

MIELLEN, KIELEN JA AIVOJEN MODULAARISUUS

Otto Lappi

Kognitiotiede, Psykologian laitos, Helsingin yliopisto

otto.lappi@helsinki.fi

Teoksessaan The Modularity of Mind Jerry Fodor (1983) esitti yhdeksänkohtaisen luettelon modulaarista kognitiivista systeemiä luonnehtivista ominaisuuksista. Psykologit, kielitieteilijät ja aivotutkijat ovat sittemmin pyrkineet luomaan omia määritelmiään modulaarisuudelle painottaen kukin juuri oman alansa kannalta keskeisiä ominaisuuksia. Tämä on johtanut käsitteellisiin sekaannuksiin. Tässä artikkelissa esitetään, että eksplisiittinen jako (i) neuraaliseen modulaarisuuteen (ii) psykologiseen modulaarisuuteen ja (iii) kognitiiviseen (komputationaaliseen) modulaarisuuteen auttaa jäsentämään aihetta koskevaa keskustelua. Kognitiivinen modulaarisuus, eli tiedollinen kapseloituminen ja alapidonnaisuus, vastaa Fodorin (1983; 1985; 2002) omaa ajatusta siitä, mikä erottaa modulaarisen kognition ja keskusprosessit. Erytisen tärkeää on erottaa selkeästi tämä komputationaalisen tason modulaarisuus neuraalisesta modulaarisuudesta (toiminnon lokalisoitavuudesta ja aivokudoksen toiminnallisesta erikoistumisesta).

Avainsanat: Mielen modulaarisuus, lokalisaatio, kielimoduuli

JOHDANTO

Kognitiiviset prosessit jaetaan usein modulaarisiin ja ei-modulaarisiin prosesseihin eli keskuskognition. Mitkä ominaisuudet tekevät kognitiivisesta systeemistä ”modulaarisen”? Eri alojen tutkijat painottavat eri ominaisuuksia kriteereinä systeemin modulaarisuudelle.

Neurotieteilijät luonnollisesti kiinnittävät huomiota moduulin lokalisaatioon ja kytkentöihin muihin moduuleihin sekä prosessoinnin syvyyteen (jonka voidaan tulkita heijastavan kortikaalisten projektioluiden ja ”assosiaatioalueiden” välistä eroa). Kliinisissä yhteyksissä keskeisinä pidetään

Kiitän FT Pauli Bratticoa ja FM Anna-Mari Rusasta käsikirjoituksen aikaisempien versioiden kommentoimisesta, sekä FM Kaisu Krohnia ja *Neurofilosofian perusteet*-kurssin opiskelijoita aivojen modulaarisuutta koskevista keskusteluista. Artikkelia koskeva kirjeenvaihto-osoite: Otto Lappi, Kognitiotiede, Psykologian laitos, 00014 Helsingin yliopisto.

moduulille luonteenomaisia vauriotyyppejä, joita ovat esimerkiksi kielellisen prosessoinnin yhteydessä erilaiset afasiat. Kognitiiviset psykologit ovat usein kiinnostuneempia prosessoinnin nopeuden, automaattisuuden ja implisiittisyyden kaltaisista ominaisuuksista. Kehityspsykologit taas korostavat modulaarisen systeemin (oletetun) synnynäisyyden ja kiinteän kehityskaavan ajatusta. Kielitieteilijät ja psykologit puolestaan keskittyvät kielioppitiedon ja luonnollisen kielen kognitiivisten taustamekanismien alapidonnaisuuteen.

Tämä saa helposti aikaan sekaannusta ja tarpeetonta vastakkainasettelua. Alojen sisäisiä – ja eritoten monitieteisiä – ”modulaarisuuskiistoja” luonnehtiinkin usein tarpeeton kiivaus ja jyrkkien rintamalinjojen veto, ja alojen välistä kommunikaatiota vaikeuttaa yhteisen terminologian puute. Tämä johtaa helposti siihen, että tutkijat argumentoivat toistensa ohi: yksi tutkija kutsuu

mieltä tai kieltä (tai jotain mielen tai kielen osaa) ”modulaariseksi” sen täyttyessä juuri omalla oppialalla käyttöön vakiintuneet modulaarisuuden kriteerit, jolloin toinen lähialalla toimiva tutkija ylitulkitssee esitettyä ”modulaarisuushypoteesia” oman alansa vakiintuneen terminologian pohjalta.

Tässä artikkelissa määritellään kolmijako ”neuraaliseen”, ”psykologiseen” ja ”kognitiiviseen” modulaarisuuteen. Erottelun tavoitteena on edesauttaa modulaarisuuden käsitteen monien merkityksien ja teoreettisten merkitysyhteyksien hahmottamista, ja sen avulla voidaan välttää monia sekaannuksia. Oikein ymmärrettyinä modulaarisuuden käsite tarjoaa hedelmällisen perustan kielen ja mielen monitieteiselle tutkimukselle, ja yleisemmillekin teoreettisille ja filosofisille pohdinnoille.

