

KATEGORIAKIELIOPPI

Kristiina Jokinen
Tietokone-lingvistiikan
tutkimusyksikkö
Helsingin yliopisto

During the past ten years Categorical Grammar, CG, has achieved a lot of interest among linguists. Two main characteristics of CG are responsible for its popularity: a strictly bottom-up analysis of sentences and a close relationship to formal semantics. The paper is a brief introduction to CG. An overview of basic concepts and principles common to different CG versions is presented. Problems are exemplified by a simple application to Finnish with a special emphasis on word-order.

1. JOHDANTO

Kategoriakielioppi (Categorical Grammar, CG) on viimeisten kymmenen vuoden aikana kiinnittänyt lingvistien huomiota syntaksin ja semantiikan läheisen vuorovaikutuksen sekä leksikkolähtöisen ja lauseen pintarakenteeseen keskittyvän analyysinsa vuoksi. Käsitteenä kategoriakielioppi tosin kattaa useita yksityiskohdiltaan erilaisia versioita, ja sen puitteissa tehdään tutkimusta sekä puhtaasti semanttis-loogisista lähtökohdista että luonnollisen kielen kuvaustarpeista käsin.

Tässä artikkelissa tarkastelen kategoriakielioppia etupäässä syntaktisena kuvausmallina. Näkökulmani on yleinen. Esittelen lyhyesti kaikille kategoriakielioppeille yhteiset pääperiaatteet ja peruskäsitteet, ja pyrin välttämään vain jollekin CG:n versiolle tyypillisiä yksityiskohtia. Käytän tosin Steedmanin notaatiota, koska se on selkeä ja havainnollinen, ja toisaalta melko laajasti käytössä. Myös monet esimerkkilauseeni pohjautuvat hänen esimerkkeihinsä. Artikkelini lopuksi tarkastelen kategoriakieliopin fragmenttia suomen kielelle. Sovellan CG:n periaatteita yksinkertaisten transitiivilauseiden sanajärjestyksen kuvaamisessa ja käyn läpi muutamia hankalia koordinaatiotapauksia.

2. KATSAUS HISTORIAAN

Kategoriakielioppi on alunperin puolalaisen loogikon Ajdukiewiczin (1935) kehittämä menetelmä formaalien kielten jäsentämiseksi. Kategoriakielioppi kehittyikin aluksi matemaattisen logiikan piirissä, ja historiasta johdetaan, että CG:n nykyisessäkin tutkimuksessa loogikkojen osuus on erittäin vahva. Lingvistiikkaan kategoriakielioppi tuli vasta 1970-luvulla, jolloin perinteisen TG-kieliopin valtakausi alkoi hajota ja kiinnostus uusiin kielioppimalleihin lisääntyi. Myös Montague-semantiikan synty ja kehitys vauhditti CG:n tutkimusta, koska Montague-semantiikka perustuu kategoriakieliopin periaatteille. Lyonsin (1968) kategoriakielioppia käsittelevä

luku lienee ensimmäinen lingvisteille tarkoitettu CG:n yleisesitys ja on varsin hyvä johdanto sen perusteisiin. Geach (1972) esitti sovelluksen loogiseen syntaksiin, mutta vasta Bach (1980, 1983) ja Dowty (1982, 1985) sovelsivat kategoriakielioppia luonnollisen kielen kuvaukseen. Myös Ades & Steedman (1982) käsittelivät sanajärjestyistä ja pitkän matkan riippuvuuksia CG:n pohjalta psykolingvistisesti motivoituneessa artikkelissaan. Steedman on sittemmin kehittänyt kategoriakielioppia edelleen (Steedman 1985a, 1985b, 1987) ja keskittynyt erityisesti luonnollisen kielen kombinatoriikkaan Lambekin (1961) esittämän kombinatorisen semantiikan pohjalta (Steedmanin versio on nimeltään Combinatorial Categorical Grammar, CCG). Semantiikan puolella taas van Benthem (1983, 1986, 1987) on useissa artikkeleissaan käsitellyt kategoriakieliopin ja loogisen semantiikan, erityisesti tyypiteorian, yhteyttä.

Kategoriakieliopin versioita on myös implementoitu tietokoneella. Unifikaatiopohjaisia kategoriakielioppeja ovat UCG (Unification Categorical Grammar, Zeevat & al. 1986), CUG (Categorical Unification Grammar, Uszkoreit 1986) ja CATFINN (Karttunen 1986). Myös HPSG (Head-Driven Phrase Structure Grammar, Pollard 1985, Pollard & Sag 1987) voidaan tulkita kategoriakieliopiksi, vaikkakaan ei sen perinteisimmäksi edustajaksi. Toisaalta UCG ja HPSG muistuttavat toisiaan suuresti ja eroavat lähinnä notaationsa sekä käyttämiensä semanttisten teorioiden perusteella.

Kategoriakieliopin tutkimus on keskittynyt etupäässä Edinburghiin, Stuttgartiin, Amsterdamiin ja Stanfordin. Kahdessa ensin mainitussa paikassa on meneillään laaja ACORD-projekti, joka tähtää tietokantojen haku- ja kyselyohjelman kehittämiseen, ja jossa lauseanalyysi perustuu UCG:hen. Haddock & Klein (1986) on suositeltava - vaikkakin formaalin esitystapansa vuoksi melko raskas - kokoelma artikkeleita, jotka käsittelevät Edinburghissa tehtyä tutkimusta, CCG:tä ja UCG:tä.

