

24. A NYELVFEJLŐDÉS EPIGENEZISE

Brian MacWhinney

- Fordította: Jolsvai Hajnal

A NYELV BIOLÓGIAI EGYEDISÉGE	506
Az emberi nyelv helye	506
Emergentizmus	507
A HANGOK VILÁGA	507
A hallási mintázatok emergenciája	507
Az artikulációs minták emergenciája	508
AZ ELSŐ SZAVAK MEGJELENÉSE	509
Lexikális alapelvek	509
A jelentés gyermeki meghatározottsága	509
Szociális támogatás versus „buta tanulás”	510
Kezdeti hozzárendelés	510
Túláltalánosítás és aluláltalánosítás	510
A szókészlet növekedése	511
A szóelsajátítás egy modelljének összetevői	512
A lexikális tanulás mint önszerveződés	512
A szóelsajátítás és a munkamemória	513
A szemantikai mezők organizációja	514
A MORFOLÓGIA KIBONTAKOZÁSA	514
A ragozás elsajátításának mintamodellje	514
Támpont versus szabály	517
Az U alakú tanulás	517
A szemantikai faktorok szerepe	517
A szabálytalan minták kiterjesztése új szavakra	518
A ragozás és a nyelvsajátítás logikai problémája	518
A SZINTAKTIKAI MINTÁK EMERGENCIÁJA	519
Indukció a szintaktikai szerkezetekből	519
A szófajok emergenciája	520
Az argumentumszerkezetek kibontakozása	521
KONKLÚZIÓ	521
IRODALOM	522

A NYELV BIOLÓGIAI EGYEDISÉGE

Az emberi nyelv helye

Az emberek kérkednek azzal, hogy magukat az állatvilág különlegességének tekintik. Az emberi különlegesség pontos természetét meghatározni azonban sokkal nehezebb, mint képzelni. Egyfelől megcsodálhatjuk azt az anyagi civilizációt, amit az emberiség létrehozott. Másfelől azonban a hatalmas anyagi kultúra létrehozásának képessége önmagában véve nem sarkalatos aspektusa az emberi természetnek. Még ma is élnek törzsi csoportok a Kalahári sivatagban vagy Brazília őserdeiben, amelyeknek tulajdona alig több, mint néhány nyílvesző, edény és gyékényfonat. Bár ezeknek az embereknek anyagi kultúrájuk csekély, szemmel láthatóan megkülönböztetik magukat a többi állattól, komplex nyelvi kifejezések használata révén. Ez azt sugallja, hogy az emberi különlegesség nagy része kimerül a nyelvelsajátítás és nyelvhasználat képességében. Az emberi kultúra többi fontos alkotóeleme – építészet, jog, tudomány, művészet, irodalom és még a hadviselés is – úgy tűnik, mind a nyelvhasználatra támaszkodik. Jóllehet léteznek próbálkozások primáták nyelvtanítására (Allen és Gardner, 1969; Savage-Rumbaugh, Sevcik és Hopkins, 1988), az emberi nyelv sikeres elsajátítása a mi alapvető emberi természetünk erősen „szerzői joggal védett” komponensének tűnik. Más fajspecifikus viselkedésekhez hasonlóan, a nyelvnek valahogy kódolva kell lennie az emberi génállományban. Ezenkívül lennie kell olyan sajátos neurális struktúráknak, melyek az ontogenezis alatt bontakoznak ki, és melyek lehetővé teszik számunkra a nyelvhasználatot, miközben unokatestvéreink, az emberszabásúak, képtelenek néhány tucat jelnél többet megtanulni.

A nyelv mint Speciális Ajándék ezen elképzelése néhány kutatót (Bickerton, 1990) oda vezetett, hogy azt gondolja, a nyelv evolúciós események eredménye. E megközelítés szerint a nyelvtanulás képessége az emberi elme egyedülálló sajátága, mely egy elkülönült kognitív modulban van neurológiailag reprezentálva (Chomsky, 1980; Fodor, 1983). Ezen elképzelés szerint a nyelvi funkció autonóm a kognitív feldolgozás vagy szociális funkciók más aspektusaihoz képest. Az ilyen perspek-

tíva által sarkallt nyelvelsajátítás-elméletek hajlának arra, hogy az érdeklődés középpontjába csak a szintaktikai struktúrák töredékét állítsák, melyekről az az elképzelésük, hogy az Univerzális Nyelvtan magját képezik (Chomsky, 1965). A nyelvi struktúra „alapelvek és paraméterek” modellje szerint (Hyams és Wexler, 1993) az egyes nyelvek elsajátítása egy paraméterbeállításnak nevezett folyamaton keresztül történik. A paraméterbeállítás folyamán a gyerekek azonosítják anyanyelvük pontos mintázatát, helyes beállítások bináris ellentétjeinek kis készletéből választva. Például egy pozitív beállítás a névmáshagyás paraméteren olyan nyelveket fog kiválasztani, mint az olasz és a kínai vagy a magyar, ellenben egy negatív beállítás az angolt. *It is raining. Esik.*

Olyan élőlények, mint a tücskök (Wytenback, May és Hoy, 1996), a fürjek és az énekesmadarak (Marler, 1991) kommunikációjának neurális alapjairól szóló tanulmányok mutattak rá az egyes fajspecifikus kommunikációs minták terjedelmére, melyeket magasan lokalizált és előre huzalozott neurológiai struktúrák tárolnak. Sok madárfajnál azonban az ének minta megszilárdulása fokozatosan alakul ki, az első hetekben és még több hétig plasztikus vagy változékony marad (Konishi, 1995). Ha az emberi nyelvelsajátítást nézzük, plaszticitásnak és a fokozatos emergenciának még több bizonyítékát látjuk inkább, mintsem az erős kezdeti kanalizációnak. A gyerekek nyelvelsajátítása fokozatos és néhány éves időszakon át indukálható, mintsem hogy hirtelen és deduktív módon néhány egyszerű paraméter beállításán keresztül történne. Nincs sok bizonyíték a fejlődés olyan típusú szoros biológiai menetrendjére, melyet más fajoknál látunk. Valójában a gyerekek képesek a nyelvelsajátításra akkor is, ha hat éves korukig izoláltan nevelkednek (Davis, 1947). Még nem akadt senki, aki olyan elkülönült pillanatról tudott volna bizonyítékot bemutatni, melyben döntő nyelvi paramétert állítana be a gyermek (Hyams, 1995; MacWhinney és Bates, 1989). Ezenkívül nagyon nehéz standard kísérleti módszert használni annak igazolására, hogy a gyerekek az univerzális nyelvtan által előírt néhány olyan absztrakt kategóriát és struktúrát sajátítanak el, mint amilyen az argumentumláncok, üres kategóriák, dominanciaviszonyok (Gopnik, 1990; van der Lely, 1994).

Emergentizmus

A nativista elképzelés képtelensége a nyelvelsajátítás részleteinek helyes vagy igazolható leírásának biztosítására sok nyelvfejlődéssel foglalkozó kutatót vezetett oda, hogy az előrehuzalozott modulok alternatíváit kutassa. A nyelvelsajátítás emergentista felfogása (MacWhinney, 2001) olyan struktúráként tekint a nyelvre, mint ami interaktív korlátozások eredményeként keletkezik, mint ahogy a partvonal keletkezik a tengeráramlatok hatásai, a geológiai események, a hullámtörők és az időjárási mintázatok nyomán. Az interakció nemlineáris mintáinak kifejezésére használt matematikai leképezések tartalmazzák a *neurálisháló-modellezést* (Fausett, 1994), a *dinamikus rendszer elméletét* (Port és van Gelder, 1995), valamint strukturáltabb megközelítéseket, mint amilyen az *optimalitás-elmélet* (Tesar és Smolensky, 2000). Ez a fejezet azt vizsgálja, hogy a *neurálisháló-modellek* milyen mértékben képesek számot adni arról, amit jelenleg a nyelvfejlődés korai állapotairól tudunk, a nyelvi struktúra neurális folyamatokon alapuló emergenciájára összpontosítva. Szintén meggyőző bizonyíték van arra, hogy a nyelvi struktúra több aspektusa a szociális interakciók és társalgási szerkezetek szabályszerűségeiből ered. Bár ezek a kiegészítő inputok sarkalatos pontjai a nyelvelsajátításnak, végül is neurális mintákban kell kódolva és tárolva lenniük.

A HANGOK VILÁGA

A hallási mintázatok emergenciája

Az első életévben a gyerek perceptuális és motoros keretet fektet le az első szavak elsajátításához. A perceptuális oldalon a gyerek kódolja anyanyelvének nyers hangzási mintáit, típusokba és sorozatokba osztva be azokat. Hajdanán a kutatók azt gondolták, hogy a perceptuális kontrasztok megtanulása, ami lehetővé teszi számunkra, hogy megkülönböztessük például a „pin”-t és „bin”-t, a második életév folyamán történik, amikor a szóelsajátítás folyik (Jakobson, 1968, 1969; Shvachkin, 1948). Ez a kép radikálisan megváltozott, amikor Eimas, Siqueland, Juszcyk és Vigorito (1971) igazolta, hogy

a /b/ és /p/ közötti kontraszt detektálásának képessége rövidesen a születés után megjelenik. Eleinte úgy gondolták, hogy ezek a képességek a fajspecifikus nyelvi tehetség vele született komponensei. A kutatók azonban hamar bebizonyították, hogy ezekben a képességekben más emlősökkel osztozunk, például a csincsillákkal (Kuhl és Miller, 1975, 1978) és majmokkal (Kuhl és Padden, 1982, 1983). Mára nyilvánvalóvá vált, hogy a nyelvi hangzók megkülönböztetésének képessége az emlősök hallórendszerének tapasztalat nélküli perceptuális képességeiben rejlik. Ennek a képességnek az élessége és pontossága az első év alatt csökken, ahogy a gyerekek megtanulják azokat a hangokat egy kalap alá venni, melyeket a nyelvük azonosként kezel (Polka és Werker, 1994). Ennek eredményeként a gyerekek az első életévük nagy részét azzal töltik, hogy elveszítik azt a képességüket, hogy olyan hangok között is különbséget tegyenek, melyeket a maguk körül hallott nyelvben nem használnak. Kuhl (1991) ezeket az eredményeket úgy interpretálta, mint amik egy „perceptuális mágnes-” hatásra szolgáltatnának bizonyítékot. Ez a hatás úgy érthető meg, ha elképzelünk egy mágnest minden egyes fonemikus kategória közepében, mely arra irányul, hogy a kategória széleit behúzza, ezáltal rövidítve a távolságot, és annak a képességnek a hiányához vezet, hogy ebben a tömörített tartományban jó megkülönböztetéseket tegyünk.

Ismert az a tény, hogy a gyerekeknek figyelemre méltó hangzás iránti érzékenységük van, amikor még nem is értik a szavakat, amiket hallanak. Újabb kutatások bebizonyították, hogy nem csak különálló fonémákra érzékenyek, de hosszabb sorozatmintákra is, mint amilyenek a szótagsorozatok. Saffran, Aslin és Newport (1996) kimutatták, hogy amikor nyolc hónapos gyerekek olyan szótagsorozatokat hallgatnak, mint a „dabigogatana-gotidabigo”, akkor olyan kiemelt elemeket ismételtettek, mint „dabigo”. Végül is ezeket az ismerős, az angolban gyakori szótagokat szívesebben hallgatták, mint hasonló, új szótagokat.