Tässä artikkelissa keskitytään erityisesti *neuraaliseen modulaarisuuteen* (lokalisaatio ja aivokudoksen toiminnallinen erikoistuminen) ja *kognitiiviseen modulaarisuuteen* (alasiidonaisuus ja tiedollinen kapseloituminen). Neuraalinen modulaarisuus liittyy läheisimmin neuro/psykologian ja aivotutkimuksen tulosten tulkintaan, ja kognitiivinen modulaarisuus taas on kognitiotieteellisen selittämisen ja teorianmuodostuksen kannalta keskeisin modulaarisuuden määritelmä. Psykologiseen modulaarisuuteen liittyvät, luonteeltaan filosofisemmat ongelmat (mentaalisten predikaattien attribuominen mielen/aivojen osille) muodostavat monimutkaisen ja sillä mielenkiintoisen mielenfilosofisen probleemakentän (Bennett & Hacker, 2003, Dennett, 1987), jonka tarkempi käsittely tämän artikkelin puitteissa on kuitenkin mahdotonta.

”Fodorilainen” modulaarisuus

Niin psykologiassa, kielitieteessä kuin aivotutkimuksessakin modulaarisuutta koske-

vassa keskustelussa otetaan yleensä keskustelun lähtökohdaksi Fodorin (1983) *The Modularity of Mind*, ja siinä mainitut yhdeksän kognitiivisen systeemin ominaisuutta, joita voidaan pitää ”fodorilaisen” modulaarisuuden tunnusmerkkeinä.

Usein modulaarisuus kuitenkin samastetaan lokalisaatioon, bottom-up -prosessointiin, synnynnäisyyteen, alasiidonaisuuteen tai tiedolliseen kapseloitumiseen. Mikään näistä yksinään ei vastaa Fodorin (1983; 1985) alkuperäistä muotoilua. Kuten Coltheart (1999) huomauttaa, Fodorin teoria mielen modulaarisuudesta on laajalti siteerattu ja vaikutusvaltainen, mutta usein myös väärin ymmärretty.

Fodorin alkuperäiset modulaarista kognitiivista systeemiä luonnehtivat ominaisuudet ovat (termien selitykset, ks. Taulukko 1):

- (1) Alasiidonaisuus
- (2) Tiedollinen kapseloituminen
- (3) Automaattinen prosessointi
- (4) Nopea prosessointi
- (5) Pintatason representaatio ja prosessointi
- (6) Prosessoinnin implisiittisyys
- (7) Universaali neuraalinen arkkitehtuuri
- (8) Universaali kehityskaava
- (9) Universaalit vauriotyyppi

Fodor pitää modulaarisuutta ns. klusterikäsitteenä: modulaarisuutta luonnehtivia ominaisuuksia (1–9) ei tällöin tule ymmärtää modulaarisuuden *määritelmänä* sanan klassisessa mielessä eli yksittäin välttämättöminä ja yhdessä riittävinä ehtoina kognitiivisen systeemin moduuliksi luokittelemiselle. Sen sijaan ne ovat ominaisuuksia, joita kognitiivinen systeemi voi ilmentää ”enemmän tai vähemmän”. Modulaariseksi systeemiä tulee kutsua siinä tapauksessa, että se ilmentää useita ominaisuuksista (1–9) huomattavassa määrin. Modulaarisuushypoteesin olennainen sisältö onkin, että mikäli sys-