3. KATEGORIAKIELIOPIN PERUSTEET

Kategoriakielioppi on generatiivinen kielioppimalli, eli se sisältää eksplisiittisesti määritellyn leksikon sekä säännösten, jonka tarkoitus on generoida kaikki kielen lauseet ja vain ne. Bar-Hillel & al. (1960) todistivat jo varhain kategoriakieliopin ja lausekerakennekieliopin heikosti ekvivalenteiksi. Formaaleilta ominaisuuksiltaan klassinen kategoriakielioppi kuuluu siis kontekstittomien kielioppien (context-free grammars) joukkoon, ts. se pystyy generoimaan keskiopotuksia, mutta ei ristiinmeneviä riippuvuussuhteita. Kategoriakieliopin laajennukset kuitenkin lisäävät sen generatiivista kapasiteettia. Osa CG:n tutkimusta käsittelekin CG:n formaalien ominaisuuksien muuttumista sen mukaan, millaisia sääntöjä kielioppiin valitaan (Friedman & al. 1986, Friedman 1987).

CG:n päämääränä on kielen ilmausten yhdistymismahdollisuuksien ja -rajoitusten selvittäminen lähtien siitä perusajatuksesta, että ilmaukset voivat kombinoitua muiden ilmausten kanssa vain tietyllä tavalla. Isommat kokonaisuudet (lausekkeet, lauseet) ovat hyvämuotoisia vain jos niiden osailmaukset on voitu yhdistää kieliopin määräämällä tavalla. Kaikki ei-triviaali informaatio koodataan leksikkoon liittämällä jokaiseen kielen ilmaukseen kategoria, joka määrää miten ilmaus voi kombinoitua. Syntaksin osuus kutistuu siis minimiin, ja syntaktiset säännöt redusoituvat muutamaksi yleiseksi kombinointisäännöksi. Alkuperäisessä kategoriakieliopissa kombinointisääntöjä oli vain yksi, mutta luonnollisen kielen kieliopissa niitä tarvitaan enemmän.

Leksikkomuotoihin voidaan helposti koodata myös semanttista informaatiota. Syntaksia ja semantiikkaa ei näin ollen ole erotettu erillisiksi komponenteiksi, vaan ne toimivat samanaikaisesti samojen kombinatoristen periaatteiden mukaan. Lähtökohtana on syntaksin ja semantiikan rakenteellinen isomorfisuus, ts. jokaista syntaktisesti hyvämuotoista lauseketta vastaa semanttisesti hyvämuotoinen ilmaus. Kokonaisuuden merkitys saadaan Fregen kompositionaalisuusperiaatteen mukaisesti osien merkityksen funktiona, ts. kombinoimalla osien semanttiset arvot (tyypit, kategoriat) semanttisten hyvämuotoisuussääntöjen mukaisesti. Kategoriakielioppiin voidaan yhdistää erilaisia semanttisia teorioita (esim. CCG käyttää Lambekin kehittämää kombinatorista semantiikkaa, UCG Hans Kampin diskurssirepresentaatioteoriaa ja HPSG situaatiosemantiikkaa), mutta oleellista on, että syntaksi sen paremmin kuin semantiikkakaan eivät toimi toistensa syötteenä, vaan kumpikin vaikuttaa yhtä aikaa analyysin kulkuun ja tulokseen. Lauseanalyysi ei siis tähtää pelkästään lauseen syntaktisen rakenteen muodostamiseen, vaan paremminkin lauseen merkityksen esille saamiseen, lauseen ymmärtämiseen.

3.1. Kategoriat

Kategoriat jaetaan *peruskategorioihin* (*basic categories*) ja *johdettuihin kategorioihin* (*derived categories*). Peruskategoriat voidaan valita mieltävaltaisesti, ja muut kategoriat johdetaan näistä rekursiivisesti. Kategorian määritelmä kuuluu:

- (1) Jos X on peruskategoria, niin X on kategoria.

Jos X ja Y ovat kategorioita, niin $X|Y$ on kategoria.

Johdettu kategoria $X|Y$ ("*X kautta Y*") tarkoittaa ilmausta, joka kombinoituu kategoriaa Y olevan ilmauksen kanssa ja muodostaa kategoriaa X olevan ilmauksen. Kategoriat voidaan tulkita myös funktioina, jolloin kategoria $X|Y$ käsitettäisiin funktioksi Y -kategorialta X -kategorialle. Funktiotulkinnan pohjalta kategoriaa Y kutsutaan *argumenttikategoriaksi*, kategoriaa X *tuloskategoriaksi* ja kategoriaa $X|Y$ kokonaisuudessaan *funktio-*

kategoriaksi. Funktiokategoria on aina johdettu kategoria, mutta argumenttikategoriana voi olla joko perus- tai johdettu kategoria. Steedmanin ehdottaman merkintätavan mukaisesti kategoriasymbolissa on argumenttikategoria kautta viivan oikealla, tuloskategoria vasemmalla puolen.

Ero peruskategorioiden ja johdettujen kategorioiden välillä on se, että peruskategoriat tulkitaan täydellisiksi jo itsessään, kun taas johdetut kategoriat ovat epätäydellisiä siinä mielessä, että ne tarvitsevat jotain, jonka kanssa kombinoitua, jotta ilmaus olisi hyvämuotoinen. Perinteisesti substantiiveja, nominaalilausekkeita ja lauseita on pidetty peruskategoriaina, mutta eräissä nykyisissä CG-versioissa peruskategoriaksi on valittu verbi. Valintaa on perusteltu sillä, että kielissä, joissa on vapaa sanajärjestys ja rikas morfologia, kombinointi tulee yksinkertaisemmaksi ja elegantimmaksi, jos sijataivutettu NP "etsii" sopivaa verbiä, jonka subjektina tai objektina se voisi toimia, kuin jos verbi "etsisi" argumenttejaan, joiden tulisi olla tietystä sijassa (Karttunen 1986).