A csecsemők az általuk hallott nyelv prozódiai jellegzetességeire is korai érzékenységet mutatnak. Rövidesen a születés után a kisbabák a saját anyjuk által produkált hangokat preferálják egy másik nő hangjával szemben (DeCasper és Fifer, 1980). Az anyanyelvüket szintén preferálják, más nyelvekkel

szemben (Moon, Cooper és Fifer, 1993). Ezek a preferenciák valószínűleg egyaránt függenek a kisbaba azon képességétől, hogy a beszélő hang jellegzetességeit detektálja, illetve a nyelvspecifikus prozódiai minták detektálásától. A kisbabák már korán érzékenyek az általuk hallott nyelv intonációs szerkezetének jellegére. A szopási habituációs technikát használva, Mandel és munkatársai (1994) bebizonyították, hogy a két hónaposak jobban emlékeznek megszokott mondatintonációban hallott karakterfüzér-szavakra, és rosszabbul, amikor integrálatlan külön-külön szavakként, lapos intonációval hallják őket. Úgy tűnik, hogy az intonáció különösen fontos szerepet játszik a hallási minta elsajátításában. Jusczyk és Pisoni (1995) kimutatta, hogy a gyerekek jobban megtanulják a hangsúlyozott szótagokat, mint a hangsúlyozatlanokat. Az is kiderült azonban, hogy azok a szótagok szintén jól kódoltak, melyek közvetlenül egy hangsúlyozott szótagot követnek (Aslin, Jusczyk és Pisoni, 1997). Végül is a gyerek által elsőként megtanult hangszekvenciák közül sok egy hangsúlyozott csúsból és egy vagy két további gyenge szótagból áll. A hangzás elsajátításnak ezt a mintázatát „trochaikus előfeszítésnek” nevezik. Jóllehet ez úgy is elképzelhető, hogy a hangsúlyos szótagot követő előfeszített szótag és a hangsúlyos szótag detektálásakor rögzíteni kezdő hallási memóriakomponens kombinációjából alakul ki.

Keveset tudunk a korai hallási feldolgozás valóságos neurológiai kódolásáról. Alighanem az első temporalis gyrus hallási területe kódol minden egyes új szót vagy szótagot, létrehozva az ismert formák egy bizonyos készletét. Egy javasolt elgondolás szerint a munkamemóriában történő ismétlés építi fel ezeket a reprezentációkat sorozatokká vagy szekvenciákká (Gupta és MacWhinney, 1997). Ez az ismétlés talán hippocampalis struktúrákat veszi igénybe vagy azokat a funkcionális köröket, amelyek integrálják a Broca-területen a pars opercularist és a posterior hallási és lexikális memóriát mind a superior temporalis, mind az inferior parietális területeken. Így tehát amikor a gyerek elkezd tanulni az első szavakat, már jól formázott hallási minták tárházával rendelkezik.

Az artikulációs minták emergenciája

A csecsemő artikulációs képességei az első életév folyamán radikális átalakuláson mennek keresztül. Ezeknek a változásoknak a kiindulási formája mindenki számára világos, aki gondozott már csecsemőt. A kisbaba első vokalizációi a születéskori fel-sírás, a fájdalmat jelző sírás, az éhséget jelző sírás és az örömteli sírás. Ezek a sírások szorosan emocionális állapotokhoz kapcsolódnak (Lewis, 1936). A gyerekek három hónapos koruktól egyfajta szociális vokalizációba kezdenek, ami gügyögésként ismert. Hat hónapos koruk körül egyfajta hangzasi játékba kezdenek, amit gagyogásnak neveznek. A gagyogás először néhány egyszerű szórványos hangzás produkciójából áll. Ezek a hangok néhány furcsa hangzást is tartalmaznak, melyek csattanásokhoz hasonlítanak, és amelyek nem találhatók meg az inputban. Nem igaz azonban, hogy minden gyerek gagyogása tartalmazza a világ összes nyelvének hangzóját. Arra sincs túl sok bizonyíték, hogy kilenc hónapos kor előtt túl szoros kapcsolat volna a gyerek gagyogása és az input nyelv formája között (Atkinson, MacWhinney és Stoel, 1970; Boysson-Bardies és Vihman, 1991). Azonban tizenegy hónapos kor körül erősödnek a bizonyítékok a célnyelv szegmensei és prozódia felé való elmozdulás mentén (Levitt, Utman és Aydelott, 1993), ahogy a gyerek az első szavakat kezdi használni.

Lenneberg (1967) azt állítja, hogy a süket gyerekek normálisan gagyognak hat hónapos korukig. Újabb tanulmányok szerint azonban a süket gyerekek gagyogása hat hónapos korukra már részben eltérő (Oller, 1991). Ismert az a tény, hogy azok az agyi területek, melyek a szavak hallási formáját támogatják (inferior parietalis, superior temporalis területek) és azok, melyek az artikulációt (a motoros kéreg) neurológiailag távol esnek, így valószínűsíthető néhány kezdeti szétkapcsolás. Kilenc hónapos korra világos bizonyíték van a gagyogás és a hallás összekapcsolására. Ekkorra a süket gyerekek, akik nem fogadnak megfelelő hallási feedbacket, befejezik a gagyogást. Ezzel szemben a normálisan fejlődő gyerekek gagyogásában megjelennek a közelítések az input nyelvnek megfelelő prozódiai forma felé. Piaget (1952) az artikuláció és a hallás összekapcsolódását a másodlagos cirkulációs reakció képződményének tekintette.

Piaget azonban ennek a kapcsolatnak egy mechanisztikus és nem részletezett elképzelését szolgálta. A modern neurálsháló-elmélet fogalmaival élve Plaut és Kello (1999) ezt az elgondolást fejtegette ki újra, olyan mechanisztikus terminusokkal, mint amilyen a disztális hallási célingerrel összeilőlő vokális működés gyakorlása.

AZ ELSŐ SZAVAK MEGJELENÉSE

A jelenlegi gyermeknyelvkutatásokban az egyik legélénkebb terület a korai szótanulás vizsgálata. Olyan filozófusok, mint Quine (1960) kiemelték, hogy azoknak az ismereteknek kell irányítaniuk a szóelsajátítást, amelyek megadják, hogy mi alkothat egy lehetséges szót. Ha például a gyerekek megengednék, hogy a szavak jelentése diszjunktív Boole-féle predikátumokat is magában foglaljon (Hunt, 1962), akkor előfordulhatna az, hogy az a szó, hogy „grue” „2000 előtt azt jelentené hogy zöld, azután pedig azt, hogy kék”. Hasonlóképpen az is megtörténhetne, hogy bármely tárgy neve nemcsak a tárgyra magára vonatkozna, de a különböző le nem választható részeire is. Ha a szóelsajátítás feladatát ilyen absztrakt módon képzeljük el, az lehetetlenül nehéznek tűnik. Van azonban remény arra, hogy ezt a nehéz problémát segítenek megvilágítani a kognitív idegtudomány fogalmai.

Lexikális alapelvek

Markman (1989) és Golinkoff, Mervis és Hirsh-Pasek (1994) felvetette, hogy a gyerek a quine-i problémát lexikális alapelvekkel oldja meg. A gyerekek például inkább azt feltételezik, hogy a szavak egész tárgyakat jelölnek, mintsem tárgyak részeit. Tehát egy gyerek azt feltételezné, hogy az a szó, hogy „nyúl”, az egész nyúlra vonatkozik, és nem csak a nyúl néhány részére. Van okunk azt feltételezni, hogy az ilyen alapelvek magának a kognitív rendszernek emergens tulajdonságai. Például Merriman és Stevenson (1997) azt állítja, hogy az a hajlam, amellyel elkerüljük azt, hogy ugyanahhoz a tárgyhoz két nevet tanuljunk meg, természetesen alakul ki a közeli kapcsolatban lévő elemek versengéséből (MacWhinney, 1989), nem pedig

lexikai alapelvek hipotézis-ellenőrzése alapján történik.

Egy másik javasolt lexikális alapelv az a hajlam, hogy más szófajok között a tárgyak nevére és nominális kategóriára összpontosítsunk. Gentner (1982) összehasonlította a névszói, az állítmányi és az expresszív kifejezések relatív használatát az angol, német, japán, kaluli és török nyelvekben. Mind az öt nyelvben azt találta, hogy a tárgyakat jelölő szavak alkották a szavak legnagyobb csoportját, melyeket a gyerekek elsajátítottak. Gentnerhez hasonlóan Tomasello (1992) szerint is kognitíve könnyebb „becsomagolni” a főneveket, mint az igéket. A főnevek tárgyakat jelölnek, melyeket ismételtelen meg lehet érinteni és el lehet helyezni a térben, míg az igék mülékony cselekvésekre vonatkoznak, melyeket gyakran nehéz megismételni és amelyek kontúrja szemmel láthatóan változatos a különböző ágensek miatt. Gopnik és Choi (1990), valamint Choi és Bowerman (1991) beszámoltak azonban arról, hogy a koreai nyelvet beszélő gyerekek első szavai messze több igét tartalmaznak, mint az angolul beszélő gyereké. Az ilyen eredmények mutatják, hogy a névszói egyoldalúság csak olyan nyelvekben fordul elő, amelyben úgy tűnik, hogy a főnevek előtérbe vannak helyezve.

Még az angolban is tudjuk, hogy a gyerekek gyakran igeként vagy melléknévként kezelnek egy új szót (Hall, Waxman, és Hurwitz, 1993), mert az olyan szavak, mint a „run”, „want”, „hot” és „good” a gyerek első szavai között szerepelnek. A gyerekek szintén gyakran elsajátítják a szociális orientáltságú szavakat, mint amilyen a „hi” és a „please”. Ahogy Bloom, Tinker és Margulis (1993), valamint Vihman és McCune (1994) bebizonyította, a névszói preferencia messze nincs túlsúlyban még az angolban sem.

A jelentés gyermeki meghatározottsága

A lexikális alapelvek elmélete a gyermeket kis tudósként képzele el, aki a Quine-problémára a lehetséges megoldásokból válogat. Egy kapcsolódó nézet szerint a gyerek nem a hipotézisek tesztelésén keresztül tanul, hanem azon a vágyon keresztül, hogy fogalmakat kifejezzen, melyeknek elkülönült és külön is létező jelentése van. Például a gyerekek különösen érdekesnek tartják azt, hogy

kedvenc játékaikról, barátaikról és ételeikről különböző kifejezőmódokat találjanak (Dromi, 1999). Szeretnek olyan szavakat is elsajátítani, melyeket szociális aktivitások és funkciók megtárgyalásához használunk. Ninio és Snow (1988) szerint a gyerek első szavainak és korai nyelvtanának alapirányultsága nem valamilyen tárgyi, névszói, kognitív valóság felé mutat, hanem az interperszonális világ felé, beleértve az embereket és a szociális szerepeket. Az ilyenfajta megfigyelések azt hangsúlyozzák, hogy az első szavak jelentéskörének változását a „gyerek saját ágendája” határozza meg (Mervis, 1984; Slobin, 1985). A lényeg az, hogy a gyerek rendelkezik egy fogalomkészlettel, mint a „labda” vagy „mami”, mely fogalmak saját jogukon fontosak. Az elképzelés az, hogy a gyerekek egyszerűen arra várnak, hogy a felnőttek bizonyos dolgokat névvel lássanak el.