TAULUKKO 1	
Modulaarista kognitiivista systeemiä luonnehtivat ominaisuudet Fodorin (1983) mukaan:	Selityksiä ja esimerkkejä
1. Alasidonnaisuus	Modulaarinen systeemi kykenee "käsittelemään tietoa" vain koskien jotain tiettyä, melko kapealaista ja tarkkaan rajattua tietoa (esim. visuaalisen havainnon yhteydessä pintojen tekstuuria tai väriä, kielen yhteydessä esim. kieliopillisia transformaatioita). Keskeinen modulaarisuuden kriteeri psykolingvistiikan ja generatiivisen kielitieteen modulaarisuuskiistoissa.
2. Tiedollinen kapseloituminen	Modulaarisella systeemillä ei ole "pääsyä" kaikkeen yksilön mielessä/aivoissa koodattuna olevaan tietoon. Ts. keskuskognitiossa tai toisissa moduuleissa on tietoa, joka saattaisi olla moduulin toiminnan kannalta relevanttia, mutta jota moduuli ei kykene käyttämään hyödykseen. Tämä ei tarkoita, että muiden kognitiivisten moduulien ja keskuskognition toiminnalla ei voisi olla mitään vaikutusta moduulin toimintaan. Modulaarisuus edellyttää ainoastaan, että moduulin ja muun kognition välistä vuorovaikutusta (kommunikaatiota) välittää "rajapinta" joka täyttää tietyt ehdot (ks. Pylyshyn 1999).
3. Automaattinen prosessointi	Moduuli prosessoi adekvaatin syöteen automaattisesti ja riippumatta yksilön sen hetkistä tavoitteista tai mielentilasta. Emme esimerkiksi pysty olemaan kuulematta suomenkielistä puhetta suomenkielisenä puheena – äänteiden, syntaksin ja merkityksen prosessointi tapahtuu "ei-tahdonalaisesti" tai "refleksinomaisesti".
4. Nopea prosessointi	Ihmisaivojen ja havainto- ja kielimoduulien yhteydessä tämä yleensä tarkoittaa aikaskaalaa millisekunneista sekuntiin. Perustuu itsessään kapseloitumiseen, alasidonnaisuuteen ja neuraaliseen arkkitehtuuriin, ja on siten vähemmän perustavanlaatuisen ominaisuus.
5. Pintatason representaatio & prosessointi	Esimerkiksi kasvonpiirteitä käsittelevän visuaalisen moduulin yhteydessä tämä tarkoittaisi sitä, että moduuli prosessoi vain kasvojen geometrisia ominaisuuksia, ilman tietoa esim. kasvojen omistajan identiteetistä. Kielen kohdalla esimerkkinä voisi olla kielen äänteiden tunnistaminen puhujan iästä, sukupuolesta, tunnetilasta jne. riippumatta. (Vrt. kohta 2)
6. Prosessin implisiittisyys	Moduulin prosessointi ja moduulin sisältämä tieto on "tiedostamaton" siinä mielessä, että keskuskognitiomme - tai tarkasti ottaen ne kognitiiviset systeemit, jotka ovat vastuussa oman mieleemme toimintaa koskevien eksplisiittisten uskomusten ja verbaalisten raporttien generoinnista - eivät pääse käsiksi moduulin sisältämään tietoon, vaan ainoastaan sen "tulosteeseen" (<i>output</i>). Kielen tapauksessa kompetentti kielen puhuja pystyy luotettavasti arvioimaan, onko annettu ilmaisu kieliopillinen (kielioppisääntöjen mukainen), mutta ei valitettavasti kykene eksploimaan niitä sääntöjä joihin hänen arvionsa perustuu.
7. Universaali neuraalinen arkkitehtuuri	Eri yksilöillä samaa modulaarista toimintaa suorittavat samat neuraaliset järjestelmät. Esimerkiksi kielen yhteydessä Brocan alueen ja Wernicken alueen voidaan ajatella olevan tällaisia, tietyistä kielelliseen kognitioon kuuluvista toiminnosta vastaavia universaalien neuraalisen arkkitehtuurin osia. Universaalien arkkitehtuurin ajatellaan usein heijastavan "neuraalisen moduulin" synnynäisyyttä.
8. Universaali kehityskaava	Esim. kielen oppimisen kehityskaava jokeltamisesta ensimmäisiin sanoihin ja "sähkösanomapuheen" (<i>minun hauva, äiti tule</i>) kautta monimutkaisempia syntaktisia sääntöjä (sivulauseet, apuverbit, kysymyssanat...) ilmentävään puheeseen. Liitetään usein synnynäisyyteen. Tämä kuitenkin edellyttää taustaoletusta siitä, että kehityskaava heijastaa organismin lajiyppillistä ominaislaatua, ei esimerkiksi vain ympäristöstä yleisen oppimismekanismin avulla omaksutun tiedon monimutkaisuuden astetta. Tällöin voidaan puhua "kielivaistosta" (Pinker, 1994).
9. Luonteenomaiset vauriotyypit	Kliinisen neuropsykologian klassiset paikallisiin aivovaurioihin liittyvät syndroomat (afasiat, agnosiat, amnesiat, apraksiat jne.)

teemi ilmentää monia modulaarisuusklustereiden ominaisuuksista, se todennäköisesti ilmentää myös muita.

Ryhdyttäessä argumentoimaan jonkin kognitiivisen systeemin modulaarisuuden puolesta (tai sitä vastaan), tai kun tavoitteena on operationaalistaa kysymys jonkin yksittäisen kognitiivisen toiminnon modulaarisuudesta, pyritään usein kuitenkin *määrittelemään* modulaarisuus valitsemalla joitakin Fodorin luokittelamista ominaisuuksista modulaarisuuden välttämättömiksi ja riittäviksi ehdoiksi¹. Variaatio sen suhteen, millä perusteella valinta tehdään ja mitkä ominaisuudet tulevat valituiksi, johtaa luonnollisesti toisistaan poikkeaviin modulaarisuuden määritelmiin.

Neuraalinen modulaarisuus

Kognitiivisessa neurotieteessä ja aivokuvantamistutkimuksissa ”moduulilla” tarkoitetaan yleensä neurobiologisella organisaation tasolla identifioitavissa olevaa anatomista tai toiminnallista yksikköä. Tällaisia yksiköitä voivat olla esimerkiksi aivokuoren maamerkkien (uurteet ja harjanteet) avulla tai hermosolujen mikrorakenteen ja aivokuorikerrosten avulla määriteltävät (sytoarkkitehtoniset) aivokuorialueet ja subkortikaaliset tumakkeet.

