

PUHESYNTESI JA LAUSEPAINO

Antti Suni, Helsingin yliopisto, Puhetieteiden laitos

Kontekstiin sopivien painotusten tuottaminen puhesyntetisaattorilla on yksi puhesynteesitutkimuksen suurimmista haasteista. Tässä artikkelissa luodaan katsaus painotusten käsittelyyn suomen varhaisemmassa puhesynteesitutkimuksessa ja esitellään kehittämämme lausepainomalli. Lisäksi käsitellään painotusten ennustamiseen liittyviä kysymyksiä: Voidaanko vapaasta tekstistä ennustaa automaattisin menetelmin, miten ihminen lukiessaan painottaisi sanat? Artikkelissa näytetään, että syntaktisen analyysin, lauseen sanajärjestyksen, sanojen aikaisemman maininnan ja leksikon avulla voidaan useissa tapauksissa tehdä valistuneita arvauksia todennäköisistä painotuksista.

Avainsanat: Puhesynteesi, lausepaino, suomi.

JOHDANTO

Puhesynteesiä, keinotekoisien puheen tuottamista koneella, voidaan pitää puhe- ja kieliteknologian menestystarinana, verrattuna esimerkiksi puheentunnistukseen tai konekääntämiseen. Ymmärrettäviä ja suhteellisen luonnolliselta kuulostavia syntetisaattoreita on maailmalla olemassa ja laajassa käytössä. Ylenmääräiseen suitsutukseen ei kuitenkaan ole aihetta; menestys on pitkälti ihmisen erinomaisen mukautuvuuden ansiota. Tästä syystä kelvollisen syntetisaattorin tekeminen on varsin helppoa. *Hyvän* syntetisaattorin toteutus on kuitenkin paljon vaikeampaa, eikä synteesi, jota hetken kuunneltuaan ei helposti erottaisi ihmisestä, ole näillä näkymin mahdollinen.

Yksi keskeisimpiä ongelmia puhesynteesissä on sanojen painotus ilmauksissa. Hankaluudet

alkavat jo painotusten mallintamisesta: onko olemassa joitain diskreettejä painoyksiköitä, minkälaisia yksiköitä tulisi mallintaa, mitkä ovat painojen akustiset korrelaatit, kuinka paljon erilaisia painoasteita on, tulisiko erotella erilaisia muotoon perustuvia kategorioita? Painotusten mallinnuksen sinänsä vaikeat ongelmat kuitenkin kalpenevat, kun aletaan pohtia, *mitä* sanoja pitäisi painottaa. Suurin rajoite synteettisen puheen luonnollisuudelle on tietenkin se, ettei syntetisaattori ymmärrä puhumaansa. Tämän seurauksena se ei myöskään osaa painottaa sanoja viestin sisällön vaatimalla tavalla.

Mitään yleistä ratkaisua tähän ongelmaan ei ole näköpiirissä. Tilanne ei kuitenkaan ole aivan toivoton, jos rajoitutaan käsittelemään lukupuhuntaa ja asetetaan tavoitteet realistiselle tasolle. Ihminen voi lukea hänelle aihepiiriltään täysin tuntematontakin tekstiä täysin hyväksyttävästi, vaikka esimerkiksi suuri osa tekstin substantiiveista viittaisi joihinkin hänelle vieraisiin teknisiin laitteisiin. On oletettavaa, että tällöin painotusten lähtökohtana ovat osaksi tekstin varsinaista ajatussisältöä matalamman tason piirteet, esimerkiksi sanat, sanajärjestys

Kirjoittajan yhteystiedot:

Antti Suni

Puhetieteiden Laitos

Siltavuorenpenger 20 A

00014 Helsingin yliopisto

Puhelin 09 191 29347

Sähköposti antti.sun@helsinki.fi

ja tekstin ryhmittely. Tällaisiin piirteisiin voidaan automaattisin menetelmin päästä käsiksi, ja niiden perusteella voidaan yrittää jäljitellä ihmisen painotustapaa.

Tässä artikkelissa käsitellään aluksi hieman suomen puhesynteessin historiaa painotusten kannalta ja esitellään sitten Helsingin yliopistossa kehitetyn syntetisaattorin lauseintonatiomallia. Lopuksi käsitellään lingvistiseen analyysiin perustuvaa lausepainon ennustusta.

TERMINOLOGIAA

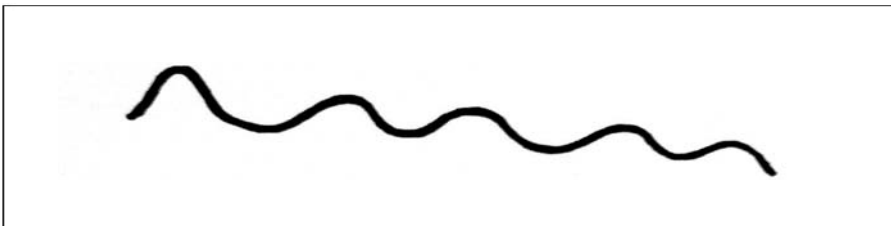
Lausepainolla tarkoitetaan lauseen sanojen painollisuus- tai prominenssisuhteita. Käytän termejä *paino* ja *painollisuus* kuvaamaan tätä sanojen edustalle tuomisen astetta, joka suomessa ilmenee selvimmin sävelkulussa. Termi *paino* on hieman ongelmallinen, koska sen pääasiallinen merkitys fonetiikassa on sanapaino, ts. sanansisäiset tavujen painosuhteet. Yksiselitteisempiä termejä sanan painolle lausekontekstissa olisivat tilanteen mukaan sanan aksentti tai sanan prominenssi, mutta näiden käyttö tekstissä on hieman kömpelöä. *Intonaatiolla* tarkoitetaan puhunnoksen havaittua sävelkulkua ja puhujan käyttämiä keinoja koodata sävelkorkeuden muutoksilla hyvin eritasoisia ilmiöitä, kuten painollisuutta, lausetyyppiä ja asennetta. Termejä käytetään yleensä synonyymisesti, mutta intonaatiota voi pitää yleisesti merkityksellisenä, kun taas sävelkulku on mitattava suure.

SUOMEN LAUSEINTONAATION MALLINNUKSESTA

Suomen tyyppillisen lauseen sävelkulusta on sanottu, että se muodostuu hitaasti laskevien painollisten tavujen jonosta ja päättyy viimeisen painollisen tavun jälkeen jyrkästi laskien narinaääneen (Hirvonen, 1970) kuvan 1 (Iivonen, 1987) mukaisesti.

Vaikka tällaisia lauseita esiintyy lähinnä formaalissa laboratoriopuheessa, on tämä luonnehdinta toiminut mallina suurimmalle osalle suomen puhesynteesijärjestelmiä. Näissä järjestelmissä ei siis tehty erottelua painottomien ja painollisten sanojen välillä, vaan kaikkien sanojen ensitavuille tuotettiin samanlainen painoa kuvaava sävelkukkula. Lisäksi saatettiin huomioida lausetason ilmiönä deklinaatio eli sävelkulun yleinen laskeva trendi. Varhaisemmissa, 1970–80-lukujen puhesynteeseissä jouduttiin vielä painiskelemaan matalan tason ongelmien, kuten äänteiden ymmärrettävyyden ja tekniikan kehittymättömyyden kanssa, mikä selittää vähäisen panostuksen ymmärrettävyyden kannalta sekundääriseen intonaatioon.

Suomen puhesynteessin pioneerina toimi Matti Karjalainen SYNTE-syntetisaattoreineen (Karjalainen, 1978). SYNTE 2:ssa lauseen sävelkulkua ennustava järjestelmä oli hierarkkinen ja sisälsi tavu-, sana- ja lausetason komponentit. Deklinaatiota ei SYNTE 2:ssa mallinnettu, mutta lauseen loppuun tuo-



Kuva 1. Suomen neutraalipainotteisen väitelauseen sävelkulku

tettiin jyrkkä lasku. Eri vahvuisten painojen tuottaminen oli sillä jo mahdollista tekstin sekaan lisättävillä merkeillä, mutta normaalia poikkeavia painoja ei yritetty ennustaa tekstistä. Karjalaisen arvion mukaan oleellista parannusta tasaiseen painotukseen olisi saavutettu vain tekstin semanttisella analyysillä.