Szociális támogatás versus „buta tanulás”

A gyerekek természetesen nagymértékben támaszkodnak saját tanulási tapasztalataikra, könnyen taníthatóak is új szavakra, az idegen tárgyak és cselekvések összes fajtájára. Valamilyen általános tanulási képességnek tehát kell lennie, mely a gyerekek lexikálmag-ágendáját kiterjeszti. Egy elfogadott elképzelés szerint a korai szóelsajátítás erősen függ egy új tárgy és egy új név tér-idői kontiguitásától. Ez az elképzelés visszavezethető Arisztotelészig és Platónig, és újra előkerül Hume és Berkeley műveiben. Úgy tűnik azonban, hogy az asszociációs tanulás is a szociális támogatás bizonyos szintjét kívánja meg. Szent Ágoston volt az első, aki megfigyelte, hogy a szótanulás a szülő és a gyerek egy új tárgy felé irányuló megosztott figyelmétől függ. Újabban Baldwin (1991; 1989) igazolta, hogy a gyerekek próbálják elsajátítani a felnőttek által figyelt tárgyak nevét. Akhtar, Carpenter és Tomasello (1996), valamint Tomasello és Akhtar (1995) hasonló módon rámutatott az anya és gyereke közötti közös tekintetirány döntő szerepére a korai szóelsajátítás támogatásában. Tomasello szerint a humán anyák jelentősen különböznek a főemlős anyáktól abban, hogy beszéd közben ösztönzik a közös figyelmi aktusokat. A nyelvtanulásban a szociális támogatás általános szerepét nem tagadva, Samuelson és Smith (1998) azt állítja, hogy úgy is

interpretálható Akhtar, Carpenter és Tomasello eredménye, hogy a szóreferencia-összefüggés egy alsó szintű vagy „buta” perceptuális és figyelmi folyamatból ered inkább, mint megosztott szociális megértésből. Nem világos még tehát, hogy vajon a szociális támogatásnak csupán az a funkciója, hogy támogassa a tér-idői kontiguitást a szó és a referens között, vagy vajon a gyerekek annak eredményeképpen sajátítanak el új szavakat, hogy mentális modelljeiket megosztják gondozóikkal.

Kezdeti hozzárendelés

Egy bizonyos referens és egy új név közötti kapcsolat kialakulását „kezdeti hozzárendeléseként” vagy „gyors leképezésként” emlegetjük. Ez a kezdeti hozzárendelés jellegzetesen gyors, vázlatos és próba jellegű. A legtöbb lexikai tanulás az ilyen kezdeti hozzárendelés kialakulása után történik. Ahogy a gyerek ismételen ki van téve egy régi szó új eseteinek, referens szemantikai tartománya lassan kiszélesedik. Barrett (1995), Huttenlocher (1974) és mások a jelentésnövekedés ezen aspektusát „dekontextualizációnak” tekintik. Harris, Barrett, Jones és Brookes (1988) kimutatták, hogy a szavak kezdeti reprezentációi olyan komponenseket tartalmaznak, melyek azokkal a sajátos epizódokkal és kontextusokkal kapcsolatosak, amikben a szó előfordult. Az általánosítási folyamat fokozatosan felszabadítja a szót a kontextusba nem illő irreleváns aspektusoktól.

Túláltalánosítás és aluláltalánosítás

Egy ideig a szavak elkülönülten fejlődnek a lehetséges általánosítások „megerősített magja” és perifériális területe mentén. Ameddig a gyerek a megerősített magon belüli kategória megerősített példányai közelében marad, addig azt a szót, hogy „kocsi”, aluláltalánosítani fogja. Anglin (1977) és Dromi (1987) szerint az ilyen aluláltalánosítások gyakoriságait jellegzetesen alábecsülik, mert az aluláltalánosítás sohasem vezet hibázáshoz. Ha valaki az új szavak használatának tartományát körültekintő vizsgálatnak veti alá, akkor kitűnik, hogy az aluláltalánosítás közelebb áll ahhoz, hogy szabály legyen, mint kivétel. Ahogy egy szó jelentésének

mege erősített magja kiszélesedik és az irreleváns kontextuális vonások megritkulnak, a szó elkezd egy prototipikus vagy sugarasan kibontakozó formát felvenni (Lakoff, 1987; Rosch és Mervis, 1975). A kategória középpontjában a legjobb példányokat találjuk, melyek a maximális kategóriailleszkedést jelenítik meg. A kategória perifériáján olyan példányokat találunk, amelyek kategóriatagsága nem egyértelmű, és amelyek szomszédos kategóriákkal versenyeznek (MacWhinney, 1989).

A lexikális struktúra mag-perifériális modellje szerint a túllátalánosítások abból a nyomásból erednek, melyek arra kényszerítik a gyereket, hogy olyan tárgyról kommunikáljon, melyek nincsenek a mege erősített magon belül. Gyakran elegendő a gyerekek túllátalánosításainak kiigazítódásához az, hogy a szülők gondoskodnak a tárgy helyes nevééről (Brown és Hanlon, 1970). Az a tény, hogy a visszacsatolás a szótanulás fontos része, segít abban, hogy azt higgyük, a szóelsajátítás döntő tényezője inkább a szociális visszacsatolás, mint innát korlátozások vagy szóelsajátítási hajlamok.

A szókészlet növekedése

A kutatók gyakran megfigyelték, hogy a lexikon teljes méretének növekedése nem egyenletes lineáris vonalat követ. Miután a gyerek egy 100 szó körüli kezdeti szótárra szert tett, az új szavak elsajátításának fejlődése egyre gyorsabbnak és gyorsabbnak tűnik. Ez a gyors növekedés a szótár méretében, melyet „szótárrobbanásnak” neveznek (Bates és Carnevale, 1993; Bloom, 1993), néhány gyermeknél még inkább szembeszökő, mint másoknál. Mervis és Bertrand (1994), valamint Dromi (1987) azonban kimutatta, hogy a szótárrobbanás időzítésének biztos meghatározása a gyerekektől az első száz szó sikeres teljesítését kívánja meg. Mervis és Bertrand (1995) szerint a szótárrobbanás időzítése a kognitív fejlődés mértékétől függ, és a lassabban fejlődőknél a szótárrobbanás is később következik be. Továbbá azt is állítják, hogy a szótárrobbanás előtt, a gyerekek néhány rövid expozíció alatt nem sajátítanak el szavakat. Azonban Woodward, Markman és Fitzsimmons (1994), illetve Schafer és Plunkett (1998) újabb kísérleti munkái rámutatnak, hogy azok a gyermekek is, akik még nem estek át

a szótárrobbanáson, képesek kísérleti körülmények között új szavak gyors elsajátítására.

Három megközelítés kínálkozik a szótárrobbanás időzítésének és okainak magyarázatára. Az egyik megközelítés a szótárrobbanás az artikulációs reprezentációk feletti kontroll fejlődésének tekintti. Schwartz (1988), valamint Schwartz és Leonard (1981) igazolta, hogy a gyerekek hajlanak arra, hogy a nehéz fonológiai formák kiejtését elkerüljék. Mielőtt leküzdötte ezeket a kimeneti limitációkat, a gyerek könnyedén produkál olyan szavakat, melyek a korábbi periódusban nehézséget okoztak számára.

A második elképzelés (MacWhinney, 1982) az új szavak elsajátításában a szintaktikai mintázat szerepére koncentrál. A szülők gyakran az olyan szintaktikai keretek széles körű gyakorlására készítetnek, mint a „Here’s the nice (toy name)” vagy „Show me your (body part name)”. Ezeket a szerkezeteket elsajátítva a gyerekek nagy mennyiségű új szót képesek gyorsan megtanulni az egyes keretek kontextusában. Ily módon a szótárrobbanás függhet a szintaktikai fejlődéstől. Bates és munkatársai (1988) 0,70 és 0,84 közötti korrelációról számoltak be a 20 hónaposak szótármérete és a 28 hónaposak szintaktikai képessége között. A korrelációnak e mértéke megegyezik azzal, amit egy olyan modell jósolna, mely úgy tekint a szótanulásra, mint amit segít, hogy a szavak világos szintaktikai keretekben vannak.

A piaget-i kognitív fejlődési szakaszok értelmezésével összhangban szerzők egy harmadik csoportja a szótárrobbanást a mögöttes kognitív kapacitás növekedésének tulajdonítja (Bloom, 1970; Gopnik és Meltzoff, 1987), amely lehetővé teszi a gyerek számára, hogy az új szavak jelentéseit megértse. Vitatható például, hogy a 14 hónaposak késznek-e fogalmilag arra, hogy elsajátítsanak középfokú mellékneveket, köté szavakat, absztrakt főneveket, beszédaktus igéket és másik szó jelentését magukban foglaló szavak jelentését. Minden bizonnyal a nagyon fiatal gyerekek még nem sajátítanak el olyan komplex összefüggésű fogalmakat, mint amit a „mindazonáltal”, „először” vagy „jövő kedd” elsajátításának támogatása igényelne (Kenyeres, 1926). Bármennyire igyekszik is ez az elképzelés a nyelvi fejlődés összes aspektusát alapvető változásokkal összekapcsolni, a kognitív fejlődéssel ritkán demonstráltak erős kapcsolódásokat

(Corrigan, 1978, 1979). Inkább úgy tűnik, hogy a kognitív és a lexikális fejlődés között töredékes a kapcsolat, és csak néhány lexikális területen jellemző (Gopnik és Meltzoff, 1986).

A három megközelítés mindegyike kísérletileg ellenőrizhető (Bates és Carnevale, 1993; van Geert, 1991). A szótárnövekedés dinamikus rendszerének bemutatására logisztikus fejlődési függvényeket használnak. A szótárrobbanás alatt kialakuló nemlineáris hatások úgy is tekinthetők, mint amelyek abból adódnak, hogy a lexikai rendszer funkcionálisan összekapcsolódik a szintaktikai minták gyorsan fejlődő rendszerével, a fonológiai fejlődéssel vagy kognitív fejlődéssel. Ahogy ezek a különböző minták fejlődnek, nemlineáris és interaktív módon segítik a szótár növekedését, ahogyan a szókészlet növekedése a további szintaktikai struktúrák fejlődését irányítja, legalábbis a szótárrobbanás néhány hónapja alatt.

A szóelsajátítás egy modelljének összetevői

Most már készen állunk arra, hogy feltárjuk azokat a szempontokat, melyekkel a lexikális fejlődés ezen tényei megmagyarázhatóak egy neurális háló-elméleten alapuló emergentista-modell által. Az előző szakaszok rámutattak, hogy a szóelsajátítás neurális háló-modellje hét összetevőt igényel. Először gondoskodnia kell egy rendszerről, mely az auditív kontrasztokat reprezentálja. Másodszor képesnek kell lennie, hogy ezt a rendszert arra használja, hogy eltávolítson gyakran nehéz auditív sorozatokat. Harmadszor, a modellnek meg kell tudnia magyarázni azt a fejlődést, mely a kontrollálatlan gagyogástól az igazi szavak kontrollált artikulációjáig tart. Negyedszer, a modellnek meg kell tudnia magyarázni mind a szociális, mind a gyerek megalapozottságú hatásokat az első szavak mögött meghúzódó jelentésekkel kapcsolatban. Ötödször, a modellnek el kell tudnia számolni azokkal a módzatokkal, ahol a szülők olyan szociális struktúrákat nyújtanak, melyek a gyerek figyelmét a referensre irányítják. Hatodszor, a modellnek el kell tudnia számolni mind a gyors kezdeti tanulással, mind az új szavak jelentéseinek későbbi lassú, finom behangolásával. Hetedszer, a modellnek meg kell tud-

nia magyarázni azokat a tényeket, melyekben a szintaktikai szerkezetekből a szójelentések indukálódnak.