Neuraalisen moduulin ei kuitenkaan välttämättä tarvitse olla lokalisoitavissa tässä sanan yksinkertaisimmassa mielessä johonkin klassisen neuroanatomian nimeämään aivojen osaan, vaan moduuli voi koostua laajalti eri puolille aivoja ”hajautetuista” hermosoluverkoista.

Neuraalinen moduuli voidaan määritellä toiminnallisena yksikkönä myös neuroanomiasta riippumattomasti fysiologisella tai hermosolujen toiminnan tasolla, esim. tiettyyn ärsykepiirteeseen reagoivana solupopulaationa). Solupopulaatioon kuulumi-

sen neurobiologiset kriteerit voivat olla jopa kokonaisuudessaan toiminnallisella tasolla määritellyt, esimerkiksi lukemalla ”moduuliin kuuluviksi” kaikki tietyssä psykofysiologisessa koejärjestelyssä 40Hz -taajuudella tapahtuvaan oskillaatioon vaihelukittuvat talamokortikaaliset hermosolut. Olennaisinta neuraalisen moduulin käsitteen kannalta on, että moduuliin kuulumisen kriteerit voidaan määrittää neurobiologista (so. anatomista tai fysiologista) terminologiaa käyttäen vetoamalla identifioitujen moduulin oletettuun kognitiiviseen funktioon.

On tietenkin luontevaa ajatella tällaisen neuraalisella tasolla tunnistettavan moduulin olevan erikoistunut nimenomaan jonkin tietyn kognitiivisen toiminnon tai sen osa-toiminnon suorittamiseen.

Aivokuvantamistutkimuksissa (PET, fMRI, MEG, EEG) tämä oletus ilmenee mm. siinä, miten koehenkilöille annettavat kognitiiviset tehtävät ja vertailutilanteet pyritään suunnittelemaan siten, että aivokuvissa saataisiin näkyviin *spesifisesti* tietyn tehtävän aikana tai tietyn ärsyketyypin esittämisen seurauksena aktivoituvat alueet. Ts. usein pyritään etsimään nimenomaan aivoalueita, jotka ”aktivoituvat” vain tietyn tehtävätyypin, mutta ei vertailutilanteen aikana.

Toisin sanoen: kun tehtävä ja vertailutilanne on huolellisesti valittu siten, että niiden voidaan olettaa eroavan toisistaan vain tietyn kognitiivisen toiminnon suhteen, ja toisaalta havaitaan mitattavan aivotoiminnan eroavan tehtävän ja vertailutilanteen välillä vain tietyn lokaalin aivoalueen aktivaation suhteen, voidaan esittää, että kyseinen lokaali aivojen alue on ”neuraalinen moduuli”, joka on erikoistunut osallistumaan kognitiiviseen prosessointiin vain silloin, kun tehtävän suorittamiseen tarvitaan nimenomaisesti sitä toimintoa, joka erottaa koetilanteen ja vertailutehtävän toisistaan. Tästä ei tietenkään seuraa, että kyseinen alue yksin suorittaisi

koetilanteessa suoritettavan tehtävän kokonaan². Tiukasti ottaen aktivaation havaitsemisesta ei edes seuraa, että aktivoitua alue suorittaisi edes sen ”mentaalisen operaation” joka erottaa koe- ja vertailutilanteen toisistaan, koska moduulin osallistuminen saattaa perustua muissa järjestelmissä tapahtuvaan tiedonkäsittelyyn vaikuttamiseen. ”Lokalisaatio” ko. alueelle tarkoittaa siis sitä, että alue osallistuu toiminnon suorittamiseen, ja on ehkä jopa välttämätön toiminnon suorittamisen kannalta.

Neuropsykologian ja aivokuvantamisen tutkimustulosten voidaan katsoa osoittaneen viimeisen sadan vuoden aikana, että monimutkaisten kognitiivisten tehtävien suorittaminen perustuu juuri tällaisten eri puolilla aivoja sijaitsevien neuraalisten moduulien rinnakkaiseen ja hierarkkiseen yhteistyöhön. Neuraalisten moduulien yhteys psykologiseen ja kognitiivisen tason (komputaationaaliseen) modulaarisuuteen ei kuitenkaan ole täysin itsestään selvää.

Psykologinen modulaarisuus

Kognitiivisessa psykologiassa ja eritoten kehityspsykologiassa mielen modulaarisuus yhdistetään ajatukseen toisistaan riippumattomista mentaalisista kyvyistä (*faculties*), jotka ovat kukin tietyn mielen/aivojen osatekijän kykyjä t. toiminnallisia kapasiteetteja. Näiden ajatellaan usein toteutuvan niille omistetuissa neuraalisissa moduuleissa edellä esitetystä mielessä.