Kuvassa 2 on stilisoitu esimerkki SYNTE 2:n sävelkulusta, jossa kullakin sanalla on yhtäläinen paino.

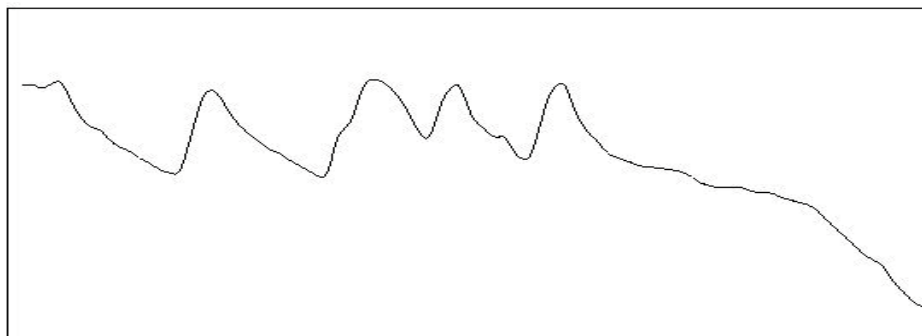
Maailmalla lauseintonaation mallintaminen ja lausepainon ennustaminen olivat laajan tutkimuksen kohteena 1980 ja -90-luvuilla, erityisesti englannin kielen tutkimuksessa. Eri aksenttityyppien ja vahvuusasteiden tuottoa synteesissä tutkittiin paljon, samoin aksenttien ennustamista tekstistä sofistikoitunein lingvistisin menetelmin. Erityisesti Bell Labs tuon ajan työ aiheen parissa (Sproat, 1998) on suurelta osin edelleenkin vailla vertaansa. Tuona aikana kehittyivät myös tilastolliset korpuspohjaiset menetelmät, minkä ansiosta synteesin tekijät vapautuivat työläästä sanatason foneettisten ja prosodisten yksityiskoh-
tien mallintamisesta sääntöjen avulla.

Vainion malli

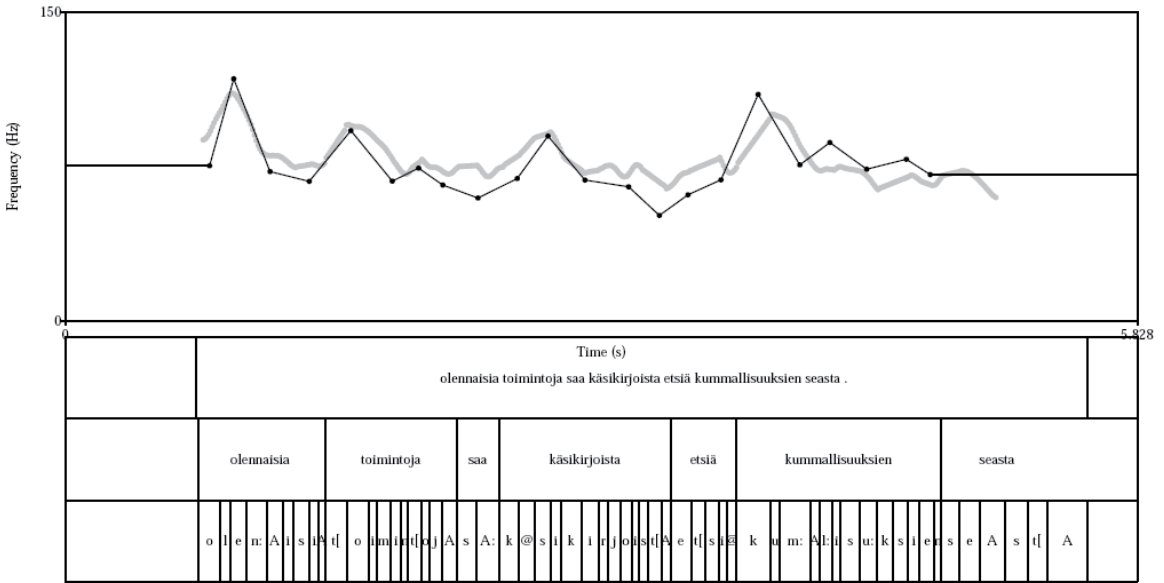
Suomessa merkittävää parannusta Karjalaisen malliin saatiin kuitenkin odotella aina vuo-

teen 2001, jolloin Martti Vainio esitteli väitöskirjassaan Helsingin teknisen korkeakoulun kanssa yhteistyössä laaditun neuroverkoilla opetetavan lauseprosodiamallin (Vainio, 2001). Vainio tutki lukuisten tekstistä lasket-
tavien piirteiden merkitystä äänneiden keston ja sävelkulun kannalta, opetusaineistonaan itse äänittämänsä 700 erillisestä lauseesta koostuva puhekorpus. Kun aikaisemmissa suomen intonaatiomalleissa oli säännöillä mallinnettu lähinnä kahta piirrettä, tavun sijaintia sanassa ja sanan sijaintia lauseessa, Vainion mallissa sävelkulku ennustettiin äänneittäin käyttäen kymmeniä piirteitä aina äänneiden identiteetistä ja foneettisesta kontekstista tavujen ja sanojen piirteiden kautta lauseen sanamäärään. Vainio huomioi mallissaan myös kieliopilliset piirteet: sekä sanaluokka- että sanan morfologiset piirteet olivat mallissa mukana, mikä mahdollisti ensimmäistä kertaa realistisen lausepainon ilmaisemisen suomalaisessa puhesynteesissä. Tulokset olivatkin aikaisempaan nähden erinomaisia; mallin tuottamien sävelkulkujen keskimääräinen ero testiaineiston alkuperäisiin sävelkulkuihin verrattuna oli alle sävelaskeleen. Kuvassa 3 on esimerkki Vainion mallin ennustamasta sävelkulusta.

Vainion malli edustaa edelleen kelvollista tapaa ennustaa puhesynteesin sävelkulkua rajoittamattomasta tekstistä, ja vastaavia me-



Kuva 2. Esimerkki SYNTE 2 -syntetisaattorin tuottamasta sävelkulusta



Kuva 3. Esimerkki Vainion mallin ennustamasta sävelkulusta. Ennustettu F0 on merkitty mustalla ja alkuperäinen harmaalla.

netelmiä käytetäänkin maailmalla yleisesti. Mallin hyvinä puolina ovat sen robustius ja tietty yksinkertaisuus. Erityistä sanojen painollisuuden ennustamista ei tarvita, koska rakenne määrää sävelkulun täysin. Toisaalta tämä on myös mallin heikkous. Lauseen informaatorakenteen heijastumista painotuksiin ei mallilla voi kuvata. Esimerkiksi sama lause tulee painotetuksi aina samalla tavalla riippumatta siitä, aloittaako lause kappaleen vai puhutaanko se kontekstissa, jossa suuri osa lauseesta on edeltävän lauseen perusteella tuttua tietoa. Seuraava minidiologi valaisee tätä puutetta.

Miksi Martti tutkii pubesynteesiä?

Vainion malli:

“Pubesynteesi ”kiinnostaa ”Marttia.

Ihminen:

’Pubesynteesi ”kiinnostaa Marttia.

Vainion malli tuottaa irrallaan lausuttuna hyväksyttävän, mutta tässä kontekstissa

väärän lausepainon, koska verbi on tässä poikkeuksellisesti lauseen informaatiofokuksen viimeisen nominaalisen jäsenen sijaan. Esimerkki on toki automaattisille menetelmille hankala mallista riippumatta, mutta sellaisessa mallissa, jossa sävelkulku ennustetaan suoraan kieliopillisten kategorioiden perusteella, ei ole mitään keinoja asian käsittelyyn.