A neurális háló-modellek egységek, kapcsolatok, súlyok és tanulási szabályok közös nyelvén alapuló rendszerek. A konnektionizmus közös nyelvén belül a szerkezetek szembetűnően különböznek mind az összekapcsolhatóság részletes mintáiban, mind a jellegzetes szabályokban, amiket az aktívációhoz és a tanuláshoz használnak. Mostanra sok kiváló olvasmányos kézikönyv jelent meg a neurális háló-modellezés elméletéről és gyakorlatáról. Azok az olvasók, akik ennek a témának mélyebb ismeretére vágyanak, utánanézhetnek Bechtel és Abrahamsen (1991) vagy Fausett (1994) munkáinak.

A lexikális tanulás mint önszerveződés

Egy emergentista szerkezet, mely lehetővé teszi számunkra, hogy ezeket az elképzeléseket megjelenítsük, az önszerveződő térkép (*self-organizing map*, vagyis SOM) Kohonen (1982) és Miikkulainen és Dyer (1990; 1991) eljárása. Ezek az önszerveződő hálók úgy kezelik a szó elsajátítást, mint a kéreg kis területén kapcsolódó neuronok történéseinek leképezéseit. Három helyi térkép vesz részt a szótanulásban, az auditív térkép, a fogalmi térkép és az artikulációs térkép. Az emergens önszerveződés az egyes térképekben ugyanazt a tanulási algoritmust használja. A szóelsajátítás magában foglalja az elemek kapcsolatát e három térkép között. Ami ezt a leképezési folyamatot önszerveződővé teszi, az az a tény, hogy ezeknek a leképezéseknek itt nincsenek előre létrehozott mintáik, és nincsenek előre kijelölt kapcsolatok sem bizonyos csomópontok és bizonyos tulajdonságminták között.

Tekintettel a szótagok jelentőségére a korai gyermeknyelvben (Bijeljac, Bertoncini és Mehler, 1993; Jusczyk, Jusczyk, Kennedy, Schomberg és Koenig, 1995), az eredmények azt sugallják, hogy az auditív térképben a csomópontok inkább úgy tekinthetők, mint amik teljes szótagok egységeket felelnek meg, mintsem elkülönült magán- és mássalhangzó fonémáknak. Saffrannak és munkatársainak (1996) újabb demonstrációja a négyhónapos csecsemők hallási mintákra való emlékezéséről rámutat arra, hogy a gyerekek nem különálló szótago-

kat kódolnak, hanem szótagok sorozatára is emlékeznek. Ennek következtében a prelingvisztikus korú gyerekek képesek a szavak hallási alakjának teljes reprezentációját kialakítani. Az önszerveződő szerkezeten belül ezek a képességek két alternatív módon jeleníthetők meg. Az egyik metódus rés- és keret jegyű jelölési rendszert használ MacWhinney, Leinbach, Taraban, és McDonald nyomán (1989). Egy alternatív megközelítés a kódolást ideiglenes mintának tekintti, ami újra és újra eléri a kiindulási szótagképet. A Gupta és MacWhinney (1997) által kidolgozott lexikális tanulási modellben soros folyamatok irányítják a szóelsajátítást. Ez a modell a „lavinaként” ismert (Grossberg, 1978) soros mechanizmust egy lexikális jegyű térképmodellel egyesíti. A lavina irányítja a szótagok sorrendjét a szón belül. Az egyes új szavak új lavinaként sajátítódhatnak el.

A kezdeti leképezési folyamat magában foglalja az auditív egységek és fogalmi egységek kapcsolatának létrejöttét. Eleinte ez a tanulás kapcsolja a fogalmakat a hallási képekhez (Naigles és Gelman, 1995; Reznick, 1990). Például az a 14 hónapos gyerek, aki még nem ejtette ki az első szavát, mutathatja annak a szónak a megértését, hogy *kutya*, azzal, hogy a kutyát ábrázoló kép felé fordul, és nem egy macska képe felé, amikor azt a szót hallja, hogy „kutya”. Nehéz mérni ezt a megértési szótárat az első kiejtett szót megelőző hetekben, de valószínűleg 20 szó nagyságú.

Az önszervező szerkezetben egy szó elsajátítása a hallási térkép mintái és a fogalmi térkép közötti kapcsolat emergenciájának tekinthető a Hebb-féle tanulás révén (Hebb, 1949; Kandel és Hawkins, 1992). Amikor a gyerek egy adott hallási formát hall és ugyanakkor lát egy tárgyat, akkor azok a neuronok, amelyek a hangra reagálnak és azok, amelyek a vizuális formára, együttes aktivációjukkal létrehozhatnak egy kapcsolatot a konnekciók harmadik mintázatán keresztül, mely a hallási formákat fogalmi formákká képezi le. Kezdetben ezeknek az kapcsolatoknak a mintázata ismeretlen, mert a hangok és jelentések közötti viszonyok tetiszólegesek (Saussure, 1999). Ez azt jelenti, hogy a hallási és fogalmi térkép közötti sok lehetséges konnekció nagy többsége sosem lesz aktuális, nagyon ritka mátrixszá beállítva (Kanerva, 1993). Nagyon valószínűtlen, hogy mindkét térkép összes

egysége teljes összeköttetésben volna (Shrager és Johnson, 1995). A kezdeti leképezés támogatásaként néhány kutató (Schmajuk és DiCarlo, 1992) azt a hipotézist javasolta, hogy talán a hippocampus gondoskodik a kapcsolatok közepes megőrzéséről, amíg a kiegészítő kérgi kapcsolatok kiépítődnek. Végül is az új szó egyszeri bemutatása is elég ahhoz, hogy próbatanuláshoz vezessen. Jóllehet ha ezt a kezdeti kapcsolatot nem támogatja a szó későbbi ismételt bemutatása megfelelő szociális kontextusban, akkor a gyerek nem fog emlékezni a szóra.

A szóelsajátítás és a munkamemória

A szóelsajátítás elképzelései sokáig a szó hallási formájának elsajátítására és ennek a formának a jelentéssel való összekapcsolódásának vizsgálatára koncentráltak. Csecsemőnél az artikulációs forma elsajátítása jellegzetesen később következik be. A felnőtteknek nagyon egyszerű feladat egy újonnan észlelt szó kiejtése. A gyerekeknek azonban nagy kihívást jelent az, hogy a hallást és az artikulációt összeillessze a második életévben. Az artikulációs rendszer szabályozása jelenti a fő erőpróbát a két évesek számára. Két éves korban még mindig zajlanak változások a száj alakját és a fogakat illetően. Ezenkívül a kisgyerekeknek az olyan megkülönböztetések, mint a „szál” és „sál” vagy a „tár” és „tál” finom motoros kontrollja között is nehéz különbséget tenni.

E motoros és fiziológiai kihívások mellett a gyerekeknek el kell sajátítania az egyedi hallási jegyek artikulációs kifejezésének leképezését, ezenkívül kódolnia kell a szó egyes szótagjainak sorrendjét és prozódiai kontúrját. Ahogy a hallási sorozatok elsajátítása igényli a memóriarendszerek közvetítését, úgy az artikulációs sorozatok elsajátítása is támogatást igényel a hippocampalis rendszer ismétlődő hurkaiból.

A felnőtt szótanulás modelljei (Burgess és Hitch, 1992; Grossberg, 1978, 1987; Houghton, 1990) hajlanak a munkamemória szerepének előtérbe helyezésére. Gupta és MacWhinney (1997) beigazolta, hogy olyan modell, mely a lavinában lévő fonológiai kimenet szótagkarakterosorának kódolásán alapszik, a szótanulás irodalmában olyan alaposan

kutatott jelenségek széles választékára kínál magyarázatot, mint az azonnali szeriális visszakeresés, interferenciahatások és ismétlés mind felnőtteknél, mind gyerekeknél (Gathercole és Baddeley, 1993).

A szemantikai mezők organizációja

Az auditív térkép növekedésével párhuzamosan a gyerek a fogalmi kódolás átfogó rendszerének kidolgozásán munkálkodik. Ahogy már megjegyeztük, a preverbális korban lévő gyerekek fogalmi fejlődésével foglalkozó munkák (Piaget, 1954; Stiles-Davis, Sugarman és Nass, 1985; Sugarman, 1982) arra utalnak, hogy mire a gyerek a nyelvtanulás feladatához ér, a közvetlen környezet alapvető tárgyairól már eléggé jól strukturált kóddal rendelkezik. A gyerekek úgy kezelik a tárgyakat, mint: kutyák, tányérok, székek, autók, enniláló, víz, labdák és cipők, amik teljes mértékben elkülönült szerkezetű kategóriák (Mervis, 1984). Tudomásuk van olyan tevékenységek természetéről is, mint az esés, fürdés, evés, simogatás és alvás. Az auditív kategóriákhoz hasonlóan ezek a fogalmi alapkategóriák is reprezentálhatóak önszervező vonástérképekkel. Schyns (1991) ilyen térképet alkalmazott egy olyan feladatban, ahol három versenyzőnek prototipikus szerkezetű kategóriát kellett megtanulnia. Az egyes kategóriák egyedi példányai olyan geometriai minták származékai voltak, melyeket homályosan mutattak be és így prototipikus struktúrát alkottak, bár a valódi prototípusok sosem voltak láthatóak. A szimuláció igazolta, hogy a hálózat képes elsajátítani a kategóriák emberszerű használatát. A negyedik új szó bemutatásánál, amelyik az első három valamelyikével átfedésben volt, a rendszer leszakít valamennyit a régi referens területéből, hogy összepárosítsa az új névvel. Ez a versenyen alapuló működés visszatükrözni látszik a régi és új szavak versenyzési folyamatát a gyermekek szóelsajátításában Markman (1989), Clark (1987) és MacWhinney (1989) szerint.

A jelentés fejlődésének egy másik, Li- és MacWhinney-féle (1996) szimulációja *back propagációs* eljárást használt visszaható igék tanulásának modellezésére, mely az „un” előtagot az „untie”-ban, „dis” előtagot a „disavow”-ban használja. A modell sikeresnek bizonyult a Bowerman (1982) és Clark, Car-

penter és Deutsch (1995) által bemutatott visszaható alakok alapvető fejlődési szakaszainak bemutatásában. Szokatlan módon a modell képes volt olyan túlgeneralizációs hibákat produkálni, mint az „*unbreak” vagy a „*disbend”. A háló teljesítménye az egyes alakok internalizációján alapult, melyet Whorf (1938; 1941) a visszaható alakok „crypto-típusának” nevezett, mely magában foglal egy „befedő, bekerítő és hozzákapcsolódás jelentést”, ami az „untangle” szóban megjelenik, de hiányzik az „*unbreak” szóból. Whorf az ilyen fogalomköröket elsőrendű példának tekintette arra, ahogy a nyelv visszatükrözi és esetleg formálja a gondolkodást.