3.2 Kombinointisäännöt

3.2.1 Funktioapplikaatio

Funktioapplikaatio (*Functional Application*) on kombinointisääntö, jossa funktiokategoria kombinoituu argumenttikategoriensa kanssa. Koska argumenttikategoria voi löytyä joko funktion oikealta tai vasemmalta puolelta, puhutaan vastaavasti kombinoinnista eteenpäin ja kombinoinnista taaksepäin. Argumentin sijainti ilmoitetaan vinoviivan (slash) avulla. Eteenpäin kallistuva vinoviiva tarkoittaa, että argumentin on oltava funktion jäljessä (oikealla puolen), kun taas taaksepäin kallistuva vinoviiva tarkoittaa, että argumentin on löydettävä funktion edeltä (vasemmalta puolen). Jos argumentti voi olla kummalla puolen tahansa, käytetään pystysuoraa viivaa. Kombinoinnin suunnalla on yleensä merkitystä luonnollisen kielen sanajärjestyksen kannalta.

- | | |
|--|------------------------|
| (2) Applikaatio eteenpäin | (Forward Application) |
| $X/Y \quad Y \quad \rightarrow \quad X$ | |
| Applikaatio taaksepäin | (Backward Application) |
| $Y \quad X \backslash Y \quad \rightarrow \quad X$ | |

Funktioapplikaatiossa tuloskategorian semanttinen arvo saadaan soveltamalla funktiokategorian semanttista arvoa argumenttikategorian semanttiseen arvoon. Säännön nimi, *funktioapplikaatio*, viittaaakin semanttiseen operaatioon, kun taas puhtaasti syntaktista yhdistämistä tarkoittava sääntö olisi *kombinointisääntö* oikealle tai vasemmalle. Kuten edellä on kuitenkin tullut esille, voidaan kategoriasymboli tulkita myös semanttisen tyypin lyhenteeksi, jolloin syntaktiset säännöt vastaavat semanttisia tulkintasääntöjä (vrt. Bachin 1980 *rule-to-rule* -periaate ja Kleinin & Sagin 1984

esittävä tiukempi, semanttisten tyyppien ohjaama tulkinta, ns. *type-driven translation*). Ottamatta kantaa semanttisen edustuksen yksityiskohtiin voidaan syntaktis-semanttiset applikaatiosäännöt esittää siten, että kategorioiden merkitys myös semanttinen tieto esim. seuraavasti:

$$(3) \begin{array}{l} X/Y:F \ Y:y \ \rightarrow \ X:F(y) \\ Y:y \ X\Y:F \ \rightarrow \ X:F(y) \end{array}$$

Funktioapplikaatio voi soveltua vain, jos argumentti on heti funktion vieressä. Luonnollisen kielen kieliopissa vaatimus rajoittaa kieliopin kuvausvoimaa, sillä tunnetusti pitkän matkan riippuvuudet, rinnastus ja sanajärjestysvariaatiot ovat ilmiöitä, joissa funktio ja argumentti eivät ole vierekkäin. Klassista kategoriakielioppia onkin laajennettu Steedmanin ym. ehdotusten pohjalta funktiokompositiolla ja tyyppinnostolla. Funktiokompositio ja tyyppinnoston vapaa salliminen on kuitenkin CG:n formaalien ominaisuuksien kannalta vaarallista, koska kategorioiden määrä kasvaa äärettömäksi, ja tyyppinnoston rekursiivinen soveltaminen tekee analyysistä päättymättömän. Näiden sääntöjen soveltumisehtojen määrittäminen on siten tärkeä osa kieliopin kirjoittamista (Steedman 1987, Szabolcsi 1983, 1987).

3.2.2 Funktiokompositio

Funktio-kompositio (*Functional Composition*) kaksi funktiokategoriaa kombinoidaan keskenään. Sen mukaan, mihin suuntaan vinoviivat osoittavat funktiokategorioissa, saadaan neljä erityyppistä funktiokompositiota:

$$(4) \begin{array}{ll} \text{Kompositio eteenpäin} & (\text{Forward Composition}) \\ X/Y \ Y/Z \ \rightarrow \ X/Z & \\ \text{Kompositio taaksepäin} & (\text{Backward Composition}) \\ Y/Z \ X/Y \ \rightarrow \ X/Z & \\ \text{Sekakompositio eteenpäin} & (\text{Mixed Forward Composition}) \\ X/Y \ Y/Z \ \rightarrow \ X/Z & \\ \text{Sekakompositio taaksepäin} & (\text{Mixed Backward Composition}) \\ Y/Z \ X/Y \ \rightarrow \ X/Z & \end{array}$$

Esim. funktiokompositioissa eteenpäin on kyse tilanteesta, jossa funktiokategoria X/Y tuottaisi kategorialla X olevan ilmauksen, jos sen oikealla puolella olisi kategorialla Y oleva ilmaus. Oikealla puolella on kuitenkin funktiokategoria, joka tuottaisi vaaditun Y -kategorian, jos se vain ensin löytäisi oikealta puoleltaan kategorialla Z olevan ilmauksen. Olettamalla Y -kategoria löydetyksi ja supistamalla se pois, voidaan kyseiset funktiokategoriat kombinoida. Tuloksena on kategorialla X olevan ilmauksen, jos se löytää oikealta puoleltaan alkuperäisen argumenttikategorian argumentin, $Z:n$.