Helsingin yliopiston lauseintonaatiomalli

Nykyinen synteesijärjestelmämme on suunnattu virkettä pidempien tekstien lukemiseen. Pidempiä tekstejä lukiessaan ihminen poikkeaa usein neutraalista painokaavasta tekstin laajempaa rakennetta noudatellen. Järjestelmässämme onkin päädytty mallintamaan lausepainoa eksplisiittisesti. Kielellisiä piirteitä käytetään tässä mallissa ennustamaan sävelkulun sijasta fonologisen tason ilmiötä eli sanojen painollisuutta. Vasta kun sanojen painollisuus on määrätty, ennustetaan

puhunnoksen sävelkulku. Kuvataan siis se, miten tietyllä tavalla painotettu sana ilmenee kontekstissaan. Koska yhteys painotusten ja sävelkulun välillä on suora, pystyy tämä malli tuottamaan painotukset tarkasti.

Painollisuuden merkitsemiseen käytetään neliportaista asteikkoa, jolla kuvataan painollisuuden aste-eroja. Ensimmäinen aste vastaa painottomuutta ja neljäs aste emfaattista painoa. Toinen ja kolmas aste vastaavat puolestaan tyypillisen lauseen sivupainoja (') ja pääpainoa ("). Tällä asteikolla esimerkiksi kuvan 3 lauseen painotus saatettaisiin kuvata seuraavasti:

“Olenmais[']ia toimintoja saa['] käsikirjoituksista etsiä['] kummallisuuksien seasta.”

Tämä luokittelu riittää kuvaamaan suomen lausepainon kelvollisesti, mutta muitakin jaotteluja voitaisiin toki tehdä. Esimerkiksi englannin fonologiassa ja puhesynteessissä on tapana erotella ensisijaisesti aksenttien tyyppejä, muodon ja sijainnin perusteella, ja suomeenkin on sovellettu tätä analyysiä (Välimaa-Blum, 1989). Yksinkertainen jaottelu on kuitenkin puhesynteessissä paikallaan, koska mallinnus hankaloituu kuvauksen monimutkaistuessaa.

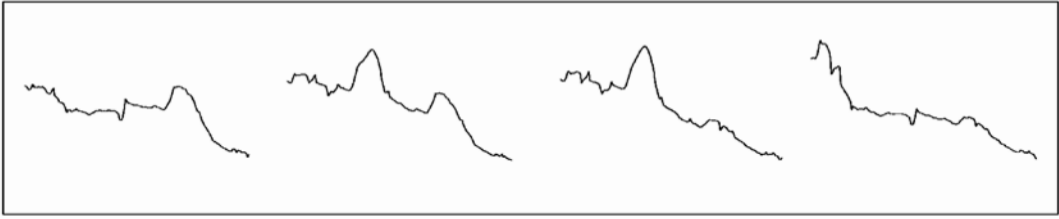
Tämän yksinkertaisenkin mallin tilastollinen oppiminen vaatii runsaasti sopivaa opetusaineistoa. Irrallaan puhutut “neutraalipainotteiset” lauseet eivät sovellu tähän kovin hyvin, koska tilastollinen malli vaatii runsaasti näyttöä myös poikkeavista painotuksista. Parhaat tulokset olemme itse saavuttaneet käyttämällä mallin opetukseen vivahteikkaasti artikuloivan naispuhujan lukemaa äänikirjaa. Pelkkä vaihteleva puhe ei kuitenkaan riitä, vaan opetusmateriaali on myös annotoitava, toisin sanoen se on nimikoitava merkkäamalla siihen eri painotukset huolellisesti. Tämä on kuulonvaraisesti tehtävä työläs prosessi, koska hyvän mallin

opetukseen tarvitaan puhetta useita tunteja. Riittävän hyvään lopputulokseen olemme päässeet siten, että kuulonvaraisen arvion mukaan annotoidaan vain pieni osa aineistosta, ja loput aineistosta annotoidaan regressio-luokittelijalla, joka käyttää käsin annotoituja puhunnoksia esimerkkeinä ja hyödyntää aineistosta laskettuja akustisia piirteitä, kuten sävelkorkeuden muutoksia, äänteiden kestoja ja energiaa. Vahvimmin akustisista piirteistä painollisuuden kanssa korreloivat sanan sisäisiin sävelkorkeuden muutoksiin liittyvät piirteet, erityisesti sävelkorkeuden laskun määrä painollisesta tavusta sanan loppuun.

Annotoidusta opetusaineistosta opetetaan varsinainen intonaatiomalli, jossa käytetään sanojen kielellisten piirteiden sijaan painollisuutta sekä kymmeniä tekstistä laskettavia kontekstuaalisia piirteitä, jotka auttavat mallia tekemään yleistyksiä siitä, miten painotukset ilmenevät esimerkiksi kappaleen tai lauseen alussa, keskellä tai lopussa tai millainen on emfaattista painoa seuraavan painotoman sanan sävelkulku. Objektivisen laadun mittausta varten malli opetettiin ja testattiin aluksi Vainion 692 lauseen puhekorpuksella, ja keskimääräiseksi virheeksi (RMSE) saatiin testiaineistoksi jätetyissä lauseissa 1,64 puolisävelaskelta ja Pearsonin korrelaatioksi 0,83, kun ilman painotusten mallintamista vastaavat luvut olivat 1,86 ja 0,78. (Vainio, Suni, & Sirjola, 2005). Ero on merkittävä, mutta ei kovin suuri. Tämä olikin oletettavaa ottaen huomioon Vainion korpuksen luonne. Irralliset huolellisesti artikuloidut lauseet edustavat neutraalia lausepainotyyppiä, ja uuden mallin edut tulevat paremmin esiin vasta luettaessa pidempiä tekstejä, joissa lausepaino vaihtelee kontekstin mukaan.

Kuvassa 4 on neljä mallin tuottamaa sävelkulkua lauseelle *Menemme laivalla Lemille* varioiden sanojen painollisuutta.

Malli pystyy selvästi tuottamaan erilaisia lausepainoja vastaavia sävelkulkuja. Pelkkä



Kuva 4. Helsingin yliopiston lauseintonaatiomallin erilaisia painotuksia vastaavia sävelkulkuja lauseelle "Menemme laivalla Lemille".

tuottokyky ei kuitenkaan vielä riitä, mikäli puhesyntetisaattoria aiotaan käyttää vapaan tekstin lukemiseen. On pystyttävä ratkaisemaan, mikä näistä painotuksista valitaan, kun lause tulee vastaan synteessin puhuttavaksi annetussa tekstissä. Suomen puhesynteesitutkimuksessa lausepainon ennustamista ei ole käsitelty ja neuvoa täytyy hakea kielitieteilijöiden puolelta.

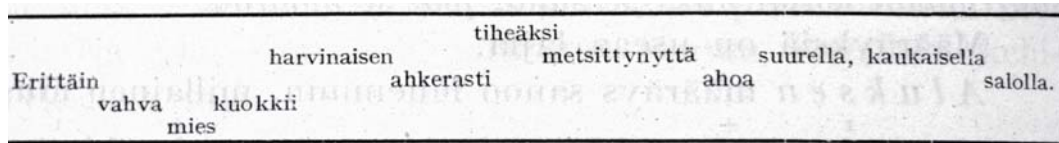
LAUSEPAINO FONETIIKASSA JA KIELITIETEESSÄ

Suomen fonetiikassa lausepainoon liittyviä ilmiöitä on kuvailtu (Iivonen, Nevalainen, Aulanko & Kaskinen, 1987), mutta painotuksen kielellisiä korrelaatioita on käsitelty varsin vähän. Lingvistisen informaation suhdetta painotusten toteutumiseen on tosin tutkittu suomessakin ihmisen havainnon kannalta (Vainio & Järvikivi, 2006), mutta käsiteltävät ilmiöt ovat rajoittuneet varsin pieneen otokseen rakennetyyppejä. Sen sijaan painotuksen akustisia korrelaatioita, muotoja ja sijoittumista sanan sisällä on tutkittu paljon, ja tästä tutkimuksesta on synteessissä hyötyä, kun valitaan mallinnettavia ilmiöitä ja ilmiöitä ennustavia piirteitä. Esimerkiksi Kari Suomen (2005) havainnot moran merkityksestä aksentin sijaintiin ovat olleet hyödyksi.

