
Adibidez: '*etor* + *i*', '*etor* + *-tze*', '*etor* + *-0*', '*etorri* + *-ko*', '*etor* + *-tzen*'

Bestalde, aditzen bidez mendeko perpausak sortzeko, baldintzazko aurrizkia, *ba-* partikula eta *bait-* aurrizkia lantzeko sei erregela ditugu. Adibidez: '*eman* + *-da*', '*eman* + *-ik*', '*ikusi* + *-takoan*', '*ikusi* + *-agatik*', '*eman* + *-tea*', '*eman* + *-teko*', '*eman* + *-ten*', '*eman* + *-tean*', '*du* + *-en*', '*du* + *-enean*', '*du* + *-elako*', '*du* + *-elarik*', '*ba* + *-lego*', '*ba* + *-dago*' (partikula), '*bait* + *-du*'

?? Bi erregela eratorpenaren tratamendurako, bata aurrizkientzat eta bestea atzizkientzat. Askotan eratorpenak kategoria-aldaketa dakar berarekin. Hau ezaugarri berezi bat erabiliz adieraziko da.

?? Hitz-elkarketarentzako bi erregela. Momentuz izena-izena elkarketa modu arruntena aukeratu dugu tratamendurako. Bi erregela egotearen arrazoi nagusia lehen aipatutako erregela bitarren erabakia da, elkarketan hiru osagai daudelako (bi izenak eta marra). Horregatik erregela batek marra eta bigarren izena lotuko ditu, eta bigarren erregelak guztiaren analisia emango du.

Erregelen bidez hainbeste tasun morfosintaktiko tratatu behar direnez, problema bat gertatzen da erregela guztietan adierazi behar denean tasun horien guztien jokaera, hau da, bakoitzeko ekuazio bat jarri beharko bagenu. Horregatik, ezaugarri guztien azterketa egin genuen, bakoitzaren portaera aztertu ondoren printzipio orokorrik asma zitekeen aztertzeko, (Ritchie *et al*. 1992) lanean definitutako *WordHead* edo *WordDaughter* izeneko printzipioen ildotik. Azterketatik arau nagusi bat atera genuen II.1 taulan eskuineko zutabean agertzen diren ezaugarri guztientzat:

Erregela bitarretan, erregelaren ekuazioak aplikatu ondoren, gurasoaren ezaugarrien balioak gurasoarengan ez badaude orduan beren balioak eskuineko umetik hartuko dira, eta ez badaude definituta orduan ezkerreko umetik.

Araua betetzen ez duten ezaugarriak	**Araua betetzen duten ezaugarriak**
kat, azp, ker, aer, oin, atzl, forma	mug, num, kas, biz, zenb, neur, fs_lista, per, plu, adm, asm, erl, grm, mdn, nor, nri, nrk, err, mdl, aoi, rare, erat, mugkz, mugtz, elkarketa, elk

II.1 taula. Ezaugarrien goratzerako portaera desberdinak.

Ikusten denez, ezaugarri gehienak atzizkietatik goratzen dira (numeroa, mugatasuna eta kasua dira aipagarrienak), baina badaude horren salbuespenak. Adibidez, numeroa normalean atzizkitik jasotzen da, baina kasu batzuetan lexikoitik dator (‘*ni* + *-k*’), eta orduan lehen osagaitik goratuko da. Beste kasu batzuetan, ezaugarri baten balioa ez dator ez atzizkitik ezta lematik ere, baizik eta erregelak sortua da, eta ez dago lexikoian. Hori tratatzeko erregelaren lehen atala erabiltzen da: “ezaugarriak gurasoarengan ez badaude ...”, eta gurasoarengan egongo dira ekuazio baten bidez sortuak izan badira. Horrela, onartu egiten da balio lehenetsien erabilera, erregelaren ekuazioen bidez beste balio bat emanez gainditu egin daitekeena. Printzipio orokor honen aplikazioak erregelen idazketa erraztu du, gramatika laburrago egiteko. Edozein kasutan, printzipio horren barruan irizpide linguistiko zein praktikoak (EDBLko lema eta morfemen banaketatik datozenak) daude, ezaugarrien multzo zabala hartzen baita, eta gu ez gara saiatuko justifikazio linguistiko bat egiten.

Beste alde batetik, lema bati fenomeno morfosintaktiko bat baino gehiago aplikatzen zaionean, zentzurik gabeko hipotesiak baztertzearren fenomenoak aztertzeko morfemen morfotaktika zehaztu behar izan dugu, horrela lotura-ordena jakin bat ezarriz: lema, eta ondoren eratorpen-aurrizkiak, eratorpen-atzizkiak, elkarketa eta flexioa, ordena horretan. Ordena hau erregelen murriztapen-ekuazioen bidez finkatzen da. Horrela, ‘berridazketa-egilea’ bezalako forma bat agertuz gero, modu honetan aplikatuko lirateke erregela morfosintaktikoak (parentesiek ordena markatzen dute):

(((*ber-* + *idatzi*) + *-keta*) + ‘-’ + (*egin* + *-le*)) + *-a*

Azken emaitzan, EDBL datu-base lexikal aberatsa oinarri izanik eta morfosintaxiaren tratamendu zabal eta sendo hau emanda, lortu dugun analizatzaileak estaldura osoa du testu errealei aplikatuz gero. Horregatik, hitz-

forma estandarrak zein aldaera dialektalak, hitz ezezagunak edo errore ortografikoak tratatzeko gai izango da azken analizatzaile morfologikoa.

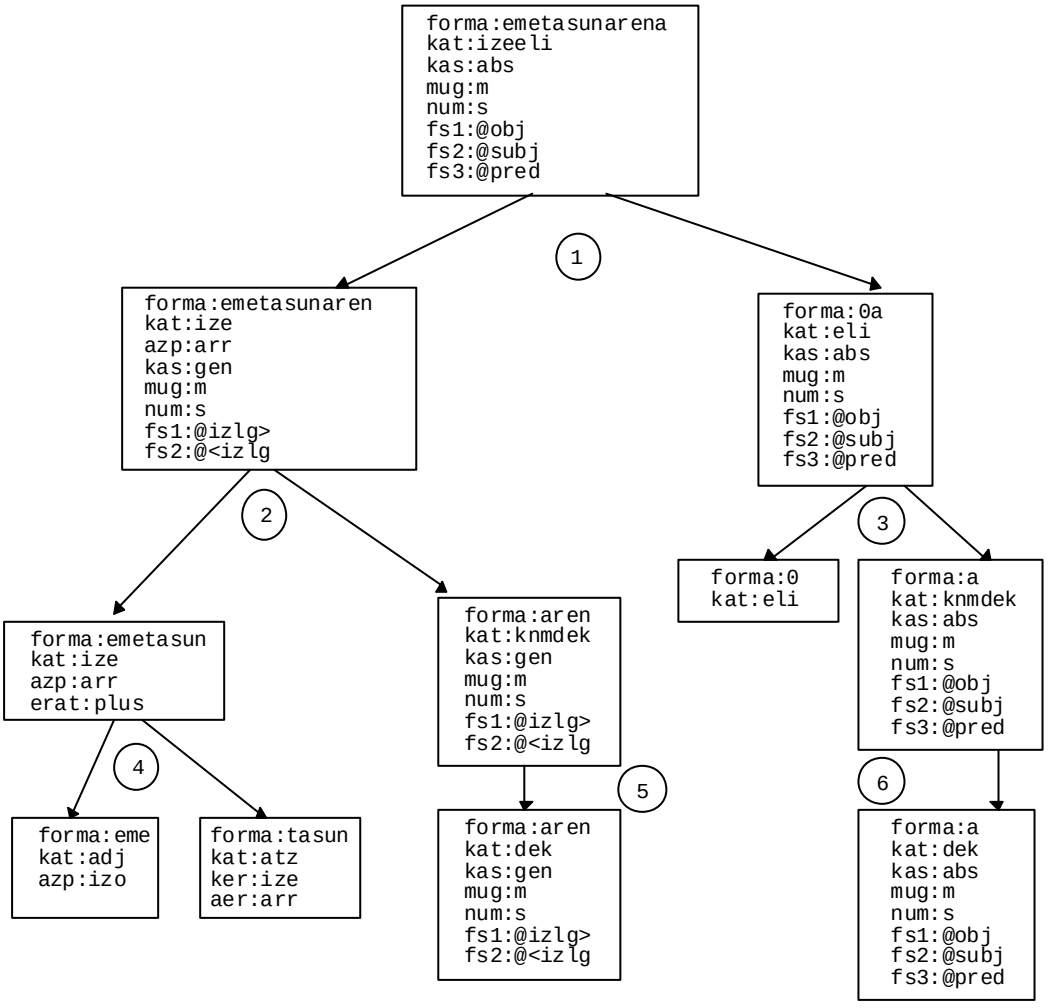
Gramatika morfosintaktiko osoaren diseinua eta erregelak (Aduriz *et al*. 1999) barne-txostenean azaltzen dira sakon eta luzeago.

II.4.3 Analisien adibide bat

Ikus dezagun *emetasunarena* hitzaren analisia nola egingo den. Hitz horretan eratorpena, elipsia eta flexioa agertzen zaizkigu. II.4 irudian analisi-zuhaitza dugu.

4 zenbakiarekin adierazitako erregela eratorpen-atzizkiena da, *eme* eta *-tasun* lotzeko. Beste pauso batean flexio-morfemak tratatzeko erregelak aplikatzen dira (5 eta 6 zenbakiekin markatuak). 2 eta 3 zenbakiko erregelen aplikazioak flexio-morfemak lemarekin lotzeko erregelarenak dira, kasu batean *emetasun* gehi *-aren* lotzeko, eta bestean osagai

eliptikoa (*-0* lemaren bidez adierazita) *-a* morfemarekin. Bukaeran, osagai eliptikoak lotzeko erregela aplikatzen da 1 zenbakiarekin markatutako posizioan.



II.4 irudia. Analisi baten adibidea.

II.5 Inplementazioa

Analizatzaile morfosintaktikorako PATR formalismoaren inplementazio bat erabili dugu (Douglas eta Dale 1992). Inplementazio horren aldeko motiborik garrantzitsuenak sinpletasuna eta malgutasuna izan dira, soluzio desberdinak esperimentatzeko aukera eman duelako. Geroago ikusiko denez, sistema hau sintaxiaren tratamendurako erabili dugun bera da, horrela morfologiatik sintaxiranzko bidea jauzirik gabekoa izateko (hau III. kapituluan arrazoituko dugu).

Sistemaren eraginkortasunari buruz esan behar dugu hasierako gure helburua morfosintaxiaren deskribapen formalizatua egitea zela, abiadura bigarren maila batean utziz, baina beti sistema erabilgarria lortzeko. Egindako exekuzio-probetan, 10.832 hitzeko corpus batean analisi-denborak neurtu dira, Sun SPARC Ultra batean, II.2 taulan ikus daitezkeenak.

Deskribapena	**Maiztegia (formak + diskoa)**	**Tratatzeko hitzak**	**Hitz analizatuak**	**Hitzak / segundoko (hitzaren gramatika hutsa)**	**Hitzak / segundoko (morfologia osoa)**
Hitz-forma guztiak analizatuz	0	10.832	10.832	15,13	13,5
Hitz errepikaturik gabe, maiztegirik gabe	0	3.692	3.692	44	40
Hitz errepikaturik gabe, maiztegia erabiliz	10.000 (15 M)	3.692	1.483	111	95
	55.000 (75 M)	3.692	533	308	270

II.2 taula. Analizatzaile morfosintaktikoaren exekuzio-denbora.

Taula horretan bost lerro dauzkagu, kasu desberdinetan analisi-abiadura ematen dela:

?? Lehen kasuan testuko hitz guztiak analizatu dira, banan-banan. Hau analizatzailearen kasu txarrena izango da, inplementazio-modurik sinpleena eginda. Honek 15 hitz/segundoko lortzen ditu hitzaren gramatikarako, eta 13,5 analisi morfologiko osoa egiten bada.

?? Testuetan hitzak errepikatuta agertzen direla jakinda, bigarren neurketan testu horretatik hitz-forma desberdin bakoitza behin bakarrik analizatu da, lan bikoitza ekiditeko. Ikusten denez, abiadura hiru aldiz altuagoa da.

?? Bigarren kasuan egin dugun bezala, pentsa daiteke gehien agertuko diren hitzak aldez aurretik analizatuta egon daitezkeela, *maiztegia* deituko dugun datu-egitura batean. Horrela, testu berri bat hartzeko momentuan bakarrik testu horretako hitz berriak analizatuko dira. Soluzio honek datu-egitura baten erabilera eskatzen duenez, exekuzio-denborari egituraren kudeaketa ere gehitu egin behar zaio (maiztegiko hitz-formak eta euren analisiak ere gorde beharko dira). Soluzio honen proba bat egiteko 300.000 hitz-

formako corpusa aukeratu genuen maiztegia ateratzeko (maiztegirako corpusak eta probarakoak ez dute ebakidura komunik, azken hau testu berria kontsidera dezagun). Bertan 55.500 hitz-forma desberdin aurkitu genituen. Emaitzak maiztegiaren tamaina desberdinak probatuz lortu ditugu[8].

Emaitza horietatik ondorioztatzen dugu lortutako analizatzailearen inplementazioa guztiz bideragarria dela taldearen beharrizanen ikuspuntutik, eta gainera, lehen esan bezala, eraginkortasuna lehen mailako helburutzat hartu gabe. Hau guztia kontuan izanda, analizatzailea denbora errealean aplikatzeko moduan dago oraingo egoeran. Ondorengo atalean aipatuko dira (§ II.5) eraginkortasun hori hobetzeko ideia batzuk, jakinda alde horretatik oraindik irabazpen handiak lortzea badagoela.

II.6 Laburpena eta ondorengo pausoak

Laburbiltzeko, hauek dira sortu dugun analizatzaile morfosintaktikoaren ezaugarri nagusiak (Aduriz *et al*. 2000ab):

?? Morfofonologia bi mailatako ereduaren bidez ebatzi da.

?? Morfotaktikaren tratamendua banatuta dago: alde batetik egoera finituko ereduan, jarraitze-klaseen mekanismoaren bidez, eta bestetik hitzaren gramatikaren bidez.

?? Hitz osoaren informazioa lortzeko, baterakuntzan oinarritutako hitzaren gramatika erabili dugu.

Ikusten denez, morfotaktikaren lana, morfema/segmentuen arteko lotura posibleen deskribapena, bi ataletan dago banatuta: jarraitze-klaseen bidez eta hitzaren gramatika erabiliz. Banaketa era horretan egiteko hainbat arrazoi ditugu:

?? Osagarritasuna. Nahiz eta bi faseetan osagaien ordena (morfotaktika) zehaztu, horrek ez du esan nahi bietan gauza bera errepikatzen denik. Bakoitzaren ekarpena zehaztekotan, egoera finituko morfotaktikak morfemen segmentazioa egiten du, morfemen arteko ordena finkatuz. Hitzaren gramatikaren morfotaktikak, berriz, sekuentzia horretako elementuei egitura hierarkikoa esleitzen die. Hau da, segmentatzeko orduan hitza morfemen segida gisa adierazten da, baina oraindik erabakitzeke dago morfema horiek nola konbinatuko diren (‘*mendi* + *-aren* + *-tzat* + *-ko* + *-a*’). Adibidez, hitz-elkarketa eta eratorpen-atzizkia agertzen badira (*kale-garbitzaile*), bi interpretazio eman litezke: ‘*tzaile*’ atzizkia elkarketako bigarren osagaiari lotuz (*garbi*), edo elkarketa osoari. Momentuz anbiguotasun hau hitzaren gramatikan ebazten da, bertan eratorpen-atzizkiak beti osagai lexikal sinpleekin (‘*garbi* + *-tzaile*’ adibide horretan) lotzen baitira.

8 Emaitzetan ez da agertzen maiztegian bilaketa egiteko denbora, bilaketa dikotomiko sinple bat nahikoa baitzen analisiaren aldean denbora askoz txikiagoa lortzeko.

Dena dela, morfemen sekuentzia lineala hitzaren gramatikan ere modu inplizituan dago kodetuta (adibidez, izena eta kasu-atzikiak lotzen dituen erregelak beraien arteko ordena ere zehaztuko du). Zentzu honetan, morfotaktikaren zati bat bi aldiz kodetuta dagoela esan dezakegu.

?? Eraginkortasuna. Aurretik esan den bezala, hitz osoaren analisia emateko ezinbestekoa da hitzaren gramatika. Beraz, pentsa daiteke, (Ritchie *et al*. 1992) lanean egiten den modura, morfotaktika osoa gramatika horretan deskribatzea. Honek ez du inolako eragozpenik eta gainera, lan horretan aipatzen den bezala, erazagutzailetasuna gehituko lioke morfotaktikaren deskribapenari, jarraitze-klaseek eta azpilexikoiek erazagutzailetasuna ilundu egiten baitute. Baina morfosintaxi osoa hitzaren gramatikan ez egiteko arrazoi bat ere badago: morfotaktikaren egoera finituko inplementazioa eraginkorragoa da, eta horrela egiteak lan asko kenduko dio hitzaren gramatikaren bidezko analizatzaileari, analisirako aukera dezente baztertuz. Ingelesaren tratamenduan (Ritchie *et al*., 1992) segmentazioak morfotaktika minimoa du, eta horregatik aukera asko sortzen dira (adibidez, atzizkia den morfema bat hitzaren hasieran kokatzen duen interpretazioa), gero hitzaren gramatikak baztertu egingo dituenak. Euskararen kasuan aukera-kopurua izugarri handia izango litzateke, eta tratamendua guztiz motelduko luke. Horregatik, morfotaktika segmentatzailean sartuz hitzaren gramatikak tratatuko dituen interpretazioak asko murrizten dira, eta abiaduraren igoera handia lortzen da.

?? Modulartasuna. Analisi morfosintaktikoa bi modulu nagusitan banatu dugu eta beraien arteko interfazea argi definituta dago: hitza era sekuentzialean tratatuko da, lehenengo segmentazioa eta gero egituraren osaketa eginez.

?? Praktikotasuna. Horrela lehendik garatutako tresna erabili da, zegoen bezala eta aldaketarik gabe. Dena dela, arrazoi hau ez litzateke pisuzkoa izan beharko aurreko hiru justifikazioak ez baleude, baina beraiekin bat etortzen denez, lana erraztea ekarri du.

Bukatzeko, esan behar dugu euskarazko hitzaren egitura analizatzeko sistema bat deskribatu dugula II. kapitulu honetan. Baina baieztapen horrek zuhurki adierazten du lan honen emaitza. Esan nahi baita, hitzaren egitura ez dela izan, ohitura den bezala, goi-mailako hizkera linguistiko batez egindako deskribapen hutsa, baizik eta formalismo baten beharretara moldatu eta inplementatu ere egin dela. Beraz, gramatika deskriptiboaz baino areago, gramatika baten inplementazio osoaz hitz egitea egokiago litzateke lan honen berri ematean.

Zuhurra da, gainera, hasierako baieztapena, hitzaren egitura esateak lan honen konplexutasuna erdi-ezkutuan uzten duelako. Hitza, inguruko erdaretan behinik behin,
analisi-gai sinpletzat hartu ohi da. Hitzaren gramatika, horretara, fenomeno linguistiko benetan konplexuen tratamendurako abiapuntutzat hartzen da. Euskarazko hitzaren gramatikak, ordea, fenomeno linguistiko konplexuak ere tratatzen ditu. Esan daiteke, beraz, balio duela izen-sintagman eta adizlagunetan gertatzen diren fenomenoak, direnik eta konplexuenak, deskribatzeko. Horretan datza, besteak beste, lan honen garrantzia. Horregatik diogu, hasierako esaldia bere benetako mailara ekarriz, euskarazko hitzaren azterketatik abiatuta edonolako izen-sintagmaren (adizlagunaren) gramatika bat deskribatu eta inplementatu dela lan honetan. Hau hobeto ikusiko dugu III. kapituluan azalduko den gramatika sintaktikoaz hitz egiteko momentuan, morfosintaxiarekin egindako lana neurri handi batean sintaxian zuzenean integratu ahal dela azalduko baitugu.

Atal honetan deskribatutako sistema, nahiz eta hitz-mailako tratamendu morfosintaktiko osoa eta sendoa eman, ez da ikusi behar problemaren bukaeratzat, baizik eta oraindik sakonago jorratzeko dagoen bide bat gisa. Hauek dira egindako lanaren jarraipenerako aurreikusten ditugun bideak:

?? Lehen esan dugun bezala, baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen inplementazioa hobe daiteke. Egindako sistemaren helburu nagusia analizatzaile bat garatzea izan da, eta beraz indar nagusiak ez dira joan espazio edo abiadura bereziki azkartzera. Hala ere, egindako sistema erabilgarria da corpusen azterketarako. Teknika bereziak erabiliz, eta agian inplementazio-lengoaia aldatuz, uste dugu oraindik etekin handiak lortuko direla.

   Azkartzeko beste bide bat ezaugarri-egitura motatuen erabilerarena da, (Carpenter eta Penn 1993) lanean egiten den bezala. Mota emateak, nahiz eta konplexutasunaren igoera dagoela eman, konpilazio-prozesu baten ondoren analizatzaile azkarragoak ematen ditu. Honen moduko beste zenbait teknika (Kiefer *et al*. 1999) lanean aipatzen dira, guztira magnitude-ordena baten igoera lortzen dutela abiaduran (25etik 40ra aldiz azkarrago).

?? Beste alde batetik, baterakuntza egoera finituko ereduaren bidez konpilatzeko proposamen desberdinak ari dira garatzen. Adibidez, (Beesley 1998a) lanean morfotaktikari buruzko murriztapenak baterakuntza formalismo sinplifikatu batean kodetzen dira, eta ondoren egoera finituko eredura konpilatzen dira, horrela abiadura azkartuz. Dena dela, azken automatarekin espazio-arazoak daude eta frogatzeko dago ea posiblea ote den ideia horren formalizazioa baterakuntza-murriztapen guztiak horrela tratatzeko. (Zajac 1998) artikuluan baterakuntza eta egoera finituko transduktoreak elkartu egiten dira analizatzaile hibrido bat sortuz.

?? Hitzaren gramatikaren trinkotasuna eta orokortasuna hobetzeko, ezaugarrien portaera definitzeko erregela linguistiko orokorren azterketa interesgarria da, gramatika minimizatzeko eta aldaketak errazteko. Hau, (Ritchie *et al*. 1992) lanean egiten den antzera, gune- eta oin-ezaugarrien printzipioen antzekoak definituz lor daiteke. Mota honetako erregela baten definizioa jadanik egin dugula, honekin jarraitzeko asmoa dugu. Edozein kasutan, honek azterketa linguistiko sakona beharko du.

?? Gramatikaren mantentzea. Analizatzaile morfosintaktikoa talde baten erabilera desberdinetarako baliagarria izateko, informazio-behar berrien tratamendura ere egokitu beharko da. Horretarako gramatika etengabeko aldaketa prozesuan egongo da, morfologia, sintaxia edo semantikaren tratamenduek eskatuko dutelako.

III Analizatzaile sintaktikoa

III.1 Sarrera

II. kapituluan euskararen analizatzaile morfosintaktikoa aztertu dugu. Bertan ikusi dugu beste hizkuntza batzuetan esaldi-mailan gertatzen diren fenomenoak euskara bezalako hizkuntza eranskarietan hitz-mailan ere gertatzen direla (elipsiaren eta kasuen metaketaren modukoak). Hitzaren barruko konplexutasun hori onartuta ere, argi utzi nahi dugu oraindik badirela bi maila horien artean beste desberdintasun garrantzitsuak:

?? Osotasuna. Esan dugunez, analizatzaile morfosintaktikoa sendoa da, eta edozein hitz-forma emanda, bere *interpretazio posible guztiak*[9] lortuko ditu. Hau guztia hitzaren barruko fenomeno morfosintaktikoak guztiz deskribatuta daudelako da. Hitz-forma bat emanda gai gara zuzena ala okerra den bereizteko, eta bere egitura lortzeko. Esaldi-mailan, berriz, formalizazio teorikoa ez da osoa izan; horrela da gehien ikertu diren hizkuntzetan eta, are gehiago, euskara bezalakoetan. Linguistika teorikotik testu errealen analisira pasatzeko momentuan egoera zailagoa da, testu horietan linguistikoki deskribatu gabeko hainbeste egitura mota agertuko baitira (adibidez, berrogei hitzeko esaldi baten edo data-espresioen analisi sintaktikoa emateko orduan). Zenbait egilek (Sampson 1987) ohizko gramatiken baliagarritasuna zalantzan jartzera iritsi dira. Puntu horretara joan gabe, hizkuntza baten sintaxi osoaren deskribapena oraindik burutu gabeko lana da, eta sintaxiaren tratamenduak urte askotan bukatu gabeko ikerlerroa izaten jarraituko du.

?? Anbiguotasuna. Hitz-mailan mugitzearen beste ondorio bat anbiguotasunaren problema saihestea izan da. Hitzaren muga baino harantzago joan gabe, ez da problema handia izango hitz bakoitzak bi edo hiru analisi posible izatea, baina helburua esaldi oso baten interpretazioa lortzea denean, hau arazo konplexua bihur daiteke. Lehen esan dugu sintaxiaren deskribapen osorik ez dagoela momentuz, baina deskribapen partziala emanda ere, edozein esaldi arruntentzat aukera asko sortuko dira, gehienak zentzugabeak testuingurua aztertuz gero. Beraz, esaldi-mailako tratamenduaren bigarren ikergai nagusia anbiguotasuna ezabatzearena izango da. Horren zailtasunaren neurri bat emateko, esan dezagun euskaraz hitz-mailako anbiguotasuna 2.6 interpretazio/hitzekoa dela, eta honi gramatika sintaktiko batek lortutako egiturak gehitzen bazaizkio, esaldi normal batek milioika aukera izango dituela. Helburu ideala esaldi bakoitzeko analisi bakarra lortzea

9 Egia esanda, ia guztiak, hitz ezezagunak eta aldaera dialektalak daudelako baina, lehen esan denez, hauek kontuan hartuz ere, emaitza %100etik oso hurbil dago.

izango da baina, ikusiko dugunez, analisi on hori zer den definitzea zaila izango da orokorrean, eta horregatik aplikazioaren arabera egin beharko da.

III. kapitulu honetan problema honi aurre egiteko gure proposamena deskribatuko dugu. Hasteko, sintaxiaren tratamenduari buruzko hurbilpen desberdinen azterketa egingo da (§ III.1.1). Ondoren, euskararen sintaxiaren ezaugarri nagusiak era laburrean aurkeztu ondoren (§ III.1.2), guk landutako bideak aurkeztuko dira (§ III.2 eta § III.3). Bukatzeko, bide horien konbinazio eta integraziorako moduak aztertuko dira (§ III.4).

III.1.1 Sintaxiaren tratamendu automatikoa

Lehen esan den modura, sintaxiaren tratamendurako hurbilpenek bi arazo gainditu beharko dituzte: esaldi osoaren interpretazio posible guztiak identifikatzea eta beraien artean bat aukeratzea. Hauek biak modu bitara ebatz daitezke: ezagutza linguistikoa eskuz kodetuz edo automatikoki lortutako ezagutza erabili. Hiru aukera nagusi bereizten dira sintaxiaren prozesamenduan: eskuz kodetutako ezagutza linguistikoan oinarritutako hurbilpenak, estatistikan edo metodo automatikoetan oinarritutako lanak, eta bien konbinazioak. Ondoren alde bakoitzaren azalpena egingo dugu, abantailak eta eragozpenak aipatuz.

III.1.1.1 Ezagutza linguistikoan oinarritutako sintaxia

Ezagutza linguistikoa kodetzeko *gramatikak* erabili ohi dira. Hauek lehen aipatutako problema biak (analisiak lortu eta zuzena aukeratu) ebazteko erregelen edo prozeduren deskribapenak dira, gehienetan pertsona batek eginda. Gramatika bat idazteko orduan, irizpide desberdinak har daitezke, horietako batzuk elkarren kontrakoak eta besteak, aldiz, osagarriak direnak. Garatutako zenbait sistema aipatu aurretik, irizpide horiek definitu egingo ditugu:

a) Hizkuntzaren teoria versus lengoaia naturalaren prozesamendua (LNP). Shieber-ek (1986) dioenez, sistema batzuk teoria linguistikoak modelatzeko garatu dira, eta ez dituzte LNPrako sistemen helburu berdinak (Jensen 1988, Tomita 1988). Horrek ez du esan nahi analisi linguistikoak ez direla erabilgarriak LNPn, baizik eta formalismoen eta aplikazioen arteko lotura bat definitu behar dela (ikus III.1 taula). Egile horren ustez, LNPko sistemek gehienbat formaltasuna, erazagutzailetasuna eta egokitasun linguistikoa mantendu behar dute. Antzeko gauza dio (Black *et al*. 1993:63) liburuak:

> "... constructing a viable grammar for use in a computer analyzer of English is a very different process from constructing a "general linguistic theory", or, to some extent, even a reference grammar of English for human use. It turns out that 'Government-Binding Theory', 'Lexical-Functional Theory', the theory of 'Generalized Phrase Structure Grammar', and their congeners, have little direct help to offer the practical grammarian, although they might indicate to some workers certain broad lines to approach. The large descriptive grammars that exist, ..., are vastly more data-driven than modern theorizing, and therefore more helpful for our purposes."

	Hizkuntzaren teoriako formalismo sintaktikoak	**Aplikazio errealetarako gramatika konputazionalak**
Datuak	datu gutxi, "laborategikoak"	datu asko
Esaldien jatorria (orokortasuna)	esaldi asmatuak	esaldi errealak
Esaldien zuzentasuna	esaldi gramatikalak	esaldi ez-gramatikalak ere analizatu behar dira
Desanbiguazioa, puntuazioa, ...	ez dira tratatzen	tratatu behar dira

III.1 taula. Teoria sintaktiko eta inplementazioen ezaugarriak.

Analisi sakonago baten ondorioz, gero aztertuko dugun bezala, hizkuntzaren teorien arabera aplikatutako sistemek bi aspektu nagusi izan beharko lituzkete kontuan. Batetik, beharrezkoa da lexikalizazioa[10] (batez ere, azpikategorizazioaren tratamendua), osagai sintaktikoen egitura lexikoian sartuz, LFG edo HPSG (Sells 1985) moduko formalismoen antzera. Bestetik, informazio partzialeko egiturak (Shieber 1986) oso lagungarriak dira, hiztegiko elementuak nahiz osagai sintaktikoen informazioa ezaugarri-balio bikoteen bidez adierazteko. Ikusiko denez, dimentsio honetako bi alderdiak, teoria eta aplikagarritasuna, ez dira elkarren kontrakoak, eta bien konbinazioa posiblea eta komenigarria da.

b) Testuingururik gabeko gramatikak (TGG) versus egoera finituko mekanismoak. Gramatikak idazteko orduan, notaziorik erabiliena testuingururik gabeko gramatikena izan da (Aho *et al*. 1986), esaldien egitura hierarkiko eta errekurtsiboak definitzeko egokiak baitira. Egoera finituko mekanismoak (automatak eta transduktoreak), nahiz eta aspalditik ezagunak eta erabiliak izan informatikako alor askotan, TGGen itzalean geratu dira, ahalmen deskriptibo mugatuaren aitzakiarekin. Dena dela, azken urteotan lortu diren emaitza matematiko eta algoritmikoei esker (Roche eta Schabes 1997), lengoaia naturalaren prozesamendu aplikatuan eta ikerketan teknologia ahalmentsu eta eraginkorra bihurtzen ari dira, eredu linguistikoetan oinarritutako patroi edo txantiloiak definitzeko erraztasuna emanez.

c) TGG sinpleak versus baterakuntzan oinarritutakoak. TGG sinple batean erregelek osagai atomikoak besterik ez dituzte deskribatzen. Honen ondorioz egitura sintaktiko sinpleenak (adibidez, izen-sintagma bat komunztadurak kontuan hartuz) zehazki definitzeko dozenaka

10 Lexikalizazioa hitza erabiltzen dugunean lehen sintaxian kodetzen ohi zen informazioa lexikoan gehitzeko joera adierazi nahi dugu. Adibidez, HPSG formalismoak ez du ia gramatikarik definitzen, analisi sintaktikorako behar den informazio gehiena lexikoan dagoelako.

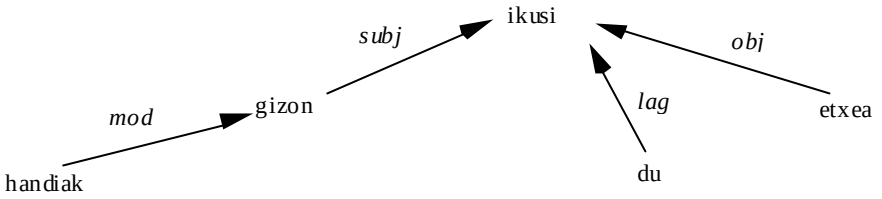
erregela beharko lirateke. Hori ez gertatzeko, gramatikaren osagaiei informazioa gehi dakieke ezaugarri-egituren bitartez (Shieber 1986), horrela gramatikaren trinkotasuna eta sinpletasuna bultzatuz. Informazio linguistiko hori erabiltzeko baterakuntza izaten da eragiketarik inportanteena. Irabazpen honen kontra baterakuntza-ekuazioen kalkuluaren denbora-kostua dugu, eraginkortasuna moteldu egiten baita.

d) Esaldiaren analisi osoa versus analisi partzialak. 1980ko hamarkadan, uste nagusia LNPko edozein lan, desanbiguazio morfologikoa kasu, esaldiaren ulerkuntzaren zati gisa ikustea zen, hau da, analisi sintaktikoa, analisi semantikoa, berbaldiaren analisia eta munduaren ezagutza beharrezkoak zirela pentsatzen zen. Baina testu errealen erabilera zabaldu zen heinean, uste horren zati bat ezeztatuko zuten desanbiguazio morfologikorako tresna desberdinak garatu ziren, ulerkuntza osoa lortu gabe emaitza erabilgarriak lortzen dituztenak. Etiketatzearen bidean, *analizatzaile partziala* (Abney 1997, Basili *et al*. 1998) terminoak teknika desberdinen multzoa definitzen du. Analizatzaile mota hauek analisi sintaktiko tradizionalaren informazioaren zati bat, ez guztia, lortzen dute. Teknika hauek fidagarritasuna eta sendotasuna dute helburu, sakontasuna eta osotasuna neurri batean galduz. Beste aldetik badira sistemak, teoria linguistiko baten azterketarako pentsatuak, *analisi osoa* bakarrik lortzea helburu dutenak, fenomeno linguistiko interesgarriak aztertzeko pentsatuta daudelako, eta ez testu errealetako esaldiak.

e) Ikuspegi eraikitzailea versus ikuspegi murriztailea. Analisi sintaktikoari ekiteko, lehenago esan dugu alde batetik egitura posibleak aztertu behar zirela (alde hau eraikitzailea kontsidera dezakegu), eta beste batetik aukera guztietatik bakarra aukeratu (alde murriztailea). Bi ikuspegi horien antolaketaren arabera, analizatzaile desberdinak garatu dira. Mutur batean, formalismo murriztaile hutsek lexikoiko informazioa erabiliz esaldia analizatzeko aukera posible guztiak sortzen dituzte, eta gramatikariaren lana onartezinak baztertzea da. Beste muturrean formalismo eraikitzaile hutsa edukiko genuke, hitzetatik abiatuta, beraien konbinazioaz bakarrik esaldiaren azken egitura eraikitzen saiatzen dena, era determinista alferrikako aukerak sortu barik (Hermjakob eta Mooney 1996). Ondoren ikusiko dugunez, gramatika/analizatzaile askotan bien arteko konbinazioa egingo da, egitura sintaktiko guztiak ez daudelako hasieratik sortuak, eta gainera azken analisiaren parteak ez direnak ere sortu egiten direlako.

f) Osagai-egitura (*constituency-based*) versus mendekotasun-egitura (*dependency-based*). Osagai-egituraren bidezko analisian emaitza lortutako osagaiak eta beren kategoriak definituz ematen da (izen-sintagmak, esaldiak, ...). Mendekotasun-egituraren kasuan (Järvinen eta Tapanainen 1998), berriz, osagaien arteko erlazioak deskribatzen dira (ikus III.1 irudia). Bi mutur hauen artean tarteko bideak ere erabiltzen dira. Adibidez, (Basili *et al*. 2000) artikuluan mendekotasun-egitura erabiltzen da esaldiaren oinarrizko osagaiak konbinatzeko (izen-sintagmak, preposizio-sintagmak eta

aditza), baina horien barruan osagai-egitura lortzen da, mendekotasuna hitzetaraino eraman gabe.



III.1 irudia. '*gizon handiak ikusi du etxea*' esaldiaren mendekotasun-egitura.

Ezaugarri horiek guztiak gure hasierako azterketa honetarako interesgarrienak direlako aukeratu ditugu, baina badaude sintaxiaren tratamendurako beste aspektu aipagarriak, horien artean analisirako estrategia (goitik beherakoa, behetik gorakoa edo mistoa) edo domeinu jakinetako ezagutza semantikoaren erabilera.

III.2 taulan sistema batzuk daude, bakoitza bere ezaugarri nagusien bidez deskribatuta. Irudiaren ondorengo lerroetan zenbait sistemaren ezaugarri nagusiak aztertzen saiatuko gara, aldez aurretik jakinda analisi sintaktikorako sistemen zerrenda ikaragarri luze izan litekeela eta guk edo garrantzitsuenak edo gure lanetan eragin handiena izan dutenak bakarrik aipatuko ditugula. Deskribapena errazteko, lehen aipatutako b) dimentsioaren arabera sailkatu ditugu sistemak, hau da, testuingururik gabeko gramatiken edo egoera finituko mekanismoen erabilera kontuan hartuz.

		LFG (XRCE)	**ANLT grammar**	**PLNLP**	**MG**	**XFST**
a	Hizkuntzaren teoria	X	X			
	Lengoaia naturalaren prozesamendua	x	X	X	X	X
b	Testuingururik gabeko gramatikak	X	X	X		
	Egoera finituko mekanismoak				X	X
c	TGG sinpleak					
	Baterakuntzan oinarritutako TGGak	X	X	?		
d	Esaldiaren analisi osoa	X	X	X	x	x
	Esaldiaren analisi partzialak				X	X
e	Ikuspegi eraikitzailea	X	X	X		X
	Ikuspegi murriztailea	X	X	X	X	X
f	Osagai-egitura	X	X	X		X
	Mendekotasun-egitura			X	X	X

III.2 taula. Sintaxiaren tratamendurako zenbait sistemaren ezaugarriak.

III.1.1.1.1 Testuingururik gabeko gramatiketan oinarritutako sistemak

Alde batetik, hizkuntzaren teorietan oinarritutako sistema desberdinak ditugu, gehienek eragiketa nagusi gisa baterakuntza erabiltzen dutela. Lehen esan denez, hauetako askoren helburu nagusia lengoaiaren teoria garatzea izan da, eta lengoaia analizatzeko tresnen eraikuntza bigarren mailan utzi da. Dena dela, kasu batzuetan teoria eta aplikagarritasuna lotzeko ahalegin berezia egin da, sistema eraginkorrak lortzeko asmoarekin.