Yksilön kapasiteetin ja yksilön mielen/aivojen osatekijän kapasiteetin välinen rajanveto ei ole täysin selkeä ja ongelmaton (ks. esim. Dennett, 1987; Bennett & Hacker, 2003). Menemättä tässä mielenfilosofisiin yksityiskohtiin voidaan yleisellä tasolla sanoa, että selitysmallina modulaarisuus on ”homunculus-analyysi”: tällöin jokin yksilön mentaalinen kyky (esim. kielikyky) selitetään analy-

soimalla se yksilöä yksinkertaisempien kognitiivisten systeemien kykyjen avulla, esimerkiksi kun sanotaan kielen oppimisen olevan lapsen kielimoduulin suorittamaa ”tiedostamatonta päättelyä”, tai ”tiedostamattoman (kielioppi)säännön seuraamista”³.

Kielen tapauksessa psykologinen modulaarisuus tarkoittaa käytännössä sitä ajatusta, että mielen kyky ymmärtää/tuottaa kieltä muodostaa mielen ”horisontaalisista” ominaisuuksista – kuten vaikkapa yleisestä älykkyydestä, persoonallisuudesta tai yleisestä oppimiskyvystä – riippumattoman, mutta silti ”mentaalisen” moduulin, jonka kehitys, toiminta, ja mahdolliset toimintahäiriöt ovat autonomisia siinä mielessä, että ne voivat dissosioitua muiden moduulien kehityksestä, toiminnasta ja niiden toiminnan häiriöistä⁵

Usein modulaarisuushypoteesiin liitetään psykologiassa, varsinaisen psykologisen modulaarisuuden ohella, myös *lokalisaationismi* (jolloin kutakin autonomista mentaalista moduulia vastaa sen toteuttamiseen erikoistunut neuraalinen moduuli), *nativismi* (mentaalisien moduulien sisältämä tieto tai toimintatapa on jotain synnynnäistä, ei oppimisen tulosta) ja *adaptationismi* (mentaalisien moduulien ominaisuudet ovat kehittyneet nykyisenlaisiksi luonnonvalinnan seurauksena – tällöin moduulin luonne voitaisiin selittää historiallisesti lajikehityksen, ja teleologisesti evolutiivisen adaptaation näkökulmasta).

Ns. *massiivisen modulaarisuuden* hypoteesin mukaan mieli koostuu kokonaisuudessaan pelkästään tällaisista moduuleista – mitään keskuskognitiota ei siis olisi olemassakaan. Massiivisen modulaarisuuden olettaminen on yleistä erityisesti evoluutio-psykologiassa.

Kognitiivinen modulaarisuus ja keskuskognitio

Vaikka jokin mielen osajärjestelmä olisi modulaarinen yllä esiteltyjen neuraalisen modulaarisuuden tai psykologisen modulaarisuuden mielessä, jää silti avoimeksi kysymys siitä, onko järjestelmä modulaarinen myös Fodorin keskeisimpien ominaisuuksien, eli *tiedollisen kapseloitumisen ja alapidonnaisuuden* mielessä.

Tiedollisella kapseloitumisella Fodor tarkoittaa, että kognitiivinen arkkitehtuuri rajoittaa sitä, mihin organismin aivoihin koodattuun aisti- ja muistitietoon kyseisellä kognitiivisella järjestelmällä on ”pääsy”. Tiedon kulkua moduulin ja muun kognition välillä säätelee siis kiinteä kognitiivinen arkkitehtuuri, eivätkä organismin tiedot, uskomukset tai rationaaliset tavoitteet. Alapidonnaisuus puolestaan tarkoittaa sitä, että moduuli ”ymmärtää” tietoa vain tietyllä kapealla kognitiivisen toiminnan osa-alueella.

Mikäli moduuleita ja kognitiivista toimintaa yleisemminkin halutaan tarkastella ”tiedostamattomana päättelynä” jossa kognitiivinen systeemi generoi ja testaa hypoteeseja, voidaan sanoa, että alapidonnainen järjestelmä kykenee generoimaan ja arvioimaan vain tiettyä rajallista olio- tai ominaisuusluokkaa koskevia hypoteeseja. Kapseloituminen taas tarkoittaa, että hypoteesien generointi ja testaaminen tapahtuu arkkitehtuurin rajoittaman aisti- ja muistitiedon varassa⁶.

Kapseloituminen ja alapidonnaisuus ovat kognitiivisen modulaarisuuden keskeisimmät piirteet sikäli, että nämä ominaisuudet erottavat selvimmän modulaariset prosessit ei-modulaarisista kognitiivisista prosesseista, eli ns. ”keskuskognitiosta”. Keskuskognitiona voidaan pitää kognitiivisia prosesseja tai kykyjä, jotka *eivät* ole alapidonnaisia (mikä tarkoittaa sitä, että järjestelmät voivat käsitellä periaatteessa mitä tahansa tie-

toa, jonka organismin tietokyky ylipäättään kykenee tavoittamaan) *eivätkä* tiedollisesti kapseloituneita (tiedon käsittelyssä järjestelmä pystyy käyttämään hyväkseen periaatteessa kaikkea organismin siihen mennessä omaksumaa tietoa).