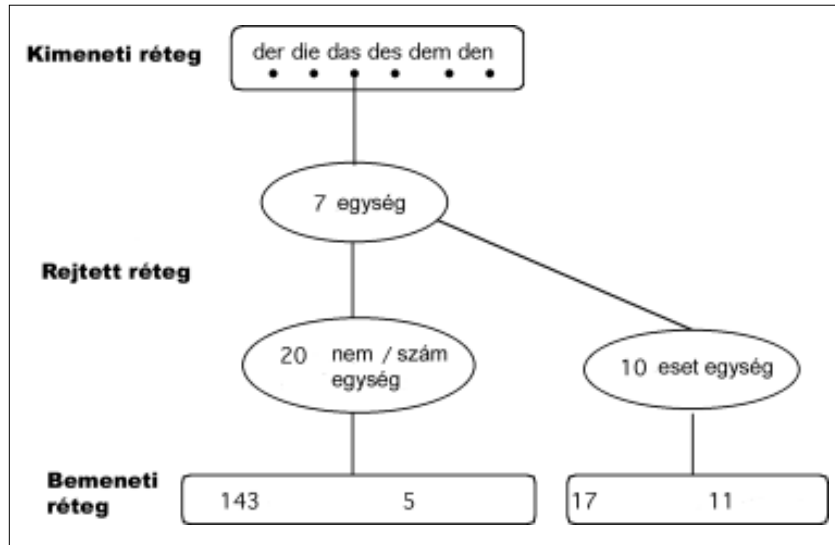
A MORFOLÓGIA KIBONTAKOZÁSA

Az egyik legintenzívebben kutatott terület a jelenlegi nyelvsajátítás-vizsgálatokban az, ahogy a gyerekek a ragozást elsajátítják. Az angolban a ragok rövid suffixumok, melyek a szóvégeken fordulnak elő. Például annak a szónak, hogy „dogs”, van egy /s/ toldalék a végén, mely jelzi a szó többes számát. Mára már jóval több mint harminc empirikus vizsgálat és szimuláció tanulmányozza a ragok elsajátítását. Az e tárgyban végzett munkák nagy része az angol igemorfológia elsajátítását vizsgálta, különös tekintettel az angol múlt időre. Ezeket a modelleket olyan szabálytalan alakok elsajátítására tervezték, mint a „went” és „fell”, és olyan szabályos múlt idejű alakokra, mint a „wanted” és „jumped”. A kurrens kutatások érdeklődése kiterjed a német főnévragozásra, a holland hangsúlyozásra és a német melléknévi igenév képzésére. Bár a ragozás elsajátítása viszonylag kis része a nyelvsajátításnak, fontos próbatereppé teszi ezt a folyamatot, nem csak a gyermeki nyelvfejlődés vizsgálati, de a fejlődépszichológia, és még általánosabban, a kognitív tudomány számára is.

A ragozás elsajátításának mintamodellje

Hogy bemutassuk azt, hogy a konnekcionista háló a ragozási alaktan elsajátításának tanulmányozására használhatóak, vegyük példának a német nemek elsajátításának MacWhinney, Leinbach, Taraban és McDonald (1989) -féle modelljét. Ezt a modellt úgy tervezték, hogy megmagyarázza azt,

1. ÁBRA
A német főnévragozás
elsajátításának háló-
modellje



ahogy a német gyerekek megtanulnak a hat különböző alakú német határozott névelőből egyet kiválasztani. A németben a névelő „der”, „die”, „das”, „des”, „dem” vagy „den” alakú lehet. Az, hogy a névelő hat lehetséges formájából melyiket kell használni, hogy egy adott főnevet modifikáljon, a németben a főnév három további jellemzőjétől függ: a nemétől (hímnemű, nőnemű vagy semlegesnemű), a számától (egyes vagy többesszám) és a mondatban betöltött szerepétől (alany, tárgy, birtokos, elöljáró, részeshatározó). Hogy még nehezebb dolgunk legyen, a nemi kategóriák hozzárendelése a főnevekhez gyakran meglehetősen intuícióellenes. Például a „villa” szó nőnemű, a „kanál” hímnemű, és az a szó, hogy „kés”, semleges. Ez a tetszőleges nemi hozzárendelésű rendszer meglehetősen nehéz a felnőtt másodnyelv-tanulók számára. Mark Twain szörnyülködését a német nyelv ezen aspektusáról „A szörnyű német nyelv” (1935) című értekezésében fejezte ki, melyben méltánytalansággal és szeszélyességgel vádolja a nyelvet, amiért a fiatal lányokat semlegesként, a Napot nőneműként, a Holdat pedig hímneműként kezeli. Hasonló hangulatban vitatja meg Maratsos és Chalkley (1980) azt, hogy mivel sem a szemantikai, sem a fonológiai jelzések nem képesek megjósolni, hogy egy adott főnevet milyen névelő kíséri a német nyelvben, a gyerekek nem tanulhatják meg a nyelvet csupán felszíni jelzésekre támaszkodva.

Bár ezek a kapcsolatok valóban komplexek, MacWhinney és munkatársai igazolták, hogy lehetséges olyan konnekcionista hálót építeni, mely megtanulja a német szisztémát az elérhető jelzésekből. A MacWhinney- és munkatársai-féle modell, hasonlóan a legtöbb mai konnekcionista modellhez, tartalmazza az input egységek szintjét, a rejtett egységek szintet és az output egységek szintjét (1. ábra). Mindegyik szint vagy réteg egy bizonyos számú diszkrét egységet vagy csomópontot tartalmaz. Például a MacWhinney és munkatársai-féle modellben az input-szinten belüli 35 egység reprezentálja a főnév vonásait, amiket a névelő módosít. Mindkét rejtett egység szint tartalmaz több egységet, melyek ennek az input-szintnek a kombinációit reprezentálják. A hat output-egység reprezentálja a német névelők hat formáját.

Ahogy korábban megjegyeztük, az ilyen konnekcionista modellek központi jellemzője a feldolgozó egységek közötti nagyon nagy számú kapcsolat. Ahogy az 1. ábrán is látható, mindegyik input szintű egység kapcsolatban van az első szintű rejtett egységekkel, mindegyik első szintű rejtett egység kapcsolatban van a második szintű rejtett egységgel, és minden második szintű rejtett egység kapcsolatban van a hat output-egység mindegyikével. A több száz egyedi csomóponttól csomópontig tartó kapcsolatból egy sincs szemléltetve az 1. ábrán, mert minden egyes kapcsolat ábrázolása a kapcsos-

lódó vonalak homályos képéhez vezetne. Helyette egyetlen vonal képviseli a kapcsolódó szintek teljesen összekapcsolt mintázatát. A tanulás három lépésen át ismétlődő körön keresztül valósul meg. Először, a rendszernek bemutatnak egy input-mintát, mely beindít néhány, de nem az összes input-egységet. Ebben a helyzetben a minta a főnév hangvonásainak készlete. Másodszor, ezeknek az egységeknek az aktivációja aktivációkat küld a rejtett egységeken keresztül az output-egységekhez. Harmadszor, az output-egységek állapota összevetődik a megfelelő céltárggyal, és ha nem illenek össze, beállítódnak a súlyok a hálózatban, így azok a kapcsolatok, melyek a helyes választ javasolják, megerősödnek, és azok a kapcsolatok, melyek a rossz választ sugallják, meggyengülnek.

MacWhinney és munkatársai kipróbálták a rendszer adottságait a német névelőrendszer elsajátításához, ismételten bemutatva a rendszernek 102 közönséges német főnevet. Az egyes főnevek bemutatásának gyakorisága arányos volt a főnév német nyelvbéli gyakoriságával. A hálózat feladata az volt, hogy kiválassza, bizonyos kontextusban melyik névelő használatos az egyes főnevekhez. Miután ezt megtette, bemutatták a helyes választ, a szimuláció beállította a kapcsolati erősségeket úgy, hogy a jövőben optimalizálja a pontosságát. Miután a tanítás befejeződött, a hálózat képes volt kiválasztani a helyes névelőt az eredeti főnevek 98 százalékában.

A háló általánosítási képességét tesztelve bemutattuk neki új esetszerepekben a régi főneveket. Ezekben a tesztekben a háló a próbák 92 százalékban a helyes névelőt választotta. A kereszt-paradigma általánosítás ezen típusa nyilvánvaló bizonyítéka annak, hogy a háló messze túlment a gépi-es memorizáción a tanulási időszak alatt. A helyzet az, hogy a háló gyorsan és sikeresen sajátította el a német főnév eset-, szám- és nem-jelzéseinek alapalki paradigmájának egészét. Továbbá a szimuláció képes volt generalizálni az elsajátított tudását, és azon a problémán úrrá lenni, amin Mark Twain úgy megrökönyödött: kitalálni teljesen új főnevek nemét. A 48 leggyakoribb német főnevet, mely nem szerepelt a kezdeti input-készletben, változatos mondatkörnyezetben mutatták be. Ebben a teljesen új helyzetben a szimuláció a helyes névelőt választotta ki a hat lehetőség közül a próbák 61 százaléká-

ban, szemben a 17 százalékos véletlen valószínűséggel. Tehát a rendszer tanulási mechanizmusa a főnév fonológiai és szemantikai tulajdonságainak reprezentációja és a kontextus együtt jó becslésnek bizonyult abban, hogy egy adott főnévvel milyen névelő jár együtt, még ha teljesen ismeretlen is a főnév.

A háló tanulása sok szempontból a gyerekek tanulásához hasonló. A háló a valóságos németül beszélő gyerekekhez hasonlóan arra hajlott, hogy a nőnemű főneveket kísérő névelőket túl gyakran használja. Ennek oka az, hogy nagyon gyakori a névelő nőnemű alakja, mivel ezt a nőnemű alakokra és az összes nem többes esetére is használják. A szimuláció ugyanezt a fajta túláltalánosítási mintát mutatta, amit a gyerek nyelvében gyakran reflektáló szabály használatként interpretálnak. Például a *Kleid* főnév (mely öltözetet jelent) semleges, ám a szimuláció a főnév kezdeti „kl” hangját használva hímneműnek ítéli. Emiatt változatlanul azt a névelőt választja, amely akkor kísérné a főnevet, ha az hímnemű volna. Érdekes módon ugyanannak a névelő-főnév-kombinációnak elsajátítása és a korábban megtanult példák általi általánosítás bizonyult a legnehezebbnek, mind a gyerekeknek, mind a szimulációnak.

Hogyan volt képes a szimuláció ilyen általánosítás és szabályszerű viselkedés létrehozására egyetlen konkrét szabály nélkül? Az alapmechanizmus magában foglalja a kapcsolaterősségek beállítását az input-, rejtett és output-egységek között, hogy visszatükrözze annak gyakoriságát, hogy a főnevek vonásainak mely kombinációi voltak kapcsolatban az egyes névelővel. Habár egyetlen jellemző sem képes megjósolni, melyik névelő lesz használatos, a fonológiai, szemantikai és kontextuális jelzések változatosan összetett kombinációi meglehetősen pontos előrejelzést tesznek lehetővé arra nézve, hogy mely névelőket kell kiválasztani. A jelzések komplex, interaktív mintái kiemelésének képessége a sajátos konnekcionista algoritmus jellemzője, mely hiba-visszaterjesztésként ismeretes, és ezt használták MacWhinney és munkatársai szimulációiban. Az a tény teszi lehetővé a konnekcionista megközelítés számára, hogy a sajátos módján ilyen típusú problémákhoz forduljon, hogy a német névelő kiválasztására szolgáló ki-egyenlített hatékony produkciós rendszer sza-

bálykészlete meglehetősen összetett (Mugdan, 1977), és ennek a komplex szabálykészletnek az elsajátítása önmagában is komoly kihívást jelent.