Lexical Functional Grammar (LFG; Bresnan 1982) teoriaren analizatzaile desberdinak garatu dira. Teoriaren oinarria baterakuntza da, eta formalismo eraikitzailea da gehienbat, nahiz eta analisi posibleen ugalketaren ondorioz alde murriztailea ere gehitu behar izan duten. Inplementatutako sistemen artean *Xerox Research Centre Europe* (XRCE) taldeko lana (Maxwell eta Kaplan 1996, Brun 1998, Frank *et al*. 1998, Kuhn 1998, Butt *et al*. 1999) izan daiteke aipagarriena. Sistema honetan era paraleloan estaldura zabaleko LFG gramatikak ari dira garatzen ingeles, frantses eta alemanerako. Teoria eta praktika lotzeko lehen printzipiotzat analisien motibazio linguistikoa dute, baina tratatzen diren egitura linguistikoak testu-corpusen maiztasunen arabera erabakitzen dira, eta eraginkortasunaren galera ekar dezaketen fenomenoentzat soluzio bereziak (pragmatikoak beraien esanetan) landu izan dira. Horrekin batera analizatzailearen probarako corpusak prestatu dira eta garapenerako ingurune batean integratu.

Alvey Natural Language Tools (ANLT) ingeleserako analizatzailea eta gramatika dugu (Carroll 1993, Grover *et al*. 1993). Sistema honetan estaldura zabaleko gramatika sintaktiko eta semantikoa landu da, *Generalized Phrase Structure Grammar* (GPSG; Gazdar *et al*. 1985) baterakuntza-formalismoan oinarrituta. Ingelesaren egitura linguistikoen multzo zabala deskribatzen du, eta corpusen tratamendurako landu da bereziki, alde teorikoa eta praktikoa elkartuz. Inplementaziorako, behetik gorako LALR algoritmoa erabili da (Tomita 1986, Briscoe eta Carroll 1993) eraginkortasuna hobetzeko.

Head-Driven Phrase Structure Grammar (HPSG; Pollard eta Sag 1994, Borsley eta Przepiórkowski 1999) azken urteotan indar handia hartu duen lengoaiaren teoria da, beste teoria askotatik (GPSG eta LFG barne) ideia desberdinak hartu dituena. Formalismoa baterakuntzan oinarrituta dago, teoria honetan lexikoiari testuingururik gabeko gramatikari baino garrantzi handiagoa eman zaio, erregelak oso eskematikoak baitira, eta zenbait sistema inplementatu dira lengoaia desberdinetarako (Uszkoreit *et al*. 1994, Kiefer eta Krieger 2000). Sistema horien asmo nagusia lengoaiaren teoria garatzea izan da gehienbat.

PLNLP sistema (*Programming Language for Natural Language Processing*, Jensen 1988, Jensen *et al*. 1993) ez dago lengoaiaren teoria jakin batean oinarriturik, asmoa sistema aplikatua eta malgua egitea baitzen. Egile batzuk hizkuntzalariak zirenez, arreta berezia jarri zen alde linguistikoan, teorietatik probetxagarriena hartzeko eta zailtasunak ematen zituzten aspektuak saihestu ziren. Horregatik testuingururik gabeko gramatika bat erabiltzen da oinarrian, baterakuntzaren antzeko ekuazioak adierazteko programazio-lengoaia berezi batekin lotuta. Sistema, zenbait aplikaziotan probatu zen, horien artean gramatika-zuzentzailea eta hiztegi-definizioen analisietan.

Tree-Adjoining Grammar formalismoa (TAG, Joshi 1985) ez dago ohizko TGG batean oinarrituta, zuhaitz-egitura partzialetan baizik. Zuhaitz horiek konbinatuz esaldien analisiak lor daitezke. Formalismo hau TGGak baino ahaltsuagoa da. Honen aldaera nagusia Lexicalized TAG da (LTAG, Schabes eta Joshi 1991, Doran *et al*. 1994, XTAG 1995), zuhaitzak lexikoiko sarrerekin lotuz, horrela testuinguru lexikalak lortzeko.

FIDDITCH (Hindle 1989) izan liteke analisi partziala egiteko sistemen arteko ‘zaharrenetarikoa’ eta baita arrakastatsuenetarikoa ere. Bere helburu nagusia mugarik gabeko testuak aztertzea zen, informazio mota desberdinak ateratzeko. Analizatzaileak esaldi baten osagai nagusiak ezagutzen ditu: sintagmen arteko mugak, edo subjektua eta predikatua. Arrakastaren arrazoien artean, batetik, anbiguotasuna ebazteko sistema aipa daiteke, ebatzi ezinezko anbiguotasunak ekiditen direlako (adibidez, preposizio-sintagmak ez dira lotzen ez baldin badago hori egiteko informazio nahikorik), eta bestetik, erregeletan oinarritutako determinismoa: sistemak ez du eraikitzen azken analisira ez daraman hipotesirik, honela abiadura azkartuz.

TACAT (Atserias *et al*. 1998) corpusak morfologikoki eta sintaktikoki etiketatzeko analizatzaile partziala da: hiru lengoaia desberdinetarako (gaztelania, ingelesa eta katalanerako) gramatikak definitu dituzte. Gramatika TGG sinple batean oinarrituta dago, eta asmo nagusia etiketatutako corpus horiek aplikazio desberdinetarako erabiltzea da.

Link Grammar Parser (Sleator eta Temperley 1993, Grinberg *et al*. 1995) ingeleseko analizatzaile sintaktiko bat da, sintaxiaren teoria berezi batean oinarrituta dagoena. Teoria horretan esaldi baten analisia hitz-bikoteen arteko estekadura-kate bat da, eta gramatikaren pisu guztia lexikoian kodetutako hitzen arteko konbinazio posibleen estekadurak dira. Alde horretatik esan liteke gramatika ‘gutxi’ duela formalismo honek, baina hala ere TGGen atal honetan sartu dugu. Honela lortzen den analisia hitzen arteko mendekotasun-egitura izango da. Analizatzailea sendoa da, lexikoian duelako pisua, eta horrela analisi partzialak, hitz ezezagunak eta antzekoak erraz trata daitezkeelako.

Aipatutako sistemez gain, beste asko daude, adibidez, *Core Language Engine* (Alshawi eta Moore 1992), *Government and Binding* (GB, Berwick *et al*. 1991), PC-PATR[11] (Antworth 1994), *Categorial Grammar* (Uszkoreit 1986), *Word Grammar* (Hudson 1990), *Slot Grammar* (McCord 1990), *Augmented Transition Networks* (ATN, Bates 78), edo (Giguet eta Vergne 1997), (Ciravegna eta Lavelli 1997). Hauen eta aurrekoen arteko konparaketa eginda ondorio nagusitzat hau har dezakegu: bai teoria linguistikoak bai sistema aplikatuak sintaxiaren pisu nagusia lexikoian jartzen ari direla, bertan informazio konplexua edo espezifikoa kodetuz, horrela erregela sintaktikoen orokortasun eta sinpletasuna handitzen dela.

§ III.1.2n sakonago aztertuko dira baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikoak, beti ere euskarari aplikatzeko bideragarritasunaren ikuspuntutik.

III.1.1.1.2 Egoera finituko mekanismoetan oinarritutako sistemak

Egoera finituko mekanismoen artean egoera finituko automatak eta transduktoreak ditugu (Roche eta Schabes 1997). Mekanismo hauek oso erabiliak izan dira informatikako alor desberdinetan, baina orain dela gutxira arte ez dira egokitzat hartu linguistika konputazionaleko eginkizun nagusietan: hiztegien kodeketan, testuen prozesamenduan eta ahotsaren prozesamenduan. Hala ere, azken urteotan egindako lanen ondorioz, esan daiteke teknika hauek etorkizun oparoa izan dezaketela lehenago TGGen bidez egiten ziren eginkizun askotan, beraien inplementazio eraginkorrei esker.

Egoera finituko automatak eta transduktoreak dira hurbilpen honen funtsa, batzuk lengoaiak eta besteak lengoaien arteko erlazioak definitzeko. Horien zehaztapena egiteko adierazpen erregularren lengoaia erabiliko da. Hauek dira beraien ezaugarri aipagarrienak (Roche eta Schabes 1997):

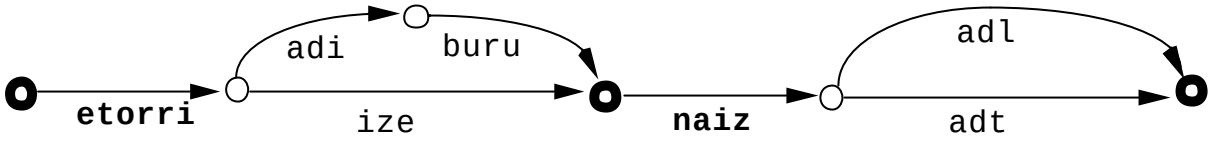
- Homogenotasuna. Tratamendu sintaktikoaren elementu guztiak egoera finituko automata/transduktoreen bidez egiten dute: hiztegia, gramatika, sarrerako esaldia eta analisiaren emaitza. Homogenotasun honek sinpletasunaren abantaila izango du orain arte garatu diren sistema askoren aurrean, hauetan normalean bakoitza modu desberdin batean kodetzen baita: sarrerako esaldia testu gisa, morfologia bi mailatako formalismoan eta sintaxia LFG edo HPSG moduko formalismoan. Gainera adierazpen erregularrak, automatak eta egoera finituko kalkulua notazio ezagunak dira eta finkatuak daude aspalditik hizkuntzalaritzan zein informatikan.

- Malgutasuna eta modulartasuna. Egoera finituko sistemetan gramatikak era modularrean osa daitezke, automaten propietate matematikoei esker. Horrela, desanbiguaziorako murriztapenak bildura erabiliz multzoka daitezke, automaten eragiketen itxidura-propietateei esker. Horren antzera, egoera finituko lengoaiak bata bestearen barruan egotearen problema (erregela berri bat asmatzen denean, adibidez) erantzun daiteke, automaten erabakigarritasunari (*decidability*) dagozkion emaitzak daudelako (hau ezinezkoa da testuingururik gabeko gramatikekin).

11 http://www.sil.org/pcpatr

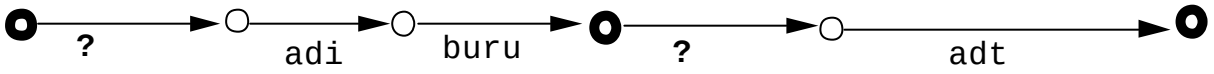
?? Automaten propietate algoritmikoei esker (determinista bihurtzeko eta minimizatzeko garrantzitsuenak), gramatikak era trinkoan gorde daitezke, eta modu eraginkorrean aplikatu ere.

Puntu honekin hasteko, mekanismo hauen ahalmena adibide batzuen bidez azalduko dugu. III.2 irudian egoera finituko automata bat dugu, esaldi sinple bat adierazteko. Bertan bi hitz agertzen dira, bakoitza bi interpretaziorekin. Adibidez, lehen hitzak (*etorri*) bi interpretazio dauzka, bakoitza bere informazio morfologikoaren bidez adierazita. Lehenengo interpretazioak aditza eta burutua adierazten du, eta bigarren interpretazioak izena. Bigarren hitzak (*naiz*) aditz laguntzailea (adl) eta aditz trinkoaren (adt) interpretazioa ditu. Guztira lau bide desberdin daude automata hori zeharkatzeko, hau da, lau interpretazio desberdin dauzka anbiguoa den esaldi horrek. Esaldiaren informazioa horrela emanda, modu laburrean azalduko ditugu egoera finituko sistemen eragiketa nagusiak, hauek lehen aipatutako e) irizpidearen arabera banatuta: ikuspegi murriztailea eta eraikitzailea.



III.2 irudia. Esaldi sinple baten automataren adibidea[12].

Ikuspegi murriztailean oinarritutako formalismoetan, hasieran interpretazio posibleen informazioa esaldiaren automatan kodetzen da, eta gramatikariaren lana interpretazio horietatik bakarra aukeratzea izango da, aukerak baztertuz. Honetarako bi eratako murriztapenak erabiltzen dira gehienbat: ezinezkoak diren testuinguruak debekatzen dituztenak edo testuinguru zuzenak aukeratzen dituztenak. Bi murriztapen mota hauek osagarriak direnez, askotan gramatikariaren gustuaren arabera egongo da bata ala bestea erabiltzea. Debekuen kasua aukeratuz gero, III.3 irudiko testuingurua ez-onargarritzat kontsideratzeko automata defini dezakegu[13].



III.3 irudia. Testuinguru ezinezkoa debekatzeko automata.

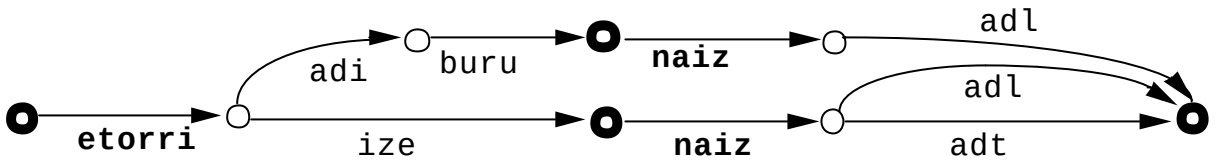
Irudi horretako automatak debekatu egingo luke[14] aditz burutua agertzea aditz trinko baten aurrean, horrek (esaldi sinpleetan behintzat) bi aditz desberdin egotea ekarriko lukeelako (‘**ekarri dago*’, adibidez). Esaldiaren eta debekuaren automaten ebakidura atereaz gero, III.4 irudiko automata izango genuke, hiru interpretazio dituena. Behar adina debeku-kopurua definituz gero, azkenean esaldi bakoitzeko analisi bakarra lortzea izango da helburua.

---

12 Sinplifikatzearren, automatan biribil lodia aukeratu da hitz-formen arteko muga adierazteko, eta biribil normala hitz-forma eta informazio morfosintaktikoa bereizteko. Benetako automata batean hori hitz- edo morfema-muga adierazteko ezaugarri berezi baten bidez egingo litzateke. Ezaugarri morfosintaktikoentzat EDBLko izenak erabili dira.

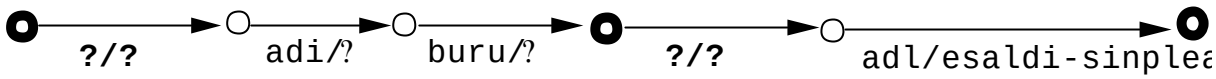
13 Adibidean automaten notazioko galdera-marka erabili da, edozein elementu adierazteko. Kasu horietan, horrek formekiko independentzia emango dio debekuari. Adibide hauek ilustrazio moduan jarri dira, eta ez dugu esango testu errealetan baliagarriak izango direnik.

14 Egia esanda, III.3 irudiko debeku hori adierazteko testuinguru hori ez den edozein kate deskribatzen duen automata (hau da, automataren osagarria) eman beharko genuke, baina automata hori konplexuagoa denez bere kontrakoa jarri dugu. Lengoaia erregular baten osagarria beste lengoaia erregular bat denez, ez da inolako arazorik egongo.



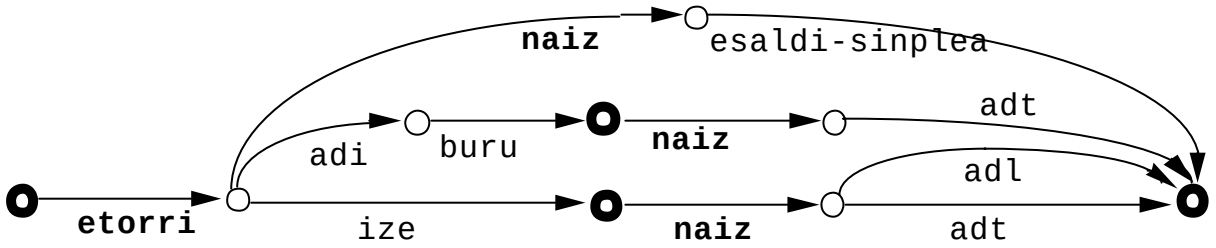
III.4 irudia. Esaldiaren automata murriztapenaren aplikazioaren ondoren.

Ikuspegi eraikitzailean oinarritutako formalismoetan, berriz, esaldi baten hasierako informazioa hartuta emaitza gisa lortu nahi diren egiturak eraiki edo sortu egingo dira. Hori egiteko transduktoreak (*transducer*) izeneko automata bereziak erabiliko dira, III.5 irudikoa kasu.



III.5 irudia. Esaldi sinpleak lortzeko transduktorea.

Ikusten denez, transduktore horretako arku bakoitzean bi ikur jarri dira. Lehenengoak sarrerako lengoaia definitzen du eta bigarrenak irteerako lengoaia (goiko eta beheko lengoaia ere deitzen dira). Automata horren lana sarrerako lengoaiaren instantziak irteerako lengoaiakoekin ordeztea izango da. ? ikurrak kate hutsa adierazten du, hau da, beraren bitartez nahi ez diren ikurrak irteeratik ezabatzen dira. III.5 adibideko trasnsduktoreak aditz burutua eta ondoren aditz laguntzailea aurkitzean esaldi sinple baten arkua gehituko du. III.2 irudiko automata sarreratzat hartuta, III.6 irudian ikusten den emaitza lortuko litzateke. Modu horretan nahi diren egiturak sor daitezke.



III.6 irudia. Transduktorearen aplikazioa.

Murriztapen-gramatika (MG) (Voutilainen eta Tapanainen 1993, Karlsson *et al*. 1994, Voutilainen 1994ab) formalismoa ikuspuntu murriztailetik definitu da, eta azken urteotan azaleko sintaxia eta desanbiguazioa lortzeko egindako sistemetatik arrakastatsuenetarikoa bihurtu da, oso ezaugarri desberdinetako lengoaietara aplikatu delako. Esaldi bat emanda, lehen pausoa hitz-forma bakoitzari etiketa morfosintaktiko posible guztiak gehitzea da. Ondoren, murriztapen-erregelen multzoa aplikatzearen helburua hitz-forma bakoitzak interpretazio bakarra eta zuzena izatea da. Murriztapen-erregela horiek lehen aurkeztu ditugun debekuen modukoak edo interpretazio zuzenak aukeratzekoak (beraz, beste aukera batzuk baztertuz) izango dira. Emaitzan, beraz, hitz bakoitza morfosintaktikoki desanbiguatuta egongo da. Formalismo honen azalpen luzeagoa eta bere euskararen aplikazioa geroago (§ III.3.1) emango dugu.

Sintaxiaren bidetik jarraituz, *Finite State Syntax* izeneko formalismoa (Koskenniemi *et al*. 1992, Voutilainen 1994b) landu da, MG aberastuz, alde batetik formalismoaren zabaltzearekin, eta bestetik errepresentazio gramatikalaren aberasketarekin. Formalismo honek, MGk bezala, hasieran informazio guztia dauka eskura, hitz bakoitzari etiketa morfosintaktikoen bidezko analisi posibleak jarriz, anbiguotasun-tasa oso handiarekin, eta murriztapen linguistikoen bidez aukera horiek ezabatzen joan beharko dira. Bi formalismo hauen abiapuntua lexikoia denez, gramatikariaren lan handienetarikoa deskribapen lexikal egokiak asmatzearena izango da.

Azken honen ildo beretik jarraituz, Xerox-eko ikerketa taldeak adierazpen erregularren[15] bidezko tresna linguistikoak (*XFST* edo *Xerox Finite State Tool* izenekoa) garatu ditu (Karttunen *et al*. 1997, Aït-Mokhtar eta Chanod 1997, Chanod eta Tapanainen 1996ab). Adierazpen erregularrak analisi morfologikorako erabiltzen ziren orain dela gutxira arte, baina dagoeneko beste lan batzuetara aplikatuak izan dira, tokenizaziotik hasita azaleko analisi sintaktikora arte. Tresna hauetan lehenago azaldutako bi ikuspegiak erabiltzea dago: eraikitzailea eta murriztailea. Eredu honi 'formalismoa' deitzea gehiegi izan liteke, ez baita funtsezko elementu teoriko berririk landu, automaten eta adierazpen erregularren teoriatik aparte, baina garapen matematikoa eta algoritmoen inplementaziorako ekarpen berriak egin dira, eta horrela aplikagarritasuna erraztu da. Lortutako tresnek malgutasuna, adierazpen erregularren sinpletasuna eta teoria matematiko baten sendotasuna dituzte ezaugarri nagusi aipagarriak. Tresna hauei buruz luzeago arituko gara euskararen gainean egindako aplikazioaren kapituluetan.

Oflazer-en (1999a) lanak Xerox-eko taldearen bidea jarraitzen du turkierarako egindako analizatzaile batentzat. Egoera finituko transduktoreen bidez mendekotasun-egitura bat lortuko du esaldi batetik abiatuta. Analizatzaile hau lehen fase batean dago, baina guretzat interesgarria izango da turkiera, euskara bezala, hizkuntza eranskaria delako.

INTEX sistema (Gross 1997, Silberztein 1997) antzeko ideietan oinarritzen da, baina enfasia lexikoiaren deskribapenean jarrita. Hasteko, oinarrizko forma lexikalen eta hitz konposatuen estaldura zabaleko hiztegiak landu dira. Horrez gain, *gramatika lokalak* deitutako egiturak daude, beraien bitartez esaldien zati berezi batzuk definitzeko: termino teknikoak, esaldi lexikalizatuak, eta lengoaia tekniko berezietako esaldiak. Berdin egin da datak, iraupenak, maiztasunak eta antzekoak definitzeko. Bukatzeko, *Lexicon-Grammar* izeneko informazioa du sistemak, bertan aditz bakoitzaren azpikategorizazio-ereduak gordetzeko, bai argumentuen ezaugarri sintaktikoak, bai argumentu lexikalizatuak. Sistema, egoera finituko automatetan oinarrituta dago, eta lexikoiaren sistematizazio handiak testu errealei aplikatzeko gaitasuna ematen dio. Sistema horren antzekoa dugu FASTUS (Hobbs *et al*. 1997).

III.1.1.2 Teknika probabilistikoetan oinarritutako sintaxia

Hurbilpen probabilistikoa (Black *et al*. 1993) indar handikoa bihurtu da azken hamarkadan, aurreko lanetan gramatikariek egiten zituzten atazak automatikoki egiteko. Sistema hauen ezaugarri nagusien artean hauek ditugu:

?? Corpus etiketatuen beharra. Analizatzaile mota hauetan lan gehiena corpus etiketatuetatik (corpus hauei *treebank* edo *parse bank* deitzen zaie) ateratako probabilitateen bidez egiten da, hau da, gramatikak garatzeko orduan eskuzko lan gramatikal minimoa egiten da, ezagumendu linguistikoa corpusean agertzen diren elementuetatik (eta beren maiztasunetatik) ateratzen baita. Corpus horiek ingeleserako landu dira gehienbat (*Brown Corpus*-ak kategoriak etiketatuta ditu, edo *Penn Treebank*-a (Marcus eta Santorini 1991) sintaktikoki etiketatuta dago). Adibidez, *tagger* edo etiketatzaileetan probabilitate lexikalak kategoria edo hitzen bigrama edo trigramen bidez ateratzen dira (Church 1988, Garside *et al*. 1987, Brill 1995, Charniak 1993), gero testu berrietan aplikatzeko. Esan behar da corpus bat etiketatzea lan luzea eta zaila dela, informazio gramatikala automatikoki ateratzen denean ere. Gainera, gertaera linguistikoen deskribapen zabala izateko, corpusak tamaina handia izan behar du. Adibidez, kategoria sintaktikoen trigrametan oinarritutako etiketatzaile batek, 10 kategoria ezberdin edukiz gero, 1.000

[15] Automaten teoriaren emaitza jakina da egoera finituko automatak eta gramatika erregularrek lengoaia erregularren multzoa definitzen dutela, hau da, baliokideak dira adierazpen-ahalmenaren ikuspuntutik.

trigrama posible izango lituzke, eta milioi bat hitzeko corpus batean, fenomeno askoren agerpen-maiztasuna txikiegia gerta liteke. Etiketatzaileekin arazo hau gertatzen bada, are gehiago sintaxiaren tratamenduan, lengoaiaren eredu askoz aberatsagoa landu nahi delako.

?? Azaleko sintaxia. Sistema probabilistiko gehienetan azaleko analisia egiten da, etiketatzaileetan adibidez (hitz bakoitzaren kategoria sintaktikoa igarri behar da). Nahiz eta egitura sintaktiko osoak lortzeko zenbait lan egin (Atwell 1987, Bod 1993), oraindik frogatzeke dago estatistika hutsean oinarritzen den analizatzaileen bideragarritasuna.

?? Muga gaindiezinak. Sistema hauek orain arte gaindiezinak izan diren mugak dauzkate. Adibidez, etiketatzaile estatistikoetan %95-97 inguruko neurriak (Voutilainen 1994a, Brill eta Wu 1998) agertu dira zenbait lengoaiatarako. Nahiz eta neurri hori ona izan lehenagoko etiketatzaileekin konparatuz gero, horrek problema bat suposatuko du edozein analizatzailerentzat, zenbaki hori muga maximotzat onartuko bagenu esaldi askotan errore bat egotea suposatuko lukeelako. Etiketatzaileak une honetan metodo probabilistikoekin lortu diren tresna hoberenak izanda, ezin izango dira espero emaitza hain onak sintaxi osoaren tratamendu probabilistikoan.

III.1.1.3 Teknika linguistiko eta probabilistikoen konbinazioak

Estatistika hutsa erabiltzeak arazoak izan ditu testuinguru mugatuetan gertatzen ez diren fenomenoak tratatzeko. Adibidez, trigrametan oinarritutako sistema batean zailtasuna dago hiru hitz baino gehiago hartzen duten gertaera linguistikoak aztertzeko orduan, aditza eta osagarri nagusienen artekoak kasu. Ez, ordea, inguru hurbileko erlazioak, izena, adjektibo eta determinatzaileen artekoak bezalakoak. Gainera, ikuspuntu estatistiko hutsean oinarritutako gramatikekin lortutako analisiek beste arazo bat dute, emaitza horiek linguistikoki interpretatzea ez baita erraza, eta horrek zailtasun handiak jar diezazkioke ondorengo prozesuei, interpretazio semantikoa kasu. Linguistek idatzitako gramatiketan, aldiz, maila altuko gertaera linguistikoak deskribatu dira gehienbat, sintagmak zein esaldi osoak konbinatzeko, baina arreta gutxiago eskaini zaio esaldi errealetan agertzen den zenbait fenomenori, egitura jakin baten maiztasuna kasu. Horregatik metodo probabilistikoak eta ezagutza linguistikoa lotzeko saioak egin dira, bakoitzaren abantailak biltzeko asmoz.

Adibidez, (Black *et al*. 1993) lanean hizkuntzalariek egindako gramatika bat erabiltzen da, baina erregelen aplikazioa sintaktikoki etiketatutako corpus batetik ateratako probabilitateen bidez erabakitzen da. Hasiera batean analizatzaileak aukera posible guztiak proposatzen ditu, nahiz eta batzuk probabilitate gutxikoak izan, ondoren probabilitate handienekoa aukeratzeko. Horrela, analizatzailearen lana erregela horietatik abiatuta corpuseko probabilitateetatik hurbilago dagoen analisia ateratzea da, eta emaitza zuzena emango da analizatutako esaldiaren egitura bat badator corpusean dauden erregelen aplikazioen maiztasunekin. Antzeko saioak egin dira Briscoe eta Carroll-en (1993) ANLT sisteman, hasiera batean garatu zen gramatikari eredu probabilistikoa gehitu baitzitzaion, esaldi bakoitzeko milaka analisi sortzen zirelako. LR behetik gorako algoritmoaren (Tomita 1986) bertsio probabilistikoa erabiliz, analisi horietatik corpusetik hurbilen dagoena aukeratzen da. Bi adibide hauek erakusten dute sintaxiaren eredu eraikitzaile (baterakuntzan oinarritutako testuingururik gabeko gramatika) eta murriztaileen (corpusen probabilitateen bidez probabilitate handieneko analisia aukeratzeko) beharra.

Bod eta Kaplan-ek (1998) azaltzen duten sisteman antzeko bilketa egitea proposatu da. Abiapuntua LFG gramatika bat eta corpus batetik ateratako egitura sintaktikoak ditugu. Helburua corpus horretan agertzen diren egituren maiztasunekin hurbilago dagoen analisia bueltatzea izango da. Aurrekoekin duen desberdintasun

nagusia da honetan egituren maiztasunak eta besteetan erregela sintaktikoen aplikazioen maiztasunak neurtzen direla.

(Collins *et al*. 1999) lanean analizatzaile sintaktiko estatistikoa proposatzen dute txekierarako, Collins-en (1997) ingeleserako egindakoa oinarritzat hartuz. Lengoaia hau malgukaria da eta baita hitz-ordena nahiko librekoa ere, euskararekin zenbait ezaugarrirekin bat etorriz. Sistemak, informazioa ateratzeko eskuz markatutako corpusa erabiltzen du (*Prague Dependency Treebank*, (Hajic 1998)), eta ekarpen interesgarriena ingeleserako parametro estatistikoak txekierari aplikatzean dago.

Aurreko sistemak eskuz etiketatutako corpus batean oinarrituta daudenez, aurretik etiketatze-lan hori egitea eskatzen dute. Egitura sintaktiko interesgarriak ateratzeko, corpus hori handia izan behar da, fenomeno askoren agerpenak ikusteko mega-hitz askotako testuak beharko direla, eta honek muga bat jartzen die euskara bezalako hizkuntzei, ezinezkoa baita oraingo egoeran etiketatze hori gauzatzea. Muga hori gainditzeko, (Carroll eta Rooth 1998) lanean etiketatu gabeko corpusak aztertzeko sistema bat deskribatzen dute. Bertan, oinarrizko gramatika bat erabiliz, corpus baten azterketarako gramatika probabilistikoa lortzen dute, EM (*Expectation-Maximization*) algoritmoa eta gramatika probabilistiko lexikalizatuak (PLCFG, *Probabilistic Lexicalized Context-Free Grammar*) erabiliz. Gainera, hasierako gramatika lexikalizatu egiten dute, hau da, hasierako erregela sintaktikoei dagozkien hitzen probabilitateak gehitzen dizkiete, horrela corpus desberdinetarako gramatika egokitzeko aukera emanez, ikaste-prozesu baten ondoren. Bide hau interes handikoa da gure kasuan, etiketatze-lana ekiditen duelako. Dena dela, oraindik metodo honen lehen esperimentuak egiten ari dira, emaitza onekin, eta ikusi beharko da gramatika zabal eta lexikoi handien erabilerarekin mantentzen diren, une honetan dagoen konputazio-baliabideen arazoa (denbora eta espazioa, eredu probabilistiko konplexuen ondorioz) gaindituz.

III.1.2 Euskararen sintaxia

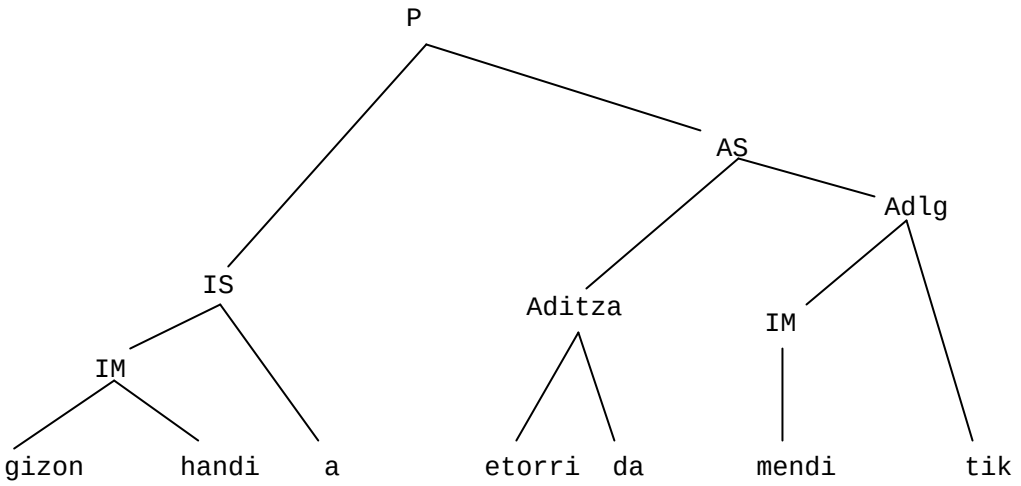
Puntu honetan euskararen sintaxiaren ezaugarri nagusiak azalduko ditugu, beti bi gauza gogoan izanda:

?? Sintaxian interesa badugu, analizatzaile sintaktiko bat eraikitzeko izango da, eta analizatzailea testu errealei aplikatzea dugu helburu; hau da, tresna praktikoen inplementazioa teoria linguistikoen egokitzapenarekin elkartu nahi dugu. Beraz, ez gara luzatuko linguistikoki egitura sintaktiko interesgarriak baina aplikaziorako balio gutxikoak direnekin; hau epe luzerako helburua izango dela ahaztu gabe. Zehatzago esanda, tesi honetan azalduko den lanari *euskararen analizatzaile sintaktikoaren oinarria edo abiapuntua* dei diezaiokegu. Oinarri hori erabiliz aberasketa-prozesua egiteko asmoa dugu. Ingelesezko *bootstrapping* terminoa erabiltzen da prozesu honen definiziorako: sistema baten lehen bertsio batek sistema bera hobetzeko balio du, horrela behar beste aldiz errepikatuz. Ideia hau informatikako zenbait arlotan ere erabili da, hala nola, konpiladoreen diseinuan edo ezagutza lexikalaren aberasketan, adibidez.

?? Analizatzaile (edo sintaxi) horren oinarrian EDBL datu-base lexikala eta segmentatzaile morfosintaktikoa izango ditugu; hau da, estaldura handiko sistema eta ez, oraindik lan batzuetan ikusten den modura, 100 edo 500 hitzeko jostailuzko hiztegia duena. Honek sendotasuna eta koherentzia izango du alde batetik, baina bestetik dagoen informazioarekin moldatu behar izatea ekarriko du, sintaxirako garrantzitsuak diren hainbat informazio ez daudelako, aditzen azpikategorizazioa kasu.

Sintaxiaren azalpen laburra egiteko (Goenaga 1980, Euskaltzaindia 1994, Zubiri eta Zubiri 1995) lanetan oinarritu gara alde linguistikotik, baina lan konputazionalagoak ere (Abaitua 1988, Abaitua *et al*. 1992) kontuan

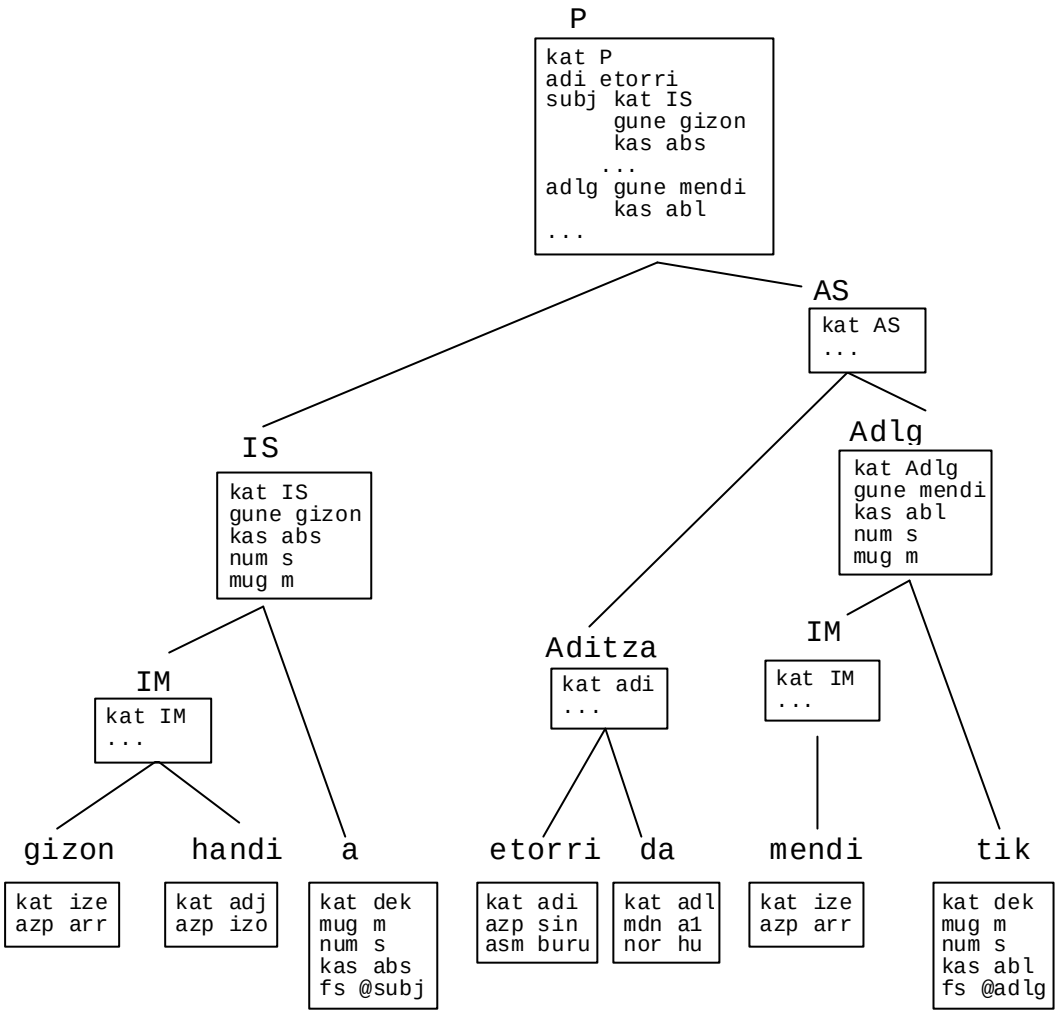
hartu ditugu. Has gaitezen III.7 irudian ikus daitekeen adibidetik. Esaldi horren zuhaitza egiteko Goenaga-ren notazioa jarraitzen saiatu gara[16].



III.7 irudia. '*gizon handia etorri da menditik*' esaldiaren analisi sintaktikoa.

Baina zuhaitza horrela azalduta, kategoria sintaktikoen etiketa hutsekin, galdu egingo genuke zuhaitz horren sorreran erabili den informazio asko, zuhaitzaren kategoria morfologiko eta sintaktikoen azpian informazio aberatsa dagoelako. Horrek ezkutatu egingo digu analisiaren konplexutasuna. Adibide bezala, egitura sintaktiko hori hartuta, EDBLko informazioa gehituko diegu zuhaitzaren osagai lexikalei, eta bertatik abiatuta, beste osagai sintaktikoetan egon litekeen informazioa ere saiatuko gara asmatzen (hau adibide bat da, gure deskribapen sintaktikoa ondorengo puntuetan azalduko dugulako). III.8 irudian dugu zuhaitz osatua.

16 Notazio horretako ikurren esanahiak hauek dira: P perpausa, IS izen-sintagma, IM izen-multzoa, AS aditz-sintagma eta Adlg adizlaguna.



III.8 irudia. '*gizon handia etorri da menditik*' esaldiaren analisi sintaktiko osatua.

Adibide horretatik atera ditzakegu euskararen sintaxiaren tratamenduan garrantzitsuak izango diren aspektuak:

?? Morfema izan da analisiaren oinarrizko unitatea deskribapen gehienetan, Goenaga eta Abaitua-rena kasu, eta berdin euskararen antzeko hizkuntzentzat ere (Selkirk 1982, Prószéky 1996). Honek esan nahi du, bai morfologia bai sintaxia, egitura sintagmatiko beraren osagaiak kontsidera daitezkeela, beraien arteko muga argirik gabe. Adibidez, '*gizon* + *handi* + *-a*' sintagman, *-a* morfema ez da lotzen adjektiboarekin, baizik eta izen-multzoarekin; horrela deskribapen gramatikala orokorrago eta sinpleagoa eginez. Hori perpaus-mailan ere gertatzen da (adibidez,
'*gizona etorri dela*' esaldiaren analisietan *-ela* atzizkia aurreko esaldi osoari lotzen zaio, eta ez *da* laguntzaileari). Guk bide honi jarraitu diogu, hurrengo puntuetan ikusiko den bezala, baina, beste aldetik, hitza unitate gisa tratatzeak ere bere abantailak izango ditu, eta horregatik honen ekarpena aztertu dugu euskararen murriztapen-gramatikaren garapenean.