Kielitieteessä ja fennistiikassa ei kvantitatiivisilla menetelmillä ole historiallisesti ollut

kovin suurta roolia, ja painotuksia sivuavia huomiota löytyykin runsaasti esimerkiksi *Isosta suomen kieliopista* (Hakulinen, Vilkuna, Korhonen, Koivisto, Heinonen & Alho, 2004). Mielenkiintoisin lähde meidän kannaltamme on kuitenkin Vihtori Peltosen (1901) *Puhetaito*, joka sisältää normatiivisen esityksen suomen lausepainosta ja käsittelee laajasti erilaisia painotuksiin liittyviä kielellisiä ilmiöitä. Peltonen erottaa kolme eri painoastetta, joista vahvin voi edelleen saada lisäpainoa. Painojen jakauman lauseessa määrittää ensisijaisesti kielioppi, johon perustuvan mallin Peltonen esittää. Kantavana teemana hänen mallissaan on määreen vahvempi paino määritettävään nähden. Tämä ilmenee niin lauseke-, lause- kuin virketasolla: nominilausekkeen määreet dominoivat pääsanaansa, verbin määreet ovat painollisempia kuin verbi ja alisteiset sivulauseet ovat painollisempia kuin päälause (kuva 5).

Tiukka malli aiheuttaa Peltoselle (1901) ongelmia, joita hän joutuu selittelemään, mutta on modernissa formaaliudessaan kunnioitettava. Peltonen myös listaa laajasti sanaluokkiin, lausekkeisiin ja sanajärjestykseen liittyviä poikkeuksia sekä käsittelee kontrastiin ja tunnettuuteen liittyviä seikkoja, jotka ovat edelleen relevantteja. Lisäksi Peltonen tekee selväksi kieliopin rajoitukset painotuksia määritettäessä ja käsittelee erikseen tekstin semanttiseen sisältöön perustuvia painotuksia.



Kuva 5. Peltosen lausepainomallin tuottama painokaava. Sanan korkeampi asema merkitsee suurempaa painokkuutta.

Hauskasti Peltosen auttamatta vanhentunut normatiivinen tyyli, jossa opastetaan lukijoita painottamaan sanoja oikein ja varoitellaan vääristä painotuksista, soveltuisi edelleen hyvin puhesynteesin painotusten ohjeeksi.

Myöhemmistä yrityksistä ennustaa lausepainoa on mainittava Olli Aaltosen (1975) suomen soveltama generatiivisen koulukunnan menetelmä, jossa johdetaan lauseen painokaava suoraan lausekerakennepuun pohjalta. Menetelmä oli puhesynteesin kannalta hieman edellä aikaansa, ja tutkimus keskeytyi ennen aikojaan. Vaikka pelkkä syntaktinen rakenne onkin osin riittämätön lausepainon ennustamisessa, kuten Vainion mallia käsitellessä todettiin, olisi Aaltosen ja Karjalaisen yhteistyö voinut nopeuttaa huomattavasti suomen prosodian mallinnuksen kehitystä.

Lausepainon ennustamista käsittelevät ainakin epäsuorasti myös lauseen informaatorakenteen tutkijat, jotka maailmallakin johtavat painotusten määräytymisen tutkimusta (esim. Steedman, 2000). Meillä keskeinen asiaa koskeva esitys on Maria Vilkkunan (1989) teos suomen sanajärjestyksen funktioista. Suomessa sanajärjestyksellä ilmaistaan lauseen informaatorakennetta, ja tällä on ratkaiseva merkitys lausepainon ennustamisen kannalta, kuten seuraavassa luvussa nähdään.

LAUSEPAINON ENNUSTAMINEN TEKSTISTÄ

Helsingin yliopiston puhesyntetisaattorin lausepainon ennustaminen perustuu oletukseen informaatorakenteen ensisijaisuudesta painotusten määrittäjänä (ks. esim. Steedman, 2000). Painotuksia valitessaan lukija siis arvailee kirjoittajan intentiota tekstin perusteella ja painottaa niitä virkkeen, lauseen tai lausekkeen osia, joita olettaa kirjoittajan pitävän kontekstissa keskeisinä. Kirjoittaja taas yleensä pyrkii tekemään tämän helpoksi ja riipottelee tekstiin tulkintaa helpottavia vihjeitä. Suuri osa tällaisista vihjeistä on automaattisen käsittelyn ulottumattomissa, koska kirjoittaja olettaa lukijan olevan ihmisen, jolla on tietyn tyyppistä tietoa maailmasta. Osa vihjeistä on kuitenkin koneellisesti tunnistettavissa. Tällaisia vihjeitä antavat esimerkiksi sanaluokat, lekseemit, sanojen tekstuaalinen tunnettuus, fokuspartikkelien käyttö, syntaktiset roolit ja lauseasema. Näiden vihjeiden tunnistamiseen tarvitaan tekstin lingvististä analyysiä, jonka tuottamiseen olemme käyttäneet dependenssielioppijäsenennintä (Järvinen & Tapanainen, 1998). Analyysin avulla saadaan tekstistä rikastettua sanojen perusmuodot, taivutus ja sanaluokat sekä tiettyissä rajoissa myös lausekerakenne ja syntaktiset roolit. Syntaktisen tiedon lisäksi käytetään apuna leksikaalista tietoa sekä pidetään kirjaa luettavassa kappaleessa aiemmin mainituista sanoista. Seuraavassa on hieman yksinkertaistettu esimerkki

XML-muotoisesta rakenteesta, joka toimii ennustuksen perustana.

```
<clause type="CS">
  <word ort="että" ort="että"
    pos="CS" />
  <phrase type="NP" role="OBJ">
    <word ort="voin" g="1"
      case="GEN" lemma="voi" Pos="N"/>
    <word ort="tekemistäkin"
      case="PTV" cl="KIN"
      lemma="tehdä" pos="V"/>
  </phrase>
  <word ort="nyt" lemma="nyt"
    pos="ADV" lex="ADV_TIME"
    role="TMP"/>
  <word ort="alkaisivat"
    lemma="alkaa" mood="COND"
    pos="V" role="PRED"/>
  <word ort="herrat" g="1"
    case="NOM" lemma="herra" pos="N"
    lex="N_PEOPLE" role="SUBJ"/>
  <word ort="opettaa" g="1"
    lemma="opettaa" nonF="INF1"
    pos="V" role="V2"/>
</clause>
```

Seuraavissa alaluvuissa käsitellään lyhyesti muutamia lauseen eri tasoilla esiintyvistä ilmiöistä, jotka ovat osoittautuneet tärkeiksi painotusten ennustamisen kannalta. Varsinaisia sääntöjä tai tuloksia ei tässä yhteydessä kannata esitellä, koska havainnot ovat heuristisinakin vielä epävarmoja ja perustuvat lähinnä introspektioon. Sääntöjen testaus vaatisi kattavan annotoidun puhekorpuksen, eikä tällaista ole suomelle tarjolla. Iso korpus mahdollistaisi myös tilastollisten menetelmien käytön lausepainon ennustamiseen; esimerkiksi englannin syntetisaattorien aksenttien ennustuksessa käytetäänkin nykyään lähes ainoastaan tilastollisia menetelmiä. Säännöistä voi kuitenkin olla hyötyä aiheen kartoittamisen kannalta etenkin suomen kaltaisessa kielessä, jossa lausepainoa on tutkittu vähän.

Sanat

Yleinen puhesyntetisaattorien lausepainomalli perustuu funktiosana–sisältösana-eroteluun. Funktiosanat tuotetaan aksentoimattomina ja sisältösanat aksentoituna. Tämä yksinkertainen malli toimii kohtuullisesti kielissä, joissa funktiosanoja on paljon, mutta rikkaan morfologian kielissä tämä menetelmä ei ole kovin käyttökelpoinen funktiosanojen vähyden takia.