Támpont versus szabály

A ragozás elsajátításának kutatásában középponti kérdés, hogy vajon lehet-e modellezni ezt a folyamatot formális szabályok használata nélkül. Rumelhart és McClelland (1986) elsőként demonstrálta azt, ahogy explicit tanulás nélkül, a neurális háló viselkedéséből kiemelkedhetnek szabályok. Pinker (1991) elismeri, hogy konnekcionista hálókkal előállíthatók a szabálytalan alakok, azonban vitatja, hogy a szabályos alakok formális szabályok nélkül előállíthatóak lennének. Ez a kétutas modell MacWhinney (1975) egy korábbi megközelítését és a vele összefüggő Coltheart, Curtis, Atkins és Waller (1993) -féle olvasás vizsgálatában használt kétutas modelleket erősíti meg.

A humán kognícióbeli szabályok szerepének megőrzésére tett ezen kísérletek miatt a tény miatt ütköztek problémákba, hogy még a leginkább szabályos minták vagy „szabályok” is fonológiai kondicionálásról árulkodnak, és olyan jellegű gradiens mintákról (Bybee és Hopper, 2001), amit a konnekcionista modellek jól tudnak kezelni. Azonkívül a szabályos és szabálytalan feldolgozás közötti különbségek léte önmagában véve nem szolgált döntő bizonyítékot a szabályok létezésére. Kawamoto (1994) kimutatta, hogy a szabályos és szabálytalan alakok egészen eltérő aktivációs mintázatot mutatnak még egynemű hálózaton belül is. Következésképpen a szabályos és szabálytalan igék feldolgozásának különbségei – amelyeket neurális képalkotással újabban mutattak ki (Jaeger, Lockwood, Kemmerer, Van Valin és Murphy, 1996; Weyerts, Penke, Dohrn, Clahsen és Münte, 1996) – nem szolgáltatnak döntő bizonyítékot az elkülönült szabályrendszer létezéséről.

Az U alakú tanulás

Majdnem az összes konnekcionista ragozáselsajátítás-modell fő hiányossága a túláltalánosítási mintázat és a túláltalánosításból való visszaállítás keze-

lésének képtelensége, amit „U alakú” tanulásnak neveznek. Az U alakú tanulásban a gyerek kezdetben egy olyan szabálytalanul ragozott angol igealakot, mint a „went”, helyesen állít elő. Ezután, az általános mintázat nyomása alatt, a gyerek a túláltalánosított „goed” alakot használja. Végül, a túláltalánosításból visszaállva a gyerek visszatér a „went” használatához. Néhány szerző tévesen feltételezte azt, hogy ez a fajta U alakú tanulás az összes igét érintve 3 fő nyelvtanulási periódust hoz létre. Marcus, Ullman, Pinker, Hollander, Rosen és Xu (1992) empirikus munkái azonban bebizonyították, hogy az erősen U alakú tanulási minta csak néhány igénél és néhány gyereknél fordul elő.

Még ennek a gyengébb U alakú mintázatnak a modellálása is nehéznek bizonyult a neurális háló számára. Ahhoz, hogy a ragozási alaktan gyermeki elsajátítását helyesen modellezzék, a modelleknek keresztül kell menniük a szabálytalan alakok virtuális hibamentes tanulásának periódusán, melyet a szabályos alakok elsajátításának periódusa követ, az első túláltalánosításokkal együtt (Marcus és munkatársai, 1992). Jelenleg egyetlen modell sem képes megjeleníteni ezeket a jellemzőket pontosan a megfelelő kombinációban. MacWhinney (2000) szerint azok a modellek, melyek kizárólagosan hiba-visszaterjesztésen alapulnak, sosem lesznek képesek a fejlődési mintázat helyes kombinációját visszaadni, és ezért lehet, hogy egy kétfolyamatú konnekcionista elképzelésre lesz szükség (Kawamoto, 1994; Stone, 1994). A kiinduló folyamat az, amely új ragozási képződményeket sajátít el, szabályos és szabálytalan alakokat együtt, mint önszerveződő térképek elemeit. A másodlagos folyamat egy háló, ami a vonástérképekben benne rejlő információt általánosítva, másodlagos produktív általánosításokat emel ki. Pinker kétutas elképzelésétől eltérően ez a megközelítés a konnekcionista architektúra alapját képező szabály alapján működik, anélkül hogy formális szimbolikus nyelvi szabályokra támaszkodna.

A szemantikai faktorok szerepe

A morfológiai elsajátítás modellezésére tett első kísérletek kizárólag a fonológiai jellemzők használatára összpontosítottak, mind az input, mind az

output esetén. Világossá vált azonban, hogy a múlt idejű alakok képzésének szemantikai faktorokat is tartalmaznia kell. Az angol nyelvben a szemantikai információ használata kapcsolatos a ragozás szabálytalan mintáival. Az elképzelés az, hogy mivel nem tudjuk a „went”-et előállítani a „go” és „ed” kombinálásával, elképzelhető, hogy szemantikai úton közvetlenül érjük el. Természetesen ez az ötlet nagyon hasonlatos ahhoz, ami a kétutas elmélet alapjául szolgál. A szemantikai információk szerepe a német nemeknél sokkal világosabb. Köpcke és Zubin (Köpcke, 1994; Köpcke és Zubin, 1983, 1984; Zubin és Köpcke, 1981, 1986) igazolták, hogy mind a fonológiai, mind a szemantikai tényezők széles választéka használatos a német főnevek nemének és többes számának megjósolásában. Íme néhány a jellemzők közül, mely szerepet játszik: szeszes italok, egy másik jelentését magában foglaló szó, inherens biológiai nem, drágakövek, testrészek, Németországban lévő folyók. Cottrell és Plunkett (1991) valamint Gupta és MacWhinney (1992) szimulációi szemantikai és fonológiai információkat többféle módon integrálnak. Ahhoz azonban, hogy jobban megértésük a szemantikai tényezők szerepét a szóképzésben, a lexikai elemek és szemantikai jegyek sokkal átfogóbb modellezésére lesz szükség.

A szabálytalan minták kiterjesztése új szavakra

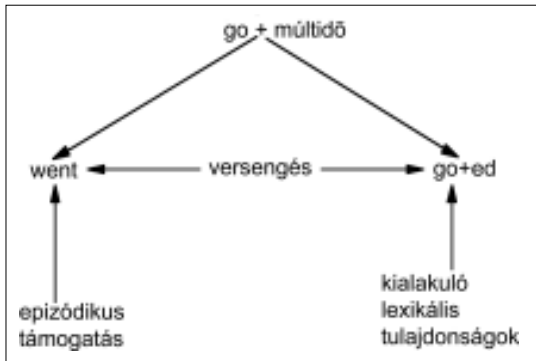
Bybee és Slobin (1982) korábbi, idősebb gyerekekkel végzett munkáját kiterjesztve, Prasada és Pinker (1993), angol anyanyelvű felnőttek képességeit vizsgálta olyan nemlétező szavak, mint a „plink”, „plup” vagy „ploth” múlt idejének képzése esetén. Azt találták, hogy minél inkább eltér az ige az angol igék standard fonotaktikai szabályaitól, a személyek annál valószínűbben képezték a múlt időt egyszerűen úgy, hogy a szabályos „ed”-szuffixumot odaillesztették. Ling és Marinov (1993) szerint az eredeti Rumelhart- és McClelland- (1987) -féle ige tanulási modell képtelen beilleszteni ezeket az új empirikus adatokat, főleg a miatt a tendenciája miatt, hogy a szabálytalan alakokat túlalkalmazza. E probléma korrigálásaként Ling és Marinov létrehozott egy nem konneccionista, szimbolikus mintaasszociátort, amely jobban megfelelt Prasada

és Pinker eredményeinek. MacWhinney (1993a) azonban rávilágított, hogy MacWhinney és Leinbach (1991) háló-modellje ugyanolyan jól működik, mint Ling és Marinov szimbolikus modellje, abban az értelemben, hogy Prasada és Pinker generalizációs eredményeivel összeilleszthető.

A ragozás és a nyelvelsajátítás logikai problémája

Az eddig tárgyalt hálózatban egy egyszeres lexikális vonástérkép egyaránt produkálni képes a gépi alakot, mint amilyen a „went”, és a produktív alakot, mint amilyen a „goed”. Az a tény, hogy mindkét alak előállítható ugyanabban a lexikális vonástérképben, járult hozzá ahhoz, hogy egy általános megoldását kínáljunk a „nyelvelsajátítás logikai problémájára” (Baker és McCarthy, 1981; Gleitman, 1990; Gleitman, Newport és Gleitman, 1984; Morgan és Travis, 1989; Pinker, 1984, 1999; Wexler és Culicover, 1980). A nyelvelsajátítás logikai problémája abból a (helytelen) feltételezésből ered, mely szerint a túláltalánosításból való visszaállás kötelezően a korrigáló visszajelzés függvénye. Mivel a korrigáló visszajelzés ritkán vonatkozik a grammatikai mintázatokra (ellentétben a lexikális és szemantikai mintázatokkal), belátható, hogy a nyelvelsajátítás input adatokból lehetetlen. Azért az vitatott, hogy a grammatika elsajátítása logikai problémát képez-e, mely a nyelvi forma innát megszorításainak posztulátumát kívánja meg. Ennek a problémának a MacWhinney (1993b) által javasolt megoldása a szabályos és szabálytalan alakok közötti versengésre koncentrál. A „went” és „goed” közötti versengés esetén úgy gondoljuk, hogy a „went” alak fog megszilárdulni egy bizonyos idő alatt, az inputban való ismételt előfordulása miatt. Másrészt a „goed”-alak csak az -ed alak jelenléte által kap támogatást. A 2. ábra ezt a versengést szemlélteti.

Ez a sajátos versengés egy példája annak, amit Baker (1979) „a logikai probléma jóindulatú kivételének” tekint. A kivétel jóindulatúnak tekinthető, mert a gyerek meg tudja tanulni korlátozni a túláltalánosítást azáltal, hogy elfogadja, alapvetően egy mód van a „went” kifejezésére. Azt gondolták, hogy ez a *kivételes korlátozás* az, ami különbséget tesz a logikai probléma jóindulatú és nem



2. ÁBRA

Az epizódikus és kombinatorikus tudás közötti versengés

jóindulatú kivételei között. A *versengési modell* nézőpontjából azonban amit itt bemutatunk, az összes kivétel jóindulatú.