?? Informazio aberatsa dago lexikoian. Adibidean ikusten denez, osagai lexikal bakoitzak (eta osagai horiek oinarritzat hartuz sortutako osagai sintaktikoak ere), informazio desberdina dauka: kasua, mugatasuna, funtzio sintaktikoa, ... Informazio hori guztia konbinatzea izango da gramatika sintaktikoaren eginkizun nagusia.

?? Aditzaren azpikategorizazioa oraindik landu gabe dago. Aditza elementurik funtsezkoena izango da sintaxiaren deskribapenean, teoria sintaktikoetan zein sistema aplikatuetan. Aditzaren informazioan azpikategorizazioarena da konplexuena, aditz bakoitza zein motatako osagaiekin konbinatzen den zehazten duena. Euskararen kasuan, nahiz eta aditz laguntzaileak informazio asko eman (subjektu, objektu zuzena eta zeharkako objektuaren kasua, numeroa, eta pertsona), oraindik EDBLn aditz nagusi bakoitzaren informazio propiorik ez dago.

?? Aditzaren komunztadura subjektu, objektu zuzena eta objektu ez zuzenarekin. Euskaraz komunztadura dago aditza eta ergatibo, absolutibo eta datibo kasuko osagaien artean. Komunztadura lotuta dago azpikategorizazioaren informazioarekin. Horrela, *zekarzkigun* formak III.1 adibideko informazioa du (LFG notazioan idatzita).

```
kat   aditza

pred  ekarri<subj obj obj2>
denb  iragana

subj | kasua  erg |
     | per    3   |
     | num    sg  |

obj  | kasua  abs |
     | per    3   |
     | num    pl  |

obj2 | kasua  dat |
     | per    1   |
     | num    pl  |
```

III.1 adibidea. *zekarzkigun* aditzaren informazioa.

?? Perpaus-mailako osagai sintagmatikoen ordena librea. Jakina da euskaraz perpausaren osagai nagusien ordena libre samarra dela. Hau da, subjektua, objektua, adizlaguna eta aditza emanda, beraien permutazio guztiak (hogeita lau) dira posible:

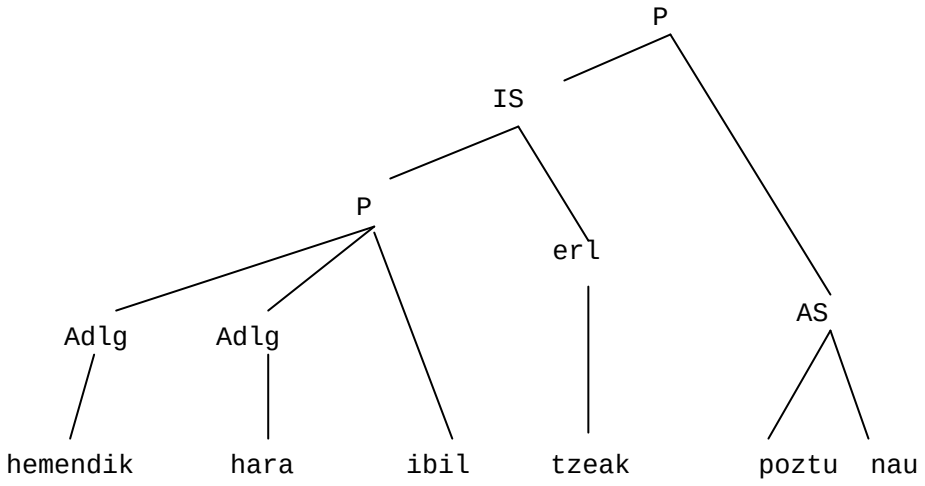
```
Txakurrak  egunkaria  ahoan  zekarren.
  subj       obj      adlg    aditza
```

Esan behar da ere malgutasun hori perpaus-mailan bakarrik ematen dela, beste osagaietan (izen-sintagma edo mendeko perpausak adibidez) askoz mugatuago dagoelako. Euskara gunea eskuineko aldean duen hizkuntzatzat hartzen da, eta horregatik perpausen ordena naturalena aditza bukaeran joatea da (baldintza hau beharrezkoa da erlatibozko esaldietan eta mendeko batzuetan). Beste ordenak aldaketa pragmatikoen bidez azal daitezke.

Aurrekoak euskararen puntu aipagarrienak izanda, sintaxiaren tratamendurako ondoko aspektuak ere izan beharko dira gogoan:

?? Eratorpena eta hitz-elkarketa. Hauek hitzaren barrukoak direnez, sintaxian ez diegu aldaketarik egingo morfosintaxirako emandako soluzioei.

?? Perpaus elkartuak eta mendekoak: koordinazioa, mendekotasuna eta aditzen nominalizazioak. Azken hauek modu egokian tratatzeko, azpikategorizazioari buruzko informazio egokia beharrezkoa izango litzateke, III.9 irudian ikusten den bezala.



III.9 irudia. Nominalizazio baten adibidea.

Adibide horretan ikusten da adizlagunak (*hemendik* eta *hara*) perpaus berean biltzeko bai *ibili* bai *poztu* aditzen azpikategorizazioa edukitzea beharrezkoa izango dela, bestela ekidinezinak diren anbiguotasunak ebatzi ahal izateko.

III.1.3 Gure aukera

III.1.1en sintaxiaren tratamendurako aukera desberdinak aztertu ondoren, hemen guk euskararen tratamenduan hartutako bideak azalduko ditugu, eta ondorengo puntuetan horietako bakoitzaren gainean egin dugun lana zehaztuko dugu. Hasteko, hurbilpen bakoitzaren alde onak eta arazoak bereizten saiatuko gara:

a) Teknika probabilistikoetan oinarritutako metodoak. Bestelako hurbilpenak ere egin diren arren, teknika hauetatik gehienak aldez aurretik etiketatutako corpusetan oinarritzen dira (Black *et al*. 1993), eta honek baldintzatu egiten du euskararako aplikagarritasuna. Ingeleserako, lehen esan dugunez, baliabide ugari daude, Brown Corpus edo Penn Treebank estilokoak, baina beste hizkuntzetarako aukera askoz murritzagoa da, azken aldian turkiera, txekiera edo alemana bezalako hizkuntzentzako saioak egiten ari diren arren (Skut *et al*. 1997, Hajic eta Hladká 1998, Oflazer *et al*. 1999b). Edozein kasutan, corpus hauek lortzea lan handia da. Euskararen lehen saioak morfologikoki etiketatutako

20.000 hitz inguruko eta sintaktikoki etiketatutako 10.000 hitzeko testuen gainean egin dira (Ezeiza *et al*. 1998), baina hogei mila hitz horiek gutxi badira desanbiguaziorako, zer esanik ez sintaxirako. Voutilainen (1997) lanean esaten da 200.000 hitzeko corpus bat sintaktikoki etiketatzeko, pertsona batek urtebete beharko lukeela. Bestalde, ezagutza linguistikoaren erabilerak, lan handikoa izanda ere, emaitza hobeak eman ditu estatistikoekin konparatuz gero (etiketatzean, adibidez, murriztapen-gramatikaren formalismoaren aurkezpenean esan den bezala). Horregatik, tesi honetan ez dugu estatistikaren bidea landuko, nahiz eta ondorengo lanetarako pauso hauek interesgarri ikusi.

b) Ezagutza linguistikoan oinarritutako hurbilpenen artean, egoera finituko hurbilpenak hedatzen ari dira linguistika konputazionalaren munduan, eta honela labur ditzakegu beren abantaila nagusiak:

   ?? Erregela lokalen erabilera. Ez da gramatika osoa definitu behar sistema erabilgarria izateko. Honela, analizatzaile partzialak edo desanbiguaziorako erregelak (testuinguru hurbila aztertzen dutenak) defini daitezke.

   ?? Lexikalizazioa. Aurrekoarekin lotuta, sistema hauek bat datoz sintaxian nagusitzen ari den lexikalizazio-joerarekin, hitz edo adiera konkretuekin lotutako informazioaren erabilera ahalbidetuz.

   ?? Sintaxiaren alderdi eraikitzailea zein murriztailearen erabilpena. Lehengo adibideetan ikusi dugu formalismo hauetan bi aukerak edo beren konbinazioa erabiltzea badagoela. TGGen kasuan, adibidez, bakarrik alde eraikitzailea landu da, eta aukerak baztertzeko beste mekanismo bat gehitu behar izaten da.

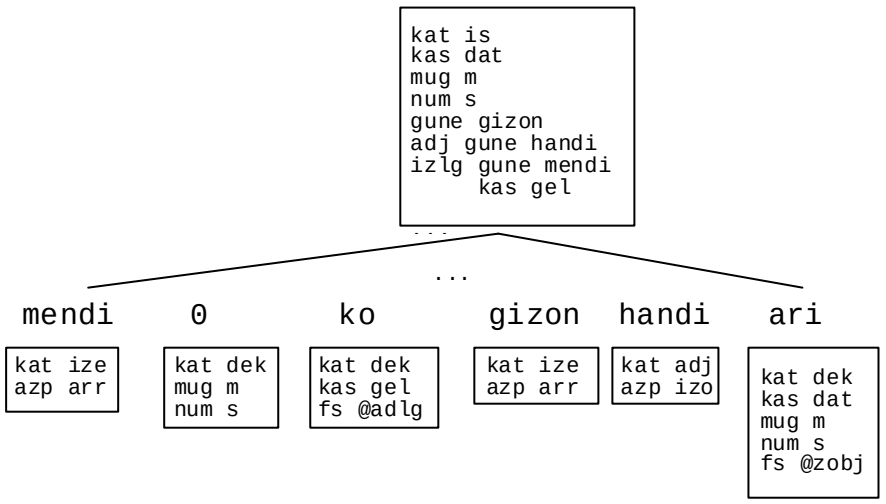
   ?? Eraginkortasuna. Erregelak automata edo transduktoreetan konpilatu ondoren abiadura handiko sistemak lor daitezke, TGGekin lortutakoen aldean.

   Sistema hauekin gertatzen diren arazoak ere aipatuko ditugu:

   ?? Adierazpen erregularrak konpilatzeko momentuan, konplexutasun linguistikoa igotzen doan heinean problemak daude lortutako automaten tamainekin (Tapanainen 1997, Beesley 1998a). Kasu horietan, automata bakar batean konpilatu beharrean, automata desberdinak sortu beharko dira, era sekuentzialean konposatzeko. Dena dela, oraindik lan hori hizkuntzalariak egin behar du, sortutako automaten tamaina aztertuz.

   ?? Erlazio sintaktiko konplexuak adierazteko zailtasuna. Lehenago, morfosintaxiaren kasuan (§ II.6), ikusi ditugu ezaugarri-egitura konplexuak kudeatzeko egoera finituko metodoek dauzkaten zailtasunak. Hau areagotu egingo da sintaxia

tratatzeko momentuan. Honen azalpenerako adibide bat dugu III.10 irudian. Bertan sintagma arrunt baten morfemak ditugu beheko partean, eta goian analizatzaile sintaktiko batetik espero genezakeen irteera bat. Ikusten denez, morfema horien guztien ezaugarrien kudeaketa lan konplexua da, eta horren moduko sintagma sinple batean gertatzen diren aukera guztien adierazpen erregularren bidezko tratamendua ikusteko dago oraindik (Beesley 1998a). Adibidez, deklinabide-morfema baten kasuaren goratzea ekuazio bakar batekin adieraz daiteke baterakuntza-formalismo batean, baina automata baten bidez egiteko, kasu guztien zerrendatzea egin beharko litzateke[17]. Kasuaz aparteko hainbeste informazio mota tratatu behar direnez, momentuz hau egitea ezinezkoa da.



III.10 irudia. *'mendiko gizon handiari'* sintagmaren analisi sintaktikoa.

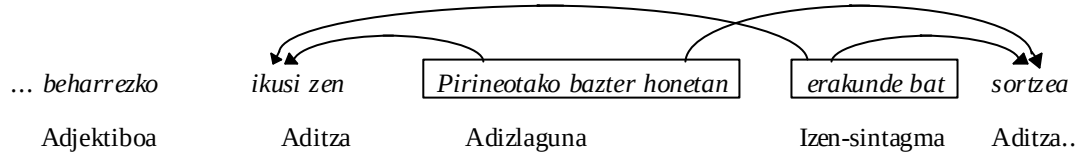
c) Testuingururik gabeko gramatikek, berriz, azken arazo honetarako soluzioak dauzkate. Baterakuntzaren bidez, bai ekuazioak bai printzipio linguistiko orokorrak erabiliz, modu erazagutzailean deskribatuko dira fenomeno horiek. Gainera, baterakuntza eta TGGak deskribapen linguistikoak egiteko lengoaia modura erabili ohi dituzte hizkuntzalariek, eta horregatik bi munduak, informatika eta hizkuntzalaritza, lotzeko erraztasuna emango du bide honek.

Eraginkortasunaren aldetik, baterakuntza eta TGGak ez dira egoera finituaren bidez landutako soluzioak bezain azkarrak. Beste alde batetik, lexikalizaziorako joerak erregelen (edo patroi lexikalen) biderketa dakar, eta horrek eraginkortasunaren arazoa

[17] Honek ez du esan nahi zerrendatze hori beti gramatikariak egin behar duenik, hau da, kasu batzuetan konpilazio-prozesu baten bidez izan liteke. Arazoa konbinazio askotan sortutako aukera-kopuru handiegia da.

areagotuko du (erregela sintaktiko orokorrak hitzen arabera biderkatu egiten direlako, edo hiztegiko sarrerak hitzaren erabilera ezberdinen arabera gehitu egiten direlako).

Euskararen sintaxia lantzeko, beraz, testuingururik gabeko gramatikak eta egoera finituko mekanismoak, biak, erabil ditzakegu. Lehen esan den bezala, konpromiso bat dago TGGen ahalmen deskriptiboaren eta egoera finitukoen eraginkortasunaren artean. Bestalde, ez dugu uste bide horiek kontrajarriak direnik, eta horregatik beraien konbinazio edo integrazioa bideragarriak eta interesgarriak direla pentsatzen dugunez, bien ekarpena aztertzen saiatu gara. Ondorengo ataletan (§ III.2, § III.3) euskararen tratamendu sintaktikorako testuingururik gabeko gramatikak (baterakuntzarekin hornituta) eta egoera finituko sintaxia aztertuko ditugu, bukaeran (§ III.4) beraien arteko konbinazio batzuen bideragarritasuna eta ekarpenak arrazoituz. Geroago azalduko dugun bezala, bi aukeren artean banaketa egiteko arrazoi nagusienetako bat azpikategorizazio informazioa ez edukitzeak emango du, informazio hori gabe etekin gutxikoa delako testuingururik gabeko gramatika bat lantzea esaldi-mailan, ondorio nabarmenena anbiguotasun ebatziezina izango baita. III.2 adibidean ikusten den bezala, kasu gehienetan baliorik gabekoa izango da bi aditzen arteko osagaiak aditzei esleitzea, horrek analisiak ugaltzea baitakar, eta gainera azpikategorizazio informaziorik gabe ebatziezinak dira. Adibide horretan, lau modu daude esaldi hori ulertzeko, bi osagaiak bi aditzekin era desberdinetan lotuz. Dena dela, kasu batzuetan, aditz jokatuekin gertatzen den bezala, lor daitezke esaldi-mailako egitura ez anbiguoak, komunztadurari buruzko informazioari esker. Hau guztia aintzat hartuta, TGGak erabili dira esaldietako osagai nagusiak definitzeko, EDBLk ematen duen informazioaren mugara iritsi arte.



III.2 adibidea. Bi aditzen arteko osagaiak aditzei esleitzeko (gutxienez[18]) azpikategorizazioari buruzko informazioa beharko litzateke.

Lehenago esan dugunez, tesi honetako lana euskararen sintaxiaren *lehen hurbilpena* da, eta horregatik, tresna desberdinen esperimentazioa beharrezkoa ikusten dugu sintaxiaren tratamendu sakonagoei ekin baino lehenago. Halere, morfosintaxiaren tratamendutik ateratako ondorioetako bat baterakuntzaren beharra izan da, informazio konplexuaren erlazioak eta metaketak adierazteko. Hauek TGG baten bidez tratatzeko egokiak ikusten ditugu, fenomeno sintaktiko orokorrei dagokien heinean behintzat, baina badira beste fenomeno batzuk (sortutako analisi anitzen arteko aukeraketa edo hitz-mailako informazio lexikalizatua, azpikategorizazioa kasu, behar dutenak, adibidez) TGGekin edo ezinezkoak edo inplementaziorako arazoak eman ditzaketenak, egoera finituko mekanismoen aplikaziorako bideak irekitzen dituztenak. Hau da, analisi morfosintaktikoan egin dugun bezala (Ritchie 1992, Aduriz *et al*. 1999), sintaxirako ere bi formalismo motak integragarriak eta lagungarriak izan daitezkeen aztertuko dugu.

III.2 Baterakuntzan oinarritutako euskararen analizatzailea

Testuingururik gabeko gramatiken erabilera aztertzeko, baterakuntza-mekanismoarekin lotutako formalismoak landuko ditugu; berauek erabiltzeko arrazoien artean erazagutzailetasuna eta ahalmen deskriptiboa ditugu. Lehen puntu batean (§ III.2.1) baterakuntza-formalismoen azterketa orokorra egin ondoren, § III.2.2n guk inplementatutako gramatika aurkeztuko da.

18 Gutxienez diogu azpikategorizazio-informazioarekin ere ez dagoelako argi guztiz ebatz litezkeen. Adibidean *Pirineotako bazter honetan* (inesiboa) eta *erakunde bat* (absolutiboa) bi aditzekin lotzea posible litzateke. Dena dela, informazio sintaktikoa edo maiztasunek lagun dezakete bi osagaiak *sortu* aditzarekin lotzen.

III.2.1 Baterakuntza-formalismoen azterketa

Hemen formalismo batzuk aztertuko ditugu euskararen sintaxiaren ikuspuntutik. Lehenengo (§ III.2.1.1) formalismo desberdinen arteko konparazioa azalduko dugu, eta gero HPSG formalismoaren euskararen gramatika baten diseinu eta inplementaziotik ateratako ondorioak emango ditugu (§ III.2.1.2).

III.2.1.1 Zenbait formalismo sintaktikoren azterketa konparatiboa eta aplikazioa

Hemen kontatuko duguna (Abaitua *et al*. 1992) lanean luzeago azaldutakoaren laburpena izango da. Lan honetan sintaxiaren deskripziorako formalismoetatik interesgarriak jo direnak konparatu genituen euskararen tratamendurako egokitasuna aztertzeko. GPSG eta LFG formalismoak eta beren inplementazioak (ANLT, Carroll 1993; GFU-LAB, Ruiz *et al*. 1990) arreta bereziz aztertu ziren. Hauek aukeratzeko arrazoi desberdinak daude: formalismoak oso zabalduta daude ingurune akademikoan, proposamenak daude hizkuntza desberdinetarako, eta beraien inplementaziorako tresnak eskuragarri daude.

Lehen balorazio hau ondoko ezaugarriei erreparatuta egin zen:

1) perpaus-mailako osagai sintagmatikoen ordena librea,

2) aditzaren azpikategorizazioa eta

3) aditzaren komunztadura subjektu, objektu zuzena eta bigarren objektuarekin.

Ordena librearen ikuspuntutik, problema nagusia da oinarrizko konfigurazioa (hierarkikoa) sortzen duten oinarrizko erregelak (1.a eta 1.b adibideak, subjektua eta objektuaren agerpenak adierazteko) edo ordena librea onartzen duten erregela "lauak" (2 adibidea) aukeratzea.

```
(1.a)     Perpausa --> Izen-sintagma Aditz-sintagma
(1.b)     Aditz-sintagma --> Izen-sintagma Aditza

(2)       Perpausa --> X* Aditza X*
```

1.a eta 1.b moduko erregelak beharrezkoak dira zenbait teoriatan, printzipio orokorrak erregela horietan oinarritzen direlako; baina orduan arazo nagusia gero ordenazio konplexuak asmatu behar izatea da, eta gainera osagaien arteko zenbait ordena posiblek
aditz-sintagmaren egitura hausten dutela:

```
(3)     Ahoan    zekarren    txakurrak     egunkaria.
        adlg                  subj          obj
```

Honek guztiak azalerazten ditu GPSGren zailtasunak euskara bezalako hizkuntzekin, teoriaren oinarrizko erabakiek 1.a eta 1.b moduko erregelen alde egiten baitute, eta teoriaren aldaketa sakonak ekarriko lituzkeelako egokitzapena egiteak. ANLT inplementazioan problema modu errazagoan konpon daiteke, baina arazo ugarirekin. Bestalde, ordena libreko hizkuntzen azterketak LFG teoriaren formulazioan eragina izan du, eta horregatik kodeketa ez-konfigurazionalari buruz hitz egiten da, 2 adibidean agertzen den moduan. Antzeko gauza egin da HPSG teorian, GPSGren ondorengoan (HPSGri buruz luzeago egingo dugu berba hurrengo puntuan).

Azpikategorizazioarekin antzeko problema gertatzen da: GPSG teorian, osagaien ordena murrizten dituzten erregelek baldintzatu egiten dute beren tratamendua. Lehen esan den bezala, teoria trinkoa eta koherentea da, baina ingeleserako ez diren hizkuntzentzat arazoak ematen ditu. Komunztadurarekin ere AGR (*agreement*) izeneko ezaugarri bat definitu da, ingelesaren komunztadura murriztuan oinarrituta. Euskaraz, aldiz, hiru osagaik dute

komunztadura, eta gainera, hau lotuta dago azpikategorizazioarekin, nahiz eta teorian bi fenomenoak independentetzat jo. LFGk ez du arazorik bi fenomeno horiek tratatzeko.

Bukatzeko, GPSG-ANLT sistemarekin egindako analisiaren ondorioa da hiru fenomenoak (ordena librea, azpikategorizazioa eta komunztadura) tratatu ahal izateko GPSG teorian orokortzat hartzen diren printzipio batzuk birplanteatu egin behar direla. Azterketa honen beste ondorio bat izango da euskararen moduko hizkuntzentzako analisiak, egitura laukoa eta ordena librekoa izan behar duela. GFU-LAB (LFG) sistemak ez du problemarik hiru fenomenoak deskribatzeko. Hau normaltzat har genezake, teoria euskara bezalako hizkuntzentzat pentsatua izan baita. Gainera, testuingururik gabeko gramatika eta baterakuntza-ekuazioen erabilerak erraztasun eta malgutasunaren abantailak dauzka sistemaren erabiltzailearentzat.

III.2.1.2 Guneak zuzendutako egitura sintagmatikoen gramatika eta euskararako aplikazioa

Guneak zuzendutako egitura sintagmatikoen gramatika (HPSG; Pollard eta Sag 1994) lengoaia naturalen sintaxia eta semantika deskribatzeko formalismoa da. HPSG baterakuntzan oinarritutako formalismoen artean nagusietakoa da momentu honetan. Bere erazagutzailetasuna eta koherentzia (gramatika osoa maila bakar batean deskribatu ahal izatea) izan daitezke arrakasta horren zergati nagusiak, eta hau izan da euskararekin proba bat egiteko saioaren arrazoia. Horretarako, inplementazio bat aukeratu genuen (Popowich eta Vogel 1991). Hemen (Gojenola 1998) barne-txostenean luzeago azaltzen denaren laburpena emango dugu.

HPSG teoria GPSG eta LFGren ondorengoa izanda, bietako aspektuak integratuz, pentsa liteke erraztasunak egongo direla lehen aipatutako fenomenoak deskribatzeko. Hainbeste lekutatik hartutako ideien bilduma honen ezaugarririk aipagarrienak hauek izan daitezke: baterakuntzan oinarrituta; semantika gramatikaren oinarrizko elementua da, fonologia, sintaxia eta berbaldiarekin integratuta; printzipio orokorrak edo unibertsalak definitzen dira, eta hauekin batera lengoaia konkretu baten printzipio lokalak; eta lexikalizazio-maila oso altua (erregela sintaktiko eskematikoak eta hiztegi oso konplexua).

HPSGn erregela sintaktikoak eskema sintaktiko orokorrak dira. Euskararentzat ondokoa izan liteke perpaus sinple baten erregela[19]:

```
[subcat <>] --> H [LEX+], C*
```

Erregela horrek, azpikategorizazioaren eta ordenaren printzipio orokorrekin batera, erregela tradizionalen multzo handia deskribatzen du, gunea eta bere osagarrien konbinazio ezberdinak tratatzen dituelako. Adibidez: “VP -> V NP” “VP -> V NP PP” (aditza (gunea) bere osagarriekin), edo “SN -> Det N” (izena (gunea) eta determinatzaileak (osagarriak)).

Euskararen gramatika sinple baten garapena egin zen ondoko fenomenoak tratatzeko:

?? Izen-sintagmak eta adizlagunak zenbatzaile, adjektibo eta kasuarekin. Adibideak: *ni*, *guk*, *guri*, ‘*etxe polit -a*’, ‘*zenbait neska polit -i*’, ‘*bi gizon -ak*’, ‘*gizon bi -ek*’[20].

?? Aditz-sintagma (perpaus sinpleak), aditz iragangaitz eta iragankorrekin. Adibidez: ‘*mutil bat dator*’, ‘*ni -k katu txiki -a daukat*’.

[19] ‘subcat <>’ espezifikazioak gune lexikalak azpikategorizatutako argumentu guztiak bete direla esan nahi du. H gunea (*head*), C osagaia (*complement*) eta LEX+ osagai lexikala adierazteko erabiltzen dira.

[20] Hemen ere, lehen azaldu dugun bezala, morfema hartu zen analisirako unitatetzat. Azalpen sakonagoa (Gojenola, 98) txostenean dago.

Gramatika hori egiteko, HPSGren hasierako ingeleserako formulaziotik zenbait gauza aldatu behar izan ziren:

?? Ezaugarri sintaktikoak. Ingeleserako proposatutako ezaugarrien artean badira batzuk euskararen prozesamenduan (edo behintzat euskararen azpimultzo honetarako) interesgarriak kontsideratu ez direnak, eta beste batzuk, aldiz, existitu ez eta definitu behar izan direnak.

?? Gunea-osagarriak-adjuntuak erlazioa. Kasua daukan atzizkia hartu da, XBAR teoria jarraituz, izen-sintagma eta adizlagunaren gunetzat, eta izena izen-multzoan. Erlazio hauek finkatzea lan konplexua da hartutako euskararen azpimultzoarentzat, zer esanik ez gramatika orokorra egin nahiko balitz.

?? Erregela gramatikalak eta lehentasun linealeko murriztapenak (ordena finkatzeko). Hauek ere egokitu behar izan dira euskara tratatzeko, bere ordena libreko ezaugarriak kontuan hartuta.

HPSG formalismoaren azterketan eta euskararen oinarrizko gramatika baten prestakuntzan egindako lan horren ondorioz, aspektu hauek azpimarra daitezke:

?? HPSG teoria, nahiz eta edozein lengoaia tratatzeko formalismo orokorra izan, ingeleserako landu da gehienbat eta, beraz, euskarari aplikatzeko lan linguistiko handia egin behar da, batez ere lexikoiaren definizioan. Hau LFG teoriaren kasuarekin konpara daiteke, LFG hasieratik lengoaia desberdinetarako pentsatuta zegoelako eta, beraz, euskarari aplikatzea sinpleagoa izan zen.

?? HPSG teoriaren alde interesgarrienak bere erazagutzailetasuna (GPSG teoria baino askoz modu sinpleagoan definitua, semantika ondo definituarekin) eta bere homogenotasuna dira (teoria osoa maila bakarraren bidez definituta, ezaugarri-egituren bidez).

?? Nahiz eta teoria oso modularra izan, informazio guztia ahalik eta modu sinpleenean definitu nahi izateak problemak ekartzen ditu batzuetan. Adibidez, gertaera linguistiko bat tratatzeko erregela gramatikala edo printzipio orokorra aldatzen bada, orduan honek gramatika osoan du eragina, eta batzuetan interferentzia nahiko konplexuak izan daitezke.

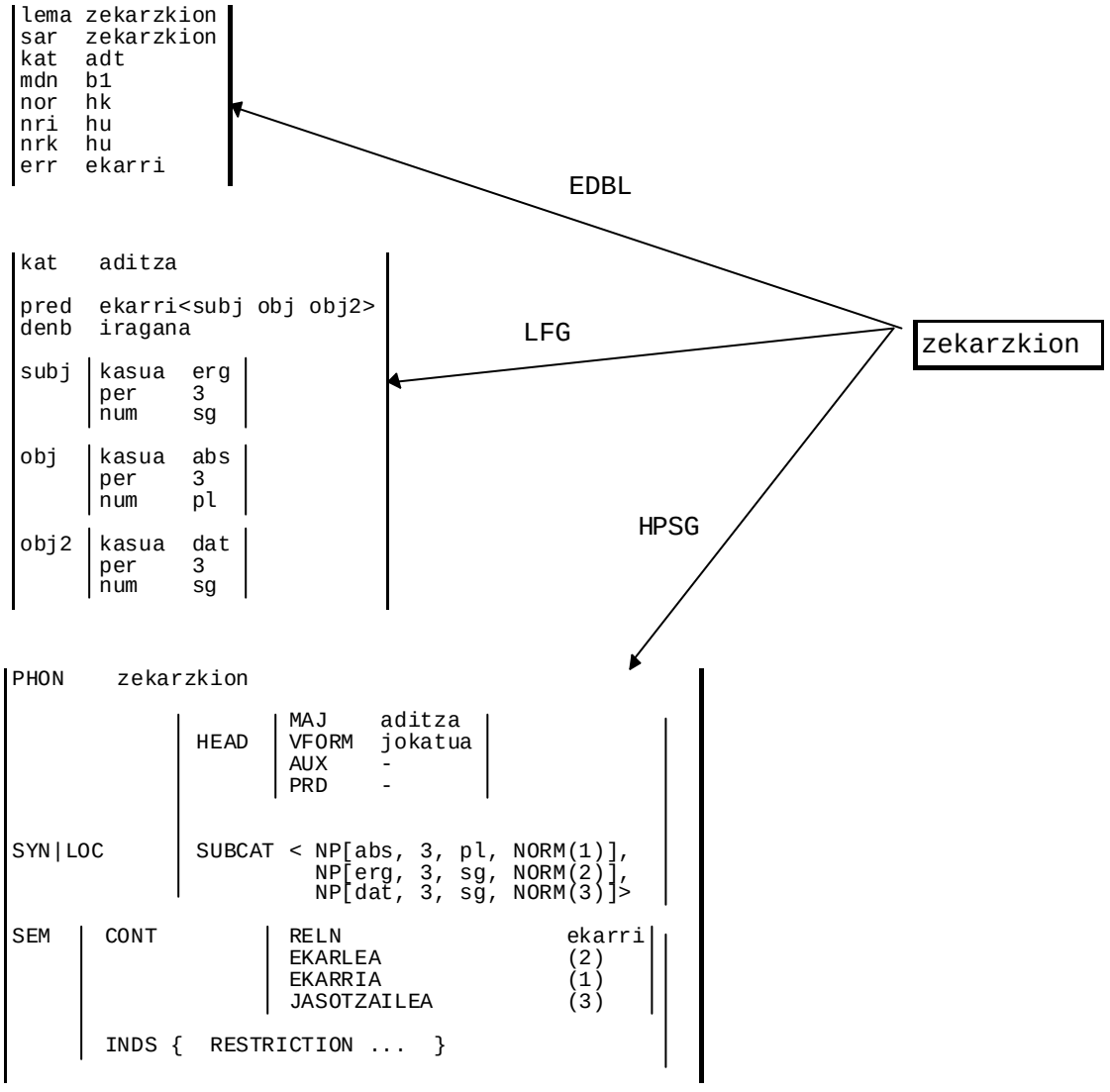
?? Baterakuntzan oinarritutako teoria guztiak bezala, oraindik zailtasunak daude sistema hauek benetako aplikazioetan erabiltzeko (adibidez, testu-tratamenduan). Uszkoreit-ek (1991) aipatzen duenez, eraginkortasuna hobetzeko mekanismoak gehitu behar zaizkie aplikagarritasun hitza erabili nahi bada (Briscoe eta Carroll 1993, Bod eta Kaplan 1998, Kiefer *et al*. 1999, Kiefer eta Krieger 2000).

III.2.1.3 Ondorioak

Baterakuntza-formalismo nagusien azterketaren ondoren atera dezakegun emaitzarik garrantzitsuena bat dator sintaxiaren tratamenduaren azken joerekin, lexikalizazioa proposatzen baitute sintaxiaren oinarritzat. Lexikoian oso

informazio aberatsa gordetzen da, azpikategorizazioarena kasu, eta gure kasuan honek arazoak emango dizkigu sintaxiaren lanari ekiteko. Argi dezagun baieztapen hori III.11 irudiko adibidearen bidez. Bertan aditz baten informazioa deskribatu da hiru modutan: oraingo EDBLko informazioa, LFGkoa eta HPSGkoa.

EDBLn sintaxiaren tratamenduan beharrezkoa den hainbat informazio ez dagoenez, ezinezkoa izango litzaiguke LFG edo HPSG formalismoak zuzenean aplikatzea, hiztegia murriztu beharko genukeelako edo lexikoia osatzeko lan ikaragarria egin beharko litzatekeelako. Gainera, lan horrek formalizazio linguistiko handia dakar berarekin. Horregatik baterakuntza-formalismo sinpleenetarikoa aukeratu dugu, PATR, ondorengo lanetarako HPSG edo LFGren inplementazioak baztertu gabe. Heldu beharrekoa izango da lexikoien konplexutasuna EDBLn osatzen denean. Horretarako gure analizatzaile sintaktikoaren lehen pausoa informazio hori corpusetatik ateratzea izango da (ikus IV. kapitulua).



III.11 irudia. *zekarzkion* formaren informazio lexikala.

III.2.2 Baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikoa

PATR (Shieber 1986) formalismoa aukeratu dugu sintaxiari ekiteko. Horren arrazoi nagusiak hauek dira:

?? Formalismo malgu baten beharra dugu, HPSG edo LFG moduko teoria linguistiko konplexuekin konparatuz gero. Ez dugu ukatuko teoria linguistikoen beharra, baina berriro diogu teoria eta analizatzaileen helburu eta mekanismoek ez dutela berdinak izan behar (ikus III.1 taula).

?? Azpikategorizazioaren informazio-eza. Oraingo datu-base lexikalean esan dugu azpikategorizazioarekin lotutako informazio-zati bat besterik ez dugula, komunztadura zuzena duten osagaiena (nor, nori eta nork), aditz jokatuetatik datorrena. Informazio hori ez da nahiko komunztadurarik ez duten osagaiak tratatzeko eta, gainera, ezin da erabili kasu askotan (aditz jokatugabeak adibidez). Horregatik, gure formalizazioa ezin da alde honetatik ausartegia izan, bestela eskura ez dugun informazioaren gabeziak arazoak emango bailituzke (anbiguotasunaren igoera, adibidez).

?? Formalismoaren sinpletasuna abantaila bat da analizatzailea euskararen tratamendurako lehen pausoa delako, horrela analisi partzialak ateratzeko aukera emango duelako. Lehenago komentatu dugu sintaxiaren tratamendu oso bat egitea oraindik bukatu gabeko lan bat dela, eta horregatik lan honek abiapuntu bat izateko asmoa du, ondorengo formalizazio (agian) konplexuagoetan berrerabili ahal izango dena.

Jarraian datozen puntuetan tratamendu sintaktikorako gure oinarrizko erabakiak azalduko ditugu hasteko (§ III.2.2.1), gero egindako gramatikaren deskribapenarekin segitzeko (§ III.2.2.2). Ondoren, § III.2.2.3n gramatikan postposizioen tratamendua gehitzean egin den aberasketa azalduko da. Gramatika morfosintaktiko eta sintaktikoaren arteko alde komunak eta ezberdintasunak aipatuko ditugu hurrengo puntuan (§ III.2.2.4), inplementazioari buruzko datuekin (§ III.2.2.5) eta laburpen batekin bukatzeko (§ III.2.2.6).

III.2.2.1 Oinarrizko erabakiak

Puntu honetan gramatikaren garapenean zehar hartutako erabaki nagusienen berri emango da. Erabaki horietatik batzuk diseinukoak dira eta beste batzuk, berriz, historikoak, denbora eta esperimentazioaren ondoren hartu direnak:

?? Gramatika partziala. Termino honekin analisi sintaktiko tradizionaleko informazioaren zati bat, ez guztia, ateratzeko sistemak izendatzen dira. Teknika hauek fidagarritasuna eta sendotasuna dute helburu testu orokorren aniztasunaren aurrean, baina hau osotasunaren kaltetan, errore-tasa txikia onartuz. Ideia nagusia, beraz, analisi osoak lortzeko zailtasunak ezagututa egitura sintaktiko txikiak ateratzen saiatzea da, fidagarritasunez atera daitezkeenak, askotan testuinguru lokalak erabiliz. Egitura sintaktiko hauei *chunk*[21] deitu zaie testu askotan. Osagai sinple hauen ezagutzak lagun dezake esaldi-mailako

21 Termino honen definizioa era desberdinetan egiten da zenbait lanetan. Abney-k (1997) honakoa ematen du: "*nonrecursive kernels of all 'major' phrases, regardless of category*".

fenomenoen azterketaren konplexutasuna jaisten. Euskararen kasuan, testu orokorretarako gramatika sintaktiko konputazional baten lehen urratsak emateko bide hau aukeratu dugu, irizpide nagusia fenomeno orokorrak deskribatzea dela. Horregatik, sintaxiaren alde emankorrenak landu ditugu, corpusen tratamenduaren ikuspuntutik. Adibidez, izen-sintagma zein adizlagunen[22] egitura erregela berekin definitu ahal da, eta gainera erregela horien bidez testuetako zati handien analisia lor daiteke, maiztasun handikoak direlako. Bestalde, esaldiaren analisi osoak azpikategorizazioaren informazioaren beharra du, eta etekin gutxikoa izango da honen gainean lan egitea informazio hori eskura ez badago (ikus III.2 adibidea). Honek esaldiaren *azaleko* tratamendua egitera bideratu gaitu, hau da, tratagarriak diren osagai sintaktikoak aztertzera (ondoren ikusiko denez, izen-sintagmak, adizlagunak, mendeko perpausak eta esaldi sinpleak). Baina honek ez du esan nahi gramatikan analisi osoa baztertu egin denik, hasierako analizatzailea era iteratiboan erabil baitaiteke azpikategorizazioaren informazioa lortzeko, *lexical bootstrapping* izeneko teknika (Abney 1997, Aldezabal *et al*. 2000) erabiliz. Gramatikan landutako egitura sintaktikoak § III.2.2.2n azalduko dira.