Tämän kaltaista erottelua käytetään kuitenkin meidänkin säännöissämme sanojen painon alkuarvoina, joita lauseen ylempiä tasoja koskevat säännöt muokkaavat. Sanaluokista konjunktioit, adpositiit ja kopulat asetetaan painottomiksi (0), pronominit ja verbit saavat sivupainon (1) ja muut pääpainon (2). Lisäksi leksikkoon on listattu sanoja, jotka yleensä poikkeavat sanaluokalleen tyypillisestä painotuksesta tai vaikuttavat lausekkeiden painokaavaan. Tällaisten kategorioiden merkitys ennustuksessa on suuri, sillä nämä sanat edustavat kielen yleisintä ainesta kattaen huomattavan osuuden kaikista sanaesiintymistä asiatekstissä. Seuraavassa luetellaan joitakin kategorioita, joiden laatimisessa on käytetty sanojen yleisyyslistoja ja *Isoa suomen kielioppia* (Hakulinen ym., 2004), jonka termejä seuraavassa käytetään.

Geneeriset substantiivit saavat harvoin pääpainoa. Tällaisia sanoja on listattu noin kolmesataa. Rajanveto geneeristen ja spesifisten sanojen välillä on tietenkin hankalaa ja riippuu paljon tekstin aiheesta. Useimmat listatuista sanoista saavat luotettavasti vähäisemmän painon vain lausekkeessa spesifisemmän aineksen rinnalla, kun taas jotkut ovat selvemmin anaforisia ja siten vähäpainoisia yksinäänkin. **tilanne, tila, asia, aihe, alue, ilmiö, toimenpide, toiminta, kyse, paikka, teko, tapa, tapahtuma, tausta**

'Tilanne oli "hankala". "Pekka tuli 'paikalle.

laji, aine, tyyppi, laite, väline, kone, koneisto, tarvike, tehtävä, järjestelmä, prosessi, materiaali,...

tekeminen, oleminen, saaminen, näkeminen, ..., vienti, tuonti, puinti, käyttö, otto, päästö,...

mies, nainen, herra, rouva, henkilö, olento, henki, jäsen, kuluttaja, opettaja, oppilas, tekijä, tuntija, osaja,...

kansa, joukko, väki, yleisö, piiri, seura, henkilökunta,...

maa, kaupunki, seutu, paikka, alue, rakennus, laitos, keskus, tori, talo, huone, koulu, työpaikka,...

touhu, puuha, peli, tilaisuus, ohjelma, esitys,...

kulma, laita, ansio, apu, kulma, kohta,...

tunne, tuntuma, olo, ajatus, näkemys, arvaus, asenne, käytös, oire, käsitys, kokemus, mielihope,...

sekunti, tunti, päivä, vuosi, vaihe, jakso, hetki, litra, metri, gramma, euro, kappale, massa, määrä,...

'aineen "käyttötapa", lahjan 'saaminen, "vanha 'mies, "suomen 'kansaa, 'maan "kauppaministeri,

"koko 'touhu, "niityn laidalla, "tuollainen 'käytös, "viiden 'minuutin

Kvanttoripronominit – kaikki, jokainen, harva, kukaan, moni, usea, kukin – ovat useimmiten painollisia niin määritteinä kuin irrallaankin:

"Moni 'haluaa sitä. "kukin 'oppilas, "kaikki "hirvet

Proadverbit ja proadjektiivit, kuten siellä, sieltä, sinne, tänne, ..., semmoinen, tämmöinen, ovat pronominiin tapaan vähäpainoisia

Kommenttiadverbit, erityisesti epävarmuutta ilmaisevat, ovat tyypillisesti vähäpainoisia (ilmeisesti, ehkä, kuulemma, varmaan, kai, mahdollisesti, luultavasti, nähtävästi, ...).

Fokuspartikkelit ja muut vastaavat adverbit, sellaiset kuin ainoastaan, nimenomaan, sen sijaan, toki, .. ihan, melko, aika, varsin, juuri,

tuskin, sangen, .., vain, melkein, lähes, jopa, miltei, ..., painottavat yleensä seuraavaa lauseketta ollen itse painottomia. Tähän poikkeuksena on painojen ennustuksen kannalta erittäin käyttökelpoinen liitepartikkeli *-kin*, joka fokusoii useimmiten sanan, johon se liittyy:

Toki "pekkakin voi tulla. 'Siellä oli jopa "kymmeniä ihmisiä. 'Merjaa "minäkin rakastan.

Intensiteettisanat – niin, yhtä, hyvin, aivan, paljon, todella, erittäin, helvetin, tosi, kauhean, hirveän – lausutaan usein hyvin painollisina, jolloin pääsana jää painottomammaksi:

Sain "niin ison "hauen, että.. "tosi 'hieno, 'aivan "mahdottoman upea

Subteutusadjektiivit, esimerkiksi tuntuinen, oloinen, näköinen, kuuloinen, mittainen, pituinen, korkuinen, paikkainen, hintainen, puoleinen, käyttäytyvät painotusten suhteen lähinnä postpositioiden tapaan:

"hauskan oloinen, "vuoren korkuinen.

Lausekkeet

Suomen lausekkeiden neutraalista painokavasta on kirjallisuudessa muutamia mainintoja. Esimerkiksi Peltosen (1901) mallissa määreet ovat aina pääsanaansa painollisempia. Samaa tendenssiä ovat havainneet tuoreemmatkin kirjoittajat, muun muassa Karlsson (1983), jonka mukaan lauseen pääpaino osuu tyypillisesti lauseen viimeisen sisältösanan mahdolliselle etuattribuutille. Mikäli tällainen tendenssi on olemassa, on ero luultavasti liian hieno käyttämällemme neliportaiselle painollisuusasteikolle. Havaittu ero liittyy luultavasti sanojen informaatiosisällön eroihin; määreet ovat tyypillisesti pääsanaansa spesifisempiä ja siksi painokkaampia. Lausekkeiden sanajärjestys on kuitenkin varsin kiinteä, ja painotus on ainoa tapa tuoda informaatorakenne näkyviin. Olisi outoa, jos

tämän lisäksi kielessä olisi käytössä määrettä suosiva painokaava. Jos lauseke koostuu informaattiosisällöltään samanarvoisista jäsenistä, saavat ne meillä siis yhtäläisen painon. Jos taas informaattiosisällössä on keinoillamme havaittavia eroja, saavat vähemmän informaatiiviset jäsenet yleensä vähäisemmän painon. Informaattiosisältöä määritettäessä käytössä ovat sanaluokat, edellisen aliluvun leksikko geneerisistä sanoista sekä sanojen aikaisempi maininta kappaleessa:

“kaunis “kukka, “Pekan “lompakko, “talon “kulmalla, hänen “pieni “kissansa, “talossa asuva “mies, siellä “torilla, “tässä paikassa “pellottavan näköinen “hirvi, “kauniisti laulava “tyttö. “erittäin suuri kaupunki, aika “mainio juttu, kello “viisi

“Pekka meni ‘torille. “Valitettavasti [‘Pekan “lompakko] oli jäänyt “kotiin.

Erilaisia lauseketyyppejä on paljon, ja niiden rakenteellinen monimutkaisuus ei juuri jää jälkeen kokonaisten lauseiden monimutkaisuudesta. Nykyinen järjestelmämme on tässä suhteessa varsin puutteellinen. Lausekkeita käsitellään lineaarisena sanajonona, ja kunkin lausekkeen sanan painotusta määrittäessä otetaan huomioon vain viereiset sanat. Lausekkeiden painosuhteiden ennustus aiheuttaakin huomattavan osan karkeista virheistä. Hankalia ja yleisiä tapauksia ovat esimerkiksi partisiippimuotoja sisältävät lausekkeet. Partisiippiattribuutilliset substantiivilausekkeet käyttäytyvät painotusten suhteen oikeiden lauseiden tapaan. Jos partisiipit ovat transitiivisia, ne ovat lähes painottomia:

“mäkeä laskeva “tyttö

“Tyttö laski “mäkeä.

Jos taas partisiipit ovat intransitiivisia ja aloittavat lausekkeen, ovat ne painollisia adjektiviivien tapaan:

“laskeva “korkotaso

“Korkotaso “laski.

Valitettavasti partisiippilausekkeet ovat hyvin usein monitulkintaisia:

Siellä näkyi [“mäkeä laskeva “tyttö]

“Nyt häiritäsi [‘meklaria] [“laskeva korkotaso].