Funktiokompositio on kiinnitettävä erityistä huomiota vinoviivojen suuntaan sekä "supistettavan" kategorian sijaintiin. Funktiokompositio ei ole mahdollinen esim. tapauksessa (5), jossa ensimmäinen funktio etsii argumenttiaan (Y) vasemmalta eikä siten voi kombinoitua oikealla olevan funktiokategorian (Y\Z) kanssa; toisen funktion argumentti taas on kategorian Z ilmaus, jota ei ole lainkaan tarjolla.

$$(5) \quad X \setminus Y \quad YZ \quad -> \quad *$$

Funktiokompositio nimi viittaa jälleen semanttiseen operaatioon, jossa tuloksen merkitys saadaan funktiokompositio avulla:

$$(6) \quad X|Y:F \quad Y|Z:G \quad -> \quad X|Z: \lambda x [F(Gx)]$$

3.2.3 Tyypinnosto

Tyypinnosto (Type-Raising) on semantiikasta tuttu käsite, jolla tarkoitetaan ilmauksen tyyppin (semanttisen kategorian) muuttamista siten, että siitä tulee astetta korkeampi, abstraktimpi. Tyypinnoston avulla funktion ja argumentin suhde voidaan kääntää päinvastaiseksi: argumenttina toiminut kategoria nostetaan funktioksi, joka ottaa entisen funktion argumenttikseen. Sen mukaan, kummalta puolen tyypinostettu kategoria haluaa argumenttinsa löytyvän, puhutaan joko eteenpäin tai taaksepäin suuntautuvasta tyypinnostosta.

(7) Tyypinnosto eteenpäin (Forward Type-Raising)

$$X:x \quad -> \quad Y/(Y \setminus X): \lambda F [F x]$$

Tyypinnosto taaksepäin (Backward Type-Raising)

$$X:x \quad -> \quad Y \setminus (Y/X): \lambda F [F x]$$

Tyypinnoston suunta riippuu tietenkin alkuperäisestä funktiokategoriasta ja sen suunnasta: tyypinostetun kategorian suunta on päinvastainen kuin sen argumenttina toimivan funktiokategorian. Semanttiselta kannalta tyypinnosto on vain näkökulman muutos eikä vaikuta tuloksen merkitykseen. Tyypinnostoon liittyvä semanttinen operaatio on lambda-abstraktio.

4. LEIKKIKIELIOPPI

Tarkastelen lopuksi pientä suomen kielen kielioppifragmenttia, ja sen rajoissa suomen kielen sanajärjestystä. Steedmanin ehdotuksen pohjalta teen ensin sulutusta koskevan notationalaisen sopimuksen: vinoviivat ovat vasemmalle assosiativisia. Sulut voi siis jättää pois tuloskategorian ympäriltä, sillä kategoriasymbolissa äärimmäisenä oikealla oleva kategoria on aina argumenttikategoria, ja muut muodostavat yhdessä tuloskategorian:

$$\begin{aligned} (X|Y)|Z &= X|Y|Z \\ (X|Y)|(Z|W) &= X|Y|(Z|W) \end{aligned}$$

Jos argumentti on johdettu kategoria, se on aina kokonaisuudessaan kirjoitettava sulkuihin: kategoria $X|Y|Z|W$ ei siis ole jälkimmäisen esimerkin lyhennetty muoto, vaan tarkoittaisi kategoriaa $((X|Y)|Z)|W$.

Valitsen peruskategorioiksi yleisen käytännön mukaisesti substantiivin (N), nominaalilausekkeen (NP) ja lauseen (S). Esimerkkini kannalta valinnalla ei ole suurtakaan vaikutusta, vrt. kuitenkin Karttunen (1986). Johdettuja kategorioita ovat nyt mm.:

$S NP_S$	(= VP)	intransitiiviverbi
$S NP_S NP_O$	(= VP NP_O)	transitiiviverbi
$S NP_S (S NP_S)$	(= VP VP)	adverbi
NP/N		determinantti
N/N		adjektiivi
$N\backslash/(S NP_S)$		relatiivipronomini (subjekti)
$N\backslash/(S NP_O)$		relatiivipronomini (objekti)

Esimerkiksi intransitiiviverbi on ilmaus, joka tarvitsee subjekti-NP:n muodostaakseen lauseen, transitiiviverbi taas ilmaus, joka tarvitsee objekti-NP:n muodostaakseen kategoriaa $S|NP_S$ olevan ilmauksen (intransitiiviverbin) ja edelleen subjekti-NP:n muodostaakseen lauseen.

Kategorioiden rekursiivisen määritelmän vuoksi kategoriasymbolit tulevat helposti varsin monimutkaisen näköisiksi. Selvyyden säilyttämiseksi on kategorioille annettu lyhennemerkintä, esim. kategoria $S|NP_S$ lyhennetään VP. Kategorioihin voidaan myös yhdistää piirteitä erottamaan kategoriasymboliltaan samanlaiset, mutta joiltakin olennaisilta ominaisuuksiltaan erilaiset kategoriat toisistaan. Esim. NP:ihin liitetyt alaindeksit *s* ja *o* viittaavat subjektin ja objektin sijapiirteisiin. Verbikategoriat taas saavat mm. muotoa ja persoonaa osoittavan alaindeksin:

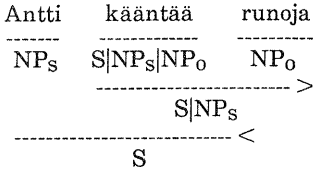
$VP_{[fin,sg3]}/VP_{[infl]}$	= haluaa, tahtoo, saa jne.
$VP_{[infl]}/VP_{[inf3]}$	= ruveta, pyytää, käskeä jne.

Piirteet jätetään pois, jos ne eivät ole välttämättömiä esimerkin kannalta.