?? Erregela bitarrak erabili dira gramatikaren osagai nagusiak definitzeko orduan, era horretan sistema linguistikoaren modulartasuna indartuz. Honen alde argumentuak daude alde teorikotik (gramatika sortzaile-transformatzaileetan bezala) zein praktikotik. Jensen-ek (1987ab) honako abantailak aipatzen ditu modu horretako erregelak erabiltzeko:

?? Ordena librea tratatzeko egokiak. Aurreko puntuan (§ III.2.1.1) ikusi denez, erregela hierarkikoak definituz gero, problemak daude osagaien posizio-aldaketak adierazteko: edo erregela-kopurua biderkatu egiten da, konbinazio posibleak emateko, edo beste mekanismo batzuk sartu behar dira, konplexutasuna handituz (adibidez, sistema batzuetan ordenaren portaera gidatzeko erregelak edo printzipioak definitu dira). Erregela bitarrak erabiltzearen ondorio nagusiak sinplifikazioa eta malgutasuna izango dira.

?? Aukerazko elementuak adierazteko erraztasuna. Ordena librearekin bezala, aukerazko elementuak (adjuntuak) toki askotan ager litezke.

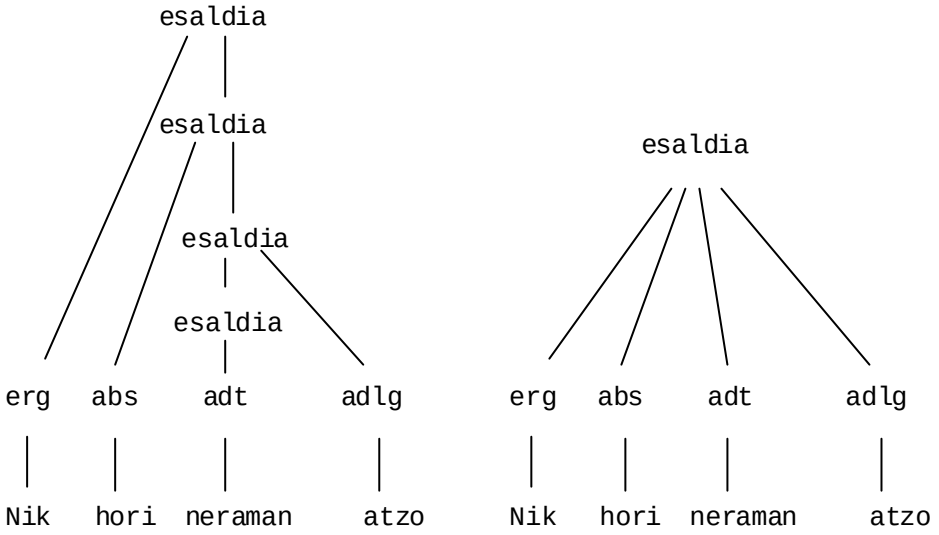
?? Inplementaziorako erraztasuna. Puntu hau ez da inondik ere erabakigarria izan behar, beste arrazoi handiagorik gabe, baina geroago ikusiko dugunez, lagungarria izan zen analizatzailea inplementatzeko garaian.

[22] Termino hauek era honetan definitu ditugu: izen-sintagmak kasu gramatikaldun (absolutibo, ergatibo eta datibo) sintagmak izango dira, XBAR teorian NP direnak, eta adizlagunak gainontzekoak izango dira (XBARen PP direnak).

?? Analisi osoa askotan lortuko ez denez, behetik gorako estrategiarekin (*bottom-up*) aplikatuko dira erregela gramatikalak, horrela ahalik eta egitura gehienak ateratzeko analizatu behar den esalditik.

?? Egitura lexikal *sinplea*. EDBLtik abiatuko gara, eta bertako informazioa erabiliko dugu. Esan dugunez, EDBL iturri lexikal aberatsa da, milaka sarrera dituelako, baina aditzen azpikategorizazioari buruz dagoena ez da nahikoa.

?? Egitura sintaktiko *lauak* erabiliko dira analisi-zuhaitzaren ordez, III.12 irudian ikusten den bezala. Horrela, erregelen aplikazioa (erregela bitarrak erabilita zuhaitz altuak aterako dira), lortutako informaziotik bereiztuko da. Hau Jensen-en (1987ab) lanean edo LFGn egiten denaren antzekoa da[23].



III.12 irudia. Esaldi baten analisi-zuhaitza (ezkerrean) eta egitura sintaktiko laua (eskuinean).

III.2.2.2 Gramatikaren deskribapena

Hemen euskararen PATR gramatikak tratatzen dituen egitura sintaktikoak aztertuko ditugu. Osagai sintaktikoak errepresentatzeko definitu ditugun egiturak arrazoitu ondoren, gramatikak lantzen dituen fenomenoak eta tratatzen ez dituenak ere aztertuko ditugu. Bukaeran, adibide batzuk eta gramatikaren garapena jarraitzeko bideak azalduko dira.

Informazio interesgarri gehiena saiatu gara sartzen analisi sintaktikoaren emaitza adieraziko duten ezaugarri-egituretan, beti oinarri lexikalaren mugak kontuan hartuz, eta aplikazio jakinetan pentsatu gabe. Horrela tresna ahalik eta orokorrena egin nahi izan dugu, jakinda ere aplikazio konkretuen beharrak murritzagoak izango direla eta informazio gehiago tratatzeak kostu konputazional handiagoa izango duela. Euskararen elementu sintaktiko nagusienak aipatzekotan, bi emango ditugu:

[23] Irudian egitura sintaktikoa zuhaitz moduan irudikatu arren, analizatzaileak ezaugarri-egiturak erabiliko ditu.

?? Izen-sintagma eta adizlagunak. Bi osagai mota hauek egitura oso antzekoa dute, III.3 taulan sinplifika dezakeguna. Bertan zenbait adibideren bidez ikus daiteke biek aukerazko izenlagunak, adjektiboak eta determinatzaileak dituztela, bukaeran kasu-marka jarriz (absolutibo, ergatibo edo datibo izen-sintagmentzat, eta beste kasuak adizlagunentzat).

Aukerazko izenlaguna(k) / determinatzailea	**izena**	**Aukerazko adjektiboa(k)**	**Aukerazko determinatzailea(k)**	**Kasu-marka**
	etxe			a
zenbait	etxe	polit		0
gure	etxe	polit	bat	i
mendiaren puntako	etxe	polit	bi	rekin
ikusi ditudan	etxe	polit	bi	ak

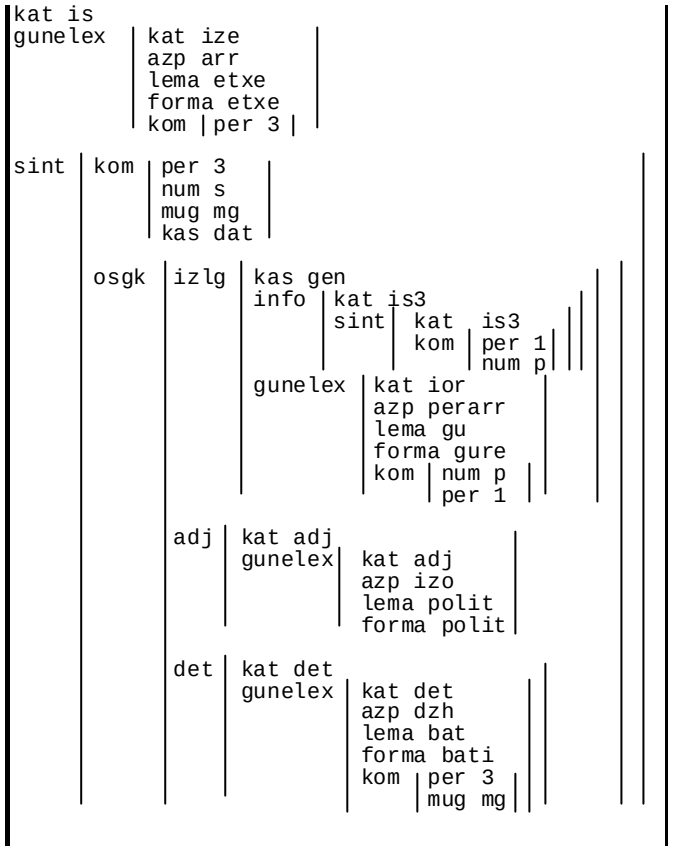
III.3 taula. Izen-sintagma eta adizlagunen adibideak.

III.13 irudian agertzen da horiek adierazteko zehaztu dugun egitura sintaktikoa. Bertan osagai sintaktikoen ezaugarriak "sint" izeneko ezaugarriaren azpian jarri ditugu, lexikoitik datozenetatik bereizteko. Hauek "gunelex" ezaugarrian egongo dira, egitura sintaktiko osoaren "gunea"-ren[24] ezaugarriak gordetzeko. Ezaugarri sinpleak aparte (kategoria, azpikategoria, ...), "kom" ezaugarrian komunztadurarekin lotuta dauden kasua, numeroa, mugatasuna eta pertsona sartu ditugu. "osgk"-ren azpian gunearekin harremana duten osagaien berri emango da, horien artean izenlagunak, adjektiboak eta determinatzaileak daudela.

Egitura horiek osatzeko, egiaztatu egingo dira sintaktikoki okerrak diren egiturak, determinatzaile eta kasu-marken artekoak esaterako ('**bi etxea*', '**zenbait gizonak*', edo '**bi etxe hori*', adibidez). Erlatibozko izenlagunen kasuan, zalantzak izan genituen mendeko perpausaren aditzarekiko komunztadurak tratatzerakoan. Kasu batzuetan, komunztadura argia dagoela ematen du ('**etorri diren gizona*'), baina beste batzuetan ez da gertatzen mota horretako

[24] Gunetzat hartu ditugun osagaien justifikazioa praktikoa izan da gehienbat, eta alde batera utzi ditugu eztabaida teorikoen ekarpenak (adibidez, XBAR teorian izen-sintagma eta adizlagunaren gunetzat kasu-marka kontsideratu ohi da, baina guk izena hartu dugu).

komunztadurarik (‘*egon naizen tokietan*’). Horregatik, ez ditugu orokorrean komunztadura horiek kontsideratu.



III.13 irudia. ‘*gure etxe polit bati*’ izen-sintagmaren egitura sintaktikoa[25].

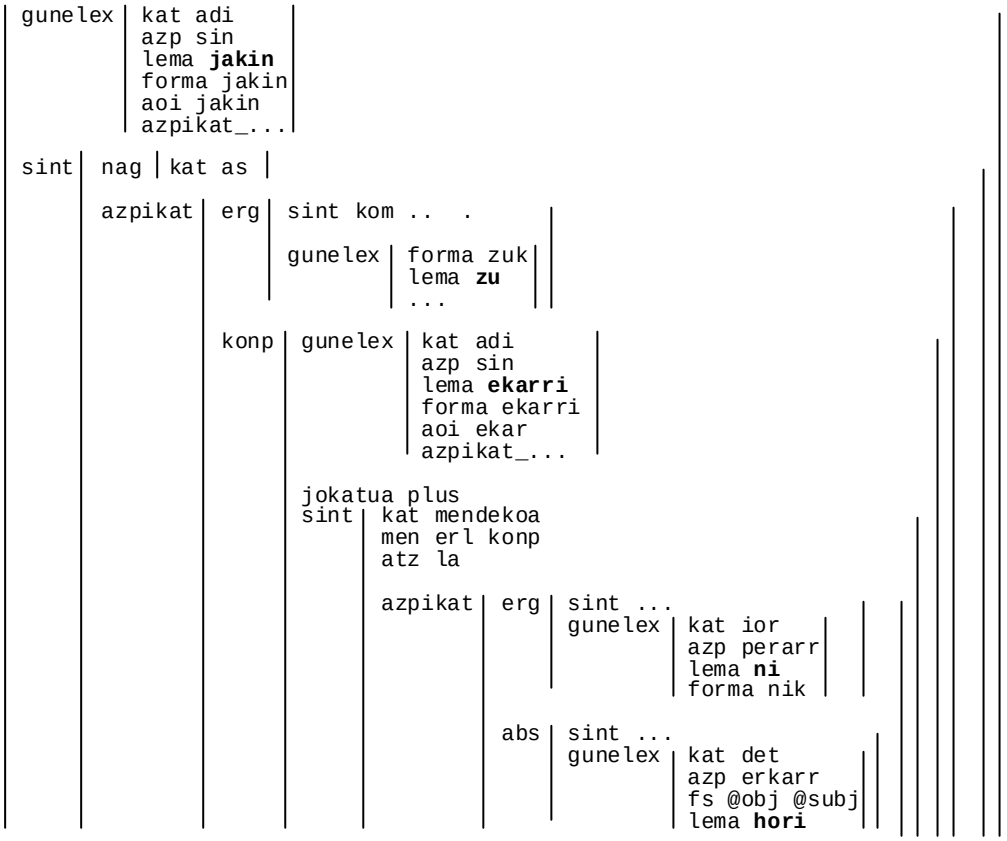
?? Perpausa eta bere eratorriak. Perpaus sinple baten osagai nagusia aditza dugu, eta bera gune moduan hartuta osagaiak eransten zaizkio, horien artean izen-sintagmak, adizlagunak, adberbioak eta mendeko perpausak.

Mendeko perpausak perpaus arrunt (murriztapen batzuekin) bati menderagailu bat txertatuz lortzen direnez, perpausaren definizio errekurtsiboa dugu. III.14 irudian esaldi baten analisiaren adibidea dugu. Egitura osoaren elementu nagusia *jakin* aditza da, esaldi nagusikoa. Berak bi osagai ditu lotuta, *zuk* izen-sintagma eta ‘*nik hori ekarri dudala*’ perpaus konpletiboa. Mendeko perpaus honek berriro perpausaren egitura du, *ekarri* aditz nagusitzat eta *nik* eta *hori* izen-sintagma gisa, bakoitza bere informazioarekin. Laburtzearren ez dugu jarri izen-sintagmen informazio guztia, III.13 irudiko adibidearen formakoa izango baita.

25 Hauek dira irudian erabilitako ezaugarrien esanahiak: *is3* izen-multzoa, *ior* izenordea, *dzg* determinatzaile zehaztugabea, eta *izo* izenondoko adjektiboa.

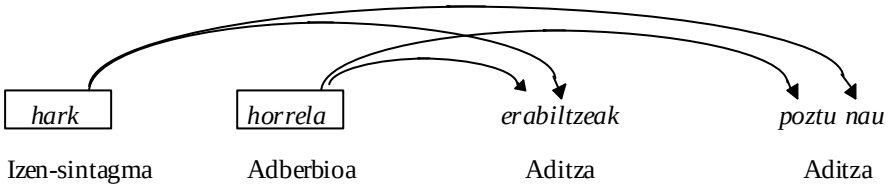
Adibide horretatik ikusten dugu “azpikat” izeneko ezaugarri sintaktikoa erabiltzen dela aditzek azpikategorizatutako elementuak adierazteko. Lehenago esan dugunez, informazio hori datu-base lexikalean ez dagoenez, gure gramatikan aditz laguntzaileak adierazitakoa bakarrik erabili ahal izango dugu, honek dakartzan murriztapenekin. Honen tratamendua noraino landu den hurrengo lerroetan azalduko dugu, gramatikaren laburpena egiten den puntuan.

Komunztaduren aldetik, ziurtatu egingo da izen-sintagma ergatibo, absolutibo eta datiboak bat datozela aditz laguntzailearekin. Honek zenbait aukera baztertzeko balio dezake, eta V. kapituluan ikusiko denez, errore sintaktiko batzuen detekziorako ere erabilgarria izango da.



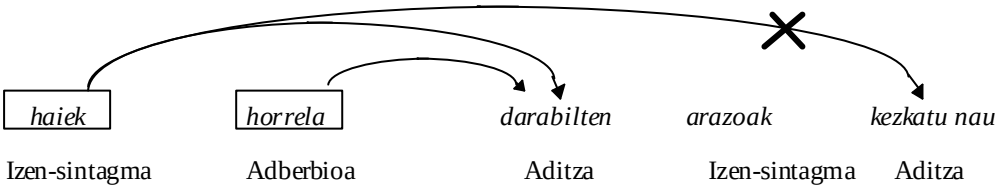
III.14 irudia. ‘*zuk jakin duzu nik hori ekarri dudala*’ esaldiaren egitura sintaktikoa.

Mendeko perpausak bi modutara landu ditugu. Aditz jokatua duten mendeko perpausetan bere analisi osoa ematen saiatu gara, baina besteetan aditzaren formaren analisiarekin bukatu dugu. Honen arrazoia lehen aipatutako azpikategorizazioaren informazio-eza da, oraingo gramatikaren egoeran esaldiaren analisia ematen saiatzeak anbiguotasun ebatziezina sortuko lukeelako, III.3 adibidean ikusten den modura.



III.3 adibidea. Nominalizazio baten adibidea. *hark* eta *horrela* bi aditzei lot dakizkieke, anbiguotasuna sortuz.

Antzekoa gerta liteke aditz jokatuekin ere komunztadurarik ez duten elementuekin, baina gehienetan murriztu egin daiteke (ikus III.4 adibidea). Kasu hauetan, beraz, batzuetan anbiguotasuna sortuko da, adizlagunen moduko adjuntuak lotzeko orduan era bat baino gehiago dagoenean.



III.4 adibidea. Aditz jokatuen komunztadurek lagundu egiten dute anbiguotasuna gutxitzen: *haiek* eta *horrela* osagaiak *darabilten* aditzarekin doaz, eta ez *kezkatu*-rekin

Irizpide praktikoa erabili da, beraz, analizatuko diren fenomenoak aukeratzeko orduan, eta arau nagusia ebatziezinak diren anbiguotasunak ekiditea izan da.

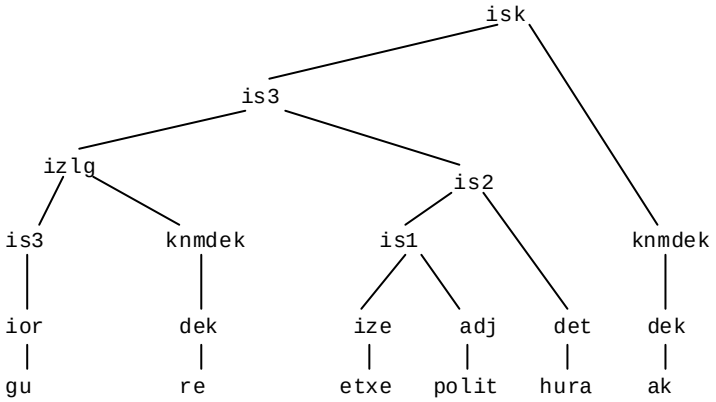
Hurrengo lerroetan gramatikaren erregelen laburpen txikia egiten saiatuko gara, tratatzen diren fenomenoak argitzeko asmoz. Guztira, laurogeita hamazortzi erregela ditu une honetan gramatika sintaktikoak, era honetan banatuta:

?? Eratorpena eta hitz-elkarketa maila lexikalean gertatzen diren fenomenoak izanda, ez dago aldaketarik morfosintaxian dauzkagun erregeletan, eta horregatik eurentzako bost erregelak mantendu egin dira gramatika sintaktikoan. Beste bi erregela hitz anitzeko unitate berezi batzuk tratatzeko definitu dira.

?? Izen-sintagma eta adizlagunak tratatzeko, honako elementuen segidak onartuko dira:

aukerazko izenlaguna(k) / adjektiboak +
aukerazko determinatzailea +
izena / adjektiboa / adberbioa / izenordaina / determinatzailea[26] **+**
aukerazko adjektiboa(k) +
aukerazko determinatzailea(k) +
kasu-marka

Hauek tratatzeko, berrogei erregela definitu dira. Izen-sintagmei eta adizlagunei "isk" izeneko kategoria orokorra esleitu zaie ('izen-sintagma + kasu-marka' lotuz sortzen direla adierazteko). Kategoria orokor horren erabilerak izen-sintagmak eta adizlagunak, biak, erregela-multzo berarekin deskribatzea ahalbidetuko du. Kategoria hori sortzeko tarteko kategoriak erabili dira, sintagma osoa sortzeko bidean hartzen diren elementuak kontuan hartuta: lehenengo adjektiboak lotuko dira, ondoren determinatzaileak eta izenlagunak gehitzeko. Bukatzeko, kasu-markak sintagmaren osaketa emango du. Izenordainen eta determinatzaile batzuen berezitasunak ere landu dira (adibidez, izenordainek ez dute adjektiborik edo izenlagunik onartzen). Behar den kasuetan komunztadurak egiaztatu egiten dira,
'**bi etxea*' edo '**zenbait gizonak*' bezalakoak ez sortzeko. III.15 irudiak izen-sintagma arrunt baten adibidea du, egindako analisi-zuhaitzaren bidez adierazita (lortutako egitura lehen azaldu den III.13 irudiaren motakoa izango da).



III.15 irudia. *'gure etxe polit hark'* izen-sintagmaren analisi-zuhaitza.

?? Aditz-multzoa. Hamazazpi erregela erabiliz aditzarekin lotutako zenbait fenomeno landu ditugu, horien artean hauek:

26 Letra beltzez izen-sintagma edo adizlagunaren gunea idatzi da (osagai horietatik bat agertzea beharrezkoa da).

?? Aditz mota eta aspektua adierazteko morfemen kateaketa. Adibidez: '*etor* + *-0*' (aditz-oinaren marka), '*etor* + *-i*' (partizipioaren marka), '*etor* + *-i* + *-0*' (burutuaren marka), '*etor* + *-tze*' (aspektu ez-burutuaren marka), '*etorri* + *-ko*', '*etor* + *-tzen*'.

?? Aditz nagusia eta laguntzailearen arteko lotura. Bi hauek biltzen direnean (berdin aditz trinkoa dagoenean), esaldia osatzen da, ondoren beste osagai sintaktikoak erantsiko zaizkiola. Adibidez: '*etorri* + *dira*', '*ez dira* + *etorri*', '*ager* + *daiteke*'.

?? Partikulak: *ez*, *ba*, *omen*, *ote* modukoak. Honela '*ba-* + *dator*', '*ez-* + *omen* + *dute*' eta antzekoak tratatzeko.

?? Baldintzazko aurrizkia: '*ba-* + *letor*'.

?? Esaldia. Hogeita bi erregela definitu dira esaldi-mailako egitura sintaktikoentzat. Erregela horietan aditza eta izen-sintagmen arteko tratamendua dugu, dagokion komunztaduraren egiaztatzearekin. Adizlagunak eta mendeko perpaus mota batzuk ere lotzen dira. Azken hauetan anbiguotasuna sortuko da, azpikategorizazioaren informaziorik ez baitugu.

Multzo honetan erregela-kopuru altua izan arren, berriro azpimarratuko dugu maila honetako fenomenoen tratamendua hasi besterik ez dugula egin, hemendik aurrera bide luzea zabaldu zaigula.

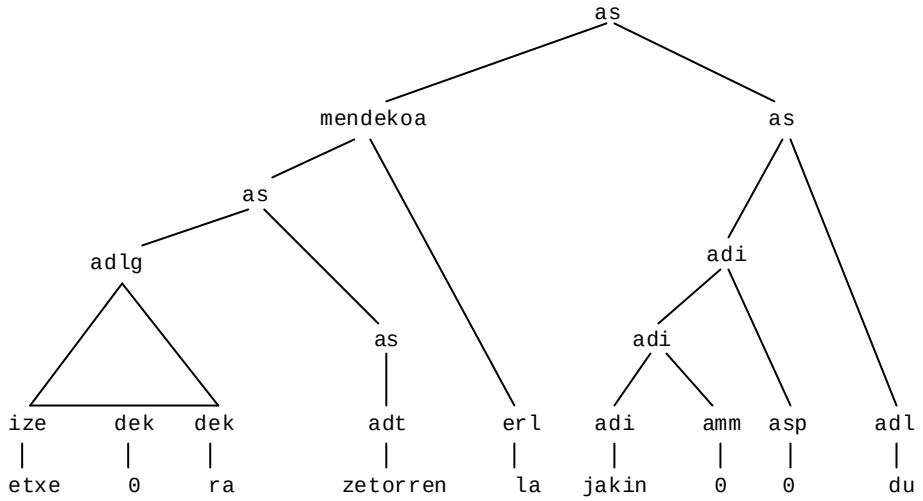
?? Mendeko jokatuak. Hauentzako erregela bat nahiko izan da, konpletiboak, zehar-galderak, denborazkoak, moduzkoak eta kausazkoak ateratzeko. Erregelak perpausa dagokion atzizkiarekin lotuko du.

Beste erregela berezi bat dago *bait-* kausazko aurrizkiaren kasua tratatzeko.

?? Mendeko jokatugabeak. Hauentzat erregela bat nahiko izan da, aditza atzizkiarekin lotzeko (konpletiboak, moduzkoak, denborazkoak, kontzesiboak eta helburuzkoak). Mendeko hauek ez ditugu lotuko inguruko osagai posibleekin, hau da, ez da unitate sintaktiko bat sortuko 'palan jokatzea' moduko perpausarekin, eta bi osagai solte bezala azalduko dira. Adibidez: '*joan* + *-tea*', '*joan* + *-teko*', '*egite* + *-an*', '*egin* + *-agatik*'.

?? Bestelako egitura batzuk tratatzeko azken erregela-multzo bat dago, adjektiboaren graduatzailea (*-ago*/*-egi*) lotzeko, edo moduzko mendekoak ('*eman* + *da*').

III.16 irudian perpaus baten analisia dago, fenomeno desberdinen tratamenduekin, adizlaguna eta mendeko perpausa esaldi nagusiari zelan lotzen zaien argitzeko.



III.16 irudia. '*etxera zetorrela jakin du*' perpausaren analisi-zuhaitza[27].

Analisi sintaktiko osoaren konplexutasunaren aurrean, analisi partzialaren eraikuntzari ekin diogu, lengoaiaren oinarrizko egitura sintaktikoak landuz. Oraindik bidea dago landu gabe, kasu batzuetan denbora faltagatik, eta beste batzuetan horrela erabaki delako, zenbait tratamenduk momentu honetan ebatziezinak diren egoeretara eramango baikintuzkete. Aztertu ez diren fenomenoen zerrenda honakoa da:

?? Azpikategorizazioa.

?? Puntuazioa. Nunberg-ek (1990) eta Briscoe-k (1994) diotenez, puntuazio-zeinuek testu idatzien azpisistema linguistikoa osatzen dute, bere arau eta egitura propioekin. Guk ez dugu alde hau landu. Horregatik, gure analisietan puntuazio-ikurrak esaldiko azpiesaldiak ezagutzeko baino ez ditugu erabiltzen.

?? Osagai ez jarraiak. Oraingo gramatikak bere barruan hartzen dituen fenomenoetan ondoz ondoko osagaiak lotzen dira beti, eta ez gara saiatu ebazten ordena "normaletik" ateratzen diren zenbait ordena-aldaketa. Hauetatik kasu batzuk aipatuko ditugu:

?? Perpaus arruntetan aditz laguntzailea eta nagusia elkarren ondoan egotea eskatzen da. Horrela, '*ni etorri naiz*' edo '*zuk ez omen duzu egin*' modukoek unitate sintaktiko bat osatuko dute, eta '*zuk ez duzu hori egin*' bezalakoak, aldiz, osagai desberdinen segida gisa emango ditugu, *hori* izen-sintagma aditzen artean tartekatuta doalako.

?? Mendeko perpaus jokatuak aditzean bukatzen direla kontsideratu dugu, hori ematen delako egitura "normaltzat". Hau dela eta, solte utziko da elementu bat aditzaren ondoren agertuz gero. Adibidez, '*nik etorriko zela gizona pentsatu nuen*' adibidean *gizona* izen-sintagma '*nik etorriko zela*' mendekotik kanpo utziko dugu.

[27] Irudian analisi bat baino ez da agertzen, izan ere esaldi hori anbiguoa da, *etxera* adizlaguna bi perpausei lotzea badagoelako.

?? Mendekoak. Hauen artean sinpleenak, alegia, menderagailu-atzizkia morfema bakar batez osatuta daudenak, landu ditugu. Multzo zabala geratzen da tratatzeke, atzizki-bikote batez antolatzen diren kasuak adibidez. Hauen artean ditugu, besteak beste, kontzesiboak (‘*etorri + arren*’, ‘*etorri da + -n arren*’), helburuzkoak (‘*egite + -ko asmotan*’), kausazkoak (‘*etorri + -z gero*’, ‘*etorri da + -la eta*’), eta moduzkoak (‘*egin du + -en bezala*’).

?? Perpausak lotzeko mekanismoak ez dira landu. Juntagailuentzako kasu sinpleena (izen gehi izen) tratatzeko bi erregela definitu dira, baina beste motak bazterrean utzi dira. Lokailuen aldetik ez da tratamendurik egin, oinarrizkoago ikusten genituen beste fenomenoak tratatu direlako.

III.2.2.3 Gramatikaren aberasketa: postposizioak

Oinarrizko gramatika hori egin ondoren, aplikazioak lantzen hasi ginenean, hala nola, azpikategorizazio-informazioaren erauzketa eta errore sintaktikoen tratamendua (tesiaren IV. eta V. kapituluetan azalduak hurrenez hurren), konturatu ginen, izen-sintagma eta adizlagunak baino egitura konplexuago duten bestelako sintagma batzuen ezagupena beharrezkoa zela, Euskaltzaindiaren gramatikan postposizio izendatzen dituztenak osatutako sintagmak, hain zuzen ere. Hauek, hitz banatuak izan arren, deklinabide-atzizkien antzera jokatzen dute eta haiek bezala, aditzekiko lotura estua azaltzen dute (adibidez, maiztasun handiarekin agertzen dira ‘*-ren alde*’ eta ‘*-ren kontra*’ erabiliz osatutako postposizioak *agertu* aditzaren inguruan, seguruenik azpikategorizazio-erlazio bat erakutsiz). Bigarren tratamendurako ere, errore-iturri interesgarria zela ikusi genuen, esaterako ‘**mendiaren zehar*’, ‘*mendian zehar*’ erabili ordez.

Honengatik, oinarrizko gramatikan egin dugun lehen aberasketa postposizioen tratamendua izan da. Euskarazko postposizioen multzoa zabala denez, arruntenak eta maizen agertzen direnak tratatu ditugu eta ez besterik, Euskaltzaindia-ren (1985) lanean oinarrituz. Postposizioen tratamendua gramatikan sartzeko, atzizki konposatu modura osatzea erabaki genuen (‘*etxe + -tik kanpo*’, ‘*gaur + -tik aurrera*’), horrela lan nagusia atzizki horiek biltzea izango delako, ondoren kasu-markak lotzeko erregela orokorrak aplikatuz. Tratatu ditugun postposizioak III.4 taulan daude.

Postposizioak	Adibideak
-tik/-etatik + at/barna/gora/kanpo/zehar/landa	*etxetik at*
-n + barrena/gora/zehar	*mendian barrena*
-i + buruz/begira/esker	*zenbait etxeri buruz*
-ak + inguru/arte	*bostak arte*
-a/-ak + inguru/alde + -n/-ra	*bostak inguruan*
-a/-ak + arte/alde + -ko	*bostak aldera*
	bostak arteko
0 + (alde/antz/arte/atze/aurre/azpi/barne/gain/goi/inguru/ondo/ oste/pe/pare/barru) + -n/-ra/-tik	*mendi inguruan*
	mendi aldera
	mendi aldetik
0 + bide + -z	*froga bidez*
0 + barna/bila/eske/gisa/gora/legez/truk	*etxe bila*
	musu truk
-en + bila/eske/gisa/zale/esku/jabe/ordez/zain/alde/gain/pare/ arabera/kontra/bizkar/mende/truke	*diruaren bila*
-tik/-n + (atze/aurre/behe/landa) + -ra	*menditik behera*
	gaurtik aurrera
	maldan behera
-en + (alde/antz/arte/atze/aurre/azpi/barne/gain/goi/inguru/ondo/ oste/pe/pare/mende/truke/buru/leku) + -n/-ra/-tik	*mendiaren inguruan*
	mendiaren aldera
	mendiaren aldetik
-en + (alde/arte/atze/aurre/azpi/barne/gain/goi/inguru/ondo/oste/ pe/pare/arabera/aurka/kontra) + -ko	*etxearen aldeko*
-i + esker + -ak	*jaungoikoari eskerrak*
-tik + (gora/kanpo/landa) + -ko	*menditik gorako*
0 + (alde/arte/atze/aurre/azpi/barne/gain/goi/inguru/ondo/oste/ pe/pare/barru) + -ko	*mendi aldeko*
-z + bestalde/kanpo/landa/gain	*legez kanpo*

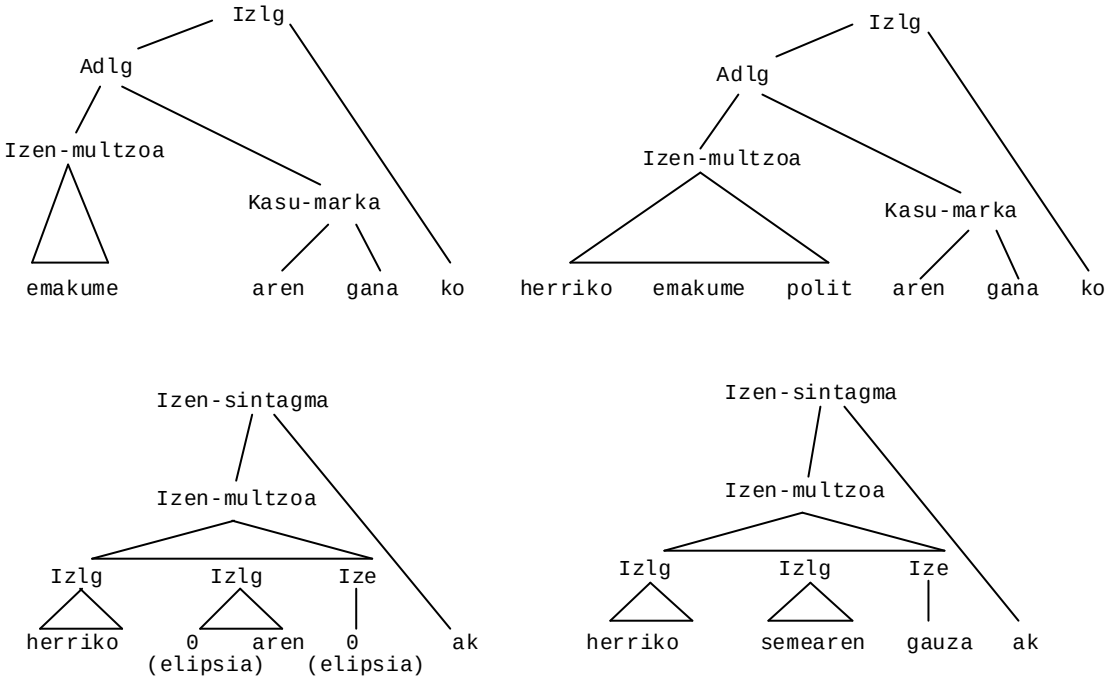
III.4 taula. Tratatutako postposizioak eta adibideak.

III.2.2.4 Morfosintaxia eta sintaxiaren arteko muga

Gramatika sintaktikoaren azterketa egin ondoren, ikus daiteke morfosintaxia eta sintaxiaren arteko mugak ez direla argiak, bata bestearen hedapentzat kontsidera daitezkeelako, ebakidura-zati komuna dutelako. Hizkuntza eranskarien tratamendu sintaktikorako saio asko egin ez diren arren, egindako lan batzuetan (Prószéky 1996, Prószéky eta Kis 1999) biak jauzirik gabeko sekuentzia gisa tratatzea proposatu da. Proposamen hau zentzuzkoa ikusten dugu, bere aldeko arrazoi desberdinak daudelako:

?? Morfema oinarrizko unitatea bada morfologian eta sintaxian (Goenaga 1980, Abaitua 1988), orduan hitzaren bereizketak bere pisua galtzen du. Hitza testu idatzietan bereizten den unitatea da, baina sintaxiaren ikuspuntutik ez du estatus berezi hori derrigorrez mantendu behar.

?? Hitz-mailan gertatzen diren fenomeno askok, sintagma mailakoak diren unetik, sintaxi mailan ere beren paraleloak dituzte, kasu-markaren eransketan edo elipsiaren osaketan bezala. Hau III.17 irudiko adibideetan ikus daiteke hobeto.



III.17 irudia. Hitz-maila (ezkerrean) eta sintagma-mailen (eskuinean) arteko erlazioa.

Dena dela, lehen ere esan dugu badaudela bereziki sintaxiko fenomenoak direnak, hala nola, azpikategorizazioa, ordena librea edo komunztadurak. Gainera, desberdintasunak daude gramatikak kudeatu behar dituen egitura sintaktikoen aldetik:

?? Morfosintaxian hitza denez analisiaren muga, kategoria guztiak lexikoitik sortuak dira, hau da, *gizonarengana* formaren analisi morfosintaktikoak bere kategoria *izena* dela adieraziko du.

?? Sintaxian, berriz, kategoria sintaktiko berrien erabilera lagungarria dela ikusi da (Goenaga 1980), izen-sintagma, izenlagun, adizlagun edo perpausen modukoak. Lortutako egiturak, ondorioz, antzekoak baina desberdinak izango dira.

Horregatik, nahiz eta zati komuna izan sintaxia eta morfosintaxiaren artean, ezin izan ditugu erregelak automatikoki batetik bestera kopiatu, eta egokitzapen-pauso bat behar izan dugu batetik bestera pasatzeko. Gramatika sintaktikoa hitz-mailan, morfosintaxiaren emaitzaren gainean, definitzeko proba ere egin dugu, eta egiaztatu dugu morfemetan oinarritutakoa baino konplexuagoa, luzeagoa eta ulertzeko zailagoa geratzen dela. Honek bien aplikazio sekuentzialaren bidea uztera eraman gaitu.

Bestalde, pentsa liteke tratamendu morfosintaktikoa desagertu egin daitekeela, dena sintaxiaren barruan sartuz gero, baina hitz-mailako gramatika beharrezkoa zaigu zenbait aplikaziotarako:

?? Lematizatzailea. Prozesu honek beharrezkoa du hitz bakoitzeko lema ateratzea, eta horregatik tratamendu morfosintaktikoa beharko da.

?? Desanbiguazio morfosintaktikoa. Orain arte garatutako desanbiguaziorako metodo gehienak hitzetan oinarritzen dira, baita euskararako aplikatu direnak ere, horien artean murriztapen-gramatika eta desanbiguazio estokastikoa (Ezeiza *et al*. 1998). Honengatik, ezinbestekoa zen tratamendu hau burutzea.

?? Finite State Syntax (Koskenniemi *et al*. 1992, Voutilainen 1994b) moduko lanetan, hitza hartzen da sintaxiaren tratamenduaren oinarritzat. Euskararen kasuan, Aduriz-en (2000) eta Arriola-ren (2000) lanek bide hau landu dute eta etorkizunean aztertuko den ildoa izango da.

Laburpen moduan, esan dezakegu morfosintaxi eta sintaxiak alde komunak izan arren, bakoitza bere aldetik tratatzea erabaki dugula, horrela aukera bakoitzaren onurak eta desabantailak aztertzeko, etorkizunerako egingo diren tratamendu bateratuaren oreka aurkitzeko.