Näin [‘kaupungilla] [“juoksentelevan ‘miehen]

Tunnen [“kaupungilla juoksentelevan ‘miehen].

“suosituin ‘osuus on [“sunnuntaina järjestettävä “kuntoluistelu].

‘Siellä on [‘sunnuntaina] [“järjestettyä ‘ohjelmaa].

Tähän ongelmaan, joka liittyy itse asiassa automaattiseen syntaktiseen analyysiin, ei yleistä ratkaisua ole tarjolla. Olemme Helsingin yliopistossa käyttäneet heuristiikkaa, jossa monitulkintaiset tapaukset käsitellään aina transitiivisina, koska tämä tapaus on yleisempi, ja partisiipin painotta jättäminen tuntuu pienemmältä virheeltä kuin liiallinen painottaminen.

Toinen karkeiden virheiden lähde ovat kontrastiivisesti käytetyt pro-määreet. Useimmiten pro-sanat ovat painottomampia kuin pääsana: *‘tämä “kukka, minun “palloni, tuolla “Helsingissä, sellaista “ekoruokaa.*

Monissa konteksteissa pronominia kuitenkin tulee painottaa: *Entä mikä “tämä kukka ‘on? ‘Se on “minun palloni eikä “sinun! “Tuossa kaupungissa en ‘olekaan “käynyt. “Söitkö sinä “sellaista ruokaa??* Tällaisia tapauksia on mahdotonta yleisesti tunnistaa automaattisin keinoin. Esimerkiksi pääsanatunnettuus ei yleensä ole riittävä ehto tällaiselle kontrastiiviselle tulkinnaalle.

Lauseet

Koska morfologia ilmaisee suomessa sanojen syntaktiset funktiot, voidaan sanajärjestystä käyttäen vapaasti lauseen informaatoraken-

teen ilmaismiseen. Lauseen puheenaihe eli teema sijoittuu lauseen alkuun ja uusi informaatio eli fokus lauseen loppuun. Tämä on lausepainotuksen ennustamisen kannalta hyvä asia. Lausekkeiden syntaktiset funktiot ovat toissijaisia, ratkaisevaa on niiden sijainti lauseessa, mikä on helposti analysoitavissa automaattisinkin keinoin.

“Pekka näki “Merjan.

“Pekka näki ‘torilla “Merjan.

“Torilla ‘Pekka näki “Merjan.

“Merjan ‘Pekka näki ‘torilla.

Lauseen alku ja loppu ovat siis useimmiten painollisia ja keskellä on vähemmän painotettua materiaalia, lauseen rakenteesta riippumatta. Seuraavassa tarkastellaan hieman tarkemmin lauseen osia kenttäkuvauksen (Hakulinen ym., 2004) pohjalta. Me sovellamme kenttäkuvausta yksinkertaisesti siten, että lauseen predikaattia edeltävä osa kuuluu alkukenttään ja muu osa loppukenttään.

Alkukenttä. Lauseen alussa on Vilkun (1989) mallia mukaillen kaksi meitä kiinnostavaa paikkaa: teemapaiikka ja kontrastipaikka. Tarkastellaan ensin yksinkertaisempaa tapausta, jossa verbin etinen teemapaiikka on täytetty, eikä teeman edellä ole muita elementtejä. Teeman paino riippuu lähinnä tekstin temaattisesta jatkuvuudesta. Puheenaiheen vaihto ilmaistaan teeman painokkuutena:

1. *“Pekka meni “torille. “Merja kävi sillä välin “kahvilla.*
2. *“Seuraava esimerkkinne tulee “Puolasta. “Puola on ‘aina ollut “merkittävä ‘hiilen ‘tuottaja.*
3. *“Pekka näki “Merjan. “Hän oli ‘kuulemma ‘tulossa “torilta.*

Teeman jättäminen painottomaksi merkitsee nykyisen teeman jatkumista:

4. *“Pekka lähti “torille. ‘Häneltä olivat “retiisit ‘lopussa.*
5. *[“Isä ja “äiti] ovat “yhtä ‘tärkeitä ja ‘arvokkaita. [“Isä ja “äiti] ovat “yhteistyökumppaneita.*
6. *“Schwarzenegger painottaa ‘ilmaston ‘lämpenemisen olevan “välitön ‘uhka. ‘Kuvernööri on ‘julkistanut “laajan ‘ohjelman “kasvihuonekaasujen ‘vähentämiseksi.*

Teeman vaihtuminen on joissain tapauksissa pääteltävissä automaattisesti. Mikäli teemana on kappaleessa aiemmin mainitsematon uusi ei-geneerinen tarkoite, on kyseessä todennäköisesti painotettava uusi teema. Jatkuvaan teemaan viittaavat teeman geneerisyys, pronominit, lauseen sijainti päälauseen perässä ja teeman toistuminen samana kuin edeltävässä lauseessa. Monissa tapauksissa tällainen analyysi kuitenkin epäonnistuu, kuten esimerkeissä 3 ja 6.

Jos teeman edelle, kontrastipaikalle on nostettu lauseke, on tilanne helpompi. Tyypillisesti kontrastipaikalla oleva elementti edustaa vaihtuvaa teemaa, ja varsinaisella teemapaikalla on tällöin jatkuvaa teemaa edustava elementti. Kontrastipaikan täytön syitä ei kuitenkaan tarvitse pohtia. Tällainen elementti on joka tapauksessa useimmiten painollinen ja vastaavasti teema on vähäpainoinen:

“Häntä Pekka ‘tarkoitti. “Lauantaina ‘Pekka kävi “torilla. “Kauniisti ‘Merja “lauloikin.

[“Perille päästyään] ‘punahilkka “hämmästy. “Päälajina heillä oli “kaksikko.

Teemakin voi toki olla painollinen, vaikka kontrastipaikka olisi täytetty, kuten tyypillisesti kappaleiden alussa. Kontrastipaikalla sijaitsevat johtoilmaukset ja jotkin adverbiaalit eivät myöskään seuraa esitettyä painokaavaa:

'[Poliisiin mukaan] [Jokelan 'ampujan "aselpa] oli "laillinen.

'Kuulemma / 'Ilmeisesti "Pekka oli käynyt "torilla.

Loppukenttä. Verbin jälkeinen osa, loppukenttä, on painotusten kannalta alkua monimutkaisempi, koska se voi sisältää hyvin vaihtelevan määrän erilaisia lausekkeita. Joku tai jotkut näistä lausekkeista sisältävät yleensä lauseen uuden informaation, informaatiofokuksen, ja muut lausekkeet jäävät taustalle. Informaatiofokuksen tunnistamisessa voidaan käyttää apuna lausekkeiden informaatio-ostatusta: tunnetut tai leksikossa geneeriseksi luokitellut sanat harvoin muodostavat informaatiofokusta, jos niiden lisäksi loppukentässä on uusia tarkoituksia. Kuitenkaan pelkän tekstin perusteella ei suurta osaa tunnettuna pidetystä tai muuten vähemmän tärkeästä tiedosta pystytä havaitsemaan, joten vastaan tulee paljon tilanteita, joissa kaikki loppukentän lausekkeet ovat järjestelmämme kannalta uusia. Tällaisessa tapauksessa voitaisiin valita ainakin kolme eri heuristiikkaa:

1. Painotetaan kaikkia mainitsemattomia lausekkeita yhtäläisesti:
"Pekka näki "perjantaina "torilla
"Merjan "perunoita ostaessaan.
2. Pääpaino tulee viimeiselle lausekkeelle, muille lausekkeille sivupaino:
"Pekka näki 'perjantaina 'torilla 'Merjan
"perunoita ostaessaan.
3. Painotetaan verbin valenssin mukaisia täydennyksiä ja jätetään vapaat määritteet sivupainolliseksi:
"Pekka näki 'perjantaina 'torilla "Merjan
'perunoita ostaessaan.

Kolmas heuristiikka tuntuisi sopivan esimerkkilauseeseen parhaiten. Valitettavasti käyttämämme jäsennin ei anna tietoa verbien

valenssista. On lisäksi helppo keksiä esimerkkejä, joissa kolmaskin heuristiikka tuottaa epätodennäköisiä painotuksia:

Pekka kävi "torilla 'Merjan kanssa 'perjantaina.