Az alapgondolat az, hogy amikor a gyerek túláltalánosít és „goed”-ot hoz létre, a rendszer maga tartalmaz egy mechanizmust, ami végül is kikényszeríti a visszaállítást. Tehát a nyelvelsajátítás logikai problémájának megoldása az alternatív vetékedő kifejezések közötti versengésből emelkedik ki. Ezek közül az alakok közül az egyik epizodikus támogatást kap az aktuális nyelvi inputból. Az idő előrehaladtával ez az epizodikus támogatás nő. A másik alak produktív módon keletkezik, a hasonlósági kényszer eredményeképpen. Amikor az epizodikus támogatás nem egyezik meg ezekkel a hasonlósági kényszerekkel, az epizodikus támogatás végül is felülkerekedik, és a gyerek a túláltalánosításból visszaáll. Ez negatív bizonyíték nélkül is megtörténik, csupán az epizodikus megerősítés pozitív támogatása alapján.

A SZINTAKTIKAI MINTÁK EMERENCIÁJA

Indukció a szintaktikai szerkezetekből

A szójelentés sok aspektusa elsajátítható egyedi szavakból anélkül, hogy a szónak a mondatban betöltött szerepére támaszkodnánk. A jelentés más aspektusai azonban koncentrált figyelmet igényel-

nek arra, ahogyan a szavak kombinálódnak. Ennek a hatásnak egy korai demonstrációjában Katz, Baker és Macnamara (1974) gyerekeknek egy emberi és egy nem-emberi figurát adtak és azt kérdezték tőlük, hogy „Show me the zav” vagy azt, hogy „Show me Zav”. Amikor a „zav”-ot szintaktikailag tulajdonnévként kezelték a határozott névelő elhagyásával, a kétévesek hajlottak arra, hogy a babafigurát adják oda a kísérletvezetőnek. Amikor a „zav”-ot szintaktikailag köznévként kezelték a határozott névelő használatával, a gyerekek hajlottak arra, hogy a kísérletvezetőnek a nem-emberi figurát adják. Ily módon olyan fiatalon, mint 20 hónaposan, megmutatták, hogy a szintaktikai környezet eredményes irányító lehet a szótanulásban.

Hasonló hatásokat demonstráltak a szintaktikai konstrukció széles tartományában. Brown (1957) fedezte fel, hogy a gyerekek képesek egy olyan mondat szerkezetet használva, mint az „in this picture you see sibbing” kikövetkeztetni, hogy a „sib” ige. Carey (1978) és Landau, Smith és Jones (1992) azt találta, hogy amikor azt kérték, hogy „not the red one, but the xerillium one” válasszal a gyerekek kikövetkeztetik, hogy a xerillium egy színnév. Golinkoff, Hirsh-Pasek, Cauley és Gordon (1987) olyan filmeket mutatott a gyerekeknek, amikben Big Bird és Cookie Monster vagy egyenként külön forgott, vagy egymást forgatták meg. Amikor a 27 hónapos gyerek azt hallotta, hogy „The Big Bird is gorpung with Cookie Monster”, a gyerekek inkább azt a videót nézték, ahol mindkét karakter külön megfordult. Amikor azonban azt hallották, hogy „Big Bird is gorpung Cookie Monster”, hajlottak arra, hogy azt a videót nézzék, ahol Big Bird fordította meg Cookie Monstert. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a gyerekek képesek tárgyias szintaktikai szerkezetet arra használni, hogy kikövetkeztessék az új „gorp” szónak néhány aspektusát. Hasonlóan, ha azt kérjük a gyerektől, hogy „please repulsate Big Bird the banana”, azt fogják gondolni, hogy a „repulsate” egy „átvitel” ige, mely kettős tárgyias szerkezeteket is megenged.

Ha azonban arra szólítjuk fel a gyerekeket, hogy „please repulsate the tub with water”, azt fogják gondolni, hogy a „repulsate” olyan ige, mint a „fill”, amely egy eszközhatározói kifejezésben egy iránytárgy és egy transzfertárgy között meghatározza a célt.

Gleitman (1990) megmutatta, hogy a szavak jelentése nagy részben kikövetkeztethető e szintak-

tikai információ alapján. Bebizonyította továbbá, hogy az argumentumstruktúrák bizonyos aspektusai megbízhatóan csak a szintaktikai keretből következtethetők ki, jöllehet P. Bloom (1994) bebizonyította, hogy az így elsajátított reprezentációk hiányosak lesznek. Mivel a gyerekek mind a szemantikai, mind a szintaktikai információhoz hozzáférnek, valószínűleg mindkét fajta információt használják, amikor csak azok megbízhatónak tűnnek. Az ige argumentumszerkezet-indukciójának részletes számítógépes modelljében Siskind (1996) megmutatta, hogy ha a gyerek az alapszituációs reprezentációhoz a felszíni (együtt) előfordulási információval együtt fér hozzá, akkor az igék argumentumszerkezete, ami tulajdonképpen a nyelv gerincét alkotja (Goldberg, 1995; MacWhinney, 1988; Pinker, 1989), könnyebben megtanulható még meglehetősen zajos bemeneti adatok esetén is.

A szófajok emergenciája

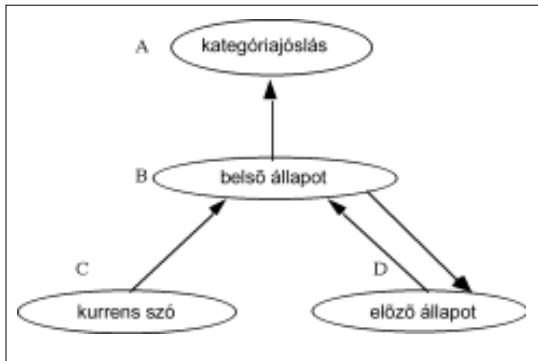
A szimbolikus tradíciókban gondolkodó pszicholingvisták (Chomsky, 1965; Fodor és Pylyshyn, 1988; Lachter és Bever, 1988) a konnekcionista elgondolások lényeges problémájaként mutattak a szintaxis elsajátítására. A szintaxis elsajátításában szerepet játszó kulcsképeségek közül az egyik, a szintaktikus osztályoktól vagy szófajoktól – mint főnév, ige vagy előljárószó – való elvonatkoztatás képessége. Az univerzális nyelvtan elméletében ezek a kategóriák veleszületetten adóttak. Jöllehet tényleges megvalósításuk nyelvenként annyira különbözik, hogy érdemes megvizsgálni olyan megközelítéseket is, amelyek ezeket a kategóriákat a bemenő adatokból származtatják.

Bates és MacWhinney (1982), valamint MacWhinney (1988) rámutat, hogy a szavak szintaktikai osztályokhoz való hozzárendelésnek mértéke a szemantikus kategóriastruktúráktól függ. Noha nem minden főnév tárgy, a legjobb vagy a leginkább prototipikus főnevek bírnak ezzel a tulajdonsággal. A „főnév” kategóriában, sugár irányban kifelé (Lakoff, 1987) a nem központi elemek kezdenek a prototípusnál kevesebb magtulajdonsággal rendelkezni. Maratsos és Chalkley (1980) rámutatott, hogy az olyan szavak, mint „igazság”

és „mennydörgés” annyira nyilvánvalóan nem tárgyak, hogy a főnevek osztályához tartozásuk nem jöllehető meg szemantikai státusukból, csak abból következtethetünk rá, hogy a nyelv főnévként kezeli őket. Habár Bates és MacWhinney (1982) és Maratsos és Chalkley (1980) ettől erősen eltérő állásponton cövekelt le, az összes felfogás megegyedi mind az együtt előfordulás, mind a szemantikai faktorok komoly szerepjátszásának lehetőségét a szófajok kibontakozásában.

A nyelvkuatatók jelenleg elsősorban olyan részletes modellek kutatása iránt érdeklődnek, amelyek pontosan megmutatják azt, ahogy a szófajok és az argumentumszerkezetek indukálódhatnak. Elman (1993) bemutatott egy olyan konnekcionista modellt, ami éppen ezt teszi. A modell a 3. ábrán látható rekurrens szerkezet típuson alapszik. Ez a modell a standard háromrétegű A, B és C készletből álló szerkezetet alkalmazza és hozzáadja a negyediket, a szövegkörnyezeti egységek bemeneti készletét, a D-t, amelynek rekurrens kapcsolatai vannak a B készlettel. A B és D közötti rekurrens vagy kétirányú kapcsolatok miatt ezt az eljárást „rekurrens (hiba) visszaterjesztőként” ismerjük. A rekurrens (hiba) visszaterjesztő hálózat az időbeli változásokat a D-nek címkézett készlet egységeinek előző állapotaira vonatkozó tárolással kódolja. Nézzük meg, hogy a hálózat hogy foglalkozik egy olyan mondat, mint a „Mommy loves Daddy” feldolgozásával. Amikor az első szó bejön, a B készlet aktiválódik, és ez az aktiváció kerül át a C, majd az A és D készletekre. Időpont 1-kor (az első időpillanatban) a B készlet teljes állapota tárolva van a D készletben. A D készlet elemeinek aktivációs szintjei elraktározódnak, míg az A, B és C lenullázódik. Időpont 2-kor a hálózat a „love” szót hallja és a C készletben egy új aktivációs mintázat áll elő. Ezek az aktivációs szintek kerülnek tovább a B, A és D készletekhez. Azonban mivel a D készlet az előző szó aktivációs szintjeit tárolja, az új állapot kombinálódik a régivel, és így a C készlet mind a „Mommy”, mind a „love” szavak aspektusait reprezentálja.

Egy ilyen típusú hálóban történő feldolgozás többet foglal magában a szavak vagy hangok sorozatának felszínes tárolásánál. Az Elman által (1993) kidolgozott mondatfeldolgozás-szimulációkban például a kimeneti egységek a következő szó iden-



3. ÁBRA
Rekurrens háló

titásának előrejelzésére vannak tanítva. A feladat végrehajtása érdekében a hálózatnak értelemszerűen a szófaj-információt kell kinyernie a szintaktikai együtt-előfordulási mintákból. Vagylagosan a kimeneti egységek a jelentés(kör) eldöntésének reprezentálására használhatók, mint MacWhinney-nél (2000). Ebben a modellben a szófaj-információ hipotetikus, és a modell célja az ágens és páciens kiválasztása különféle nyelvtani és pragmatikai szerepkörök használatára.

A modell tanító halmaza olyan angol mondatok tucatjaiból áll, mint a „The big dog chased the girl”. A teljesen megtanított modell rejtett egységeinek súlymintázatát tanulmányozva Elman rámutatott, hogy a modell a szófajok implicit tanulását folytatja le. Például a „big” szó után példamondatunkban a modell egy főnév aktivációját várná el. A modell képes volt különbséget tenni az alany és a tárgy fejtő vonatkozó mellék mondatok között, mint a „the dog the cat chased ran” és a „the dog that chased the cat ran” mondatokban.