III.2.2.5 Inplementazioa

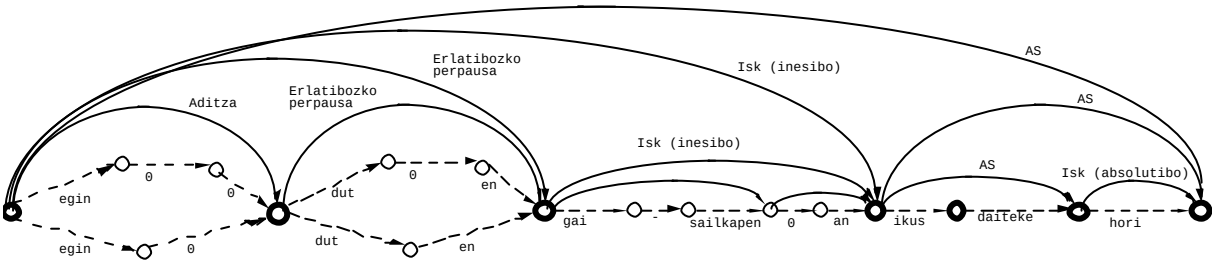
PATRren inplementazio desberdinak daude, horien artean erabilera librekoak, PC-PATR esaterako (Antworth 1994), baina gure kasuan Douglas eta Dale-rena (1992) erabili dugu. Lehen esan bezala, inplementazio horren aldeko motiborik garrantzitsuenetakoak sinpletasuna eta malgutasuna izan dira, soluzio desberdinak esperimentatzeko aukera emanez. Horiek izan dira gure lehentasunak beste batzuen gainean, eta horregatik eraginkortasuna bigarren mailan utzi dugu oraingoz, probak egin eta gero hau lantzeko denbora gehiago beharko delako. Dena dela, § III.4.2.1.1en azaltzen den III.12 taulako emaitzak ikusita, esan daiteke une honetan sistema erabilgarria dela testu errealen gaineko aplikazioetarako.

Analizatzailea inplementatzeko, ezagututako osagaien taulan (ingelesezko *chart* terminoa erabiltzen da sarritan) oinarritutako Cocke-Kasami-Younger (CKY; Hellwig 1998) algoritmoaren egokitzapena egin behar izan dugu, algoritmoa hitz-formetan oinarrituta baitago eta morfemak unitateak direnean ezin delako zuzenean aplikatu.
CKY metodoa
behetik gorako eran atera ahal diren elementu guztiak lortzen saiatzen da eta, beraz, egokia da analisi sintaktiko partziala egiteko. Algoritmoak unitate guztiak aztertzen ditu, ezkerretik eskuinera, eta unitate bakoitzeko begiratu egiten du ea erregela baten eskuinaldeko azken osagaia izan daitekeen. Hori gertatzen bada, orduan erregelaren eskuinaldeko lehenengo elementuaren papera beteko duen osagaia bilatzen du *chart*-ean. Horrelakorik aurkituz gero, osagai berria sortzen du *chart*-ean. Bilaketak azkar egiteko, algoritmoan *chart*-eko osagaiak hasiera eta bukaerako posizioen arabera indexatzen dira. Euskararen kasuan, morfema analisirako unitatea dugula, aldaketa bat egin behar izan dugu: hitz-forma baten analisia tratatzeko orduan, bere morfema guztien sekuentzia aztertu beharko da, horrela hasierako algoritmoaren portaera berdina izateko. III.18 irudian algoritmo aldatuaren deskribapena dugu.

```
for H in 1.. Hitz-kopurua do
   for I in 1.. H-garren hitzaren interpretazio-kopurua do
       Aukerak <- H-garren hitzaren I-garren interpretazioko morfema-zerrenda
       while Aukerak ez hutsa do
         Unekoa <- Aukerak listako lehen elementua
         Unekoa chart-ean sartu
         Aukerak <- Aukerak ken lehen elementua
         for "Ezkerrekoa -> Elem1 Unekoa" moduko erregela bakoitzeko do
           for chart-eko Elem1 posible bakoitzeko (Unekoa-ren aurrean bukatzen bada)
do
                if erregela aplikagarria bada
                then Ezkerrekoa sartu Aukerak listan
         end for
        end for
      end while
   end for
end for
```

III.18 irudia. CKY algoritmoaren egokitzapena morfema analisi-unitate gisa erabiltzeko.

Emaitza *chart* bat izango da non, esaldiaren hasierako morfema guztiez gain, aurkitutako osagai sintaktikoak egongo diren. Analisia behetik gorakoa izanda, ez dago arazorik esaldi osoaren analisia lortzen ez bada, aurkitutako zatien berri gorde egiten delako. *Chart* horretan, geroago ikusiko dugun bezala, aukera dezente egongo da esaldi osoaren interpretazioa emateko, eta egin beharko den lanetatik bat desanbiguazioa edota interesgarriak diren osagaien bereizketa izango da. III.19 irudian esaldi baten emaitzaren adibidea dugu.



III.19 irudia. *Chart*-aren egoera *'egin behar dudan gai-sailkapenean ikus daiteke hori'* esaldiaren analisiaren ondoren[28].

III.2.2.6 Ondorioak

Euskararen PATR gramatikaren aurkezpena bukatzeko, esan behar dugu euskararen estaldura zabaleko baterakuntza-gramatika diseinatu eta inplementatu dugula. Ondoko puntuak ditugu aipagarrienak:

?? Testu errealen analisirako sistema garatu da. Nahiz eta esaldi batzuen analisia ez lortu, sistemak esaldiaren barruko osagaien analisiak emango ditu, horrela analizatzaile partziala lortuz. Lortzen diren osagaiak (izen-sintagmak, adizlagunak, esaldi sinpleak eta

28 Irudian zirkulu lodiak erabili dira hitzen mugak adierazteko, eta zirkulu finak morfemen mugentzako. Marra jarraiek unitate sintaktikoak adierazten dituzte eta besteek, berriz, osagai lexikoak.

mendekoak) aukeratzeko justifikazio nagusia linguistikoa da: elementu horiek lor daitezke egun datu-base lexikalean daukagunarekin. Maila hori baino harantzago joateko, momentuz eskuragarri ez dugun informazioa (aditzen azpikategorizazioa gehienbat) beharko genuke.

?? Lexikoi *osoa* baina *sinplea*. Alde batetik, erabilitako oinarri lexikalak EDBLren estaldura handia eta informazio aberatsa du, baina beste batetik, sintaxi osoaren tratamendurako beharrezkoa den informazioa falta du.

?? Teoria linguistikorik gabe. Gramatika-formalismo teorikoen zenbait ideia harturik diseinatu da, baina beti ere helburu nagusia —testu errealen tratamendua— baldintzatu gabe. Alde honetatik, uste dugu Abaitua-k (1988) hasitako ildotik jarraitzea badagoela, formalizazio linguistikoan sakonduz.

?? Gramatikan izen-sintagmak, adizlagunak, perpaus sinpleak eta mendekoak tratatu dira. Nahiz eta hauek euskararen sintaxiaren gune oinarrizkoena izan, oraindik bide luzea geratzen da sintaxiaren tratamendu osorantz. Horregatik, hau *chunker* izeneko sistemetan (Abney 1997, Basili *et al*. 1998) deskribatu den tarteko maila gisa ikus liteke, hitz-maila baino gorago baina esaldi osoaren analisira iritsi gabe dagoen bitarteko pauso bezala.

?? Sintaxia morfosintaxiaren jarraipena. Beste hizkuntza eranskariekin egin den bezala, bata bestearen hedapena direla ikusi dugu, analisi sintaktikoan morfema oinarrizko unitatetzat hartuz. Gainera, hitz-mailako morfosintaxia ere definitu dugunez, aukera biak lantzeko parada izan dugu, bien konparaketa eta integrazioa ahalbidetuz.

III.3 Euskararen egoera finituko sintaxi-tresnak

Puntu honetan egoera finituko mekanismoetan (automatak eta transduktoreak) oinarritutako bi formalismo aztertuko ditugu. Lehenengo euskararen murriztapen-gramatika eta ondoren XFST formalismoaren gainean egindako lana azalduko dira.

III.3.1 Euskararen murriztapen-gramatika

Baterakuntza-gramatikekin (§ III.2) desberdintasun dezente dauzkan formalismo honekin ere landu dugu tresna linguistiko bat. Helburu nagusia desanbiguazio edo etiketatze morfosintaktikoa (*part-of-speech tagging* deitutakoa zenbait lanetan) egitea izango da, hau da, hitz-forma bakoitzaren interpretazio guztietatik testuinguruaren arabera interpretazio bakarra aukeratzea. Egia esanda, termino horrek euskararen kasuan ez du ondo deskribatzen egin beharreko lana, izan ere ingelesaren moduko hizkuntzetan, hitz-forma bakoitzaren interpretazio bakarra lortzea bere kategoria sintaktikoa asmatzea da gehienbat, baina euskararen morfosintaxi

konplexuaren ondorioz, sintaxiaren mailako gertaeren analisia ere egin beharko da, problema are gehiago konplikatuz.

Lehen esan bezala, orain dela hamarkada bat desanbiguazioaren problema analisi sintaktiko, semantiko eta pragmatikoaren ondoren bakarrik ebatz zitekeela zen uste nagusia, baina zenbait lanen ondorioz iritzi hori aldatu da, eta frogatu da emaitza onak lortu ahal direla tratamendu guztia egin barik. Gaur egun bi metodo nagusi daude problema honi ekiteko: batek, eskuz markatutako corpusetatik ateratako lengoaiaren eredu estatistikoak erabiltzen ditu (Garside *et al*. 1987, Church 1988), besteak, aldiz, eskuz idatzitako erregela linguistikoak. Azken honek besteen aldean hedapen gutxiago duen arren, azken urteotan eredu estatistikoekin baino emaitza hobeak atera ditu. Historikoki eredu linguistikoekin zenbait saio desberdin egin dira urteetan zehar, baina English Constraint Grammar (ENGCG; Karlsson *et al*. 1995, Tapanainen 1996, Samuelsson eta Voutilainen 1997) da eskola honetako nagusia, eta horregatik gure taldea euskararen murriztapen-gramatikaren garapenean sartu da. Formalismo hau lengoaiarekiko independentea eta sendoa den tresna lortzeko diseinatu zen, testu orokorrak desanbiguatu eta analizatzeko. Bere deskribapenak esaldi errealetatik hurbil daude eta analisi sintaktikoaren problema nagusiari, anbiguotasunari, ekiteko pentsatuta daude.

```
"<Herriarenak>"
     "herri" IZE ARR DEK GEN NUMS MUGM DEK ABS NUMP MUGM @OBJ @SUBJ @PRED
     "herri" IZE ARR DEK GEN NUMS MUGM DEK ERG NUMS MUGM @SUBJ
     "herri" IZE ARR DEK GEN NUMS MUGM ELI DEK ABS NUMP MUGM @OBJ @SUBJ @PRED
     "herri" IZE ARR DEK GEN NUMS MUGM ELI DEK ERG NUMS MUGM @SUBJ
<ziren>"
     "izan"  ADL B1 NOR NR_HK ERL MEN ERLT @+JADNAG_IZLG> @+JADLAG_IZLG>
     "izan"  ADL B1 NOR NR_HK ERL MEN MOS @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "izan"  ADL B1 NOR NR_HK ERL MEN ZHG @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "izan"  ADL B1 NOR NR_HK
     "izan"  ADT B1 NOR NR_HK ERL MEN ERLT @+JADNAG_IZLG> @+JADLAG_IZLG>
     "izan"  ADT B1 NOR NR_HK ERL MEN MOS @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "izan"  ADT B1 NOR NR_HK ERL MEN ZHG @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "izan"  ADT B1 NOR NR_HK
     "zira"   IZE ARR RARE+ DEK GEN NUMP MUGM @IZLG> @<IZLG DEK ABS MG @OBJ
@SUBJ
"<mendiak>"
     "mendi" IZE ARR DEK ABS NUMP MUGM @OBJ @SUBJ @PRED
     "mendi" IZE ARR DEK ERG NUMS MUGM @SUBJ
"<ataldu>"
     "ataldu" ADI SIN AMM PART ASP BURU NOTDEK @-JADNAG
     "ataldu" ADI SIN AMM PART DEK ABS MG @OBJ @SUBJ @PRED
     "ataldu" ADI SIN AMM PART NOTDEK @-JADNAG
"<eta>"
     "eta" LOT JNT @PJ AORG
     "eta" LOT MEN KAUS AORG @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
"<saldu>"
     "saldu" ADI SIN AMM PART ASP BURU NOTDEK
     "saldu" ADI SIN AMM PART DEK ABS MG @OBJ @SUBJ @PRED
     "saldu" ADI SIN AMM PART NOTDEK
"<egin>"
     "egin" ADI SIN AMM ADOIN NOTDEK
     "egin" ADI SIN AMM PART ASP BURU NOTDEK
     "egin" ADI SIN AMM PART DEK ABS MG @OBJ @SUBJ @PRED
     "egin" ADI SIN AMM PART NOTDEK
     "egin" ADT MDNC NOR_NORK NR_HU NK_HI RARE+
     "egin" IZE ARR DEK ABS MG @OBJ @SUBJ @PRED
     "egin" IZE ARR ZERO
"<zituzten>"
     "*edun" ADL B1 NR_HK NK_HK ERL MEN ERLT @+JADNAG_IZLG> @+JADLAG_IZLG>
     "*edun" ADL B1 NR_HK NK_HK ERL MEN MOS @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "*edun" ADL B1 NR_HK NK_HK ERL MEN ZHG @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "*edun" ADL B1 NR_HK NK_HK
```

```
     "*edun" ADT B1 NR_HK NK_HK ERL MEN ERLT @+JADNAG_IZLG> @+JADLAG_IZLG>
     "*edun" ADT B1 NR_HK NK_HK ERL MEN MOS @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "*edun" ADT B1 NR_HK NK_HK ERL MEN ZHG @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "*edun" ADT B1 NR_HK NK_HK
"<$.>"
     PUNT_PUNT
```

III.5 adibidea. Murriztapen-gramatikaren sarrera '*Herriarenak ziren mendiak ataldu eta saldu egin zituzten*' esaldiaren analisian.

III.3.1.1 Murriztapen-gramatika aplikatzeko prozedura

Formalismoa ondorengo pausoetan oinarritzen da:

1. Testua analisirako unitateetan zatitzea (*tokenization*), hitzak, puntuazio-ikurrak eta antzekoetan. Formalismo hau hitza unitate modura erabiltzeko pentsatuta dagoenez ez genuen izan, testuingururik gabeko gramatiketan bezala, morfema unitate gisa hartzeko aukerarik.

2. Analisi morfologikoa (morfosintaktikoa euskararen kasuan). Honetan, hitz-forma bakoitzari bere interpretazio posibleak emango zaizkio, ezaugarri morfosintaktikoen zerrenda baten bidez. III.5 adibidean esaldi baten oraingo analisia dugu, formalismoak eskatzen duen formatuan idatzita.

3. Anbiguotasunaren ebazpena. III.5 adibidean argi geratzen da anbiguotasunaren problemaren tamaina, euskarazko hitz-forma bakoitzak informazio mota aberatsa baitauka. Murriztapen-gramatikak, beraz, sintaxiaren tratamendurako ikuspegi guztiz murriztailea du, hasieran aukera posible guztiekin hasten delako prozesua, eta helburua interpretazioak kentzeko erregelen bidez aukera zuzenarekin geratzea izango delako. Bukaeran, hitz bakoitzaren interpretazio zuzen bakarra eduki beharko genuke, baina errore-tasa jaistearren anbiguotasun-tasa ez-hutsa ere onartuko da, ezagumendu linguistikoa nahiko ez bada soberazko interpretazioak baztertzeko.

   III.6 adibidean erregela bi agertzen dira, formalismoak desanbiguaziorako erabiltzen dituen forma biak erakusteko. Lehenengoa interpretazio zuzena aukeratzen saiatzen da, "adi" daukan irakurketa(k) hartuz hitz horrek izen ez-deklinatuaren interpretazioa badauka ("notdek"), ondoren postposizioa badago eta aurretik aditz trinkoa. Bigarren erregela motak aditzaren irakurketa ezabatuko du aurretik izenlaguna badago (izena eta lekuzko genitiboa: "ize" + "gel") eta ondoren
   aditz-partizipio deklinatua.

```
SELECT (ADI) IF (0 NOTDEK) (1 ADPOSAG) (-1 ADT);

# Adibidea: Ez dut ESAN beharrik
```

```
REMOVE (ADI) IF (-1 IZE + GEL) (1 PART + DEK);

# Adibidea: lau egunetako HIL kirastua ...
```

III.6 adibidea. Euskararen murriztapen-gramatikaren bi erregela.

Anbiguotasun mota desberdinei erreparatuz gero, hiru mota bereiz daitezke:

a) Anbiguotasun kategoriala, izena/aditza (*harri*) edo aditza/adjektiboa/adberbioa (*erraz*) bezalakoa. III.5 taulan ikusten denez, etiketatzea oinarrizko hemeretzi kategorietara zuzentzen bada, batez besteko 1,55 interpretazio daude hitz bakoitzeko, hitz anbiguo zein ez-anbiguoak kontatuz.

	Interpretazioak hitzeko	**Hitz guztien portzentajea %**	**Hitz-forma anbiguoak %**
Forma estandarrak	1,44	93%	33,38%
Aldaerak	1,36	2%	34,44%
Hitz ezezagunak	3,83	5%	99,57%
Guztira	1,55	100%	36,54%

III.5 taula. Kategoria nagusiekiko anbiguotasuna.

b) Anbiguotasun morfosintaktikoa. Flexioa eta ezaugarri morfologikoen bidez sortzen dena, absolutibo/ergatibo modukoak (*gizonak*), edo III.5 adibidean *saldu* formak "adi" kategoriatik sortzen dituen hiru analisiak. III.6 taulak 10.000 hitz-formako testu batetik ateratako datuak dauzka. Bertan erakusten da hitz bakoitzeko 2,65 analisi daudela batez beste, hitz ezezagunen kasuan 7,05 interpretaziotara iritsiz. Guztira, hitzen %64a baino gehiago dira anbiguoak. Honek desanbiguaziorako lan handia ekarriko du.

	Interpretazioak hitzeko	**Hitz guztien portzentajea %**	**Hitz-forma anbiguoak %**
Forma estandarrak	2,43	93%	62,7%
Aldaerak	2,61	2%	84,44%
Hitz ezezagunak	7,05	5%	99,57%
Guztira	2,65	100%	64,88%

III.6 taula. Analisi morfosintaktikoaren anbiguotasun orokorra.

III.5 adibidean ikusten da hizkuntza eranskarietan morfologia eta sintaxia oso lotuta daudela, askotan anbiguotasuna ebazteak funtzio sintaktikoa ebaztea baitakar (absolutibo/ergatibo anbiguotasuna *Herriarenak* moduko hitzetan tratatzean objektu/subjektu aurkaritza ari gara erabakitzen). Gu ahalik eta arinen saiatu gara anbiguotasun mota horiek tratatzen, erabakiak ondorengo tratamenduetarako utzi gabe.

Esan behar da ere anbiguotasun morfosintaktikoaren ebazpenak askotan aditzen azpikategorizazioen moduko elementuen formalizazioa dakarrela berarekin. Problema honi

ekiteko, aditz jakin batzuen osagarrien ereduak islatzen duten multzo batzuk definitu dira, oraindik tratamendu orokor batetik urrun egon arren.

c) Anbiguotasun sintaktikoa. Dena dela, kasu batzuetan anbiguotasuna sintaxiarekin bakarrik dago lotuta. Adibidez, *emateko* formak izenlaguna edo adizlagunaren funtzioa egin dezake ("@izlg" eta "@adlg" funtzio sintaktikoei dagozkienak). Anbiguotasun mota hauek tratatzen ari gara, baina oraindik ez dugu lortu besteekin bezain emaitza onak, eta horregatik ez ditugu aipatuko ondorengo emaitzetan.

Hasieran anbiguotasun mota desberdinen azterketa egin zen. Anbiguotasun kategorialak (datu-basetik datozenak) eta morfosintaktikoak bereiztu ziren. Horren ondoren 28.000 hitzeko corpus desanbiguatua lortu zen, gramatika ebaluatzeko. Corpus hori bi zatitan banatu zen: bata garapenerako eta bestea probarako (azken hau ezin du gramatikariak aztertu garapen-prozesuan, bestela gramatika corpus jakin horren analisira desbidera daitekeelako). Erregelak idatzi eta gero probatu egin ziren behin eta berriro, emaitzak onargarriak izan arte prozesu osoaren birfinketak eginez. Lerro hauek idazteko unean (1999ko abenduan) desanbiguazio-gramatika ia bukatua zegoen. 661 erregela daude, horietatik 593 hitz bat edo biko testuinguruetara mugatzen dira, eta beste 73k testuinguru mugatu gabeak erabiltzen dituzte. 298 erregeletan hitz jakinak tratatzen dira, eta 91 daude desanbiguazio sintaktikorako. Desanbiguazio-erregela orokorren lan handi bat bukatutzat eman daiteke, eta orain hitz konkretuen erregela lexikalizatuagoen idazketa geratzen da.

III.3.1.2 Euskararen aplikazioaren emaitzak

III.7 taulak desanbiguazio morfosintaktikoaren emaitzak aurkezten ditu (Aduriz *et al*. 1997). Interpretazio-kopurua ia erdira jaisten da, analisi zuzenen %97,86a baino gehiago mantenduz. Egokitzat jotzen dugu egindako desanbiguazioa, are gehiago kontuan hartuta lana oraindik jarraitu behar dela, eta gainera hasierako anbiguotasun-tasa altua dela beste lan batzuekin konparatuz gero (Voutilainen 1995). Bukaeran hitzen laurden bat anbiguoa da oraindik. Emaitzak txarragoak dira hitz ezezagunen kasuan, eta honek eragina izango du horien inguruko hitzetan ere.

Emaitza horiek aztertzeko, argigarriagoa izan daiteke esaldi-mailan lortzen den hobekuntza neurtzea. Hamar hitzeko esaldia hartzen badugu, orduan sarreran $2,65^{10} = 16.861$ interpretazio posible egon litezke, baina desanbiguazioa egin eta gero $1,62^{10} = 123$ interpretazio ditugu. Adibidez, baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikoari lan handia ken diezaioke desanbiguazio-pauso batek.

	Hitzeko interpretazio-kopurua	**Hitz-forma anbiguoak %**	**Interpretazio zuzeneko hitzak %**
Sarrera	2,65	64,88%	100%
Irteera	1,62	25,85%	97,86%

III.7 taula. Desanbiguazio morfosintaktikoaren emaitzak.

Hemeretzi kategoria nagusiak aztertuz gero (III.8 taula), hitz bakoitzeko 1,09 interpretazio lortzen dira, lehengo testu berak erabiliz. Gogoratu behar da sarrerako anbiguotasun-tasa txikiagoa zela, hitzeko 1,55 analisirekin. Horrekin batera, interpretazio zuzenen kopurua ere igo egin da, %99,12ra iritsiz.

	Hitzeko interpretazio-kopurua	**Hitz-forma anbiguoak %**	**Interpretazio zuzeneko hitzak %**
Sarrera	1,55	36,54%	100%
Irteera	1,09	7,57%	99,12%

III.8 taula. Desanbiguazio kategorialaren emaitzak.

III.7 adibidean III.5 adibidearen emaitza ikusten da. Anbiguotasuna ia erdira jaitsi da, baina kasu batzuetan ez da guztiz ebatzi, errorea egiteko arriskua dagoenean nahiago izaten delako anbiguotasun-tasa txikia baina ez hutsa izatea. Letra etzanaz markatu ditugu interpretazio zuzenak, eta adibide horretan ikusten denez euskararen murriztapen-gramatikak ez du hutsik egin. Anbiguotasun kategorialari erreparatuz gero, hitz-forma guztiek daukate kategoria zuzena. Dena dela, oraindik interpretazio-kopuru garrantzitsua ebazteke dago, eta hori gure hurrengo lanetarako lehentasun bat izango da.

```
"<Herriarenak>"
     "herri" IZE ARR DEK GEN NUMS MUGM DEK ABS NUMP MUGM @OBJ @SUBJ @PRED
     "herri" IZE ARR DEK GEN NUMS MUGM DEK ERG NUMS MUGM @SUBJ
     "herri" IZE ARR DEK GEN NUMS MUGM ELI DEK ABS NUMP MUGM @OBJ @SUBJ @PRED
     "herri" IZE ARR DEK GEN NUMS MUGM ELI DEK ERG NUMS MUGM @SUBJ
<ziren>"
     "izan" ADT B1 NOR NR_HK ERL MEN NOTERLT @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "izan" ADT B1 NOR NR_HK ERL MEN ERLT @+JADNAG_IZLG> @+JADLAG_IZLG>
     "izan" ADT B1 NOR NR_HK ERL MEN ZHG @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "izan" ADT B1 NOR NR_HK AN2 @+JADNAG
"<mendiak>"
     "mendi" IZE ARR DEK ABS NUMP MUGM @OBJ @SUBJ @PRED
     "mendi" IZE ARR DEK ERG NUMS MUGM @SUBJ
"<ataldu>"
     "ataldu" ADI SIN AMM PART ASP BURU NOTDEK
     "ataldu" ADI SIN AMM PART NOTDEK
"<eta>"
     "eta" LOT JNT @PJ AORG
"<saldu>"
     "saldu" ADI SIN AMM PART ASP BURU NOTDEK
     "saldu" ADI SIN AMM PART NOTDEK
"<egin>"
     "egin" ADI SIN AMM PART ASP BURU NOTDEK
"<zituzten>"
     "*edun" ADL B1 NR_HK NK_HK ERL MEN ERLT @+JADNAG_IZLG> @+JADLAG_IZLG>
     "*edun" ADL B1 NR_HK NK_HK ERL MEN MOS @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "*edun" ADL B1 NR_HK NK_HK ERL MEN ZHG @+JADNAG_MP @+JADLAG_MP
     "*edun" ADL B1 NR_HK NK_HK
"<$.>"
     PUNT_PUNT
```

III.7 adibidea. Murriztapen-gramatikaren emaitza III.5 adibideko esaldian.

III.3.1.3 Murriztapen-gramatikaren balorazioa

Desanbiguazioaz aparte, murriztapen-gramatikaren beste aplikazio bat analizatzaile sintaktiko bati lana kentzea da, tratatu beharreko aukera-kopurua dezente txikituz. Horregatik guk PATR gramatikaren aplikazioaren aurretik erabiliko dugu euskararen
murriztapen-gramatika. Abiaduraren irabazia neurtzeko, bi eratara probatu dugu analizatzailea, eta III.12 taulan (§ III.4.2.1.1) horren emaitzak ikusten dira.

Esan behar da ere aukeren baztertze horrek bere alde negatiboa izango duela,
murriztapen-gramatikak aukera zuzen bat kentzen duenean analizatzaile sintaktikoari ez zaiolako paradarik emango analisi ona ateratzeko. Hau neurtzeko, desanbiguazio morfosintaktiko osoaren emaitza ikusi beharko genuke. III.7 taulan horren estimazioa %2,16koa bada, orduan esaldien batez besteko luzera 15-20 hitzekoa izanda, gutxi gorabehera bost esalditik batean errore bat izango genuke. Dena dela, errore hauen maiztasuna eta beren eragina aztertzeak ikerketa sakonagoa egitea mereziko luke. Gainera, momentuz gure analizatzaile sintaktikoak analisi partzialak egiten dituenez, erroreen eragina hori baino txikiagoa izango da, batzuetan ez baita esaldi osoaren analisia lortuko, eta orduan
errore-tasaren neurketa ez genuke esaldika egin behar, lortu nahi den egitura bakoitzeko baizik.

Bukatzeko, esan behar dugu murriztapen-gramatikaren formalismoa egokia ikusten dugula euskara bezalako hizkuntzen tratamendurako, osagaien ordena librea eta morfologia aberatsa dutenak, anbiguotasun-arazo zail baten aurrean emaitza onak ematen dituelako. Euskararen deskribapenaren azalpen osoa (Aduriz 2000, Arriola 2000) tesietan egiten da. Dena den, badaude zenbait arazo, lan gehiago egitea mereziko dutenak:

?? Voutilainen-ek (1994) dioenez, zailtasunak daude perpausen arteko mugak bereizteko eta hori, nahiz eta desanbiguazio kategoriala ebazteko arazo handia ez izan, garrantzitsuagoa da anbiguotasun morfosintaktikoa kentzeko.

?? Anbiguotasuna hitz-mailan adierazten denez, askotan ezin dira baztertu esaldi-mailan ezinezkoak diren aukerak. III.8 adibidean (adibidea desanbiguazioaren ondorengo emaitza batena da), *bere* eta *bizitzak* bi eta hiru analisi dauzkate, hau da, sei interpretazio guztira, baina horietatik zenbait ezinezkoak dira. Adibidez, *bere* determinatzailea plurala bada (bigarren interpretazioa) *bizitza*-ren bigarren interpretazioarekin (singularra) ezin da bat etorri. Murriztapen hau ezin da zuzenean aplikatu, *bizitza*-ren interpretazio singularra bat datorrelako *bere* formaren lehenengo irakurketarekin. Ondorioz, murriztapen-gramatikan interpretazio bat baztertzeko ziur egon behar dugu hori ezinezkoa dela inguruko hitzen interpretazio *guztientzat*. Hau guztia murriztapen-gramatika hitzetara mugatuta dagoelako gertatzen da. Ondoren ikusiko dugu egoera finituko sintaxian arazo hau desagertu egingo dela, analisirako unitatea esaldia izanik zentzurik gabeko interpretazioak bazter daitezkeelako.

```
...
"<bere>"
     "bera" DET ERKIND NUMS DEK GEN AORG @IZLG>
     "berak" DET ERKIND NUMP DEK GEN @IZLG>
"<bizitza>"
     "bizitza" IZE ARR DEK ABS MG AORG @OBJ @SUBJ
     "bizitza" IZE ARR DEK ABS NUMS MUGM AORG @OBJ @SUBJ
     "bizitza" IZE ARR
"<pertsonala>"
...
```

III.8 adibidea. Murriztapen-gramatikaren zailtasuna anbiguotasun mota batzuk ebazteko.

?? Beste arazo bat dakar oinarria hitza izateak. Adibidez, izen-sintagmak eta adizlagunak ezagutzeko orduan, hau zeharkako moduan egin beharko da, balizko izen-sintagma eta adizlagun horien hitz desberdinen bidez. Honek erregelen ziurtasunean eta irakurgarritasunean izango du ondorioa, mota horretako elementu bat aipatu behar den bakoitzean bere aukera posibleen bidez egin beharko baita.

Honekin lotutako beste problema bat hitzaren barruko morfologia konplexua da (ikus II. kapitulua). Hau ekiditeko, § VI.1en tratamendu morfosintaktikoa eta murriztapen-gramatikaren integrazioa aurkeztuko da, euskararen EUSLEM lematizatzaile/etiketatzailearen barruan.

?? Oraindik ebatzi ez den anbiguotasun-kasu ugari daude, batez ere alde morfosintaktikoan. Hauetatik batzuk ahalik eta azkarren tratatuko dira, mendeko perpausekin lotutakoak bezala, baina beste batzuk informazio semantikoa edo pragmatikoa beharko lukete (‘*eskola garaia*’).

Arazo hauek direla eta, sintaxiaren tratamenduarekin jarraitzeko murriztapen-gramatika baino harantzago doazen formalismoak definitu dira, lehen aipatutako Finite State Syntax modukoak (Koskenniemi *et al*. 1992, Voutilainen 1994b). Horrez gain,
murriztapen-gramatika, sintaxiari ekin aurretik aplikatzen den desanbiguatzaile morfologikoa edo *tagger* gisa ere ikus daiteke. Guk bide hau probatu dugu eta horregatik, geroago (§ III.4) azalduko dugun bezala, baterakuntzan oinarritutako sintaxiaren aurreprozesuan aplikatuko dugu euskararen murriztapen-gramatika, desanbiguazio morfologikoa zehaztasun handiz egiteko, eta era horretan analizatzailearen lana errazteko.

Beste alde batetik, euskararen murriztapen-gramatikaren garapenak lagundu egin du desanbiguazio morfologikoaren tratamendurako ezagutza linguistikoan eta estatistikoan oinarritutako hurbilpenen arteko eztabaidan. Gure emaitzek Samuelsson eta Voutilainen-en (1997) baieztapenak indartzen dituzte, alde batetik frogatzen delako erregela linguistikoen bidezko corpusen desanbiguazioan zero inguruko errore-tasa lor daitekeela, eta bestetik argi geratzen delako murriztapen-gramatikaren arrakastak ez duela zerikusirik etiketatze-sistema sinplearen erabilerarekin, euskararako erabilitakoa oso konplexua delako beste lan batzuekin konparatuz gero.

Euskararen desanbiguazio morfosintaktiko osoaren bidean, estatistikan oinarritutako desanbiguazioa ere landu da (Ezeiza 1997). Honen emaitzak, era automatikoan lortzen badira ere, ez dira murriztapen-gramatikaren bidez lortutakoak bezain onak izan, lehen azaldu dugun testuinguru mugatuen (bi edo hiru hitz) arazoarengatik gehienbat. Dena dela, hitz bakoitzeko aukera bakarra atera daiteke, murriztapen-gramatikak batzuetan anbiguotasun-tasa txiki bat uzten duen bitartean. Horregatik, bien konbinazioan (Ezeiza *et al*. 1998) lehenengo murriztapen-gramatika aplikatzen da, ondoren desanbiguazio estokastikoari ekiteko. Modu honetan desanbiguazio morfosintaktiko osoan %3ko errorea lor daiteke, anbiguotasuna eta doitasunaren elkarren kontrako oreka lortuz: errorerik ez bada egin nahi, orduan
anbiguotasun-tasa txikia onartu behar da eta desanbiguazio osoa nahi bada, berriz, errore-tasak gora egingo du. Honi buruz (Ezeiza 2000) tesian aurki daiteke informazio gehiago.

III.3.2 Egoera finituko sintaxia (XFST)

III.3.2.1 Sarrera

§ III.1.1.1.2n egoera finituko sareen oinarriak aipatu ditugu. Murriztapen-gramatika hauen adibidetzat ikusita ere, esan behar dugu formalismo mugatua dela (ikus § III.3.1.3n egindako kritikak). Beraz, puntu honetan hurbilpen horren orokortzera joko dugu, murriztapen-gramatikak egiten duen aukera-baztertzeaz aparte, egoera finituko mekanismoek beste eragiketa-multzo aberatsagoa baitakarte beraiekin (Karttunen *et al*. 1997, Aït-Mokhtar eta Chanod 1997, Chanod eta Tapanainen 1996ab, Grefenstette 1996, Gala 1999), oinarrizko formalismoan funtsezko aldaketarik egin gabe.

Gure kasuan, *XFST* edo *Xerox finite state tool* izeneko tresna erabili dugu euskararen aplikaziorako (Karttunen *et al*. 1997). Adierazpen erregularrak oinarri dituen sistema honek egoera finituko kalkuluaren pean era anitzeko eragiketak egiteko aukera emango du. Erregela lokalen bidezko sistema osoak (Silberztein 1997) egoera finituko kalkulurik gabe egin diren arren, kalkulu honen ahalmen espresiboari esker XFST tresnan erregela-multzoak mantentzeko eta aldatzeko erraztasunak emango dira, lengoaiaren tratamendurako aplikazioen garapena azkartuz. Hurrengo puntuan (§ III.3.2.2) XFST tresnaren egoera finituko kalkuluaren eragiketa nagusien azalpen laburra egingo dugu.

III.3.2.2 Eragiketa nagusiak

Egoera finituko eragiketa garrantzitsuenen azalpen laburra egingo dugu hemen, ondorengo puntuetan erabili egingo baititugu. Azalpen luzeagoa (Karttunen *et al*. 1997[29]) artikuluan ematen da.

Hasteko, adierazpen erregular batek multzo bat definitzen du. Multzo hauek bi motakoak izan daitezke:

?? Lengoaia erregularra, kateez osatutako multzoa da. Automata erregularren bidez kode daiteke.

?? Erlazio erregularra, kate-bikoteez osatutako multzoa da. Transduktoreen bidez kode daiteke. Adibidez, *a:b* adierazpenak *a* eta *b* kateen bikotea adierazten du. Erlazio batean bi lengoaia daudenez, lehenengoari goikoa eta bigarrenari behekoa deitzen zaie.

Adierazpen konplexuak idazteko honako ikurrak erabiltzen dira:

?? Makoak adierazpenak biltzeko erabiltzen dira. Adibidez, [A] adierazpenak A lengoaia adierazten du. [ ] adierazpenak kate hutsa adierazten du.

?? Ikur baten esanahi berezia alda daiteke komatxo bikoitzen artean jarriz. Adibidez, "[" adierazpenak ezkerreko makoa deskribatzen du.

?? ? ikurrak edozein sinbolo adierazten du.

Lengoaia eta erlazio erregularrak adierazpen erregularren bidez adieraz daitezke. Adierazpen erregularren gaineko zenbait eragiketa definitu dira:

?? Bildura: A | B.

?? Kateaketa: A B.

?? Errepikapena: A+, A*.

?? Aukerazko elementua: (A).

?? Barruan egotea: $A (‘?* A ?*’ adierazpenaren baliokidea).

Aurreko eragileak lengoaia zein erlazio erregularrekin erabil daitezke, emaitza beti hasierako osagaien araberakoa izango delako. Ondorengo eragileak, aldiz, lengoaia erregularrei bakarrik aplika dakizkieke, emaitzatzat lengoaia erregularra emanez:

?? Erlazio osagarria (ukapena): ~A.

?? Ebakidura: A & B.

?? Kenketa: A - B.

[29] Eragiketa berriagoak aztertzeko, http://www.rxrc.xerox.com/research/mltt/fst/home.html helbidean daude azken eguneraketak.

III.9 taulan adierazpen erregularren adibideak azaltzen dira, bakoitzak deskribatzen duen lengoaia/erlazioaren azalpen batekin.

Adierazpen erregularraren definizioa	Deskribatutako lengoaia/erlazioa
`define HH "@HH";` `define HB "@HB";`	*HH* (hitzaren hasiera) eta *HB* (hitzaren bukaera) izeneko lengoaiak definitu dira, eta bakoitzak kate bakarra (*@HH* eta *@HB* sinboloez osatua) du
`define Muga [ HH | HB];`	*Muga* izeneko lengoaiak bi kate ditu (*@HH* eta *@HB*).
`define EzMuga ~$[ Muga ];`	*Ezmuga* lengoaia infinituak bere barruan *@HH* eta *@HB* sinboloak ez dituzten kate guztiak dauzka.

`define IskErg [OsagaiSintaktikoa &`
`$["+kat" "+isk"] &`
`$["+kas" "+erg"]];`
	IskErg lengoaiak OsagaiSintaktikoa multzoko kateak dauzka, kategoria izen-sintagma (*+kat +isk*) eta kasua ergatiboa (*+kas +erg*) dutenak.

`define EsaldiAdibidea` `[Isk* Aditza Isk*];`	*EsaldiAdibidea* multzoak izen-sintagmak (zero edo gehiago), ondoren *Aditza*, eta bukaeran berriro izen-sintagmak dauzkaten lengoaiak/erlazioak adieraziko ditu.

III.9 taula. Adierazpen erregularren adibideak.

Oinarrizko eragile horiek erabiliz, eragile berriak defini daitezke:

?? Murriztapena: A => B _ C. A bakarrik onartuko da ezkerretik B eta eskuinetik C duenean. Mota honetako adierazpenak debekuak adierazteko erabiltzen dira, desanbiguazioan kasu (adibidez, murriztapen-gramatikan).

?? Ordezpena: A -> B || L _ R. Honek erlazio bat sortzen du, bi kate lotzeko. L A R testuingurua duen katea L B R katearekin erlazionatu egiten da, hau da, A Brekin "ordeztu" egiten du. Erlazioa identitatea izango da testuinguru hori ez bada agertzen hasierako katean. A multzoko kate bat era askotan aurki daitekeenean (adibidez, X+ moduko definizioa badu), bakoitzeko ordezpen bat egingo da.

?? Parekatze luzeenaren ordezpena: A @-> B || L _ R. Lehengoaren antzekoa, baina Aren aukera asko daudenean, eta batek barruan beste bat daukanean beti hartuko du luzeena.