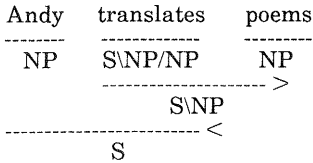
Vapaan sanajärjestyksen vuoksi suomen kielen kuvauksessa verbillä on suuntaamaton kategoria, ts. subjekti-NP:n ja objekti-NP:n paikka suhteessa verbiin on vapaa. Jos suuntaamaton kategoria kuitenkin tulkitaan vain suuntaisten kauttaviivojen neutraalistumaksi, on kategoriakieliopin perusidea samasta syntaktisesta jakautumasta kadotettu, koska suuntaamaton kategoria pitää nyt sisällään sekä oikealle että vasemmalle kombineoivan kategorian. Suuntaamaton kategoria onkin parhaiten ajateltavissa lyhenteeksi kahdelle suunnatulle kategorialle, joita käytetään tilanteen mukaan: kauttaviiva instantioidaan aina sen mukaan kummalla puolen

objekti on. Suuntaamattomat kategoriat ja piirteet eivät lisää kategoriakieliopin generatiivista kapasiteettia.

Kategoriakieliopin mukainen analyysi yksinkertaiselle suomen kielen transitiivilauselle on esitetty alla. Notaatio on Steedmanin käyttämä ja vastaa ylösalaisin käännettyä derivaatiopuuta. Lyhenteet viittaavat funktioapplikaatioon eteenpäin (>) ja taaksepäin (<).



Vertailun vuoksi ohessa on myös vastaavan englanninkielisen lauseen analyysi. Periaatteessa se on samanlainen kuin suomenkielisen lauseen analyysi, mutta verbikategoria on nyt suunnattu: objekti-NP:n on löydettävä verbin oikealta, subjekti-NP:n taas vasemmalta puolen.



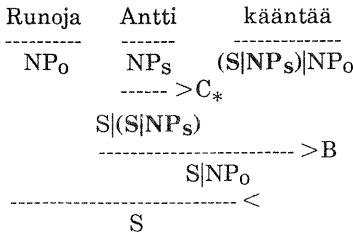
Kummallekin analyysille on yhteistä se, että verbin kanssa yhdistetään ensin objekti-NP ja vasta tämän jälkeen subjekti-NP. Mutta kun englannin kielen analyysissa subjekti ja objekti erotetaan toisistaan verbin semantiikan avulla (ensimmäiseksi kombinoitu NP tulkitaan aina objektiksi, viimeksi kombinoitu NP subjektiksi), tunnistetaan ne suomen kielen analyysissa sijapiirteiden avulla. Analyysi myötäilee siten tunnettua typologista eroa: subjektin ja objektin erottamisessa käytetään joko sijapiirteitä tai kiinteää sanajärjestystä.

Suuntaamattomien kategorioiden ja funktioapplikaation avulla voidaan suomen kielen kuudesta transitiivilauseen mahdollisesta sanajärjestyksestä kuvata neljä, nimittäin ne, joissa verbi ja objekti ovat rinnakkain:

Antti	kääntää	runoja	SVO
Antti	runoja	kääntää	SOV
Runoja	kääntää	Antti	OVS
Kääntää	runoja	Antti	VOS

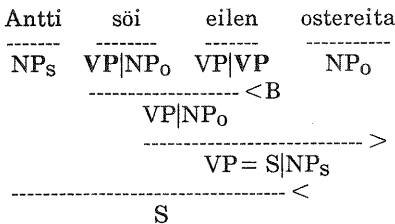
Jos subjekti on kiillautunut verbin ja objektin väliin (lausetyypit OSV ja VSO), ei funktioapplikaatio voi soveltua, ja analyysi pysähtyy. Transitiivi-verbin kategoriaan määrää, että verbin kanssa on yhdistettävä ensin objekti-NP ja vasta tämän jälkeen subjekti-NP, mutta nyt lineaarinen jär-

jestys ei anna tähän mahdollisuutta. Ratkaisuja on kaksi. Voimme joko laajentaa säännöstöä tai liittää transitiiviverbiin toisen kategorian, nimittäin kategorian $S|NP_0|NP_S$, jolloin verbi kombinoituu ensin subjekti-NP:n ja siten objekti-NP:n kanssa. Ensimmäinen vaihtoehto on hankala semantiikan kannalta, koska se tuhoaisi semanttiset yleistyksen lauseen merkityksen muodostamisesta. Sitä paitsi sanan kuuluminen moneen eri kategoriaan kasvattaa leksikon kokoa ja lisää lokaalista monimerkityksisyyttä: jokainen transitiiviverbi saisi kaksi erilaista kategoriaa, ja siten jokainen transitiiviverbin esiintymä lauseessa olisi kaksimerkityksinen. Toisaalta on luonnollista hyväksyä säännöstön laajennus, sillä muutamien muiden syntaksin ilmiöiden vuoksi meidän on joka tapauksessa laajennettava säännöstöä sekä funktiokompositiolla että tyyppinostolla. Jo muutenkin tarvittavia keinoja voidaan näin ollen käyttää myös tämän ilmiön kuvaamiseen. Jos siis subjekti-NP nostetaan verbin yli eteenpäin ($>C_*$) ja funktiokompositiota sovelletaan eteenpäin ($>B$), saadaan analyysi etenemään:



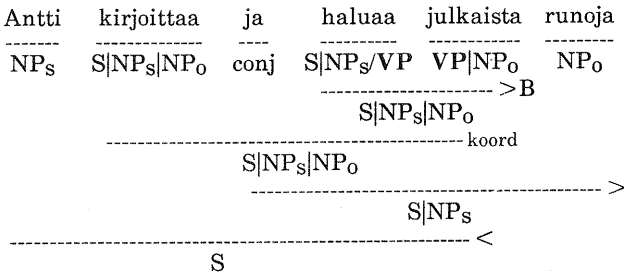
Intoslause *Kääntää Antti runoja* saadaan kuvattua samalla tavalla.