Keskuskognition prosessit ovat Fodorin mukaan quinelaisia ja isotrooppisia. Quinelaisuudella⁷ Fodor tarkoittaa sitä, että järjestelmän ratkaisut (uskomukset, päätelmät, päätökset) eivät perustu ainoastaan ”lokaliin” syötteeseen ja yleisiin kognitiivisiin mekanismeihin, vaan myös yksilön kognitiivisen systeemin käytettävissä olevaan tietoon. Se mitä uskot, riippuu paitsi siitä mitä havaitset, myös siitä millaisia muita uskomuksia sinulla on. Jos esimerkiksi näet setelin, voit uskoa, että se ei ole aito, vaikka se näyttäisikin täysin aidolta, koska minä sanon sinulle niin – välittömien havaintojen lisäksi arvioosi vaikuttaa se, että uskot minun väittävän seteliä väärennökseksi, uskot että olen yleensä luotettava, että puhun juuri siitä setelistä joka sinulla on kädessäsi jne...).

Isotrooppisuus taas tarkoittaa, että sitä *mikä* tieto on olennaista (edellisessä esimerkissä siis se, *mitkä* muut uskomukset vaikuttavat uskomukseesi setelin aitoudesta) ei voi rajata etukäteen täsmällisesti. Periaatteessa tilanteesta riippuen mikä tahansa uskomus voi olla relevantti minkä tahansa toisen uskomuksen muodostamisessa/luotettavuuden arvioinnissa. Ei voida etukäteen asettaa rationaalista ja yleispätevää rajoitusta sille, mitkä uskomukset ovat/eivät ole toistensa suhteen relevantteja. Quinelaisuus ja isotrooppisuus yhdessä tekevät keskuskognition prosesseista ”holistisia” (*konfirmaatioholismin* mielessä – ks. alaviite [8], ja Fodor & Lepore, 1992)⁸.

Modulaarisuus tiedollisen kapseloitumisen ja alapidonnaisuuden mielessä on neuraalista ja psykologista modulaarisuutta vahvempi hypoteesi. On ainakin periaat-

teessa mahdollista ajatella, että vasemmassa aivopuoliskossa saattaisi olla hajautetuita neuraalisista moduuleista koostuva kielen prosessointiin erikoistunut järjestelmä ("neuraalinen moduuli"), joka kehittyy ja voi myös vaurioitua muista korkeammista kognitiivisista toiminnoista melko riippumattomasti ("psykologinen moduuli"), *mutta* joka silti normaalisti toimiessaan *ei* olisi tiedollisesti kapseloitunut, eikä alapidonnainen, vaan käsittelisi kaikkea yksilön tietokyvyn piiriin kuuluvaa tietoa ja olisi myös sensitiivinen kaikelle yksilön uskomusjärjestelmään sisältyvälle taustatiedolle ("maailmantieto"). Tällainen järjestelmä ei olisi kuitenkaan moduuli Fodorin esittämässä mielessä, riippumatta sen lokalisoitavuudesta tai toiminnallisesta autonomiasta.

Lisäksi voidaan argumentoida, että nimenomaan kognitiivinen jako modulaariin prosesseihin, kognition ja keskuskognition on kognitiotieteen kannalta teoreettisesti ja metodologisesti merkittävämpi kuin neuraalinen ja psykologinen modulaarisuus. Ainakin Fodor itse (1983; 2002) esittää, että jako modulaariin (esim. syntaktisten rakenteiden formaali prosessointi) ja ei-modulaariin (esim. kielellisten ilmausten merkityssisällön tulkitseminen) kognitiivisiin prosesseihin vastaa samalla jakoa niihin kognition ominaisuuksiin, joita on edes periaatteessa mahdollista kuvata ja mallintaa nykyisen kognitiotieteen eksaktein menetelmin, ja niihin kognition ominaisuuksiin, joista emme yli sadan vuoden empiirisen tutkimuksenkaan jälkeen tiedä juuri mitään⁹.

Hypoteesi kielen modulaarisuudesta?

Mitä edellä esitetyn perusteella sitten tulisi sanoa luonnollisen kielen, tai ihmisen kielikyvyn, modulaarisuudesta? Onko esimerkiksi luonnollinen kieli modulaarinen kognitiivinen systeemi? Jos oletetaan, että kie-

li on modulaarinen systeemi, seuraako tästä, että meidän on hyväksyttävä myös ajatus luonnollisen kielen (kielioppitiedon representaation) synnynäisyydestä? Tarkoittaa se myös, että kaikki "luonnolliseen kieleen liittyvä kognitiivinen prosessointi" voidaan lokalisoida johonkin erityiseen aivoelimeen?