?? Konposizioa: [A .o. B]. Bi erlazio hartuta, erlazio berri bat emango du, Aren goiko lengoaia Bren beheko lengoaiarekin erlazionatuz. Adibidez, [[a | b]:c .o. c:d] konposizioaren emaitza [[a | b]:d] erlazioa da, hau da, a:d eta b:d bikoteen multzoa.

?? Konposizio biguna edo malgua (*lenient composition*; Karttunen 1998): [A .O. B]. Konposizio arruntak duen arazo bat konpontzeko erabiltzen da eragile hau. Desanbiguazioa helburu nagusia denean, murriztapenak konposatu egiten dira hasierako kate anbiguoarekin, irakurketak gutxitzeko asmoz (EsaldiAnbiguoa .o. Murriztapen1 .o. Murriztapen2 .o. ...). Baina kasuren batean murriztapen batek irakurketa guztiak ezabatuko balitu, orduan emaitza kate hutsa izango litzateke, eta hori ezin da onartu, normalean emaitza bat nahi izaten delako. Eragile honek egoera hori ekidingo du. `[Esaldia .O. Murriztapena]` kasuan murriztapenaren aplikazioaren emaitza kate hutsa ez bada, hori izango da emaitzaren beheko lengoaia, konposizio arruntean bezala, baina emaitza kate hutsa bada (horrek esan nahi du murriztapenak interpretazio guztiak ezabatu dituela) orduan beheko lengoaia `Esaldia`-ren beheko lengoaia izango da. Lortzen den efektua hasierako esaldia "berreskuratzea" izango da. Konposizio-modu honen bidez murriztapenak aplika daitezke, gogorrenak (dena baztertzen dutenak) ez direla kontuan hartuko ziurtatzen baita.

Eragile berri hauek oinarrizko eragileen bidez definituta daude, eta ondorioz dena egiten da egoera finituko kalkuluaren pean[30], horrela eragileak era konplexuetan konbinatu eta konposatzeko malgutasuna lortzen dela. Erabiltzailearentzat askoz erosoagoa da goi-mailako eragiketa hauek erabiltzea eragiketa sinpleak baino, askoz adierazkortasun handiagoa dutelako. Nolabait bi eragiketa-maila hauen arteko diferentzia goi-mailako eta behe-mailako programazio-lengoaien artekoaren antzekoa da.

III.3.2.3 Euskararen egoera finituko analizatzaile sintaktikoa

Euskararen tratamendu automatikoaren azterketan, egoera finituko sintaxia aplikatzeko bide bat baino gehiago egon daiteke. Alde batetik, egoera finituko analizatzaileak sintaxi osoa deskribatzeko erabiltzen ari dira (Chanod eta Tapanainen 1996b, Grefenstette 1996, Gala 1999). Beste alde batetik, XFSTren bidez murriztapen-gramatikaren zein baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikoaren ondorengo prozesuak deskriba daitezke, hau da, aurretik aplikatutako tresna linguistikoen ondoren erabiltzea ere badago. Adibidez, beste tresnek egindako akatsen zuzenketak, geratzen den anbiguotasunaren ezabaketa edo sintaxiaren jarraipena egiteko egitura berrien osaketa; horrela, ikuspegi murriztailea eta eraikitzailea inolako arazorik gabe konbinatzeko aukera lortuko da. Beraz, osagai linguistiko desberdinen konbinazio eta integraziorako eredu desberdinak probatzeko tresna lagungarria izango da. § IV.4en XFST eta garatutako beste tresnak (murriztapen-gramatika eta baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikoa) elkartu eta integratzeko moduak aztertuko dira. Atal horretan integrazio-modu desberdinen artean aukeratu duguna aurkeztuko da: egoera finituko sintaxia murriztapen-gramatikaren eta baterakuntzan oinarritutako sintaxiaren ondoren erabiltzea, modu sekuentzialean. Beraz, egoera finituko

30 Adibidez, A=> B _ C murriztapena era honetan definitzen da: [~[[~?* B] A ?*] | [?* A ~[C ?*]]]]

sintaxiaren gure erabilpena ez da izan sintaxia aztertzeko tresna autonomoarena, beste lan linguistikoen ondorengoa baizik. Horregatik, egoera finituko analizatzaile sintaktiko orokor bati buruz baino, aplikazio jakin baterako erabilpenak azalduko ditugu aplikazio bakoitza aipatzeko orduan, IV., V. eta VI. kapituluetan. Egoera finituko osagai linguistikoaren ebaluazioa ere, arrazoi berdinagatik, ez dugu hemen egingo, eta aplikazio bakoitzaren emaitzen gainean emango dugu.

III.4 Formalismoen konparazioa eta integrazioa

Aurreko ataletan azaldu dugunez, hiru eredu desberdin landu ditugu euskararen sintaxiaren tratamendurako: murriztapen-gramatika, baterakuntzan oinarritutako gramatika eta egoera finituko sareetan oinarritutako formalismoak. Bakoitza erabiltzearen aldeko eta kontrako arrazoiak daude. Inplementatu diren sistema gehienetan horietako bakarra landu da. Puntu honetan aztertu egingo ditugu bakoitzaren alde onak nahiz desabantailak (§ III.4.1), eta ondoren formalismo hauen konbinazioa egingarria dela eta gainera konbinazio hori eredu bakoitzaren abantailak ateratzeko moduan egin daitekeela frogatzen saiatuko gara (§ III.4.2).

III.4.1 Formalismoen konparazioa

Jatorriz eta helburuz oso desberdinak diren formalismoak konparatzeko, analisi sintaktikoaren zenbait problemari ekiteko gaitasuna aztertuz egingo dugu (ikus III.10 taula). Problema horiek analisi sintaktikoaren arazo orokorrak direnez, formalismo bakoitzak bere erara tratatuko ditu; batzuk modu errazean, formalismoaren diseinuan problema horiek kontuan hartu zirelako; beste batzuk, ordea, diseinu-fasean arazo horri erreparatu ez ziotelako edo, moldaketen bidez tratatu behar izan ditu. Horregatik esan behar dugu formalismoak ez direla egokiak edo desegokiak orokorrean, aplikazio konkretuen arabera baizik.

	MG	**Baterakuntzan oinarritutako gramatika**	**XFST**
Analisia egiteko unitatea	hitza	morfema/hitza/ osagai sintaktikoa	morfema/hitza/ osagai sintaktikoa
Egitura sintaktiko konplexuak erabiltzeko ahalmena	-	+	-
Osagai sintaktikoen arteko komunztadura	+	++	+
Desanbiguazio-murriztapenak adierazteko ahalmena	+	-	+
Patroi sintaktikoak adierazteko ahalmena	+	-	++
Eraginkortasuna	+	+?	+?
Esaldiaren analisi sintaktiko osoa	-	gramatika osoa	+

III.10 taula. Sintaxiaren tratamendurako garatutako tresnen ezaugarriak.

Aipa ditzagun modu laburrean ezaugarriekiko baliagarritasuna:

?? Analisia egiteko oinarrizko unitatea. MGk hitza soilik onartzen du analisia egiteko, eta honek problemak sortzen ditu kasu batzuetan, hitza baino harantzagoko osagaiak tratatu behar direnean, hitz anitzeko unitateak (hitz anitzeko unitatea anbiguoa denean gehienbat, hitz solteak edo unitate osoa hartzeko aukera dagoenean) edo osagai sintaktikoak adibidez. Baterakuntza-gramatikan eta egoera finituko gramatikan ez dago inolako arazorik edozein informazio mota erabiltzeko, ahalmen deskriptibo handiagoa dutelako.

?? Egitura sintaktiko konplexuak erabiltzeko ahalmena. Baterakuntzak egitura hierarkiko konplexuak deskribatzeko ahalmena du, eta hauek beharrezkoak dira tratamendu-mota askotan (morfosintaxia kasu). MG eta egoera finituko gramatiketan, berriz, deskribapen sekuentzialak erabili behar dira. Ikuspuntu linguistikotik askotan egitura hierarkikoak behar izaten direnez, azken bi sistema mota hauetan moldaketak edo sinplifikazioak egin behar izaten dira.

?? Osagai sintaktikoen arteko komunztaduren egiaztapena. Honekin formalismoek komunztadura tratatzeko duten erraztasuna neurtu nahi dugu. Gure ustez, kasu honetan baterakuntza da ahaltsuena, ekuazio sinple baten bidez egiaztapen konplexuak egin daitezkeelako baterakuntzari esker. Adibidez, aditza eta osagai baten arteko komunztadura '`X1/kom <=> X2/obj/kom`' moduko ekuazio bat erabiliz defini daiteke, eta horrek `kom` ezaugarriaren barruko informazio guztia bat etortzea egiaztatuko du, horien artean kasua eta numeroa (`kom/kas` eta `kom/num`), balio posible guztientzat. MG eta egoera finituko formalismoetan, ordea, bi osagaien arteko kasuaren adostasuna ziurtatzeko balio posible guztien zerrendatzea egin behar da (biak absolutibo izan edo biak ergatibo edo ...).

Ondorioz esan behar dugu hiru formalismoekin adieraz daitezkeela mota horretako egiaztapenak, baina baterakuntzaren ahalmen espresiboari esker era trinko eta irakurgarriagoan egin daitekeela baterakuntzan oinarritutako formalismoetan. Aspektu hau garrantzitsua da tratamendu sintaktiko orokorrerako eta are gehiago gure kasuan tratatu nahi ditugun komunztadura-erroreetarako.

?? Desanbiguazio-murriztapenak adierazteko ahalmena. MG eta egoera finituko sintaxia bereziki landu dira patroien bidezko prozesuak deskribatzeko, eta horien artean desanbiguazioa da garrantzitsuenetariko bat. Horregatik, bi formalismo hauek egokiak dira desanbiguaziorako. Testuingururik gabeko gramatika eta baterakuntzan oinarritutakoak, aldiz, mekanismo sortzaileak dira, osagai sintaktikoak noiz zilegi diren adierazteko, aukera anitzen sorkuntza ekiditeko modurik gabe. Horregatik, gramatikei beste mekanismo batzuk gehitu zaizkie, gramatika estatistikoak erabiliz (Briscoe eta Carroll 1993, Collins

1997) edo analisia determinista bihurtzeko prozedurak gehituz (Marcus 1980, Hermjakob eta Mooney 1996).

?? Patroi sintaktikoak adierazteko ahalmena. Patroiak definitzea ezinbestekoa da edozein aplikaziotarako. Testuingururik gabeko gramatikekin gertaera linguistiko orokorrak deskriba daitezke, baina maiz gertatzen diren osagai sintaktiko askok (hitz anitzeko unitateak edo kokakidetzak, adibidez) ez dituzte arau orokor horiek betetzen. MG eta egoera finituko sintaxia oso egokiak dira horretarako. Gure kasuan lehentasun handikoa da aspektu hau, buruan dauzkagun bi aplikaziotan, azpikategorizazio-informazioaren erauzketan eta erroreen tratamenduan, patroien erabilpena beharrezkoa ikusten dugulako (ikus IV. eta V. kapituluak).

?? Eraginkortasuna. Une honetan murriztapen-gramatikaren inplementazioa da azkarrena. Baterakuntzaren tratamendua konplexua denez, berau erabiltzen duten inplementazioak motelagoak omen dira. XFSTren egoera finituko inplementazioa, berriz, azkarra omen da. Gure esperimentuetatik atera ditugun neurriak emango ditugu ondoren, baina badakigu tresnen bidezko konparazioa egiteko problema beraren gainean egin beharko litzatekeela.

Gure esperimentuetan MG segundoko mila hitzetik gora analizatzeko gai da. Baterakuntza-analizatzailearekin egindako probetan hamabost hitz segundoko lortu ditugu analizatzailearen oraingo egoeran, baina lehenago esan dugu oraindik abiadura azkartzeko aukera anitz dagoela, magnitude-ordena batekoak edo gehiago, (Kiefer *et al*. 1999) lanean aipatzen den antzera. Egoera finituko analizatzailearen kasuan, une honetan motelena da, segundoko lau hitz tratatzea lortu dugula. Dena dela, hori gure inplementazioaren ezaugarritzat hartu behar dugu, momentuz gramatikaren deskribapenean jarri dugulako arreta nagusiki, eta etorkizunerako espero dugu irabazpen handia lor daitekeela. Edozein kasutan ere, aspektu hau oraindik esperimentatzeko gaia da, eta gogoan izan beharko dira agertzen diren arazoak (Tapanainen 1997, Beesley 1998a).

?? Esaldiaren analisi sintaktiko osoa (*chunk*-en egituraketa). Lehenago esan dugu testu errealetako esaldiak analizatzeko hartu dugun hurbilpena osagai partzialen analisia egitea dela. Honen abantaila nagusiak bi dira: osagai partzialak erabilgarriak direla zenbait aplikaziotarako eta gainera analisi partzial horiek analisi osoa egiteko abiapuntua izan daitezkeela, modulartasuna lortuz. Osagai partzialen lehen pauso hau izen-sintagma, adizlagun, aditz-multzo eta mendekoen mailan definitu dugu. Puntu honetan analisi partzial horretatik aurrera jarraitzeko bideragarritasuna ebaluatu nahi dugu, ondorengo urratsetan esaldi osoen analisiari ekiteko. MGren aldetik muga bat ikusten dugu, hitz-mailan definituta dagoelako batetik eta bestetik formalismoa desanbiguaziorako bideratuta dagoelako hein handi batean. Horregatik, formalismoaren asmatzaileak egoera finituko formalismora pasa ziren analisi osoa egiteko, *Functional Dependency Grammar* izeneko formalismora

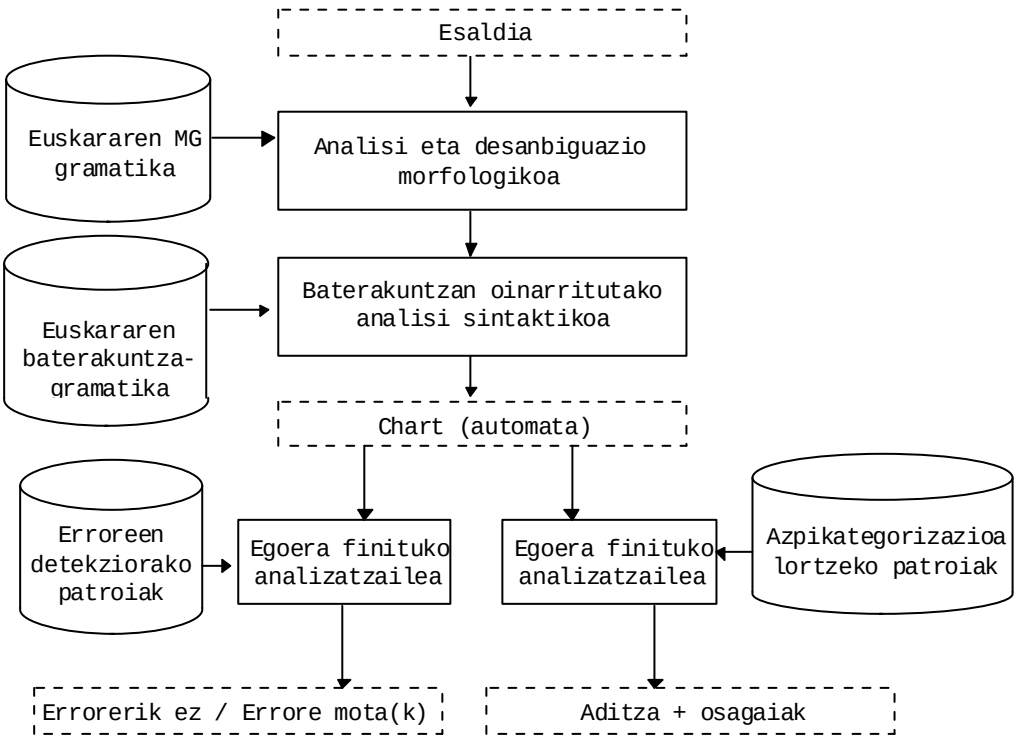
(Järvinen eta Tapanainen 1998). Baterakuntza-gramatiken ikuspuntutik badago jarraitzea gramatika osorantz (Briscoe eta Carroll 1993), baina arazoak egongo dira estalduran (testu errealetako esaldi guztiak analizatzeko zailtasuna) zein anbiguotasunaren gorakadan (normalean mekanismo estatistikoak gehitu behar izan dira, horrek lotuta dakarren corpus etiketatuen beharrarekin).

III.4.2 Formalismoen integraziorako ereduak

III.10 taulan ikusi ditugu formalismo bakoitzaren alde sendoenak. Formalismoak konbinatuz tresna ezberdinen abantailen gehitzea lor daiteke, eta puntu honen xedea zenbait konbinazioren azterketa egitea da. Hasteko, hiru tresnen aplikazio sekuentziala aztertuko dugu, hori baita gure aplikazioak lantzeko erabili duguna (§ III.4.2.1). Ondoren, beste aukera batzuk aurkeztuko dira (§ III.4.2.2).

III.4.2.1 Tresnen aplikazio sekuentziala

Tresnak konbinatu eta erabiltzeko aukera asko egonda ere, gure kasuan tratamendu sintaktikoari ekiteko sistema oso baten diseinuan ari garenez, proposamen desberdinen artetik aukera bat egin dugu, egoera finituko tratamendua baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen ondoren egiteko (ikus III.20 irudia), eta hau izango da atal honetan aurkeztuko duguna.



III.20 irudia. Analisi sintaktikoaren tratamendurako antolaketa sekuentziala.

Antolaketa honek zenbait abantaila izango ditu (ikus III.11 taula):

?? Murriztapen-gramatika aplikatuko den lehen tresna izango da. Honen arrazoi nagusia anbiguotasun morfosintaktikoa ezabatzea da, horrela ondorengo tresnei lan handia kentzeko.

?? Baterakuntza-gramatikaren bidez sortutako egitura sintaktikoak erabili ahal izango dira egoera finituko patroien bidez. Lehen esan dugunez, hizkuntza eranskarietan informazio aberatsa dago morfema- zein hitz-mailan, eta horregatik arazoa da hitz soiletan oinarrituta egitura sintaktiko osoei buruzko tratamenduak adieraztea. Adibidez, izen-sintagma bat aipatzeko orduan, zaila da bera osatzen duten hitzen segida posible guztiak zerrendatzea, murriztapen-gramatikan egin behar den moduan. Egitura sintaktikoak sartuz gero, formalismoak eskura izango ditu morfemak, hitzak eta egitura sintaktikoak, kasu bakoitzean egokiena aukeratzeko. Osagai sintaktikoen maila gehitzean, abstrakzio-maila igotzen ari gara, tresnaren ahalmena handituz.

	MG + PATR + XFST
Analisia egiteko unitatea	morfema/hitza/ osagai sintaktikoa
Egitura sintaktiko konplexuak erabiltzeko ahalmena	+
Osagai sintaktikoen arteko komunztadura	+
Desanbiguazioa adierazteko ahalmena	+
Patroi sintaktikoak adierazteko ahalmena	+
Eraginkortasuna	+?
Esaldi analisi sintaktiko osoa	+

III.11 taula. Sintaxiaren tratamendurako gure hurbilpenaren ezaugarriak.

?? Desanbiguazioa. Baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen emaitza aurkeztu dugunean, aipatu dugu esaldi bakoitzeko hainbeste analisi posible aterako direla, eta honen ondorioa anbiguotasun morfosintaktiko zein sintaktikoa izango da. Anbiguotasun hori ebazteko tresna egokia izango da egoera finituko sintaxia, debekuak, iragazkiak edo murriztapenak adierazteko adierazpen erregularren bidez. Lehen aipatu ditugun zenbait sistematan, testuingururik gabeko gramatiken gainean eredu probabilistikoa gehitzen da, analisi anitzak ebazteko. Gure kasuan,

analisi-aukerak baztertzeko murriztapenak erabiliko ditugu. Aukera honetan desanbiguazio morfologikoan gertatu den dikotomiaren paralelotasuna ikus dezakegu: desanbiguazio morfologikoan etiketatzaile estatistikoen eta linguistikoen (murriztapen-gramatika nagusi) banaketa egin da, azken hauek emaitza hobeak lortu dituztela; desanbiguazio sintaktikorako eredu probabilistikoak erabili dira gehienbat, baina gure kasuan ezagutza linguistikoan oinarritutako desanbiguazio sintaktikoa gehitzen ari gara.

?? Aplikazioaren araberako moldagarritasuna. Aplikazioaren arabera, informazio mota desberdinak atera nahi izango dira testuetatik, ondoren ikusiko diren kasuetan bezala. Adibidez, aditzen azpikategorizazioari buruzko informazioa ateratzeko (ikus IV. kapitulua), izen-sintagmak, adizlagunak eta mendeko esaldiak interesatuko zaizkigu, baina errore sintaktikoen detekziorako (ikus V. kapitulua), esaldi baten egitura orokorra ateratzeko (ikus VI. kapitulua) edo terminoen erauzketarako, aldiz, beste osagai batzuk atera nahiko dira. Adierazpen eta erlazio erregularren bidezko patroiak definituz, helburu horiek lortu ahal izango dira, sistema osoaren malgutasuna eta modulartasuna indartuz. Horrela, baterakuntzan oinarritutako sintaxiak oinarrizko osagai sintaktikoak lortuko ditu, eta egoera finituko iragazkiek informazio horretatik aplikazio bakoitzeko interesgarria dena aukeratuko dute. III.20 irudian landu ditugun bi aplikazio nagusiak bakarrik agertzen diren arren, sistemari beste aplikazioak gehitzea badago, beharrezko diren egoera finituko patroiak definituz. Irudian aplikazio bakoitzeko egoera finituko gramatikak banatuta agertzen dira, baina esan behar da biek neurri handi batean erregela berak erabiltzen dituztela: gertaera linguistiko orokorrak deskribatzeko erregelak berrerabilgarriak izango dira, eta aplikazio bakoitzeko erregela partikularrak definitu beharko dira (errore bat detektatzekoak, adibidez)

Konbinazio sekuentzialaren abantailak lortu ahal izateko, formalismoen arteko sarrera/irteeren moldaketarako lana egin beharko da, bakoitzak analisirako datuen sarrera eta irteera modu ezberdinean dituelako definituta: MGk ezaugarri morfologikoen zerrenda, PATRk ezaugarri-egitura baten moduan eta XFSTk adierazpen erregular edo automata baten moduan. Hurrengo bi puntuetan hiru analizatzaileen arteko komunikazioa definituko da, murriztapen-gramatikaren irteeratik baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen sarrera emateko (§ III.4.2.1.1), eta baterakuntza-analizatzailearen irteeratik XFST formatura pasatzeko (§ III.4.2.1.2). Bide batez, aplikazio sekuentzialaren beste abantaila batzuk azalduko dira.

III.4.2.1.1 Murriztapen-gramatikatik baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikora

Murriztapen-gramatikak analisi morfosintaktikoaren ondorengo informazioa datutzat hartuta, desanbiguazio morfologikoa egikaritzen du, interpretazio-kopurua gutxituz eta kasurik hoberenean hitz-forma bakoitzeko interpretazio bana utziz. Bere irteera, baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen sarrera izango da. Lotura hau egitearen ondorio aipagarrienak hauexek dira:

?? Anbiguotasun-tasa jaisten den heinean, lana kenduko zaio baterakuntzan oinarritutako analizatzaileari, horrela analisi-denbora gutxituz. Honen estimazioak III.12 taulan egin dira. Taulak erakusten du desanbiguazioa eginez gero (MG + estatistikoa) baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen abiadura hirukoiztu egiten dela.

?? Irakurketak kentzearen beste ondorioa batzuetan ez asmatzea da, hau da, desanbiguazio okerrak egitea. Desanbiguazio morfosintaktikoan, lehen esan den bezala, asmatze-tasa %97,86 da, hau da, gutxi gorabehera hitzen %2an errorea gertatzen da. Corpus batean esaldien batez besteko hitz-kopurua 25 bada, horrek esan nahi du ia esaldi erdietan

erroreren bat gertatuko dela. Edonola ere, erroreen larritasuna eta garrantzia neurtzeko aplikazio bakoitzarekin lotutako ebaluazio sakonagoa egin beharko litzateke. § IV.2.3n aditzen azpikategorizazioari buruzko informazioaren erauzketan aurkitutako akatsak aztertuko dira, eta ondoren desanbiguazioan hobetu beharreko aspektuak zehaztuko dira.

?? MGren irteera hitz bakoitzaren interpretazioen etiketa morfosintaktikoen sekuentzia da (adibidez: IZE ABS S). Horiek baterakuntza-gramatikaren sarrera izateko ezaugarri-balio bikoteetara pasa beharko dira (KAT IZE, KAS ABS, NUM S). Prozesu honek ez du inolako zailtasunik eta horregatik ez diogu toki gehiago eskainiko.

	Hitz-kopurua	**Esaldi-kopurua**	**Denbora**	**Hitzak / segundoko**
Murriztapen-gramatika aplikatu barik	22.272	989	4.391 s.	5,07
Murriztapen-gramatika aplikatuta	22.272	989	1.849 s.	12,05
Murriztapen-gramatika eta desanbiguazio estokastikoa aplikatuta	22.272	989	1.483 s.	15,01

III.12 taula. MG eta baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikoen exekuzio-denbora.

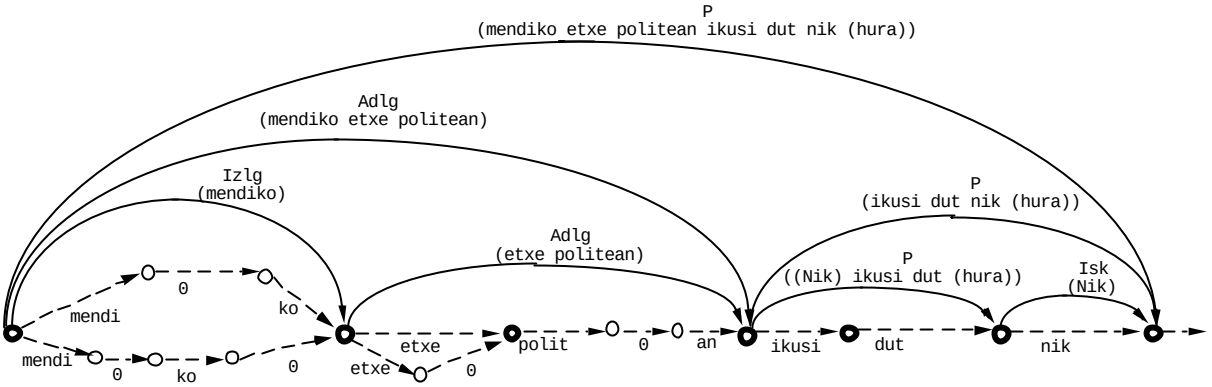
III.4.2.1.2 Baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikotik egoera finituko sintaxira

III.21 irudian agertzen da *chart*-a, baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen emaitza. Lehenago esan bezala, hemen dagoen informazioa erabiliko da ondorengo aplikazioetan. Ikusten denez, maila linguistiko ezberdinak agertzen dira irudi horretan, datu-base lexikaleko osagaietatik hasita, tarteko osagai sintaktikoetatik pasatuz, maila altuagoko osagai sintaktikoetara iritsi arte (esaldia, izen-sintagmak, adizlagunak edo mendeko perpausak). Pentsa liteke, ezagumendu sintaktikoa erabiliko dituzten tresnek goi-mailako osagaiak beharko dituztenez, besteak bazter litezkeela, baina hori ez egiteko bi arrazoi aurkitu ditugu:

?? Aplikazio bakoitzak osagai mota ezberdinak hartuko ditu. Horrela, errore sintaktikoak detektatzeko morfema bati buruzko informazioa interesgarria izan liteke, bestela errore horrek ez duelako onartzen zilegi den analisi sintaktiko bat.

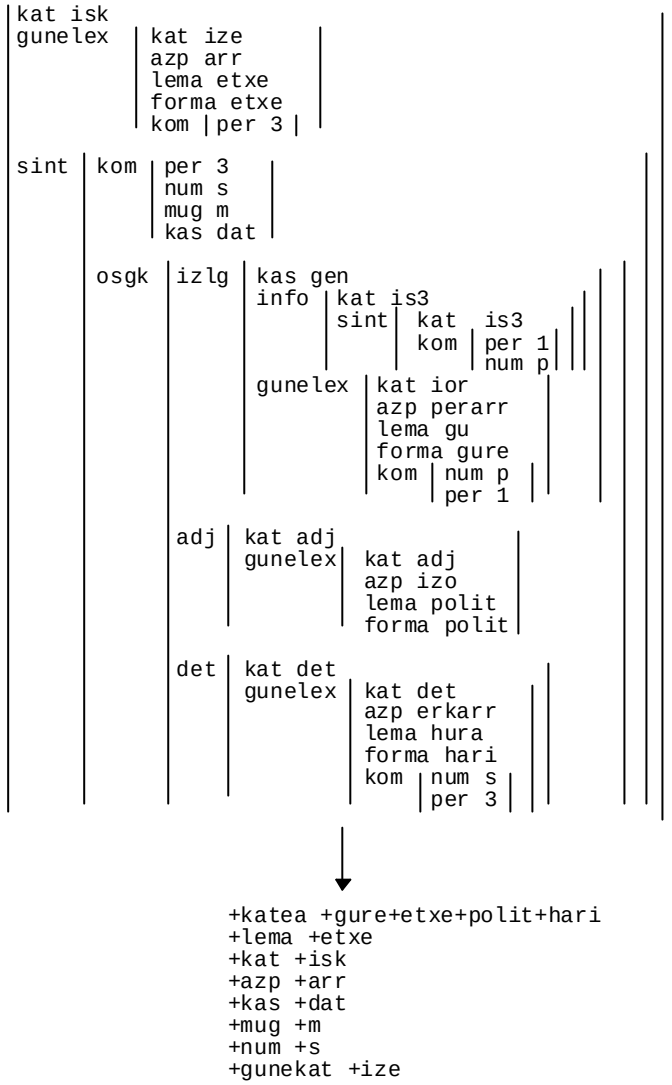
?? Nahiz eta analizatzailea sendoa izan, corpusen gainean erabiliz gero beti agertzen dira gramatikaren bidez tratatzen ez diren fenomenoak: akats ortografiko eta sintaktikoak, hitz ezezagunak, hitz anitzeko osagaiak edo gramatikan sartu gabeko osagai sintaktikoak. Gainera, hauen estaldura gero eta zabalagoa izango dela jakinda ere, beti egongo dira gramatikaz kanpoko elementuak. Beraz, analizatutako esaldietan ondo analizatutako osagaiak guztiz analizatu ez diren osagaien zatiekin tartekatuko dra. Horregatik *chart* osoa dagoen bezala mantentzea izan da hartu dugun erabakia, eta informazio aberats

horretatik aplikazio bakoitzak berak behar duena aukeratuko du, debekuak edo iragazkiak adieraziz.



III.21 irudia. Baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikoaren irteeraren adibidea.

Osagai guztien informazioa mantentzearen erabakia hartu eta gero, beste arazo bat agertzen zaigu, baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen irteera ezaugarri-egitura delako, eta egoera finituko analizatzailearen sarrera automata bat delako. Ezaugarri-egituren bidez informazio egituratua kodetzen da, eta gainera ez dago arazorik informazio berria gehitzeko baterakuntzaren bidez. Horrez gain, ezaugarrien arteko ordenak ez du garrantzirik. Automatetan, aldiz, ordena zehaztu behar da, eta informazio berria gehitzea ezinezkoa da, transduktoreen bidez ez bada, eta kasu honetan era nahiko mugatuan. Arrazoi hauengatik, itzulpen-prozesua egin beharko da, ezaugarri-egituretatik (egituratuak) automata sekuentzial eta lauetara pasatzeko. Osagai sintaktikoen ezaugarri-egituretan, lehen azaldu dugunez, informazio aberatsa kodetu da, horrela aplikazio bakoitzean behar dena aukeratu ahal izateko. Momentuz orain arte aztertu ditugun aplikazioetan behar den informazioa bakarrik aterako dugu, jakinda beste informazio berria sartzeko ere arazorik gabe egin ahal izango dela.



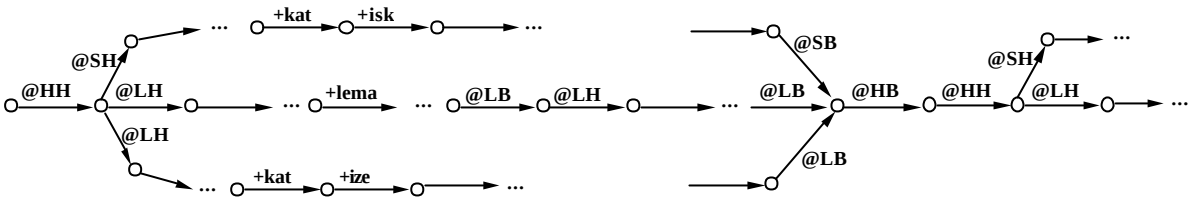
III.22 irudia. '*gure etxe polit hari*' izen-sintagmaren ezaugarri-egitura (goian) eta bere bihurketa egoera finituko automata batera (behean).

III.22 irudian ikusten denez, ezaugarri-egituraren informazio osotik informazio jakin bat baino ez da atera (une honetan bi mailatako forma, lema, kategoria, azpikategoria, kasua, mugatasuna, numeroa eta gunearen kategoria, izen-sintagma eta adizlagunetan; esaldi-mailako osagaietan mendekoen mota, mendekoen atzizkia eta aditz mota emango dira). Definitu dugun egoera finituko notazioan ezaugarria-balioa bikoteak daude, eta hemen ordenak garrantzia du. Ezaugarria eta balioak bereizteko '+' ikurra erabili dugu, irakurketa erosoagoa egingo duelako.

Ikurrak	Esanahia
@HH @HB	hitzen arteko mugak (hitzaren hasiera eta bukaera)
@LH @LB	morfemen arteko mugak (morfemaren hasiera eta bukaera)
@SH @SB	osagai sintaktikoen arteko mugak (osagai sintaktikoaren hasiera eta bukaera)

III.13 taula. Osagai lexikal/sintaktikoak bereizteko ikurren esanahia.

Ezaugarri-egitura bakoitza nola kodetuko den erabaki ondoren, osagai sintaktiko eta lexikalak bereizteko beste ikur bereziak definitu ditugu, horrela lortzen den informazioa tratagarriagoa egiteko. III.13 taulan agertzen denez, hitzaren mugak, sintagmen mugak eta morfemen mugak bereiztu egin dira, une batean jakiteko zer moduko osagaia aztertzen ari garen. Era horretan, analisien automatak III.23 irudian agertzen diren modukoak izango dira.



III.23 irudia. Egoera finituko automaten forma.

Automata hori zeharkatuz, esaldiaren irakurketa desberdinak aterako dira. Esaldi bakoitzeko irakurketa asko egongo denez, lehen lan bat desanbiguazioa eta behar den informazioaren aukeraketa izango da. Markaketarako ikurrak erabili direnez, irteera III.9 adibidean agertzen den bezalakoa izango da. Irakurtzeko zaila egiten denez, bere gainean iragazkiak aplikatuko dira informazioa formatu irakurgarriagoan emateko.

```
@HH@SH+katea+gure+etxe+polit+hari+sar+gureetxepolithurai+lema+etxe+kat+isk+azp+arr+kas+dat+m
    ug+m+num+s+gunekat+ize@SB@HB@HH@LH+katea+.+sar+.+lema+.+kat+punt_punt
    +gunekat+punt_punt@LB@HB
```

III.9 adibidea. Egoera finituko automataren irakurketa bat (*'gure etxe polit hari.'*).

III.4.2.2 Formalismoen konbinaziorako beste aukera batzuk

Gure aplikazioetan erabili dugun hiru formalismoen konbinazio sekuentziala azaldu ondoren, hemen labur azalduko ditugu beste proposamen batzuk, interesgarriak ikusten ditugulako edo beste sistema batzuetan erabili direlako:

?? MG eta egoera finituko sintaxiaren konposizio sekuentziala. MGk desanbiguazioa baino harantzago joateko dauzkan arazoak ekiditeko, bere aplikazioaren ondoren egoera finituko sintaxia proposatu da zenbait lanetan (Koskenniemi *et al*. 1992, Järvinen eta Tapanainen 1998). Bide honetatik MGk desanbiguazioa eta oinarrizko unitate sintaktikoak ezagut ditzake, ondoren sintaxi osoari ekiteko.

?? MG eta baterakuntzan oinarritutako sintaxia. MGren bidez egindako aplikazio bat izen-sintagma, adizlagun eta aditz-kateen markaketa izan da (Arriola 2000), baina osagai horien barruko elementuen konbinazioa ez dago deskribatuta (hau da, izen-sintagma batean determinatzaileak, adjektiboak eta hitz-elkarketak egon litezke, eta gunea zein den erabakitzea ez da sinplea izaten). Horregatik, ideia interesgarri bat MG sintagma horien mugak markatzeko erabiltzea da eta baterakuntza-gramatikak osagai horien analisi sintaktiko sakona egitea, ezaugarri-egitura batean sintagma horren elementu nagusien egitura hierarkikoa lortzeko. Modu horretan baterakuntzaren abiadura hobe liteke, bakarrik MGk aurreprozesatutako egiturak aztertuko direlako, eta optimizazioak aplika daitezkeelako (*top-down prediction* edo *determinization*).

?? Aurreko azalpenetan tresnen konbinazio sekuentzialak aztertu ditugu, baina badaude atera berri diren ideiak analizatzaile sintaktiko ezberdinen irteerak konbinatzeko (Brill *et al*.

2000), analizatzaile-mota bakoitzaren ekarpena ahalik eta modu onenean erabiltzeko (adibidez, botoen teknikaren bidez). Metodo hauetan oraindik asko ikertu behar da, eta erabilgarriagoak izango dira ingelesa bezalako hizkuntzentzat, tresna ugari landuta daudelako, baina euskararen tratamendurako egin diren tresnekin probatzea ere interesgarria izango da.

III.4.3 Irteeraren TEI deskribapena

Aplikazio desberdinek tresna linguistikoen emaitzak erabiltzeko nahitaezkoa da emaitza horiek definizio formal bat izatea, horrela kodeketa-modu partikularren arazoa gaindituz. Ideia honekin, morfosintaxiaren kasuan egin dugun bezala, TEI gidalerroen araberako sintaxiaren emaitza adierazteko definizio formalizatuak landu ditugu (Artola *et al*. 2000). Era horretan, zenbait aplikazio desberdinek analizatzaile sintaktikoaren emaitzak jaso ahal izango dituzte, kasu bakoitzeko informazio-iragazleak erabiliz.

Gure sisteman konbinatutako hiru analizatzaile mota direla eta, aukera desberdinak daude emaitza ateratzeko. Alde batetik, saioak egin dira murriztapen-gramatikaren emaitzen gaineko unitate sintaktikoak ateratzeko hiztegi-definizioen analisian (Arriola *et al*. 1999, Arriola 2000). Beste alde batetik, PATR analizatzailearen irteera atera liteke, baina esan dugu honek anbiguotasun handia izango duela, eta zailtasunak egon litezke informazio hori tratatzeko. Ideia interesgarriagoa iruditzen zaigu sistema konbinatuaren azken emaitzatzat zenbait informazio mota eskaintzea, aplikazioaren arabera gehiago zehaztu beharko direnak. Adibidez, izen-sintagmak, adizlagunak, aditz-multzoak eta mendeko perpausen berri eman daiteke, XFST tresnaren bidez beharrezkoak diren iragazleak definitzen badira. Honetarako TEI estandarraren araberako definizioak prestatu ditugu, III.14 taulan agertzen diren informazio motak kodetzeko. III.10 adibidean esaldi baten osagaien adibide bat ikus daiteke.