Funktiokompositioiden lisääminen luonnollisen kielen kielioppiin on tarpeen erilaisten siirtojen ja koordinaatiotapausten kuvaamiseksi. Jos esim. vapaa (ts. ei alakategorioitu) määrite on "siirretty" verbin ja sen alakategorioiman argumentin väliin (esim. adverbi on verbin ja sen objektin välissä), on käytettävä funktiokompositiota taaksepäin ($<B$):



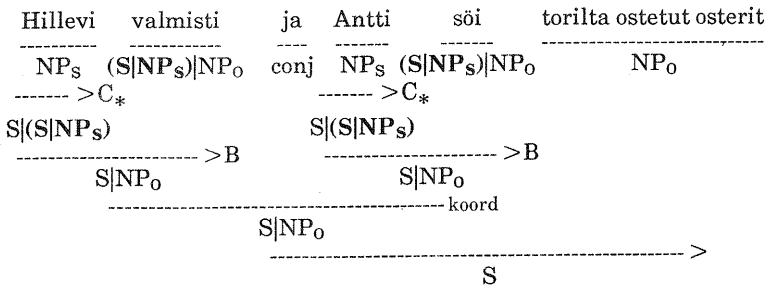
Funktiokompositiota eteenpäin ($>B$) taas tarvitaan mm. oikealle nousevan noodin (Right Node Raising) tapauksessa, jossa kaksi saman objekti-NP:n ottavaa verbiä on rinnastettu konjunktiolla. Konjunktion kategoria on sellainen, että se voi yhdistää vain kaksi samanlaista katego-

riaa (Gazdar 1981). Alla olevassa esimerkkilauseessa välittömästi konjunktion vieressä olevat kategoriat ($S/NP_S/NP_O$ ja $S/NP_S/VP$) ovat kuitenkin yhteensopimattomia, ja jos peräkkäisten funktioaplikaatioiden avulla muodostetaan ilmauksen *haluaa julkaista runoja* kategoria, saadaan tulokseksi S/NP_S , joka myöskin on yhteensopimaton. Ilmaukset *haluaa* ja *julkaista* voidaan kuitenkin kombinoida funktiokomposition avulla, jolloin saadaan *kirjoittaa*-ilmauksen kategorian kanssa yhteensopiva kategoria $S/NP_S/NP_O$, ja analyysi pääsee etenemään.

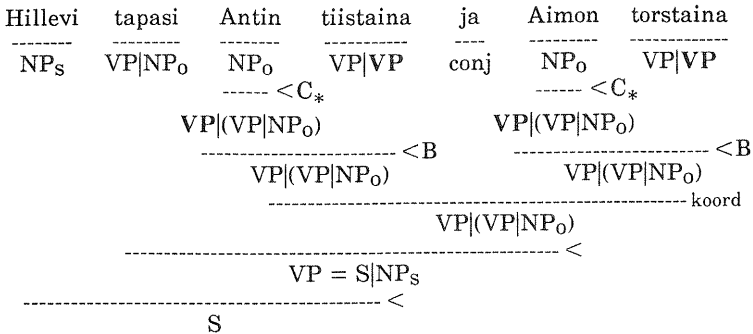


Kaikkia funktiokomposition lajeja (4) ei tietyn erityiskielen kieliopissa välttämättä tarvita. Steedman (1987) arvelee, ettei taaksepäin suuntautuva sekakompositio ole välttämätön englannin kielen kieliopissa. Muita kompositioita taas tulee rajoittaa siten, että ne soveltuvat vain tiettyihin kategorioihin, muuten esim. epäkieliopillinen topikaalistus **book I read the* tulisi hyväksytyksi. Suomen kielen kuvaus näyttää sanajärjestysvariaatioiden vuoksi tarvitsevan kaikki funktiokomposition lajit, mutta niiden soveltamisrajoitusten määrittäminen on kuvauksen keskeinen ongelma.

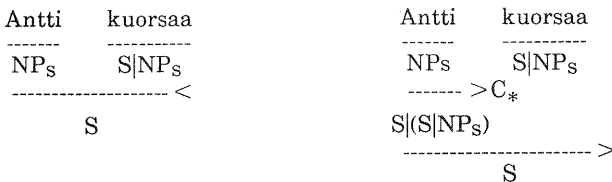
Tyypinnosto on tarpeellinen tietyissä koordinaatioissa. Jos esim. oikealle nousevan noodin tapauksessa rinnastettavilla verbeillä on eri subjektit, on kumpikin verbi kombinoitava subjektinsa kanssa ennen rinnastusta. Tätä varten on subjekti ensin tyypinostettava verbin yli:



Jos rinnastus koskee esim. verbin argumentin ja vapaan adverbiaalinen kokonaisuutta, joka ei muodosta lauseketta perinteisessä mielessä (kyse on epäkonstituenttien koordinaatiosta, *non-constituent coordination*, Dowty 1985), on argumentti ensin nostettava VP:n yli, jotta sen ja adverbiaalinen kombinointi onnistuisi funktiokompositiolla taaksepäin:



Toisaalta tyyppinosto aiheuttaa usein sen, että lauseelle saadaan kaksi erilaista analyysia sen mukaan, onko jokin kategoria tyyppinostettu vai ei. Semanttiset kombinoitisaännöt tosin takaavat sen, että lauseiden merkitys on sama riippumatta siitä, miten analyysi on tehty. Esim. lause *Antti kuorsaa* saa kaksi analyysia riippuen siitä nostetaanko subjekti vai ei:



Useat syntaktiset analyysit samalle pintarakenteelle eivät teorian kannalta kuitenkaan ole välttämättä kuin pelkkiä kauneusvirheitä. Koska lauseelle saadaan vain yksi merkitys, ja koska lauseen merkityksen esille saaminen on lauseanalyysin päämäärä, voidaan erilaisia analyysitapoja pitää vain menetelmän sivutuotteina, joilla ei ole sen suurempaa arvoa itse teorian kokonaisuudessa. Lingvistien hellimä ajatus siitä, että jokaiseen semanttisesti disambiguoituun lauseeseen liitetään vain yksi syntaktinen analyysi, voi hyvinkin olla ylellisyyttä, johon luonnollisella kielellä ei ole varaa (Morrill 1987). Toisaalta tämä näennäinen monimielisyys (spurious ambiguity) tuottaa hankaluuksia automaattisessa jäsennyksessä. Yrityksiä kehittää tehokas, CCG:n mukaiseen jäsennykseen pystyvä jäsentäjä on kuitenkin olemassa (Pareschi & Steedman 1987).