Kysymys luonnollisen kielellisen kognition modulaarisuudesta on monitulkintainen ja liian heikosti määritelty, jotta siihen ylipäätään olisi olemassa yksikäsitteistä vastausta.

Mikäli kielellisellä kognitiolla tarkoitetaan kaikkea ihmisen mielen/aivojen kognitiivista toimintaa, joka jollain tavalla käyttää kieltä resurssina – on joko riippuvaisista kielestä tai ainakin sensitiivisistä "kielelliseen prosessointiin" perustuvalla ajattelutouminnalle – on selvää, että kielellinen kognitio tässä mielessä on ei-modulaarista keskuskognitiota, jos ylipäätään mikään kognitio sitä on (tässä itse modulaarisuuden käsite on ymmärretty nimenomaan kognitiivisen modulaarisuuden mielessä).

Jos taas kielellisellä kognitiolla tarkoitetaan kielen kykyä jäsentää puhetta ja ajattelua *syntaktisesti* (rekursiivisten sääntöjen mukaan, jotka takaavat kyvyn muodostaa ja tulkita potentiaalisesti ääretön määrä toisistaan rakenteeltaan eriäviä kielellisiä ilmaisuja) voidaan esittää, kieli tässä kapeassa mielessä voisi hyvinkin olla erityinen kognitiivisesti modulaarinen järjestelmä (Hauser, Fitch & Chomsky, 2002). Tällainen syntaktinen kielimoduuli kommunikoi muun kognition kanssa vain mielen/aivojen kognitiivisen arkkitehtuurin asettaman rajapinnan välityksellä ja käsittelisi representaatioita "vailla ymmärrystä". *Yksilön* kyky "ymmärtää" puhetta sisältäisi tällöin kognitiivisen työnjaon modulaaristen ja ei-modulaaristen kognitiivisten prosessien välillä. Luonnollinen kieli kognitiotieteen tut-

kimuskohteena sisältäisi siten esimerkkejä niin modulaarisista kuin ei-modulaarisistakin kognition muodoista.

VIITTEET

- Bennett, M.R. & Hacker, P.M.S. (2003). *Philosophical foundations of neuroscience* Malden, MA: Blackwell.
- Coltheart, M. (1999). Modularity and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 115–120.
- Cummins, R. (1983). *The nature of psychological explanation*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Dennett, D.C. (1978). *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*. Hassocks: Harvester Press.
- Dennett, D.C. (1987). *The intentional stance*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fodor, J. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fodor, J. (1985). Precis of the modularity of mind. *Behavioral and Brain Sciences*, 8, 1–42.
- Fodor, J. (2002). *The mind doesn't work that way*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fodor, J. & Lepore, E. (1992). *Holism: A shopper's guide*. Oxford: Blackwell.
- Hauser, M., Fitch, T. & Chomsky, N. (2002). The faculty of language: What is it, who has it and how did it evolve? *Science*, 298, 1569–1579.
- Pylyshyn, Z. (1999). Is vision continuous with cognition? The case for cognitive impenetrability of visual perception. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 341–423.
- Quine, W.V. (1960) *Word and object*. New York: Wiley & Sons.

LOPPUVIITTEET

- ¹ Joskus Fodorin teoriaa kritisoidaan epäasiallisestikin sillä perusteella, että mitkään hänen modulaarisuuden ehtonsa eivät ole modulaarisuuden *välttämättömiä* ehtoja, tai pyrkimällä osoittamaan, että jokin kognitiivinen toiminto rikkoo tiettyä modulaarisuuteen liitettyä ominaisuutta (lokalisoitavuus, alapidonnaisuus, automaattinen bottom-up -prosessointi...) eikä siis ole ”moduuli Fodorin tarkoittamassa mielessä”. Kuten sanottua, modulaarisen kognition piirteitä ei ole tarkoit-

tukaan yksittäin välttämättömiksi ja yhdessä riittäviksi modulaarisuuden kriteereiksi. Kyse on pikemmin teoreettisesti motivoitusta metodologisesta heuristiikasta: jos havaitaan, tai teoria ennustaa, että jokin kognition (esimerkiksi kielellisen kognition) muoto näyttäisi sisältävän monia ”modulaarisia” piirteitä, on syytä harkita tutkimusasetelmia, joissa voitaisiin (riippumattomasti) verifoida, onko systeemi kenties modulaarinen myös muissa suhteissa. Mikäli Fodorin kirjoituksista halutaan rekonstruoida jonkinlainen modulaarisuuden määritelmä, tämän tulisi perustua järjestelmän alapidonnaisuuteen ja tiedolliseen kapseloitumiseen, jotka tässä artikkelissa määrittelevät kognitiivisen modulaarisuuden (kumpikaan yksinään ei riitä).