Ezaugarriak	**Deskribapena**
kategoria, azpikategoria	kategoria sintaktikoak (izen-sintagma, adizlaguna, ...)
kasua, numeroa, mugatasuna	izen-sintagma eta adizlagunekin
oina	osagai sintaktikoaren oinarrizko elementu lexikala eta bere ezaugarriak
ergatibo, absolutibo, datibo	aditz batek azpikategorizatutako osagaiei buruzko informazioa
adizlagunak	aditz baten adjuntuen informazioa
adjektiboak	izen-sintagma edo adizlagunen izenondoak eta izenlagunak

III.14 taula. Analizatzaile sintaktikoaren emaitzen informazioa.

Bestalde, TEI estandarren definizioak tresna desberdinen arteko informazioa deskribatzeko erabiltzea oso interesgarria ikusten dugu, eta etorkizunerako pauso garrantzitsutzat jotzen dugu. Une honetan hasiak gara hauen definizio formalen prestaketan. Adibidez, baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen TEIren bidezko deskribapen formala erabiliz, testuen gaineko unitate sintaktikoak aztertzeko tresna grafikoaren garapenean proiektu bat hasi dugu. Osagai sintaktikoak markatzeaz gain, tresnak osagai sintaktiko eta morfosintaktikoen barruko barne-egitura edo zuhaitza atera ahal izango du.

```
<text>
<body>
<p>
```

```
<fs type="osagai-sintaktikoa">
  <f name="ezaugarriak">
    <fs type="ezaugarri-lista">
      <f name="kat"><sym value="isk"></f>
      <f name="mug"><sym value="mg"></f>
      <f name="num"><sym value="s"></f>
      <f name="per"><sym value="1"></f>
      <f name="kas"><sym value="erg"></f>
      <f name="FSL" org="list">
       <sym value="@subj">
      </f>
    </fs>
  </f>
        <f name="oina">
          <fs type="lema">
            <f name="twol"><str>ni</str></f>
            <f name="sarrera">
              <fs type="gako">
                <f name="Sarrera"><str>ni</str></f>
              </fs>
            </f>
            <f name="ezaugarriak">
              <fs type="ezaugarri-lista">
                <f name="kat"><sym value="ior"></f>
                <f name="azp"><sym value="perarr"></f>
                <f name="per"><sym value="1"></f>
                <f name="plu"><sym value="minus"></f>
              </fs>
            </f>
          </fs>
        </f>
</fs>
```

nik

```
<fs type="osagai-sintaktikoa">
  <f name="ezaugarriak">
    <fs type="ezaugarri-lista">
      <f name="kat"><sym value="isk"></f>
      <f name="mug"><sym value="m"></f>
      <f name="num"><sym value="s"></f>
      <f name="per"><sym value="3"></f>
      <f name="kas"><sym value="abs"></f>
      <f name="FSL" org="list">
       <sym value="@subj">
       <sym value="@obj">
      </f>
    </fs>
  </f>
        <f name="oina">
          <fs type="lema">
            <f name="twol"><str>etxe</str></f>
            <f name="sarrera">
              <fs type="gako">
                <f name="Sarrera"><str>etxe</str></f>
              </fs>
            </f>
            <f name="ezaugarriak">
              <fs type="ezaugarri-lista">
                <f name="kat"><sym value="ize"></f>
                <f name="azp"><sym value="arr"></f>
              </fs>
```

etxea

```
            </f>
          </fs>
        </f>
  </fs>
...

</p>
</body>
</text>
```

III.10 adibidea. Esaldi baten osagai sintaktikoak TEI definizioak erabiliz (*nik* eta *etxea* izen-sintagmak agertzen dira).

III.5 Ondorioak

Tesi honen hirugarren kapituluan euskararen sintaxi konputazionalaren tratamenduan egindako lana aurkeztu dugu. Sintaxiaren mundua zabala da eta horregatik hasieratik lan honen mugak zehazten saiatu gara. Hauek izan dira gure hasierako helburuak:

?? Sintaxirako tresna erabilgarriak lortzea. Alde teorikotik eta esaldi konplexuen egitura sakona lortu baino, gure asmoa testu errealetako esaldien tratamendua izan da. Horrek ez du esan nahi teoria linguistikoa albo batera utzi eta inplementazio-kontu hutsekin aritu garela, lan hau guztia hizkuntzalariekin batera egin dugu eta.

§ III.1.1.1en aipatu dugunez, bi dimentsiotan (lengoaiaren teoria versus lengoaia naturalaren prozesamendua, esaldien analisi osoa versus analisi partzialak) dauden elkarren kontrako muturren arteko aukera egin behar izaten da. Abaitua-k (1988) sakonean egindako LFG gramatikaren ezaugarri bat lexikoi txiki eta oso konplexua erabiltzea da, oraingo baliabide lexikaletatik urrun, aplikaziorako eremu oso mugatua emanez. Guk testuetako oinarrizko unitate sintaktikoen deskribapenari ekin diogu, jakinda hori gramatika oso baten lehen pausoa besterik ez dela, baina era berean aplikazioei bidea irekiz. Bestalde, egindako lan gramatikalaren oinarri linguistikoa sendoa izan da, epe luzerako asmoa dugulako, eta horregatik aztertutako fenomenoen tratamendua ahalik eta era sakon eta zorrotzenean deskribatzen saiatu garelako.

?? Lehendik sortutako baliabide linguistikoen berrerabilpena. Aurrekoarekin lotuta dagoen arren, aspektu hau puntu berezi batean aipatzeak merezi duela uste dugu, taldean egindako lanaren adierazgarri delako. Horregatik esan behar dugu lan hau lengoaia naturalaren prozesamendurako IXA taldearen barruan kokatu behar dela. Talde honek euskararen tratamendurako oinarri sendoak sortu ditu, horien artean lan honetan erabiliko diren Euskararen Datu-Base Lexikala eta euskararen bi mailatako morfologiaren bidezko segmentatzaile morfologikoa. Esan behar dugu ere momentuz ez daudela eskuragarri beste baliabide garrantzitsu batzuk, sintaktikoki etiketatutako corpusen modukoak. Arrazoi honengatik nagusiki ez diogu heldu analisi sintaktiko estatistikoari.

Horiek kontuan hartuta, ondokoak ditugu sintaxian egindako lanaren ekarpen aipagarrienak:

?? Euskararen murriztapen-gramatikaren aplikazioa eta euskararen desanbiguazio morfosintaktikorako tresna. Tresna erabilgarria lortu da, une honetan zenbait aplikaziotan erabiltzen ari dena. Gainera, lan honek MG formalismoaren egokitasuna frogatu du euskararen moduko hizkuntza eranskarietan, lortutako emaitzak ingeleserako ateratakoekin konparagarriak direla erakutsi delako. Egindako lana alde linguistikotik sakonean aztertzen da Arriola eta Aduriz-en tesietan (2000).

?? Euskararen baterakuntzan oinarritutako gramatika partziala idatzi da, eta beretzako analizatzaile sintaktiko sendoa inplementatu da. Gramatika estaldura ertainekoa da, eta esaldien oinarrizko fenomenoak tratatzen ditu, horien artean izen-sintagmak, adizlagunak, esaldi sinpleak eta mendeko perpausak. Testu errealetako esaldi osoen analisiak askotan lortzen ez diren arren, ateratako osagai sintaktikoak baliagarriak dira aplikazio-multzo handi baterako. Indar handiena gramatikaren garapenean jarri den arren, analizatzailea gai da testu-sorta handiak modu eraginkorrean aztertzeko, nahiz eta oraindik abiadura azkartzeko bide zabala egon.

?? Euskararen egoera finituko sintaxiaren bidezko tratamendua ere landu dugu, hurbilpen honen ekarpena frogatuz. Lortutako gramatikaren bidez anbiguotasuna landu daiteke (MGren zenbait arazo gaindituz), goi-mailako osagaien konbinazioa lortzeko aukerarekin batera.

?? Tresna isolatuez aparte, tresnen konbinaziorako ereduak aztertu ditugu, formalismo bakoitzaren abantailak biltzeko asmotan. Hain zuzen ere, hiru tresnen aplikazio sekuentziala inplementatu eta probatu dugu. Erabilpen sekuentzialaren bidezko aplikazioak landu ditugu aditzen azpikategorizazio-informazioaren erauzketan eta errore sintaktikoen tratamenduan. Bietan emaitza onak lortu ditugu (ikus IV., V. eta VI. kapituluak).

Ekarpen horiek guztiak kontuan hartuz, esan behar dugu pauso hauek sintaxi osoaren tratamendurako lehenengoak izan direla, eta etorkizunean egiteko lan ugari aurreikusten dugula:

?? *Bootstrapping* lexikala eta sintaktikoa. Oinarrizko baliabide sintaktikoak lortu ondoren aurrera eraman daitekeen pauso bat oinarrizko tresna horiek informazio lexikal eta sintaktikoen azterketarako erabiltzea da. Lan hori eskuz, automatikoki edo era mistoan egin daiteke. Adibidez, patroi sintaktikoen maiztasunak atera litezke, edo aditzen azpikategorizazio-patroiak eta hitzen arteko erlazio semantikoak (jakinda askotan patroi sintaktikoetan oinarritzen direla, aditza eta osagarrien artean bezala). Aberasketa hori, beraz, modu iteratiboan garatu daiteke, pauso bakoitzean aurrekoan sortutako lexikoi eta analizatzaileak erabiliz, gero eta doitasun eta fidagarritasun altuagoaz. Era horretan, sintaxiaren tratamenduan gailentzen ari den lexikalizaziorako joera integratu ahal izango da (Satta 2000). Honi buruzko lehen urratsak IV. kapituluan azalduko dira.

?? Informazio lexikal osatuagoak lortzen diren heinean, orain arteko sintaxiaren zabalpena egin ahal izango da. Azpikategorizazioaren integrazioa funtsezko pausoa izango da, esaldi nagusi eta mendekoen arteko erlazioen deskribapenarekin batera. Bi bide nagusi ikusten ditugu honetarako:

?? Baterakuntzan oinarritutako teoria linguistikoen (HPSG edo LFG) euskararen gramatikaren diseinua eta inplementazioa tratatu ahal izango da. Hori interesgarria da, ez ikuspuntu linguistikotik bakarrik, azken aldian formalismo horien testu errealen tratamendurako arazoak gainditzen ari direlako, eta gero eta bideragarriago delako estaldura zabaleko gramatiken garapena (Kiefer *et al*. 1999, Butt *et al*. 1999, Kiefer eta Krieger 2000).

?? Teoria linguistiko formal horiek jarraitu gabe, gehiago testu errealen analisira jotzea. Hori egiteko eredu gehienak mendekotasun-egituren bidezkoak dira. Maiz aipatu da mendekotasun-egiturak egokiagoak direla osagaien ordena libreko lengoaien tratamendurako (Skut *et al*. 1997, Järvinen eta Tapanainen 1998, Oflazer *et al*. 1999ab, Basili *et al*. 2000). Abantailen artean azpikategorizazioaren tratamendu sinpleagoa eta sintaxia eta semantikaren egituren arteko integrazio errazagoa aipatu dira. Dena dela, aspektu honen gainean oraindik ikerketa sakona egin beharko da.

?? Sintaktikoki etiketatutako corpusen edo *treebank*-en garapena oso interesgarria ikusten dugu, informazioa ateratzeko zein tresnen ebaluaziorako oso lagungarria izango baita. Ezin da ahaztu, dena dela, corpus horiek lortzeko beharrezkoa den lan handia, gurea bezalako talde txiki batean ondo neurtu behar dena. Gure kasuan, etiketatze hori hedatzen ari den mendekotasun-erlazioen bidetik ikusten dugu (Carroll *et al*. 1999).

?? Albo-ondorioa kontsidera daitekeen arren, interesgarria izango da analisi sintaktikoak desanbiguazio morfologikoan duen eraginaren azterketa. Baterakuntzan oinarritutako analizatzaileak ez du sekula aukerarik baztertzen, baina egoera finituko gramatikan desanbiguaziorako murriztapenak eta debekuak adierazi dira, bukaeran esaldi bakoitzeko aukera bakarra uzten saiatuz. Frogatu gabe dagoen arren, gure hipotesia da osagai sintaktiko osoak erabili ahal izateak desanbiguazioaren tratamenduan ere onurak izango dituela.

BIGARREN PARTEA: APLIKAZIOAK

IV Azpikategorizazio-informazioaren erauzketa

Aurreko kapituluan, euskararen tratamendu sintaktikoari buruz hitz egin dugunean, aditzen azpikategorizazioari buruzko informazio-eza sintaxian eta semantikan lanean jarraitzeko lehen oztopoa dela arrazoitu dugu; bai azterketa teorikoak egiteko momentuan bai lengoaia naturalaren aplikazioak ateratzeko orduan. Gainera, garatu ditugun tresnak direla eta, egoera egokian gaude gure baliabide linguistikoak modu automatikoan aberasteko, analizatzaile/desanbiguatzaile morfosintaktikoa eta azaleko analizatzaile sintaktikoak erabilgarri daudelako.

Modu honetan baliabide linguistikoak era iteratiboan garatu ahal izango dira, *bootstrapping* deitu ohi den teknika erabiliz: hasierako baliabideen bidez lor daitekeen informazioak baliabide berak hobetzeko balio dezake, modu iteratiboan aberasketa-prozesu bat definituz. Honen adibidetzat (Kuhn *et al*. 1998, Briscoe eta Carroll 1997) aipa daitezke, beste lan batzuen artean.

Gure kasuan, bi ikuspuntutatik dugu interesa tresna horien erabileran. Aurrenik, aditzaren azpikategorizazioaren azterketa teorikorako datu-base baten sorkuntzan (Aldezabal 2000), tresna informatiko eta linguistikoak erabil daitezke corpusetatik ezagutza ateratzeko, alde teorikotik lortutako informazioa egiaztatzeko edo aukera berriak proposatzeko. Bigarren, era horretan euskararen EDBL datu-base lexikalaren informazioa osatzen joan nahi dugu, aditzei sintaxia eta semantikarekin lotutako informazioa gehituz, informazio hori ezinbestekoa baita analizatzaile sintaktiko/semantikoen emaitzak hobetzeko. Kapitulu honetako edukia (Aldezabal *et al*. 1998, Aldezabal *et al*. 1999c, Aldezabal *et al*. 2000) artikuluetan argitaratu da.

Ondorengo ataletan, beste hizkuntzetan aditzen azpikategorizazioari buruzko informazioa lortzeko egin diren sistema eta proiektu nagusiak aztertu (§ IV.1) eta gero, euskararekin egin dugun lanaren berri emango da (§ IV.2), hasieran problemaren definizioarekin (§ IV.2.1) eta ondoren inplementatutako tresna azaltzeko eta lehen emaitzak aurkezteko (§ IV.2.2, IV.2.3).

IV.1 Beste lan batzuen azterketa

Lexikoi konputazionalak osatzeko ahaleginak aspalditik egin dira. Hasiera batean informazio hori hiztegien bertsio elektronikoetatik (*Machine Readable Dictionaries*, MRD) edo hizkuntzalarien eskuzko lanari esker lortzen bazen ere, lanaren konplexutasun eta zabaltasunak kasu askotan ezagumendu hori era inplizitu edo esplizituan kodetuta duten testu-corpusak erabiltzea bultzatu du. Hauek dira gai honi buruzko proiektu interesgarrienetako batzuk:

?? Eskuzko metodoak. *Comlex Syntax* proiektuak (Grishman *et al*. 1994, Macleod *et al*. 1998) ingelesaren ezaugarri sintaktikoak kodetzeko estaldura ertaina/zabaleko lexikoi konputazionala (38.000 lema) lortzea du helburu. Kodetzeko informazioan azpikategorizazioarenari eman diote arreta berezia. Erabilitako metodo nagusia eskuzko lana da, hizkuntzalariek egina, honen aldeko arrazoi nagusiak metodo automatikoen bereizketa finetarako murriztapenak eta maiztasun gutxiko osagaiak tratatzeko zailtasunak aipatzen direla. Eskuzko informazio hori hiztegi arruntekin zein corpusekin egiaztatu egiten da, honekin batera errore arruntenak identifikatzeko arau batzuk ezartzen direla. Erroreen artean adjuntu eta osagarrien nahasketak aipatzen dira (adjuntua den elementu bat osagarritzat, edo osagarria adjuntutzat eman), baita osagarri/adjuntuen ezaugarriak kentzea edo gehitzea ere.

Gross-ek (1997) frantseserako sistema baten deskribapena egiten du.
Lexicon-grammar izeneko egituran 12.000 aditz inguru daude sartuta, bakoitza bere argumentu-egiturekin. Egilearen ustez lengoaiaren deskribapena hitzen arteko mendekotasun lokalen bidez egin behar da, erregela sintaktiko orokorrekin baino, era honetan milaka erlazio lokal kodetuz. Lan hori eskuz eta corpusetan bilketa eta sailkapen sistematikoen bidez egitea proposatzen du, beste zientzia batzuetan (Biologia edo Geologia adibidez) egiten den bezala.

Gehienbat eskuz egindako bi proiektu hauen abantaila nagusia hizkuntzalarien ezagumendu guztia erabili ahal izatea da, baina arazorik handiena horrek eskatzen duen lan ikaragarria dugu, testuetan dagoen informazioa zabala eta ia bukaezina delako, eta kodeketa horren bideragarritasuna zalantzan jar daitekeelako. Horrez gain, corpus handiagoak erabiltzen diren heinean, handitu egiten da hizkuntzalariak errorea egiteko probabilitatea, edo antzeko fenomenoak modu desberdinean tratatzeko arriskua.

?? Metodo automatikoak. Aspektu horiek kontsiderazioan hartuta, eskuzko lanean oinarritutako metodoen zenbait akats aipatu dira (Briscoe eta Carroll 1997, Carroll *et al*. 1998a). Lehenengo, zehaztasuna aipatzen dute, hiztegi zabal eta osoak lortzeko pertsonen erroreak (informazioa kentzea zein gehitzea) detektatzeko zailak baitira. Gainera, kostu handia du hedapenak egiteko orduan, bai neologismoak sartzeko bai azpilengoaia jakinekin lotutako informazio mota berriak gehitzeko. Honi generoen/azpilengoaien arteko aldaketak azpikategorizazioan islatzen direla gehituz gero, eskuzko metodoen murriztapenak argi geratzen dira, azpilengoaia bakoitzeko azpikategorizazio-aldaketak kodetzeko hizkuntzalariak erabiltzea ezinezkoa baita kasu gehienetan. Horrengatik, egile hauek informazio hori automatikoki ateratzeko metodoak aztertu dituzte. Beren sisteman sei osagai erabiltzen dituzte lan horretarako: etiketatzailea/desanbiguatzailea, lematizatzailea, analizatzaile sintaktiko probabilistikoa, azpikategorizazio-patroien hipotesiak ateratzeko tresna, patroiak multzoetan sailkatzeko

modulua, eta patroiak ebaluatzeko iragazlea. Asmoa aditzei 160 azpikategorizazio mota eta bakoitzaren maiztasuna esleitzea da, corpusean agertutako informazioaren arabera. Lortutako azpikategorizazio-ereduak analizatzaile sintaktikoan integratuz gero emaitzak hobetzen direla frogatzen dute. Hasierako helburua handinahikoa izanda (azpikategorizazio moten deskribapena fina da beste lanekin konparatuta) eta emaitza onak lortu dituztela kontuan hartuta, bide hau, informazioa automatikoki ateratzeko sistemena, etorkizun handikoa dela ikusten dugu.

Lan honen aitzindaria da Brent-ek (1994) egindakoa, bertan corpusetatik sintaxi lexikala ikasteko prozeduren azterketa egiten baita. Aurrekoarekin desberdintasun handiena ezagutza lexikal eta sintaktiko minimoa erabiltzeko apustua egitea da. Hori egiteko aditzak bukaeren arabera detektatzen ditu (lexikoirik gabe), eta balizko argumentuak ahalik eta anbiguotasun gutxienekoen artean aukeratzen ditu (izenordeak dira izen-sintagmen adierazle nagusiak (*I, me, he, him*, ...), eta mendeko perpausak *that the* moduko sekuentzien bidez detektatzen dira). Honek dakarren murrizketa corpus erraldoien adibide-kopuru handiaren bidez ekiditeko asmoa du egileak. Beste alde batetik, esperimentua sei azpikategorizazio-eredutara mugatzen du, eredu gehiagotara orokortzeko metodoa argi ez dagoela, darabilen ezagutza sintaktiko ia 'hutsaren' ondorioz.

Carroll eta Rooth-en (1998) lanean antzeko asmoa dute, baina kasu honetan azpikategorizazio-ereduak ateratzeko eredu probabilistiko sofistikatua aplikatzen dute gramatika baten gainean, ikasketa-teknika automatikoen bidez. Gainera, patroiez aparte, aditza eta osagarrien arteko agerkidetza-neurriak ere ateratzen saiatzen dira, gramatika orokor baten gainean lexikalizazio-prozesua ahalbidetuz. Estatistikan oinarritutako beste metodo askorekin duen desberdintasun nagusia linguistikoki motibatua den gramatika baten gainean lan egitea da. Metodo honen beste abantaila bat etiketatu gabeko corpusen gainean lan egitea da. Nahiz eta emaitzak onak izan, oraindik metodoa garestia da, bai kostu konputazional handia duelako, bai corpus handien beharra duelako (50 M edo handiagoak).

?? Metodo erdiautomatikoak. Sistema hauek aurreko bien tarteko bidea jorratzen dute. (Kuhn *et al*. 1998) artikuluan alemanerako estaldura zabaleko LFG gramatika baten erabilpena aztertzen da, corpusetatik ezagutza lexikala ateratzeko. Helburu nagusia aditzen azpikategorizazio-patroien adibideak automatikoki ateratzea da, ondoren eskuzko tratamendua egiteko. Hori dela eta, alde automatikoaren doitasuna ahalik eta altuena izatearen garrantzia aipatzen dute, eskuzko lana gutxitzeko. Honetarako zalantzazko edo anbiguoak diren kasuak baztertu egiten dira, nahiz eta hori estalduraren aurka joan, corpus handien erabilerak arazo horren garrantzia minimizatuko omen duelako. Artikulu horretan corpusen galdeketa-sistema (hitzen analisien gaineko adierazpen erregularren bidez, gramatikarik gabe) eta LFG gramatikaren arteko konparaketa azaltzen da, emaitza

aipagarritzat gramatikaren nagusitasuna ateratzeko, doitasun zein estalduran. Ebaluazioa egiteko, aurretik aukeratutako hiru azpikategorizazio-ereduren adibideen bilaketan probatzen dute sistema. Gure kasuan, geroago azalduko dugunez, ez dugu mugatuko eredu-kopurua, aditz baten agerpen guztiak ateratzen saiatuko garelako.

Oesterle eta Maier-Meyer-ek (1998) lanak alemanezko izen- eta preposizio-sintagmak markatuta dituen corpus etiketatu (*treebank*) baten garapena deskribatzen du. Alemana hizkuntz malgukaria izanda, baterakuntzan oinarritutako formalismoa erabiltzen dute analisiak egiteko, komunztadura mota konplexuak egiaztatu behar baitira. Euskararen kasuan gertatzen den antzera, analisirako ez dago azpikategorizazioari buruzko informaziorik edo lehenago markatutako corpusik. Osagai bakoitzeko bere mugak (osagaiaren hasiera eta bukaera), kasua, pertsona, gunea eta zuhaitz sintaktikoa gordetzen dira. Lortutako emaitzaren aplikazioak azpikategorizazioaren informazioa ateratzea edo informazioaren erauzketa izango dira.

Lapata-ren (1999) artikuluan egitura-alternantziak aztertzeko esperimentu baten emaitzak azaltzen dira. Bertan azaleko sintaxia erabiliz aditzen alternantzien adibideak ateratzen dira corpusetatik, bukaeran alternantzia bakoitzaren maiztasuna neurtzeko.

IV.2 Aditzen azpikategorizazio-informazioaren erauzketarako tresna

IV.2.1 Problemaren zehaztapena

Aurreko atalean ikusi denez, sistema batzuetan hasierako baliabideak hutsetik hurbil dauden bitartean (Brent-en sistemak ez dauka ez gramatika ezta ia lexikoirik ere; Comlex proiektuan corpusetan bilaketa egiteko tresnak erabiltzen dira, sintaxirik gabe), besteetan tresna ahaltsuak erabili izan dira (Briscoe eta Carroll-ek ANLT gramatika eta hiztegi zabalak erabiltzen dituzte, aurretik Comlex eta ANLT sistemen azpikategorizazioari buruzko informazioarekin eta sintaktikoki etiketatutako corpusekin batera). Gure kasuan, tarteko bidean gaudela esan dezakegu, izan ere lexikoi aberatsetik abiatzen gara (EDBL), eta berarekin desanbiguaziorako tresna sendoa eta azaleko sintaxiaren analizatzaileak ere badauzkagu. Alde batetik, baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktiko partziala daukagu, eta bestetik bere gainean desanbiguaziorako eta patroi linguistiko konplexuak idazteko XFST tresna. Ondorioz, oinarri sendoak dauzkagu lanari ekiteko, nahiz eta ingelesaren moduko hizkuntza baten baliabideetatik oraindik urrun egon, alde kuantitatibo zein kualitatiboan.

Ondoko puntuetan euskal aditzaren azpikategorizazio-erauzketari informatika-aplikazio gisa dagozkion sarrera eta irteera zehaztuko ditugu. Aplikazio hau burutzeko XFST tresna bakarrik landu behar dugu, beste tresnak lehenago eginda eta deskribatuta baitaude. Beraz, XFST tresnak lortu behar dituen emaitzak eta jasoko dituen datuak dira zehaztu behar direnak. § IV.2.1.1en azpikategorizazioaren azterketan kontuan hartu behar diren aspektu teorikoak komentatuko dira. Hurrengoan (§ IV.2.1.2) lortu nahi den emaitza zehaztuko da. Pauso hau garrantzi handikoa da, ebaluazio egokia egiteko aukera honen menpe egongo delako. § IV.2.1.3n baterakuntzan oinarritutako analizatzaile sintaktikoaren irteera deskribatu egingo da, hau izango baita egoera finituko

adierazpenen bidezko patroiek hartuko duten sarrera. Lehenago esan denez, irteera horretan analizatzaile morfologikoaren eta sintaktikoaren informazioa egongo da, bi motak izango direlako interesgarriak.

IV.2.1.1 Aditzen azpikategorizazioaren eremu teorikoa

Azpikategorizazioaren azterketa aditz bakoitzari esaldi zuzena lortzeko behar dituen ezaugarriak lotzean datza. Ezaugarri horien zehaztapenak zailtasun teoriko ugari sortu ditu teoria linguistikoa garatzen joan den heinean (Butt eta Geuder 1998), azpikategorizazioaren kontzeptuaren hausnarketa denborarekin aldatzen joan delako, eta hasiera bateko osagai lexikalen egituratze sintagmatikoetatik argumentuen erlazio eta rol tematikoetara pasa delako.

Euskara aztertzerakoan, osagai sintaktikoen ordena ez-finkoa eta kasuen aberastasuna kontuan hartuz, garrantzia argumentuen proiekzio diren kasuen azterketak dauka.
Egitura-alternantzietan, adibidez, kasuak dira, eta ez kategoria sintagmatikoak, aldatzen direnak. *ahaztu* aditzarekin, adibidez, bi eratara ager daiteke IS-IS-Aditza egitura
(‘*gizonari galdera ahaztu zaio*’ eta ‘*gizonak galdera ahaztu du*’).

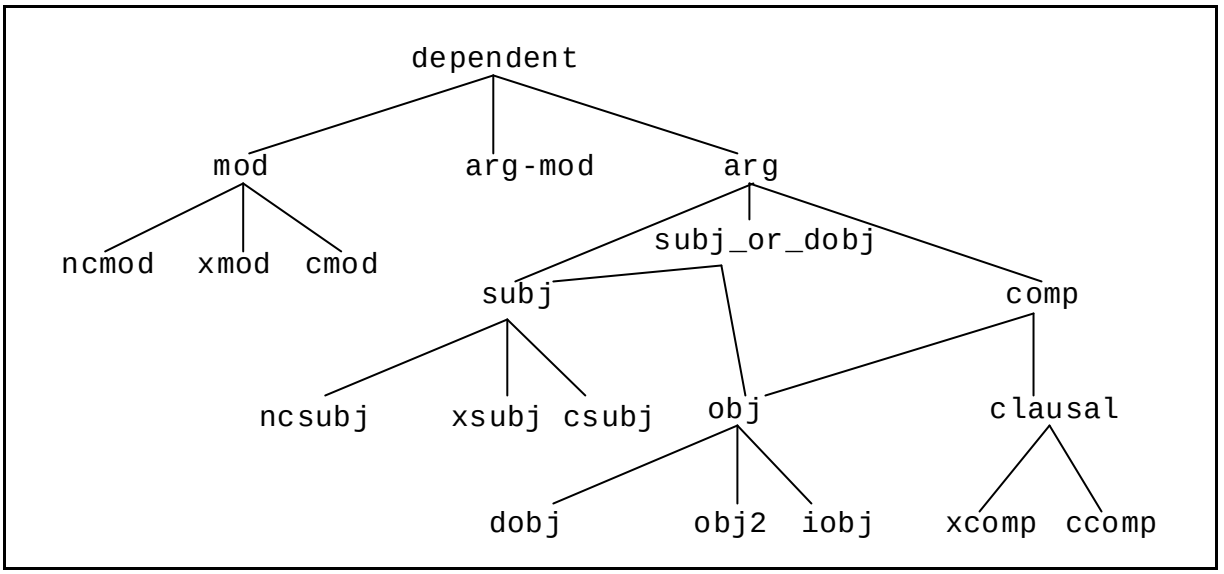
Bi ezaugarri horiei euskararen aditz laguntzailearen portaera gehitu behar zaie. Laguntzaileak aditzaren zenbait argumenturi buruzko informazioa darama, eta honen ondorio bat argumentu horiek (subjektua, objektua edo zeharkako objektua) aukerazkoak izatea da. Osagai hauek aukeran egoteak zailtasuna gehituko dio aditzen azterketari, batzuetan ezin izango delako bereiztu osagai bat ez dagoen ala modu inplizituan agertzen den. Aditzarekin komunztadura ez duten beste osagai batzuk, berriz, beharrezkotzat jo daitezke zenbait aditzentzat (kasu adlatiboa *joan* aditzarekin). Honela, beste hizkuntza batzuentzat aipatua izan den argumentua eta adjuntuen bereizketaren arazoa agertzen da.

Lan honen beste aspektu azpimarragarria aditzak testuinguruan aztertzea da, helburua ez delako bakarrik aditz bakoitzaren forma kanonikoa (lema eta argumentuak) lortzea, baizik eta aditz bakoitza esaldietan agertzen den egitura sintaktikoak aztertzea, egitura bakoitzaren maiztasunarekin batera. Gainera, egile batzuen ustez (Levin 1993) aditz baten portaera sintaktikoa semantikak baldintzatuta dago eta, ondorioz, patroi sintaktiko berdinak jarraitzen dituzten aditzak multzo semantiko berean daude. Horrela, sintaxiaren azterketak semantikari buruzko azterketa egiteko bidea ireki dezake.

Hori guztiaren ondorioz, azpikategorizazioaren ikerketa honen helburua aditz bakoitzeko beharrezkoak diren osagaiak definitzea izango da, bere alternantzien kasu eta rol tematikoak zehaztuz. Gainera, hurrengo pausoetan informazio hori aberasten saiatuko gara, kokakidetzak edo beste osagai lexikalen azterketa eginez.

IV.2.1.2 Lortu nahi den emaitzaren definizioa

Analizatzailearen emaitza definitzeko (Carroll *et al*. 1998b, 1999) lanetan oinarritu gara. Bertan analizatzaile sintaktikoen emaitzak eta sintaktikoki etiketatutako corpusetan erabilitako ebaluazio-eskemak aztertzen dituzte, bakoitzaren alde onak eta ahulak identifikatzeko, eta ondorioz erlazio gramatikalen hierarkia batean oinarritutako kodeketa-eskema proposatzen dute (ikus IV.1 irudia). Erlazio gramatikalak hierarkia batean kokatuz gero, erlazio batzuk beste batzuen espezializazioak izango dira, eta horrela aukera eman daiteke osagai sintaktiko baten erlazioa lortzeko orduan bera baino orokorragoa den erlazioa emateko, informazioa nahiko ez bada erlazio espezifikoena aukeratzeko.



IV.1 irudia. Ingeleserako definitutako erlazio gramatikalen hierarkia.

Paul intends to leave IBM	*subj(intend, Paul)* *xcomp(to, intend, leave)* *subj(leave, Paul)* *dobj(leave, IBM)*

IV.1 adibidea. Ingeleseko esaldi baten erlazio gramatikalak.

Erlazio horiek erabiliz, IV.1 adibidean agertzen den moduan kodetuko dira esaldiak. Dena dela, euskararen tratamendurako arazoak daude aurreko erlazio gramatikalak zuzenean erabiltzeko. Alde batetik, linguistikoki erabaki egin beharko lirateke euskararen erlazio gramatikalak eta beraien arteko mendekotasunak. Adibidez, ingelesez subjektu eta objektuaren bereizketa aditzarekiko posizioaren arabera markatuta dago, baina euskararen ordena librearen eraginez zailagoa izango da bereizketa hori egitea. Adibidez, maiz gertatzen da *-ak* deklinabide-atzizkiaren absolutibo plurala edo ergatibo singularraren arteko anbiguotasuna. Gainera, argumentu eta adjuntuen arteko banaketa sintaktikoki egin ote daitekeen argitu gabeko kontua da oraindik euskararako zein beste hizkuntza batzuetarako, poloniera kasu (Przepiórkowski 1999), nahiz eta IV.1 irudiko proposamenak modu argian definitzea badagoela ematen duen. Beste alde batetik, erabaki linguistiko horiek datu linguistikoen azterketaren ondoren har daitezkeela uste dugu, hau da, aditz bakoitza eta bere inguruko osagaien adibideak atera eta gero.

Horregatik, *hasiera batean* helburu apalagoa izango dugu eta, funtzio sintaktikoen bidezko erlazio gramatikalak bilatu ordez, *aditz batekin doazen osagarrien kasua*, *lema eta numeroa saiatuko gara ateratzen izen-sintagma eta adizlagun bakoitzeko*, eta mendekotasun mota mendeko esaldiekin, IV.2 adibidean agertzen den moduan. Informazio gehiago lortzen den heinean, azpikategorizazioa lantzeko bigarren sistema batean eredua aberastu ahal izango da, horretarako hizkuntza eranskarietarako egindako proposamenak (Oflazer eta Okan 1996) kontuan hartuz.

Sarrera:	*Eta lepo honetatik Narbajara bide garbia doa, negurako pagaditik Larraingoitiko hareharrizko harrobitik zehar igaroaz*			
Irteera:	*abl(lepo, s)*	*ala(Narbaja, mg)*	*abs(bide, s)*	*doa*
	lepo honetatik	*Narbajara*	*bide garbia*	*doa*

IV.2 adibidea. Esaldi batetik ateratako informazioa (*joan* aditzaren azterketan).

Era horretako irteera bat zehaztuta, eraikitako sistema ebaluatzeko erabiliko ditugun neurri nagusiak aditz bakoitzarekin lortutako estaldura (*recall*) eta doitasuna (*precision*) izango dira, era honetan definituak:

$$estaldura = \frac{lortutako\ osagai\ zuzenak}{esaldiko\ osagai\ zuzenak} \qquad doitasuna = \frac{lortutako\ osagai\ zuzenak}{lortutako\ osagai\ guztiak}$$

Estaldurak zenbat informazio lortzen den neurtzen du, eta doitasunak lortutako informazioaren kalitatea. Adibidez, aditz baten agerpen batean lau argumentutik tresnak hiru lortuko balitu, orduan estaldura %75ekoa (3/4) izango litzateke, eta doitasuna %100ekoa. Hiru osagai horietatik aparte beste bi osagai oker lortuko balira (aditzaren argumentuak ez direnak), estaldura %75 eta doitasuna %60 (3/5) izango lirateke. Bi neurri hauek elkarren kontrakoak izaten dira normalean, estaldura zabaltzen (osagai gehiago lortzen) saiatzen den neurrian osagai oker gehiago lortzen direlako (doitasuna jaisten da), eta doitasuna gehitu nahi denean (osagai zuzenak bakarrik lortu nahi dira) osagai gutxiago aukeratzen direlako (estalduraren jaitsiera). Geroago azalduko dugunez, bi balio hauek esaldi bakoitzeko erlazio sintaktikoen gainean kalkulatuko dira, ondoren esaldi guztien batez bestekoa eginez.

Osagaia	Adibidea	Azalpena
abl(lepo, s)	*lepo honetatik*	adizlaguna ablatibo kasuan, singularra
abs(bide, s)	*bide garbia*	izen-sintagma absolutibo kasuan, singularra
erg(iturri, p)	*Gobernuko iturriek*	izen-sintagma ergatibo kasuan, plurala
mendekoa(kaus, lako)	*epaiketa egingo delako*	mendeko esaldia, kausala, *-lako* atzizkiaren bidezkoa
mendekoa(agortu, rik)	*agorturik (agortuta, agortzen, ...)*	mendeko esaldia, *-rik* atzizkiaren bidez
adb(pozik)	*pozik*	adberbioa

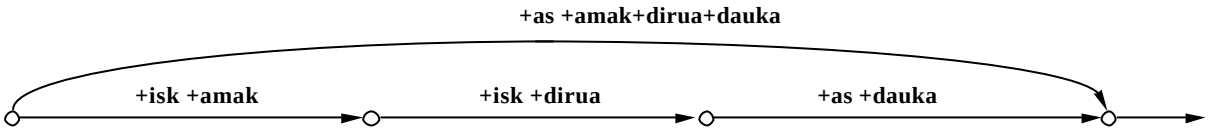
IV.1 taula. Euskararen tratamenduan aterako diren erlazio gramatikalen kodeketaren adibideak.

IV.1 taulan deskribatzen dira lehenengo hurbilpen honetan corpusetatik ateratzen saiatuko garen informazio motak. Gure sistemak lortuko dituen emaitzak aztertu ondoren, euskararen aditzen azpikategorizazioa lantzeko ondorengo pausoa funtzio gramatikalen zerrenda edo hierarkia zehaztea izango da. Gure iritziz, aurreikus dezakegu ingelesarentzat egindakoarekin ezberdintasunak izango dituela eta formalizazio linguistiko ez-sinpleak egin beharko direla, (Aldezabal 2000) tesian agertuko den modura.

IV.2.1.3 Baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen irteera

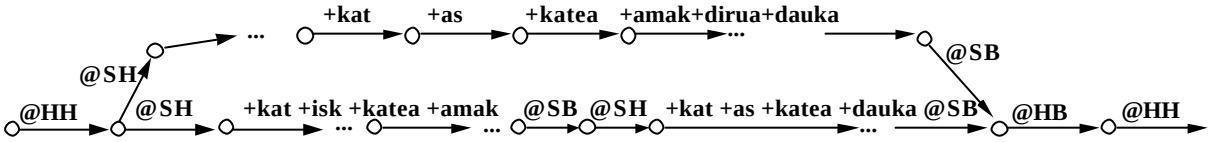
Emaitzaren definizioa zehaztu eta gero, modu laburrean aztertuko dugu XFST egoera finituko tresnaren sarreran dagoen informazioa, § III.3.2n azaldu dena. Baterakuntzan oinarritutako analizatzaileak izen-sintagmak, adizlagunak, esaldi sinpleak eta mendeko esaldiak lortzen ditu. Emaitza horiek ez dira zuzenean erabilgarriak oraingo aplikazio honetan, esaldi baten interpretazio ugari atera daitezkeelako, arazo hauengatik:

?? Anbiguotasuna. Nahiz eta murriztapen-gramatikaren desanbiguazio-urratsa aplikatu, oraindik interpretazio bat baino gehiago geratzen da hitz bakoitzeko, eta gainera baterakuntzan oinarritutako gramatikak anbiguotasun sintaktikoak gehituko dizkio.