Pekka nappasi "perunat 'hätäisesti.

Loppukentän lausekejärjestyksellä näyttää olevan edellisissä esimerkeissä vaikutusta painotuksiin. Tämän havainnon pohjalta olemme soveltaneet säännöissämme Praham koulukunnan topiikki—fokus—artikulaatio-teoriaa (Hajicova, 1993). Teorian mukaan loppukentän semanttisten roolien järjestyksen perusteella on joissain tapauksissa pääteltävissä, kuuluuko lauseke teemaan vai fokukseen, eli meidän kannaltamme, onko se sivupainollinen vai pääpainollinen. Teorian soveltamiseksi on laadittava semanttisille rooleille kielikohtainen neutraali järjestys, *systeminen järjestys*. Jos loppukentän lausekkeet noudattavat systeemistä järjestystä, ei järjestys anna vihjeitä painotuksiin, ja tällöin on tukeuduttava lausekkeiden informaatiostatukseen. Sen sijaan, mikäli järjestys poikkeaa systeemisestä järjestyksestä siten, että lauseke esiintyy lauseessa lähempänä verbiä kuin systeemissä järjestyksessä, tällainen lauseke kuuluu teemaan ja voi siten saada sivupainon.

Seuraavassa esitetään alustava ehdotus suomen systeemiseksi järjestykseksi. Koska semanttisia rooleja on vaikea tunnistaa automaattisesti, käytetään säännöissä lähinnä nominien sijamuotoja todellisten roolien sijaan. Kaikkien roolien, kuten monien adverbialityyppien statusta järjestyksen suhteen ei ole vielä pohdittu, ja muutenkin järjestykseen tulee suhtautua varauksella, koska empiiristä tutkimusta ei ole tehty.

(tapa?) < subjekti < objekti < väline, paikka < alku < loppu < tulos < (aika?)

(adv -sti) < NOM < {GEN, PTV} < {ADE, INE} < {ELA, ABL} < {ILL, ALL} < {ESS} < (adv. aika) < Inf. lause

Tässä kehyksessä esimerkkilauseemme saa seuraavanlaisen painotuksen:

"Pekka näki 'tänään 'torilla "Merjan "lahnaa 'ostaessaan.

Ajan ja paikan adverbiaalit "tänään" ja "torilla" ovat siirtyneet objektista vasemmalle ja näin ollen saavat sivupainon. Objekti *Merjan* ja infinitiivilauseke *lahnaa ostaessaan* sen sijaan ovat systeemisessä järjestyksessä, joten ne saavat kummatkin vahvan painon ollessaan tekstissä uusia tarkoituksia. Seuraavassa lisää esimerkkejä ehdotettuun systeemiseen järjestykseen perustuvista painotuksista, kun lausekkeet ovat järjestelmän kannalta informaationisällöltään yhtenäiset:

"Pekka osti "voita "kaupasta. "Pekka osti 'kaupasta "voita.

"Pekka teki 'savesta "ruukkuja. "Pekka teki "ruukkuja 'savesta.

"Pekka 'muutti "Mäntsälästä "Helsinkiin . "Pekka 'muutti Helsinkiin "Mäntsälästä .

"Pekka 'kirjoitti 'Merjalle "kirjeen. "Pekka 'kirjoitti "kirjeen "Merjalle.

"Pekka meni "laivalla "Lemille. "Pekka meni 'Lemille "laivalla.

"Torilla näki "Pekka "Merjan. "Torilla näki 'Merjan "Pekka.

"Pekka luuli "Merjaa "murhaajaksi. "Pekka luuli 'murhaajaksi "Merjaa.

"Pekka toimii "torimyyjänä "Helsingissä. "Pekka toimii 'Helsingissä "torimyyjänä.

On huomattava, että tunnusmerkkinen järjestys ei suomessa yleisesti velvoita esimerkkien mukaiseen painotukseen. Esimerkiksi *"Pekka teki 'savesta "ruukkuja* on aivan mahdollinen painokaava. Oleellista painojen ennustamisen kannalta on se, että lähemmäksi verbiä siirtyneen elementin vähäisempää painotusta voidaan harvoin pitää suoranaista

virheenä. Näin ollen, mikäli halutaan välttää liiallista inttävää painotusta, on tämä sanajärjestykseen perustuva menetelmä luotettavampi vaihtoehto kuin muut edellä kuvatut heuristiikat.

Verbit. Edellinen kappale loppukentän painotuksista jätti verbien painollisuuden avoimeksi. Kirjallisuudessa suomen verbien todetaan olevan keskimäärin vähemmän painollisia kuin muut sisältösanat (Vainio, 2001) tai transitiiivilauseissa jopa lähes painottomia (Välilmaa-Blum, 1993). Meidän järjestelmäsämme verbit ovat lähtöarvoisesti sivupainollisia. Jos verbi on geneerinen ja sen ympärillä on vahvasti painollisia elementtejä, se jätetään kokonaan painottomaksi. Verbeillä ei sinänsä ole mitään sisäsyntyistä ominaisuutta, joka tekisi niistä painottomia. Niillä on kuitenkin yleensä määreitä, jotka ovat niitä itseään spesifisempiä. Verbi voi toki toimia myös lauseen informaatiofokuksena, mikäli sillä ei ole jälkimääreitä, tai jälkimääreet ja lisäykset ovat anaforisia tai mainittuja: *'Siellä "tuulee. "Pekka "aivasti. "Pekka oli "laulanut 'siellä. "Pekka "ihmetteli 'tilannetta.*

Intransitiiviset verbit saattavat olla keskimäärin painollisempia kuin transitiiiviset, mutta emme ole käsitelleet aihetta, koska verbien argumenttirakenteesta ei saada tietoa. Mahdollinen osaratkaisu olisi listata leksikkoon tällaisia yleisesti painollisia verbejä: *"Pekka "aivasti 'yläkerrassa. "Pekka asuu "yläkerrassa.*

Yhteenveto

Tässä luvussa on esitelty erilaisia tekstistä ennustettavia painotusilmiöitä joidenkin HY:n lausepainomallin sääntöjen pohjalta. Säännöissä siis ennustetaan ensin sanojen kontekstista riippumaton oletuspainollisuus, sitten määritellään lausekkeiden painosuhteet leksikon ja sanojen aiemman esiintymisen pe-

rusteella, ja lopuksi tarkastellaan lausekkeita lausekontekstissa. Kussakin vaiheessa otetaan huomioon alempien tasojen ennustamat painosuhteet. Työ on kesken, eikä laskennallisia tuloksia sääntöjen toimivuudesta valitettavasti ole tarjolla. Seuraavassa kuitenkin suuntaa antava esimerkki sääntöjen tuottamista painotuksista kappaleen pituiselle tekstille. Esimerkki on poimittu Usenetistä. Ennustetut fraasirajat on merkitty pystyviivoilla.

“Muistakaapa ‘lapsiperheet || että on ‘muitakin ‘ihmisiä kuin ‘te. ||| On ‘ihmisiä | jotka ‘eivät voi ‘saada ‘lapsia || tai eivät edes ‘koe || että ‘auttaisivat ‘ihmisiä tulemaan ‘maailmaan ||| ‘Usein ‘ärsyttää || kun ‘lapsista ‘puhutaan kuin he olisivat ‘nukkeja. ‘Teidän ‘lapsenne ‘eivät ole ‘teidän ‘lapsianne || vaan ‘ihmisolentoja | jotka ‘kasvat ‘omille ‘teilleen ||| ‘Te ette ‘omista ‘lapsianne, ||ja ‘oikeampi ‘termi olisi ‘alusta alkaen ‘kutsua ‘lastanne ‘ihmiseksi ||| ‘Se että ‘kyseinen ‘olento on ‘aluksi ‘pieni ||ja ‘tarvitsee ‘teitä || ‘ei saa olla teidän ‘oman ‘hellydentarpeen ‘korvike.