- ² F.J. Gallin frenologia perustui ajatukseen siitä, että mieli koostuu tällaisista riippumattomista osatekijöistä, jotka ovat synnynnäisiä ja jotka kukin voidaan lokalisoida tietylle aivokuoren alueelle. Tällainen yksinkertainen lokalisoinnismien ajatus on sittemmin osoittautunut vääräksi. Fodorin (1983, s. 14–17) mukaan Gallille tulee kuitenkin antaa tunnustusta paitsi siitä, että hän siirsi neuropsykologisen tarkastelun fokuksen aivokammioista aivokuorelle, myös siitä että hän pyrki selittämään mielen toiminnan ”vertikaalisten” moduulien avulla.
- ³ Taustalla on ajatus siitä, että representationaalisis-komputationaalinen teoria kognitiosta pysyy viime kädessä selittämään *mentaaliset kyvyt* näiden yksinkertaisempien ”päättely”- ja ”säännönnoudattamis”kykyjen avulla ilman että ajaututaan äärettömään regressiin, jossa yksinkertaisemman kyvyn on itsekin aina oltava mentaalinen. Cummins (1983), Dennett (1978).
- ⁴ Kielellisten rakenteiden tajun kaksoisdissoasiaatio yleisestä älykkyydestä ja ”ajattelukyvyistä” katsotaan tällöin evidenssiksi kyseisen mentaalisen moduulin autonomisuudesta. Kliinisinä esimerkkeinä tästä ovat paitsi perinteiset ”hankittuun” paikalliseen aivovaurioon perustuvat afasiat, myös kehitykselliset häiriöt kuten SLI ja Williamsin oireyhtymä.
- ⁵ Usein modulaarisuus samastetaan vain toisen ominaisuuden kanssa, tai oletetaan toisen seuraavan toisesta. Fodor kuitenkin eksplisiittisesti määrittelee ominaisuudet erillisik-

si ja toisistaan riippumattomiksi. "A module is (inter alia) an informationally encapsulated computational system – an inference making mechanism whose access to background information is constrained by general features of architecture, hence relatively rigidly and relatively permanently constrained. One can conceptualize a module as a special purpose computer with a proprietary database, under the conditions that (a) the operations that it performs have access only to the information in its database (together, of course, with specifications of currently impinging proximal stimulations); and (b) at least some information that is available to at least some cognitive processes is not available to the module." Fodor (1985). "Roughly, domain specificity has to do with the range of questions for which a device provides answers (the range of inputs for which it computes analyses); whereas encapsulation has to do with the range of information that the device consults in deciding what answers to provide." Fodor (1983).

⁶ Termi "quinelaisuus" juontaa Willard Quinen (1960) tieteenfilosofiasta. Fodor (1983) vertaa keskusyksikön toimintaa, erityisesti uskomuksen muodostamista, tieteelliseen päätte-

lyyn, jonka quinelaisuus ja isotrooppisuus vastaa tieteenfilosofiassa tunnettua ns. Duhem-Quine -teesiä, jonka Fodor tulkitsee siten, että väitelauseen tieteellistä uskottavuutta (konfirmaation astetta) ei koskaan arvioida pelkästään suhteessa havaintoihin, vaan aina osana tieteellisen tiedon kokonaisuutta: vieläpä tieteellisen tiedon *koko* kokonaisuutta, niin että *mikä tahansa* aikaisemmin empiirisesti tai demonstratiivisesti todeksi osoitettu tieteellinen väitelause voi jossain yhteydessä osoittautua relevantiksi *minkä tahansa* toisen tieteellisen väitelauseen totuuden arviointiprosessissa. Tätä *konfirmaatioholismia* ei pidä sekoittaa *merkitysholismiin*. Ks. Fodor & Lepore (1992).

⁷ Juuri tämä keskusognition holistisuus johtaa nk. kehys- eli frame-ongelmaan, johon tekoälytutkimuksessa on törmätty (ks. Pauli Bratticon artikkelia tässä lehdessä).

⁸ Pauli Brattico (tässä numerossa) tarkastelee näitä keskusognition komputationaaliseen kuvaamiseen liittyviä näköjään ylitsepääsemättömiä ongelmia Kolmogorov-kompleksisuuden näkökulmasta.

ON THE MODULARITY OF MIND, LANGUAGE AND BRAIN

Otto Lappi, *Cognitive Science, Department of Psychology, University of Helsinki, Finland*

In *The Modularity of Mind*, Jerry Fodor presented a nine-item list of properties characterizing a "modular" cognitive system. Psychologists, linguists and neuroscientists have since then adapted the use of the term "module" to reflect the properties most central to their particular scientific interests. This has generated some confusion in the literature. Explicitly separating the notions of (i) neural modularity, (ii) psychological modularity and (iii) cognitive (computational) modularity might prove useful in attempts to clarify the issues. Of these three general types of modularity, cognitive modularity – informational encapsulation and domain specificity – most accurately represent what Fodor (1983; 1985; 2002) has in mind. It is especially important to clearly separate this sense of cognitive modularity from neural modularity (localization of function and functional specialization of neural systems).

Keywords: Modularity of mind, localization, language module