Tyypinnoston vapaa salliminen johtaa myös äärettömään rekursioon, koska sitä voidaan soveltaa mielivaltaisen monta kertaa. Funktio, jonka argumentti on tyyppinostettu, voidaan tyyppinostaa kyseisen tyyppinostetun argumenttinsa yli, joka taas voidaan tyyppinostaa entisen funktionsa yli jne., jolloin analyysi ei lopu koskaan. CCG:ssa tyyppinosto onkin rajoitettu yhteen kertaan, ja UCG:ssa ja CATFINN:ssa tyyppinosto tapahtuu vain leksikossa ja vain kerran kullekin NP:lle.

5. POHDINTAA

Kategoriakielioppi näyttää soveltuvan hämmästyttävän hyvin suhteellisen vapaan sanajärjestyksen omaavaan kieleen kuten suomeen. Toisaalta se ei ole ratkaisu kaikkeen. Jotkin sanajärjestykset ovat hankalasti kuvattavissa, eikä ongelmiin ole olemassa siistiä vastausta. Esim. aukko-lauseet (gapping) *Antti söi ostereita ja Aimo hanhenmaksaa tai Eilen Hillevi halusi mennä Tampereelle ja tänään Turkuun* ovat vaikeita myös CG:lle, eivät ainoastaan muille kielioppiteorioille. Steedman (1987) ehdottaa CCG:ssa ratkaisuksi ns. dekompositiota (decomposition), jossa valmis kategoria "puretaan" osatekijöihinsä, ja kombinointi suoritetaan uudestaan näin saatujen kategorioiden avulla. Dekompositio luonnollisesti lisää automaattisen jäsenyyksen ongelmia, ja on arveluttava myös prosessoinnin kannalta: aukon sisältävät tapauksethan eivät ole garden path -lauseita.

Suomen kielen kuvauksen kannalta ongelmallista on sanajärjestyksen periaatteellinen vapaus, johon kuitenkin liittyy tiettyjä rajoituksia. Suomen kielen kieliopissa tarvitaan yleensä suuntaamattomia kategorioita, mutta näin joitakin epäkieliopillisia sanajärjestyksiä on vaikea sulkea pois. Esim. verbiketjun sisältävissä lauseissa pääverbi on yleensä ennen infinitiivejä, mutta joissakin fokusointitapauksissa järjestys voi muuttua: *minä haluan syödä omenan* vs. *omenan minä syödä haluan* mutta **minä syödä haluan omenan* vs. **syödä haluan minä omenan*. Sallitut järjestykset riippuvat siitä, mitä lauseessa on verbiketjun lisäksi ja missä järjestyksessä, ts. lauseen informaatorakenteesta. Kuvaus vaatii siten joko leksikaalisten entryjen lisäämistä tai kombinointisääntöjen sofistikoimista niin, että tuloskategorian piirteet määräytyisivät sekä kauttaviivan suunnan perusteella että sen mukaan, millaisia muita kategorioita lauseesta on löytynyt. Kombinointisääntöihin olisi näin ollen koodattava syntaktis-semanttisen tiedon lisäksi lauseen temaattiseen rakenteeseen ja informaatorakenteeseen liittyviä seikkoja: joidenkin kategorioiden kombinointi voisi tapahtua vain, jos lauseen siihenastinen rakenne sen sallisi. Jälkimmäinen vaihtoehto nostaisi kategoriakieliopin tyyppiä: kombinointi ei tapahtuisi pelkästään kategorian määräämällä tavalla vaan myös konteksti vaikuttaisi siihen. Analyysi ohjaisi itse itseään sen mukaan, millaisia rajoituksia kukin kombinointi toisi jatkon kannalta. Se onko kombinointi puhtaasti kompositio-

naalinen (osiensa summa), vai voiko se jotenkin muuttaa osista saatavaa tulosta, on tällä hetkellä yksi CG-tutkimuksen ongelmallisista kysymyksistä. Unifikaatioformalismin käyttö tarjonnee tähän ainakin jonkin ratkaisun.

Toisaalta CG on ainoa nykyisistä kielioppimalleista, jolla on itsessään, puhtaasti teoreettisena konstruktiona, suora yhteys formaaliin semantiikkaan. Lisäksi sen mukainen lauseanalyysi tuottaa elegantisti ja vaivattomasti (ikään kuin kaupan päälle) myös lauseen tulkinnan syntaktisen hyvämuotoisuusanalyysin ohella. Koska semantiikan tärkeys luonnollisen kielen analyysille tiedetään, voidaan kategoriakielioppia pitää tässä suhteessa parempana kuin sellaisia malleja, joissa syntaksi ja semantiikka ovat erillisiä, täysin itsenäisesti toimivia komponentteja.

CG on myös laajentanut perinteistä käsitystä konstituenteista pitämällä hyvämuotoisina ilmauksina (= kategorioina) sellaisia ilmauksia kuin *haluaa julkaista* tai *Antti kääntää*. Näin yleensä varsin sopimattomat ja tiukat konstituenttimääritelmiä ovat lähentyneet niitä intuitiivisia käsityksiä, joita yhteenkuuluvista, konstituentin muodostavista kielen ilmauksista on ollut. CG:n peruajatusta, leksikkokeskeistä analyysia, jossa sanat itse määräävät yhdistymismahdollisuutensa, voidaan myös pitää luonnollisempaa ajatuksena kuin aikaisemmin vallalla ollutta sääntökeskeistä ajattelutapaa.