Ennustuksien omakohtaista hyväksyttävyyttä voi kukin arvioida vaikka lukemalla tekstin ääneen ja kuuntelemalla omia painotuksiaan. Kyseenalaista tässä esimerkissä on mm. kappaleen retorinen huippukohta *Teidän lapsenne eivät ole teidän lapsianne*, joka tuntuisi kaipaavan vahvempia painotuksia. Kuunneltavia esimerkkejä HY:n lausepainomallin ja painotussääntöjen soveltamisesta puhesynteesiin on tarjolla internetissä osoitteessa <http://www.ling.helsinki.fi/cts/>

POHDINTAA

Tässä artikkelissa on argumentoitu lausepainon mallintamisen puolesta puhesynteesissä. Helsingin yliopiston lausepainomallin on näytetty pystyvän tuottamaan erilaisia painotuksia vastaavia sävelkulkuja. Malli on

tässä suhteessa varsin hienostunut muihin puhesyntetisaattoreihin verrattuna, mutta yleisenä kuvauksena suomen lausepainoon liittyvistä sävelkulkuilmiöistä se ei toimi. Oletus yhdenlaisesta aksentista, joka ilmenee painollisella tavulla suhteellisen samanlaisena lukuun ottamatta aksentin vahvuutta, on liian yksioikoinen. Esimerkiksi lyhyet sanat ja lausekkeet sulautuvat joskus yhdeksi tonaaliseksi eleeksi, joka ilmenee sävelkulussa niin sanottuna hattuhahmona, jossa yksittäisten sanojen painollisuutta on vaikea arvioida. Toinen mallin ilmaisuvoiman ulkopuolelle jäävä ilmiö on aksenttityyppi, jossa sävelkulku lähtee matalalta ja huippu osuu painollista tavua myöhemmille tavuille (Välimaa-Blum, 1989). Tällainen aksentti yhdistetään englannin fonologiassa usein temaattiseen tai mainittuun osaan lauseesta, ja samansuuntaisia havaintoja on tehty suomessakin (Iivonen ym., 1987), joskin näiden tapausten on oletettu liittyvän tiettyihin puhefunktioihin, kuten myöntämiseen: *Kirkkoonko olet menossa? KirkKOON kirkkoon...*

Artikkelissa käsiteltiin myös suomen lausepainon ennustamista tekstistä lingvistisen analyysin avulla. Aihe on hyvin monisyinen, ja vapaata variaatiota puhujien välillä todennäköisesti esiintyy paljon, joten mitään varmaa asiasta ei voitu esittää. Lukuisten mahdollisesti käsiteltävissä olevien ilmiöiden tutkimus on puutteellista tai niitä ei ole tutkittu ollenkaan. Tällaisia ovat esimerkiksi kysymys- ja käsky-lauseet, mahdolliset säännönmukaisuudet päälauseiden ja sivulauseityyppien suhteen sekä lauseet, joissa verbiketjun osat ovat hajallaan. Toisaalta suuri osa painollisuutta määräävistä ilmiöistä, kuten suurin osa kontrastiin liittyvistä seikoista, jää auttamatta tämän kaltaisen analyysin tavoittamattomiin. Myös esimerkiksi sitaatit kaunokirjallisessa tekstissä sotkevat sanojen tunnettuuteen perustuvan analyysin pahasti. Lisäksi on vielä otettava kantaa automaattisen lingvistisen

analyysin puutteellisuuteen; mikäli analyysin tiedetään esimerkiksi tunnistavan semanttiset roolit huonosti, ei näitä kannata käytännössä sääntöjen laatimisessa käyttää, vaikka yhteys painotuksiin olisikin ilmeinen.

Rajoituksista huolimatta suomen informaattiorakennetta noudatteleva sanajärjestys näyttää mahdollistavan hyväksyttävien painotusten ennustamisen asiatekstistä melko hyvin. Lausekkeiden sisäiset painosuhteet ovat vaikeita ja osin mahdottomia ennustaa ilman maailmantietoa, mutta merkittävä osa lausekkeista saadaan kuitenkin käsiteltyksi tyydyttävästi leksikaalisten vihjeiden avulla. Avoimeksi jää kuitenkin vielä kysymys, kuinka ratkaisevia rajoitukset ovat synteessin kuuntelijan kannalta. Jos painotusten ennustuksessa tulee liikaa sellaisia virheitä, joita ei edes periaatteessa ole mahdollista ratkaista, voi rajoittamattoman tekstin synteesisovelluksissa olla perusteltua käyttää yksinkertaisempaa mallia ja jättää luetun tekstin painotusten arvailu kuuntelijan vastuulle.

Kielen lauseoppi on – hyvänä apuna ajatuskoron etsimisessä. Mutta ainoastaan apuna; sen enempää siltä ei saa vaatia eikä sen suurempaa merkitystä antaa. – pohjimmaisena perusteena on se ajatussisällitys, minkä kirjoittaja tai puhuja tahtoo kulloinkin saada sanotuksi. (Peltonen, 1901.)

LÄHTEET

- Aaltonen, O. (1975). *Suomen lausepainon generoimisesta*. Helsingin yliopiston fonetiikan laitoksen julkaisuja, 27.
- Hajicova, E., Sgall, P., & Skoumalova, M. (1993). Identifying topic and focus by an automatic procedure. *Proceedings of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics (EACL93P)*, 178–182.
- Hakulinen, A., Vilkuna, M., Korhonen, R., Koivisto, V., Heinonen, T. R., & Alho, I. (2004). *Iso suomen kielioppi*. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Hirvonen, P. (1970). *Finnish and English communicative intonation*. Publications of the Department of Phonetics, 8. University of Turku.
- Iivonen, A., Nevalainen, T., Aulanko, R., & Kasanen H. (1987). *Puheen intonaatio*. Helsinki: Gaudeamus.
- Järvinen T., & Tapanainen P. (1998). Towards an implementable dependency grammar. *Proceedings of COLING/ACL98 Workshop on Processing Dependency-Based Grammars*, 1–10.
- Karjalainen, M. (1978). *An approach to hierarchical information processes with an application to speech synthesis by rule*. PhD thesis, Finnish Academy of Technical Sciences: Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics and Computer Science Series, 29.
- Karlsson, F. (1983). *Suomen kielen äänne- ja muotorakenne*. Juva: WSOY.
- Peltonen V. (1901). *Pubetaito*. Porvoo: WSOY.
- Sproat, R. (Toim.). (1997). *Multilingual text-to-speech synthesis: The Bell Labs approach*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Suomi, K. (2005). Temporal conspiracies for a tonal end: Segmental durations and accentual f0 movement in a quantity language. *Journal of Phonetics*, 33, 291–309.
- Steedman, M. (2000). Information structure and the syntax-phonology interface. *Linguistic Inquiry*, 31, 649–689.
- Vainio, M. (2001). *Artificial neural network based prosody models for Finnish text-to-speech synthesis*. Helsinki: University of Helsinki.
- Vainio, M., Suni, A., & Sirjola, P. (2005). Accent and prominence in Finnish speech synthesis. *Proceedings of the 10th International Conference on Speech and Computer (specom2005)*, 309–312.
- Vainio, M., & Järvikivi, J. (2006). Tonal features, intensity, and word order in the perception of prominence. *Journal of Phonetics*, 34, 319–342.
- Vilkuna, M. (1989). *Free word order in Finnish: Its syntax and discourse functions*. Helsinki: Suomalaisuuden Kirjallisuuden Seura.
- Välimaa-Blum, R. (1993). A pitch accent analysis of intonation in Finnish. *Ural-Altische Jahrbücher N.F.* 12, 82–94.

PROSODIC PROMINENCE IN SYNTHETIC SPEECH

Antti Suni, Department of Speech Sciences, University of Helsinki

Human-like synthetic speech can not be achieved without contextually appropriate accent or prominence patterns. This article surveys the status of prominence in the history of Finnish speech synthesis research and presents our current model. Further, we discuss the question of automatic prominence prediction for Finnish. Using syntactic analysis, word order, givenness and custom lexicon, we show that educated guesses on word prominence beyond the basic accentedness dichotomy can in most cases be made, even from unrestricted text.

Keywords: Speech synthesis, sentence stress, Finnish.