IV.2 irudia. Esaldi baten interpretazio-maila desberdinak (sinplifikatua).

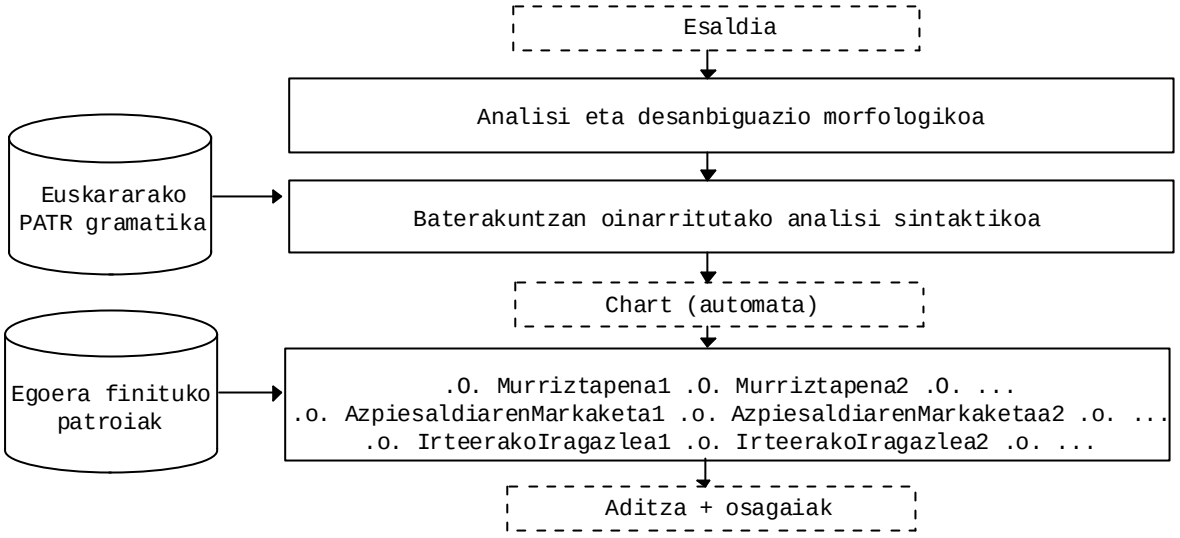
?? Analisi-maila desberdinak. Maila guztietako osagaiak eta denak batera eskaintzen dira: hitz mailakoak, sintagma mailakoak eta perpaus mailakoak. Kontuan eduki behar da aplikazio batzuetarako izen-sintagmak lortu nahiko direla eta ez esaldi osoak. IV.2 irudian ikusten da nola '*amak dirua dauka*' esaldirako gutxienez bi analisi posible sortzen direla, lehenengoa (irudiaren goiko aldea zeharkatuz lortzen dena) esaldi osoarena, eta beste bat bi izen-sintagma eta ondoren aditza hartuta (*amak*, *dirua* eta *dauka*). Nahiz eta kasu honetan benetako anbiguotasunik ez egon, osagai-maila desberdinak edukitzeak interpretazioen biderketa dakar berarekin, eta ondorioa da aplikazio bakoitzak behar dituen emaitzak iragazi beharko dituela. IV.2 irudiko automata era sinplifikatuan agertu da, benetako deskribapenean hitzak, morfemak eta osagai sintaktikoak bereizteko etiketak gehitzen direlako. IV.3 adibideak informazio osoa duen automata agertzen da.



IV.3 irudia. Esaldi baten interpretazio-maila desberdinak (informazio guztia).

?? Gramatikaren estaldura mugatuaren eta beste fenomeno batzuen ondorioz (lehen esan bezala, hitz anitzeko unitateak, hitz ezezagunak, errore ortografiko eta sintaktikoak) ez dira esaldiaren osagai guztien analisiak lortuko, eta horregatik segmentatzaileak lortutako morfemak ere mantendu egingo dira irteeran.

Hiru faktore hauek bilduz gero, ondorioa da esaldi bakoitzeko milioika irakurketa ateratzen direla. Horietako asko kentzea erraza izango da, aplikazioaren araberako informazioa iragazi beharko delako, baina hala ere lan zaila egin beharko da oraindik ebazteko konplexuak diren anbiguotasunak kentzeko. XFST tresna egokia da arazo horiei ekiteko.



IV.4 irudia. Aditzen azpikategorizazioari buruzko informazioa ateratzeko tresnaren diseinua.

IV.2.2 Tresnaren diseinua eta garapena

Aurreko puntuan aipatu diren arazoei aurre egiteko, mota ezberdinetako erregelak definitu behar izan dira. Ondoko multzoetan sailka ditzakegu erregelak (ikus IV.4 irudia):

a) Desanbiguaziorako erregelak. Desanbiguazioa murriztapen-gramatikaren bidez egiten denaren antzekoa da, honako bi diferentzia nagusiak daudela (ikus § III.3.2):

   ?? Osagai sintaktiko osoak erabil daitezke, hitzaren muga estuetatik kanpo. Horrela, izen-sintagma edo mendeko esaldiei buruzko adierazpenak modu naturalean zuzenean erabil litezke, murriztapen-gramatikan zeharkako moduan egiten direnak.

   ?? Egoera finituko sintaxian analisirako unitatea aztertzen den esaldiaren interpretazio osoa denez, bazter daitezke zentzurik gabeko interpretazioak. Murriztapen-gramatikan, aldiz, anbiguotasuna hitz-mailan adierazten denez, askotan ezin dira baztertu esaldi-mailan ezinezkoak diren aukerak.

Desanbiguaziorako murriztapenak konposizio biguna edo malguaren eragilea (*lenient composition* .O.) erabiliz aplikatzen dira (ikus IV.4 irudia). Horrela ekidingo da murriztapen batek esaldi baten irakurketa guztiak ezabatzea, eta sistemaren sendotasuna lortzen da.

IV.3 adibideko erregelak absolutibo/ergatibo anbiguotasuna ebazteko egin dira. *IragazkiErg1* erregelak aditz jokatua hartzen du oinarritzat; *AditzaErgHaiek* motako osagaia (ergatiboan plurala duena, *dute* edo *dituzte* modukoa) aurkituz gero, orduan kendu egiten du bere eskuineko izen-sintagma baten ergatibo singularraren interpretazioa (‘*ekarri dituzte gauzak*’ moduko esaldian, *gauzak*-en ergatiboaren interpretazioa

kenduko luke). Erregelak debekatu egiten du[31] *"aditza-ergatibo-haiek edozer* izen-sintagma-ergatibo-singularra"* testuingurua. Ziurtasuna hobetzeko, erregela hori azpiesaldi baten barruan (aditz jokatu bakarrekoa) soilik aplikatuko da, beste esaldi bateko osagaia gaizki desanbiguatzeko arriskua ekidinez.

```
define AditzaErgHaiek [OsagaiLexSint & $["+nrk" "+hk"]];
define IragazkiErg1 ~$[AditzaErgHaiek
                       ?*
                       [OsagaiSintaktikoa & $[KAT "+isk"] &
                        $["+kas" "+erg" "+mug" ? "+num" "+s"]
                       ]
                      ];
```

IV.3 adibidea. Anbiguotasuna ebazteko murriztapena.

```
define HartuLex0         ~$[ OsagaiLexikala ] ;
# osagai lexikalik ez duen katea
define HartuLex1         [$[ OsagaiLexikala ]]^1 & ~[ [$[ OsagaiLexikala ]]^2 ] ;
# osagai lexikal bat du, baina ez bi

define HartuLex2         [$[ OsagaiLexikala ]]^2 & ~[ [$[ OsagaiLexikala ]]^3 ] ;
# osagai lexikal 2 ditu, baina ez 3
...

define EsaldiaHartuLex0  [ Esaldia .O. HartuLex0];
# "lenient composition": bilatu lexikoko elementurik ez duena, eta
#        ez badago elementu lexiko 1, 2, ... dutenak
define EsaldiaHartuLex01 [ EsaldiaHartuLex0    .O. HartuLex1];
define EsaldiaHartuLex02 [ EsaldiaHartuLex01 .O. HartuLex2 ];
define EsaldiaHartuLex03 [ EsaldiaHartuLex02 .O. HartuLex3 ];
...
```

IV.4 adibidea. Osagai sintaktiko luzeenak hartzeko murriztapenak.

b) Osagai luzeenak hartzeko erregelak. Emaitza sintaktikoetan maiz gertatzen den beste anbiguotasun mota bat osagai sintaktikoak mota bereko osagaien barruan egotearena da. Adibidez, *'teknika berriak'* izen-sintagma bakartzat har daiteke, edo bi daudela ere uler daiteke (*teknika* eta *berriak*). Berdin gertatuko da mendeko esaldiekin (*'gaur gizona etorri dela'* esaldian mendeko konpletibo ezberdinak atzematen ditu analizatzaileak: *'etorri dela'*, *'gizona etorri dela'*, *'gaur gizona etorri dela'*). Hau ebazteko, gure heuristikoak osagai luzeenak aukeratuko ditu, kasu bakoitzaren salbuespenak kontuan hartuta. Heuristiko hori inplementatzeko IV.4 adibideko erregelak definitu ditugu. Bertan zero, bat, bi, ... osagai lexikal dituzten irakurketak hobesten dira, ordena horretan, horrela osagai lexikalen kopuru minimoa aukeratuko delako (hau da, osagai sintaktiko ahalik eta luzeenak hartuz; horregatik zero osagai lexikaleko kateek osagai sintaktikoak bakarrik dauzkate, osagai lexikal bateko kateek sintaktikoki ezagutu

[31] '~$x' adierazpenak, '~' eta '$' bi eragileak konbinatuz, 'x' elementurik ez duen katea deskribatzen du.

gabeko osagai bat dute, ...). Kasu honetan ere, *konposizio biguna* eragilea beharrezkoa da, bestela murriztapen horiek irakurketa guztiak kenduko lituzketelako.

c) Esaldiaren zatirik handienen analisiak lortzeko erregelak. Antzeko problema agertzen da esaldi bateko osagai batzuentzat analisi sintaktikorik lortzen ez denean (gramatikaren hutsuneak, hitz ezezagunak, erroreak edo tratatu gabeko hitz anitzeko unitateak). Aurreko erregelek arazo hau saihesten ere laguntzen dute.

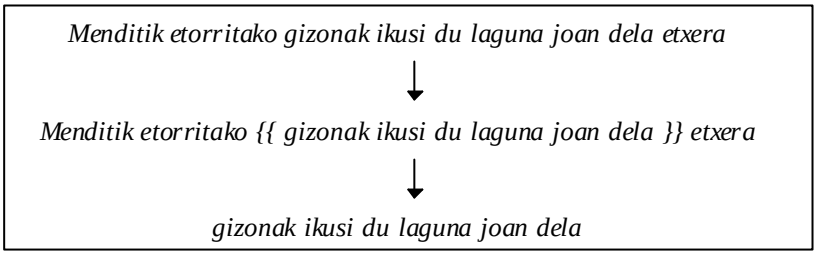
```
# Mendeko bat dagoenean eskuinaldean
#  ikusi dut gizona etorri dela }} gaur   (konpletiboa)
define MarkatuEskuinekoMendekoa31
                                HelburuAditza HB HH]
                                [[Isk & ~$["+gunekat" "+adi"]] HB HH]*
                                   [[OsagaiLexikala & $[KAT ["+lot" | "+adb"]]] HB
HH]*
                                [OsagaiSintaktikoa & $"+mendekoa"] HB HH
                                -> ... "}}" ;

# Ezkerreko izenlagunak muga dira:
#  etorri den {{ gizona nik ikusi dut
#  etorritako {{ gizona nik ikusi dut
define MarkatuEzkerrekoErlatiboa [Isk HB HH]*
                                [[OsagaiSintaktikoa|OsagaiLexikala] & $Aditza]
                                @-> "{{" ...
                                || [OsagaiSintaktikoa & $[KAT "+izlg"]
                                                      & $["+gunekat" AdiAdt]
                                   ]
                                   HB HH
                                   _ ;
```

IV.5 adibidea. Azpiesaldiak murrizteko erregelak.

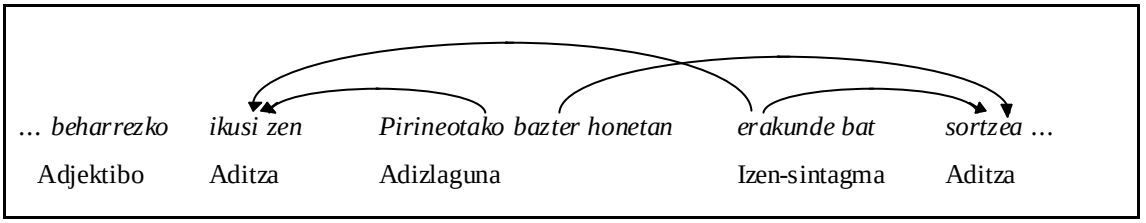
d) Esaldi batean aditz bati dagokion azpiesaldia ateratzeko erregelak. Lehenago azaldu dugu aditz jakin bati dagozkion osagarriak lortu nahi direla. Anbiguotasuna asko jaisten da esaldi osoaren analisia hartu ordez aditzaren azpiesaldiarena bakarrik hartzen bada. Hau egin ahal izateko, erregela batzuek helburu den aditzaren testuingurua aztertuko dute, bere mugak markatuz. IV.5 adibidean ikusten dira lan hori egiten duten bi erregela. Lehenengoak (*MarkatuEskuinekoMendekoa31*) helburu den aditzaren eskuinaldean mendeko esaldi bat detektatzen duenean muga bat jartzen du (*}}*), mendeko horren ondorengo osagai sintaktikoak aditz horrekin ez doazela suposatuz. Helburu-aditza eta mendeko esaldiaren artean izen-sintagmak, adizlagunak, adberbioak edo loturazko osagaiak (lokailuak edo juntagailuak) onartuko dira, betiere aditz batez osatuak ez badira (adibidez, *etortzea*). Bigarren erregelak (*MarkatuEzkerrekoErlatiboa*) ezkerraldean erlatibozko perpaus bat (izenlaguna kategoriakoa) ikusten duenean muga bat jartzen du. Badakigu erregela hauengatik azpikategorizaziorako interesgarri diren osagai batzuk galduko ditugula (estalduraren galera), baina honela jokatuz anbiguotasuna asko jaisten da eta osagai okerrik hartzeko ziurtasun handia lortzen dugu (irabazia doitasunean).

Bi erregela hauek erabiliz, IV.6 adibideko esaldian agertzen den azpiesaldiaren mozketa egingo da. Azpiesaldiaren mugak erabaki eta gero beste iragazle batzuek alboetako osagaiak kentzen dituzte, azken lerroko azpiesaldia utziz. Adibideko *laguna* izen-sintagma *joan* aditzaren mendekoarekin lotuko da, lehen aipatutako sintagma luzeenen heuristikoa aplikatu ondoren. Esan gabe doa erregelen benetako aplikazioak informazio linguistikoaren gainean egiten direla.



IV.6 adibidea. Azpiesaldiak murrizteko erregelen aplikazioa.

Azpiesaldien erabakia doitasun altuaz egiten den arren, badaude asmatzeko zailak diren kasuak, IV.7 adibideak erakusten duen bezala, adizlagunak eta aditz-sintagmak bi aditzen artean daudenean ezin da erabaki zein aditzekin lotu osagaiak. Gure sistemaren errore batzuk horrelako esaldietan sortu dira. Modu honetako esaldiak hobeto banatzeko azpikategorizazioari berari buruzko oinarrizko informazioa edukitzea beharrezkoa dela pentsatzen dugu.



IV.7 adibidea. Azpiesaldiak murrizteko zailtasuneko kasua.

e) Iragazketa. Aplikazio bakoitzak bere informazio mota bereziak beharko ditu. Aditzen azpikategorizazioari buruzko informazioa lortzeko izen-sintagmak, adizlagunak eta mendeko esaldiak nahi dira, baina errore sintaktikoen detekziorako esaldi osoak tratatzea interesgarria izan liteke. Gainera, osagai jakin bati buruzko informazioa ere desberdina izan liteke aplikazioekiko. Adibidez, azpikategorizazioaren informazioa lortzeko kategoria sintaktikoa eta kasua dira informaziorik garrantzitsuenak, eta horregatik izena/adjektiboa moduko anbiguotasuna ekidin daiteke (*zuriekin* ize/adj soziatibo), kasu bietan izen-sintagma soziatiboa dugulako.

	Adierazpen/erlazio erregularraren definizioa	Automata/transduktorearen tamaina
1	define IragazkiErgA IragazkiErg1 .o. IragazkiErg2 .o. IragazkiErg3 .o. IragazkiErg4 .o. IragazkiErg5 .o. IragazkiErg6; define IragazkiErgB IragazkiErg7 .o. ... IragazkiErg12;	14.697 egoera, 308.370 arku 1.585 egoera, 26.877 arku
2	define IragazkiErgA IragazkiErg1 .o. ... IragazkiErg7;	44.519 egoera, 978.586 arku
3	define IragazkiErgA IragazkiErg1 .o. ... IragazkiErg8;	104.769 egoera, 2.303.285 arku
4	define IragazkiErgA IragazkiErg1 .o. ... IragazkiErg9;	241.311 egoera, 5.546.341 arku
5	define IragazkiErgA IragazkiErg1 .o. ... IragazkiErg10;	395.105 egoera, 9.081.568 arku

IV.2 taula. Automata/transduktoreen tamainen igoera adierazpen/erlazioaren konplexutasunaren arabera.

Murriztapen eta iragazki guztiak adierazpen eta erlazio erregularren bidez definitu direnez, teorian posiblea izango litzateke lortzen diren automata eta transduktore guztiak egoera finituko sare bakar batean biltzea, horrek dakarren exekuzio-denboraren abiaduraren igoerarekin, baina hori ezin izan da egin, adierazpenak/erlazioak konplexuagoak diren neurrian sareen tamaina ere handitzen delako, eta memoriaren mugak gainditu egiten direlako. Adibidez, IV.2 taulan ergatiboaren desanbiguaziorako erregelak konpilatzeko zenbait aukera agertzen dira. Lehenago, ergatiboaren desanbiguaziorako hamabi murriztapen definitu dira (*IragazkiErg1*-etik *IragazkiErg12*-raino). 1 zenbakiko lerroan agertzen den aukeran murriztapenok bi erlazio erregularretan bildu dira (lehenengotik seigarreneraino *IragazkiErgA* izeneko batean eta zazpigarrenetik hamabigarreneraino *IragazkiErgB* izeneko bestean). Bigarren aukeran, murriztapen bat gehitzen zaio lehen *IragazkiErgA* erlazioari, eta ondorioz transduktorearen tamaina hirukoiztu egiten da. Hirugarren, laugarren eta bosgarren aukeran beste murriztapen bana gehitzen bada, orduan 400.000 inguru egoerako eta bederatzi milioi arku baino gehiagoko transduktorea sortzen da, sistemaren memoriaren mugetara hurbilduz. Honen ondorioz, kasu askotan egoera finituko sareak banatu egin behar izan dira, aplikazio sekuentziala eginez, honek lotuta dakarren abiadura-galerarekin, konpilazioa bideragarria izan dadin (Tapanainen 1997). Automata/transduktoreen arteko elkarrekintza oraindik ikertu behar den gaia da.

IV.2.2.1 Inplementazioari buruzko datuak

Puntu honetan egoera finituko gramatikaren inguruko datuak zehaztuko ditugu, oraingo sistemaren azterketa orokor baterako interesgarriak direlako. Bi datu izango dira garrantzitsuenak: gramatikaren tamaina eta

analizatzailearen abiadura. Lehenengoak honen moduko sistema baten garapenean egin beharreko lana neurtzeko balio dezake, eta bigarrenak lortutako tresnaren ahalmena datu-kopuru handiak tratatzeko.

Erregela-kopuruaren aldetik gramatikak 400 definizio erregular dauzka. Lehen ikusitako adibideetan hauetako batzuk agertu dira eta, ikusi denez, oso sinpleak direnetatik erlazio konplexuak adierazten dutenetara tarteko aukerak daude. Erregelen idazketaren aldetik esan behar da adierazpen erregularren lengoaia erazagutzailea izateak abantaila nabarmenak dauzkala, lengoaia hori tradizio handikoa eta oso erabilia baita bai hizkuntzalaritzan bai informatikan. Horrek argitasunean izango du eragina eta asko erraztuko ditu mantentzea eta dokumentazioa. Egoera finituko erregelak idaztearen konplexutasuna ez dator formalismoaren aldetik, baizik eta lanak behar duen ezagutza linguistikoaren partetik, hau da, kategoria lexikal zein sintaktikoen ezagutza, eta sintaxi orokorra edo corpusetako esaldien egituraren ezagutzatik. Esan behar da ere erregela hauek, funtsean aditzen azpikategorizazioaren azterketarako egin diren arren, erabilgarriak izango direla neurri handi batean beste aplikazioetarako, erregelek oinarrizko gertaera linguistikoen deskribapen orokorrak egiten dituzten heinean.

Denboraren aldetik, une honetan batez beste lau hitz prozesatzen dira segundoko. Abiadura handia ez izan arren, dauzkagun corpusak tratatzeko adinekoa da. Lehenago atera diren MG eta baterakuntzan oinarritutako analizatzailearen denbora gehituz gero (15 hitz segundoko, § III.4.2.1.1), ikusten dugu egoera finituko sintaxia dela urratsik motelena. Abiadura hori hobetzeko pausoak eman beharko dira, jakinda egoera finituko sare konplexuekin dauden arazoak gainditzea oraindik ikerketa-fasean dagoela. Lortutako automaten tamainak eragina du sistemaren abiaduran, era sekuentzialean aplikatzen den automata-kopuruarekin batera. Bestalde, definizio erregularrak egiteko moduak ere azken automata edo transduktorearen tamaina baldintzatzen du. Faktore hauek guztiak kontuan hartuta, sistemaren hobekuntzarako pausoak definitu beharko ditugu.

IV.2.3 Lehen emaitzak

Aurreko ataletan aurkeztutako egoera finituko gramatikaren garapenaren ondorioz, tresna guztiz inplementatua eta erabilgarria dugu. Puntu honetan tresnaren emaitzen ebaluazioa egingo dugu. Ebaluazioan lortutako datuek tresnaren ahalmena definitzeko eta hobetu beharreko aspektuak argitzeko balioko dute.

Analizatzailea testu errealei aplikatzeko nahi dugunez, lehen lana corpusak lortzea izan da, eta horretarako bi iturri nagusi aurkitu ditugu. *Egungo Euskararen Bilketa Sistematikoa* (EEBS; Urkia eta Sagarna 1991) alde batetik eta *Euskaldunon Egunkaria*-tik lortutako testuak bestetik, izan dira probarako esaldiak aukeratzeko erabili ditugun corpusak.

Aipatu dugunez, analizatzaile sintaktikoen ebaluaziorako gehien erabilitako neurriak doitasuna eta estaldura dira. Hauek neurtzeko, bost aditzen (*agertu*, *atera*, *erabili*, *ikusi* eta *joan*) 100 esaldiko multzoak aukeratu ditugu, hau da, 100 esaldi aditz bakoitzeko, horietatik erdiak EEBStik eta besteak egunkarietatik, guztira 500 esaldirekin. Aditzak aukeratzeko bi arrazoi nagusi izan dira kontuan. Lehenengo beren maiztasuna, hasierako probetarako maiztasun handiko aditzak hartu baititugu, datuak errazago jasotzearren. Bigarren, aditz horiek mota ezberdinetakoak dira (iragankorrak, iragangaitzak, ...), eta horrek azpikategorizatutako osagarri moten azterketa zabala egiteko aukera emango du. Esaldiak lortzeko ez da beste moduko iragazkirik pasa, hau da, lortu diren lehen esaldiak izan dira, eta ez dira hartu gramatikaren edo lexikoaren arabera, horrela sistemaren portaera benetako testuekin zein den ateratzeko.

Esaldi bakoitzeko, eskuz markatu ziren aditzaren agerpena eta berarekin lotutako elementu azpikategorizatuak, ondoren analizatzailearen irteerarekin konparatzeko. 350 esaldi gramatikak (baterakuntzan oinarritutakoa zein egoera finitukoa) garatzeko erabili ziren, eta beste 150 esaldiak (30 aditz bakoitzeko) azken probarako utzi ziren.

Anbiguotasunaren eta gramatikaren estalduraren hutsuneen problemei beste batzuk gehitu behar zaizkio:

?? Esaldien luzera. Esaldi bakoitzak helburu-aditzaren agerpen bat du, beste esaldi batzuekin batera (esaldi nagusi edo mendekoak). Esaldien batez besteko luzera 22 hitzekoa da. Tratatu nahi den aditzaren azpiesaldiaren mugak zehazki bereiztea lan zaila izango da.

?? Hitz anitzeko unitate lexikalak. Analisi morfologikoan sartzeko planak ditugun arren, oraindik hauen tratamendua inplementatu gabe dago, eta ondorio nagusia erroreen gorakada (alarma faltsuak) izango da, egitura berezi batean antolatzen diren hitzak baterakuntzan oinarritutako gramatikaren erregelen arabera okerreko moduan interpretatuko direlako.

?? Hitz ezezagunak, izen bereziak eta errore ortografikoak. Analizatzaile morfologikoak batzuk ezagutzen ditu, baina besteek arazoak sortzen dituzte, normalean hipotesi asko sortzen dituztelako eta, ondorioz, errore-tasak gorantz egiten duelako. Lexikoaren estaldura handitzen doan neurrian ondorengo faseetako emaitzetan eragina izango du.

	Garapenerako corpusa (350 esaldi)		**Probarako corpusa (150 esaldi)**	
	Doitasuna	**Estaldura**	**Doitasuna**	**Estaldura**
agertu	95%	69%	87%	62%
atera	91%	65%	92%	64%
erabili	92%	70%	86%	55%
ikusi	91%	76%	87%	78%
joan	93%	74%	83%	70%
Guztira	92%	71%	87%	66%

IV.3 taula. Ebaluazioaren emaitzak.

IV.3 taulak emaitzak aurkezten ditu, esaldi guztien batez bestekoak hartuta. Nahiz eta beti oreka bat egon doitasuna eta estalduraren artean, lehenengoa maximizatzen saiatu gara, kasu batzuetan estaldura jaitsiz. Analizatzailearen garapenean 350 esaldien analisiak aztertzea bazegoenez, bigarren eta hirugarren zutabeetako zenbakiak analizatzailearen oraingo egoeraren maximotzat uler daitezke, %92ko doitasuna eta %71ko estaldurarekin. Aditz baten agerpenaren interpretazio bat baino gehiago zegoenean esaldi hori baztertu egin dugu, (estaldura jaisten da horrelakoekin). Geroago azalduko dugunez, emaitza hauek hobe daitezke lexikoa eta gramatika sintaktikoak gehiago landuz gero. Hori guztia kontuan hartuta, emaitzak ontzat ematen ditugu, estaldura %66 eta doitasuna %87ra iristen direlako 150 esaldien multzoarekin, espero zen maximotik hurbil, eta emaitza horiek ikusi gabeko esaldiekin sistemaren portaera ona dela erakusten dutelako.

Erroreen jatorria eskuz aztertu genuen (IV.4 taula), zenbait errore motaren artean multzokatuz (estaldura eta doitasunean arazoak sortzen zituzten 68 errore identifikatu genituen guztira):

?? Hitz anitzeko unitateak (5), hitz ezezagunak, izen bereziak (9) eta errore ortografikoetatik sortutako erroreak. Beren tratamendua analisi morfologikoaren moduluari dagokio gehienbat, eta aberasketa lexikalarekin lotuta dago.

?? Desanbiguazio okerrarengatik sortutako erroreak. Hauek bi mota nagusitan bana daitezke. Desanbiguatzaileak irakurketa okerra aukeratzen duenean alarma faltsua sortzen da, doitasuna txikituz (9 errore). Beste alde batetik, kasu batzuetan aukera bat baino gehiago geratzen da, horien artean zuzena dagoela. Bere efektu nagusia estalduraren jaitsiera izango da (5 errore).

?? Baterakuntzan oinarritutako gramatikaren hutsuneekin lotutako erroreak (32 errore). Errore mota hauek ematen dituzte analisi partzialaren mugak. Errore hauetatik erdia baino gehiago gramatikaren atal batzuetan landu gabeko aspektuak dira, eta arazo handirik gabe konpon litezke gramatika zabalduz gero, baina beste batzuek aldaketa kualitatiboak beharko lituzkete, aditzaren azpikategorizazioari buruzko informazioa txertatzea kasu. Azkenik, hirugarren multzo bateko erroreak corpusetako egitura sintaktiko berezi eta arraroengatik sortu dira. Gure ustez edozein analizatzailerentzat, aurreko bi arazoak ebatzi arren, zailtasun handikoak izango dira azken multzo honetako egiturak ondo analizatzea.

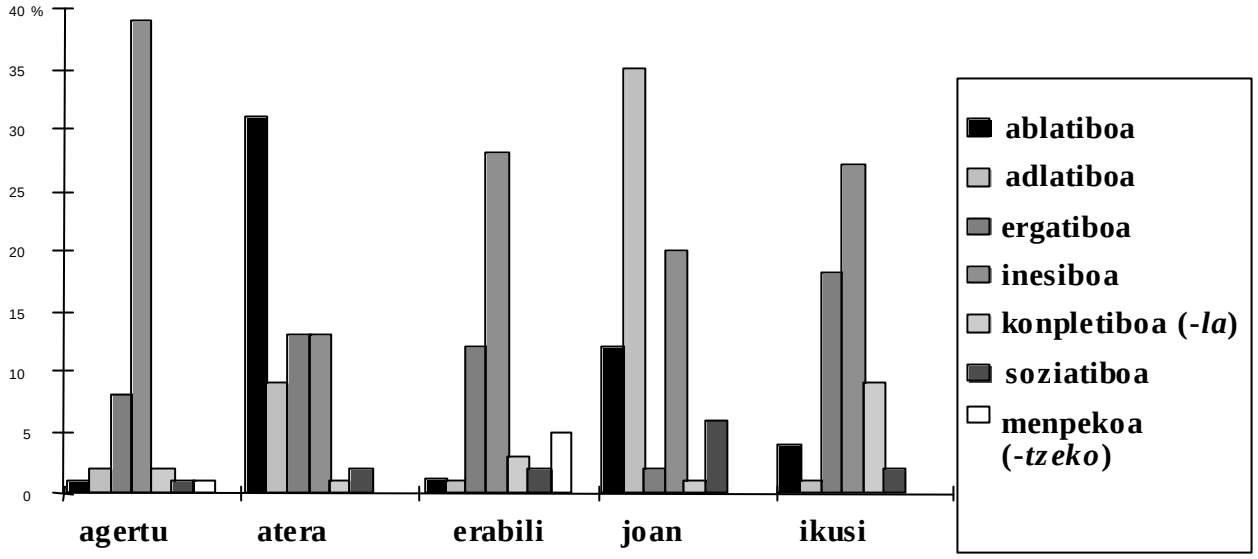
Errorea	**Adibidea**
Hitz anitzeko unitatea ezagutu ez denez, *aldez*-instrumental eta *aurretik*-ablatibo lortzen dira	ekimen batek izan ditzakeen emaitzak *aldez aurretik* ikustea
Hitz ezezaguna agertzen denez, ez da asmatzen ergatiboan doala	*PSOEk* begi onez ikusten du alderdi guztiak bilduko dituen gunea
Errore ortografikoaren ondorioz, ez da sintagma ezagutzen	berri *ori* bakarrik darabil
duela gaizki desanbiguatua, aditz trinkoaren interpretazioarekin	hori gertatzea ez *duela* posible ikusten
aterako gaizki desanbiguatua, izena	ez zen *aterako*
ziren aditzean erlatiboa/iragana anbiguotasuna ebatzi gabe dago	AABAk kezkatuta agertu *ziren* atzo
Sintaxiaren akatsa. '*gauza bat bezala*' moduko egiturak ez daude sartuta	hau ez da betiko *gauza bat bezala* ikusten
Sintaxiaren akatsa. *erabiltzen* eta *erietxeetan* ez dira erlazionatzen, bien artean *hasi* dagoelako. Azpikategorizazioaren informazioa beharko da.	*erietxeetan* hasi zen erabiltzen

IV.4 taula. Azpikategorizazioaren erauzketan egindako erroreen adibideak.

Emaitzek erakusten dute erroreen erdia baino gehiago lexikoa, analizatzaile morfologikoa eta desanbiguazio morfologikoaren (36 errore guztira) hobekuntzekin konpon daitezkeela. Nahiz eta desanbiguazio morfologikoa zabaltzea eta aldatzea lan ez-sinplea izan, izen berezien, errore ortografikoen eta hitz anitzeko unitateen tratamenduan lan egiteak estaldura eta doitasunaren igoera nabarmena eragingo luke. Era berean, baterakuntzan oinarritutako gramatikaren zabalpena eginez gero, errore sintaktikoen erdiak ekidin daitezkeela aurreikusten dugu.

Emaitza horiek aztertu ondoren, ikusten dugu baliagarriak direla modu automatiko edo erdiautomatikoan informazio interesgarria ateratzeko. IV.5 irudian goian aipatutako bost aditzentzako emaitzen berri ematen da, aditz bakoitzeko berarekin agertzen diren osagarrien maiztasunak neurtu ondoren. Aztertutako osagarri-motak izen-sintagmak, adizlagunak eta mendeko esaldiak izan dira. Izen-sintagmen kasuan, kasu absolutiboa da maiztasun handiena duena diferentzia handiagatik. Arrazoi horrengatik, irudian ez da azaltzen beste osagarri-moten proportzioa hobeto ikusi ahal izateko. Inesiboa da aditz guztietan agertzen den kasu bat, denbora-espazioari

buruzko kokapena adierazteko erabileraren ondorioz. Ablatiboa eta adlatiboa *atera* eta *joan* aditzekin agertzen dira gehienbat. Emaitzetan modu nabarian adierazten da mendekoen erabilera, helburuzkoa (*-tzeko*) *erabili*-rekin eta konpletiboa
ikusi-ren kasuan.



IV.5 irudia. Bost aditzentzat lortutako osagaien maiztasunak.

IV.3 Ondorengo urratsak

Kapitulu honetan garatutako analizatzaile sintaktikoaren aplikazioa aurkeztu da, aditzen azpikategorizazioari buruzko informazioaren erauzketan. Lehenengo emaitzak aztertu ondoren, esan daiteke tresnak emaitza erabilgarriak ematen dituela, estaldura eta doitasuna kontuan hartuz. Egiaztatu da tresnak aditz desberdinen portaerak bereizteko gaitasuna ere baduela.

Bestalde, esan behar dugu oraindik aditzen azpikategorizazioaren tratamenduaren hasieran besterik ez gaudela, etorkizunean lantzeko zenbait pauso ikusten ditugulako:

?? Tratamendu morfologikoaren hobekuntzak emaitzetan eragina izango du, hitz ezezagunen, izen berezien eta hitz anitzeko unitateen tratamenduan.

?? Berdin gertatuko da oinarrizko baliabide sintaktikoekin. Alde batetik, murriztapen-gramatikaren desanbiguazioaren akatsak zuzentzea eta geratzen diren anbiguotasunen ezabaketarekin, eta bestetik baterakuntzan oinarritutako gramatikaren hedapenekin, batez ere esaldi-mailan, esaldiaren osagai nagusien arteko erlazioak aztertzea analizatzaile osoaren hobekuntzarako izango bailiteke.

?? Orain arte bost aditz landu dira bereziki baina, tresnaren sendotasuna frogatuta dagoenez, hurrengo pausoa aditz-multzoa zabaltzea izango da, azken helburua datu-base lexikaleko aditz guztien azterketa egin arte. Une honetan 400 aditzen azterketa egiten hasi gara.

?? Lehenago aipatu dugunez, aditzen agerpen-adibideak lortuta, oraindik azpikategorizazio-patroien definizioa geratzen da, hau da, agerpenak patroietan multzokatzea. Hemen, beste gauza batzuen artean, argumentua eta adjuntuak bereiztu beharko dira, edo patroi bakar baten egitura-alternantziak sailkatu. Aztertu beharko da prozesu hau zein puntutaraino egin daitekeen eskuz edo automatikoki. Aditz-multzoa zabaltzen doan heinean, eskuzko metodoen aplikazioa ezinezkoa bihurtuko da, eta eredu probabilistikoen erabilera (Carroll eta Rooth 1998) landu beharko da.

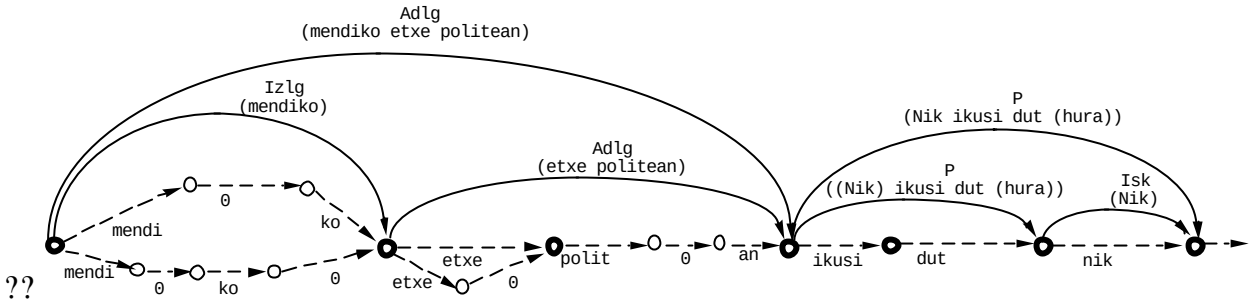
?? Ikertu behar den lerro interesgarri bat aditzen agerpen-adibideak hartuta aditzak automatikoki sailkatzearena da. Hasierako hipotesia antzeko patroiak dituzten aditzak multzo semantiko berekoak direla izango da, eta hori corpusetako datuekin egiaztatu beharko da (Aldezabal 2000).

?? Informazio hori guztia lortu eta gero, azpikategorizazioaren informazioa analizatzaile sintaktikoan integratzeko eredua aukeratu beharko da. Honetarako zenbait aukera daude (Basili *et al*. 1998, Voutilainen 1997), eta bakoitzaren ezaugarriak eztabaidatu egin beharko dira. Adibidez, azpikategorizazioa baterakuntzan oinarritutako analizatzailean sar daiteke, seguruenik PATR baino harantzago doazen LFG edo HPSG moduko formalismo batera egokituz. Beste aukera bat egoera finituko gramatikaren barruan kokatzea izango litzateke. Esan behar dugu pauso hau hartzeko azterketa sakona egin beharko dela.

?? Informazio lexikala gehitzen denean, erlazio gramatikalen definizio aberatsagoak lortzea pauso interesgarria izango da, (Carroll et al. 1999) lanean agertzen den estiloan, orain erabiltzen ari garen kasu gramatikaletatik funtzio sintaktikoetara pasatzeko.

??

?? KEPA: ADITZ BATEN 100 ESALDIREN PATROIAK ATERA (ERANSKIN MODUAN?).



??