LÄHTEET

- Ades, Anthony E. & Mark J. Steedman 1982. On the order of words. *Linguistics and Philosophy* 4:517-558.
- Ajdkiewicz, Kazimierz 1935. Die syntaktische Konnexität. *Studia Philosophica* 1:1-27. Englanninkielinen käännös teoksessa Storrs McCall (ed.) 1967. *Polish Logic 1920-1939*. Oxford University Press, s. 207-231.
- Bach, Emmon 1980. In defense of passive. *Linguistics and Philosophy* 3:297-341.
- 1983. On the relationship between word-grammar and phrase-grammar. Teoksessa *Natural language and Linguistic Theory* 1:65-89. Reidel, Dordrecht.
- Bar-Hillel, Yehoshua, C. Gaifman & E. Shamir 1960. On categorial and phrase structure grammars. *Bulletin of the Research Council of Israel* 9F:1-16. Painettu uudestaan teoksessa Y. Bar-Hillel (ed.) 1964 *Language and Information*. Reading Massachusetts, Addison-Wesley, s.99-114.

- Benthem, Johan F. A. K. van 1983. *The logic of semantics*. University of Groningen, ms.
- 1986. *Essays in Logical Semantics*. Reidel, Dordrecht.
- 1987. Categorical grammar and the theory of types. Paper presented at the Symposium on Aspects of Categorical Grammars at the first joint meeting of the Association for Symbolic Logic and the Linguistic Society of America, Stanford University, July 1987.
- Dowty, David 1982. Grammatical relations and Montague Grammar. Teoksessa Pauline Jakobson ja Geoffrey K. Pullum (eds.) *The Nature of Syntactic Representation*. Reidel, Dordrecht, s.79-130.
- 1985. Type raising, functional composition, and non-constituent coordination. Paper presented at the Conference on Categorical Grammar, Tucson, Arizona, June 1985. Teoksessa Richard T. Oehrle, E. Bach ja D. Wheeler (eds.) *Categorical Grammars and Natural Language Structures*, Reidel, Dordrecht.
- Friedman, Joyce 1987. The generative power of categorial grammars. Paper presented at the Symposium on Aspects of Categorical Grammars at the first joint meeting of the Association for Symbolic Logic and the Linguistic Society of America, Stanford University, July 1987.
- Friedman, Joyce, Dawei Dai & Weiguo Wang 1986. The weak generative capacity of parenthesis-free categorial grammars. Proceedings of the 11th International Conference on Computational Linguistics, Bonn, August 1986, s.199-210.
- Gazdar, Gerald 1981. Unbounded dependencies and coördinate structure. *Linguistic Inquiry* 12:155-184.
- Geach, Paul T. 1972. A program for syntax. Teoksessa Donald Davidson ja Gilbert Harman (eds.) *Semantics of Natural Language*. Reidel, Dordrecht, s.483-497.
- Haddock, Nick J. & Ewan Klein (eds.) 1986. *Edinburgh Working Papers in Cognitive Science, Volume 1: Categorical Grammar, Unification Grammar, and Parsing*. Available from the Centre for Cognitive Science, Edinburgh University.
- Karttunen, Lauri 1986. Radical Lexicalism. Paper presented at the Conference on Alternative Conceptions of Phrase Structure, July 1986, New York.
- Klein, Ewan & Ivan A. Sag 1984. Type-driven translation. *Linguistics and Philosophy* 8:163-201.
- Lambek, Joachim 1961. On the calculus of syntactic types. Teoksessa Roman Jakobson (ed.) *Structure of Language and its Mathematical Aspects*.

- Proceedings of the Symposia in Applied Mathematics, 12. American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, s.166-178.
- Lyons, John 1968. *Introduction to Theoretical Linguistics*. Cambridge University Press.
- Morrill, Glynn 1987. *Categorial Grammar and Non-canonicity*. Ph.D Thesis. University of Edinburgh. Unfinished draft.
- Pareschi, Remo & Mark Steedman 1987. A lazy way to chart parse with categorial grammars. Paper presented at the 25th Annual Conference of the ACL, Stanford, July 1987.
- Pollard, Carl 1985. *Lectures on HPSG*. ms. Stanford University.
- Pollard, Carl & Ivan A. Sag 1987. *Head-Driven Phrase Structure Grammar. Information-based Syntax and Semantics. Volume 1: Fundamentals*. To appear in CSLI Lecture Notes 12.
- Steedman, Mark J. 1985a. Dependency and coordination in the grammar of Dutch and English. *Language* 61:523-568.
- 1985b. Combinators and grammars. Paper presented at the Conference on Categorial Grammar, Tucson, Arizona, June 1985. Teoksessa Richard T. Oehrle, E. Bach ja D. Wheeler (eds.) *Categorial Grammars and Natural Language Structures*, Reidel, Dordrecht.
- 1987. Gapping as Constituent Coordination in a Combinatory Grammar. Paper presented at the Conference on Logic and Linguistics. Stanford University, July 1987.
- Szabolcsi, Anna 1983. *ECP in categorial grammar*. ms. Nijmegen, Max Planck Institute.
- 1987. Combinatory categorial grammar and the lexicon. Paper presented at the Symposium on Lexical Semantics, Stanford University, August 1987.
- Uszkoreit, Hans 1986. *Categorial Unification Grammars*. In Proceedings of the 11th International Conference on Computational Linguistics, Bonn, August 1986, s.187-194.
- Zeevat, Henk, Ewan Klein & Jo Calder 1986. *Unification Categorial Grammar*. Teoksessa Haddock & Klein (eds.) 1986.