Az argumentumszerkezetek kibontakozása

A gépezet által irányított szóösszetételek nemcsak a szófaji információn múlnak, hanem az argumentumstruktúrák részletes aspektusairól szóló információkon is. Nézzük meg az olyan igék, mint a „pour” és a „fill” használatát. Bowerman (1998) olyan eseteket tárgyal, melyekben a gyerek azt mondja: „I poured the tub with water” az „I poured water into

the tub” helyett, és „I filled water into the tub” az „I filled the tub with water” helyett. [A magyarban a *vízet tölt* és a *vízet ereszt* felelne meg ennek.] Ezeket a hibákat úgy írhatjuk le, hogy azt mondjuk, a gyerek túláltalánosította a „pour” mintát a „fill” szóra vagy túláltalánosította a „fill” mintát a „pour” szóra. Ezen túláltalánosítások elkerülése és egyszeri elkövetésük utáni helyrehozatal céljából biztos, hogy a gyerekek az igéket szemantikus mezőkbe szervezik. A korábban vizsgált önszervezőhálózat-megközelítés kiterjesztésével modellezhetjük ezt a folyamatot, úgy, hogy építünk egy hálót, melyben az olyan minták használata, mint a „V N with N” megfeleltethető olyan szavak szemantikus vonásainak, mint „fill”, „paint”, „cover” és „load”. Mivel az ilyen típusú hálók szemantikus vonásokat használnak, hogy megvalósítsák az argumentumszerkezet kiválasztását, ez lehetővé teszi, hogy teljesítse mind a Bates- és MacWhinney-féle szemantikai javaslatokat, mind a Maratsos- és Chalkley-(1980) -féle együtt-előfordulási javaslatokat.

KONKLÚZIÓ

Ebben a fejezetben láthattuk, hogy a neurális hálómodellek segíteni tudnak abban, hogy növekvő tudásunkat a hallási, artikulációs, lexikális, ragozási és szintaktikai fejlődésről összerendezzék. A neurális hálók viszonya a valódi neurális folyamatokhoz jelenleg nem eldöntött. Olyan algoritmusok, mint a vissza-terjesztés, melyek kétirányú kapcsolatokon és hiba-visszaterjesztésen alapulnak, képtelenek megfelelni az alsó szintű neurális folyamatokra jellemző tényeknek. Ebből a szempontból az önszervező térkép téri elrendeződésével, laterális gátlásával az önszervező tanulás jobb modelljét nyújtja az alsó szintű folyamatoknak. Ezenfelül az olyan rendszerek, melyek a Hebb-féle tanuláson és a rövid kapcsolatok előnyben részesítésén alapulnak, a neurális valóság más aspektusait emelik ki. Az agy azonban lebilincselően komplex szerkezet, mely a tanulási mechanizmusok sok szintjét képes támogatni. Lehet, hogy a magasabb szintű neurális funkcionális körök szorosabb kapcsolatban vannak a tanúlással, amely hibakijavításon, hiba-visszaterjesztésen és stratégiakeresésen alapul.

A nyelvi fejlődésnek azonban sok olyan aspektusa van, amelyre még nem használtak neurális háló-

zati modellt. Akárhogy is, még nincs olyan modellünk, mely képes volna szociolingvisztikai összefüggéseket, társalgási mintákat, narratív szerkezeteket, intonációs kontúrokat és gesztusmintázatokat kezelni. Még azokon a területeken is, ahol már alkalmazták őket, az emergentista modellek sok szempontból korlátozottak. A szintaktika még komplexebb aspektusainak kezelési módja tisztázatlan marad, a

lexikai kiterjesztés modellezése még mindig nagyon primitív, és a hallási és artikulációs rendszer fejlődése sincs teljesen megalapozva fiziológiai és neurológiai tényekkel. A korlátok ellenére láthatjuk, hogy a nyelvelsajátítást emergens folyamatként felfogva, jelenlegi modellünk sikeresen nyújtott izgalmas új perspektívát a nyelvelsajátítás azon kérdéseire, ami a tudósokat évszázadok óta kíváncsivá teszi.

IRODALOM

- Akhtar, N. – Carpenter, M. – Tomasello, M. (1996). The role of discourse novelty in early word learning. *Child Development* 62, 635–645.
- Allen, R. – Gardner, B. (1969). Teaching sign language to a chimpanzee. *Science* 165, 664–672.
- Anglin, J. M. (ed.) (1977). *Word, object, and conceptual development*. New York, Norton.
- Aslin, R. – Jusczyk, P. – Pisoni, D. (1997). Speech and auditory processing during infancy: Constraints on and precursors to language. In D. Kuhn – R. Siegler (eds.): *Handbook of child psychology. Volume 2*. New York, Wiley.
- Atkinson, K. – MacWhinney, B. – Stoel, C. (1970). An experiment on the recognition of babbling. *Papers and Reports on Child Language Development* 5, 1–8.
- Baker, C. L. (1979). Syntactic theory and the projection problem. *Linguistic Inquiry*, 10, 533–581.
- Baker, C. L. – McCarthy, J. J. (eds.) (1981). *The logical problem of language acquisition*. Cambridge, MIT Press.
- Baldwin, D. A. (1991). Infants' contribution to the achievement of joint reference. *Child Development* 62, 875–890.
- Baldwin, D. A. – Markman, E. M. (1989). Establishing word-object relations: A first step. *Child Development* 60, 381–398.
- Barrett, M. (1995). Early lexical development. In P. Fletcher – B. MacWhinney (eds.): *Handbook of Child Language*. Oxford, Basil Blackwell. 362–392.
- Bates, E. – Bretherton, I. – Snyder, L. (1988). *From first words to grammar: Individual differences and dissociable mechanisms*. Cambridge, MA., Cambridge University Press.
- Bates, E. – Carnevale, G. (1993). New directions in research on language development. *Developmental Review* 13, 436–470.
- Bates, E. – MacWhinney, B. (1982). Functionalist approaches to grammar. In E. Wanner és L. Gleitman (eds.): *Language acquisition: The state of the art*. New York, Cambridge University Press. 173–218.
- Bechtel, W. – Abrahamsen, A. (1991). *Connectionism and the mind: An introduction to parallel processing in networks*. Cambridge, MA., Basil Blackwell.
- Bickerton, D. (1990). *Language and species*. Chicago., Chicago University Press.
- Bijeljic, B. – R. – Bertoncini, J. – Mehler, J. (1993). How do four-day-old infants categorize multisyllabic utterances? *Developmental Psychology* 29, 711–721.
- Bloom, L. (1970). *Language development: Form and function in emerging grammars*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bloom, L. (1993). *The transition from infancy to language: Acquiring the power of expression*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Bloom, L. – Tinker, E. – Margulis, C. (1993). The words children learn: Evidence against a noun bias in early vocabularies. *Cognitive Psychology* 8, 431–450.
- Bloom, P. (1994). Overview: Controversies in language acquisition. In P. Bloom (ed.): *Language acquisition: Core readings*. Cambridge, MA., MIT Press. 5–48.
- Bowerman, M. (1982). Reorganizational processes in lexical and syntactic development. In E. Wanner és L. Gleitman (eds.): *Language acquisition: The state of the art*. New York: Cambridge University Press. 319–346.
- Bowerman, M. (1988). The "no negative evidence" problem. In J. Hawkins (ed.): *Explaining language universals*. London, Blackwell. 73–104.

- Boysson-Bardies, B. - Vihman, M. M. (1991). Adaption to language: Evidence from babbling and first words in four languages. *Language* 67, 297-320.
- Brown, R. (1957). Linguistic determinism and the part of speech. *J Abnorm Soc Psychol* 55, 1-5.
- Brown, R. - Hanlon, C. (1970). Derivational complexity and order of acquisition in child speech. In J. R. Hayes (ed.): *Cognition and the development of language*. New York, Wiley. 11-54.
- Burgess, N. - Hitch, G. (1992). Toward a network model of the articulatory loop. *J Memory and Language* 31, 429-460.
- Bybee, J. - Hopper, P. (2001). *Frequency and the emergence of linguistic structure*. Amsterdam: John Benjamins.
- Bybee, J. L. - Slobin, D. I. (1982). Rules and schemas in the development and use of the English past. *Language* 58, 265-289.
- Carey, S. (1978). The child as word learner. In M. Halle és J. Bresnan és G. Miller (eds.): *Linguistic theory and psychological reality*. Cambridge, MA., MIT Press. 264-293.
- Choi, S. - Bowerman, M. (1991). Learning to express motion events in English and Korean: The influence of language-specific lexicalization patterns. *Cognition* 41, 83-121.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, MA., MIT Press.
- Chomsky, N. (1980). *Rules and Representations*. New York, Columbia University Press.
- Clark, E. (1987). The Principle of Contrast: A constraint on language acquisition. In B. MacWhinney (ed.), *Mechanisms of Language Acquisition* (pp. 1-34). Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum Associates.
- Clark, E. - Carpenter, K. - Deutsch, W. (1995). Reference states and reversals: Undoing actions with verbs. *J Child Lang* 22, 633-652.
- Coltheart, M. - Curtis, B. - Atkins, P. - Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel distributed processing approaches. *Psychol Rev* 100, 589-608.
- Corrigan, R. (1978). Language development as related to stage 6 object permanence development. *J Child Lang* 5, 173-189.
- Corrigan, R. (1979). Cognitive correlates of language: Differential criteria yield differential results. *Child Development* 50, 617-631.
- Cottrell, G. - Plunkett, K. (1991). Learning the past tense in a recurrent network: Acquiring the mapping from meaning to sounds. In K. Hammond és D. Gentner (eds.), *Proceedings of the Thirteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum. 109-115.
- Davis, K. (1947). Final note on a case of extreme social isolation. *Am J Sociol* 52, 432-437.
- DeCasper, A. J. - Fifer, W. P. (1980). Of human bonding: Newborns prefer their mothers' voices. *Science* 208, 1174-1176.
- Dromi, E. (1987). *Early lexical development*. New York, Cambridge University Press.
- Dromi, E. (1999). Early lexical development. In M. Barrett (ed.), *The development of language*. London, Psychology Press. 99-131.
- Eimas, P. D. - Siqueland, E. R. - Jusczyk, P. - Vigorito, J. (1971). Speech perception in infants. *Science* 171, 303-306.
- Elman, J. (1993). Incremental learning, or the importance of starting small. *Cognition* 48, 71-99.
- Fausett, L. (1994). *Fundamentals of neural networks*. Englewood Cliffs, NJ., Prentice Hall.
- Fodor, J. (1983). *The modularity of mind: An essay on faculty psychology*. Cambridge, MA., M. I. T. Press.
- Fodor, J. - Pylyshyn, Z. (1988). Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis. *Cognition* 28, 3-71.
- Gathercole, V. - Baddeley, A. (1993). *Working memory and language*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gentner, D. (1982). Why nouns are learned before verbs: Linguistic relativity versus natural partitioning. In S. Kuczaj (ed.): *Language development: Language, culture, and cognition*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum. 301-334.
- Gleitman, L. (1990). The structural sources of verb meanings. *Language Acquisition* 1, 3-55.
- Gleitman, L. R. - Newport, E. L. - Gleitman, H. (1984). The current status of the motherese hypothesis. *J Child Lang* 11, 43-79.
- Goldberg, A. (1995). *Constructions*. Chicago, University of Chicago Press.
- Golinkoff, R. - Hirsh-Pasek, K. - Cauley, K. - Gordon, L. (1987). The eyes have it: lexical and syntactic comprehension in a new paradigm. *J Child Lang* 14, 23-46.
- Golinkoff, R. M. - Mervis, C. B. - Hirsh-Pasek, K. (1994). Early object labels: The case for a developmental lexical principles framework. *J Child Lang* 21, 125-155.
- Gopnik, A. - Choi, S. (1990). Do linguistic differences lead to cognitive differences? A crosslinguistic study of semantic and cognitive development. *First Language* 10, 199-215.

- Gopnik, A. – Meltzoff, A. (1987). The development of categorization in the second year and its relation to the other cognitive and linguistic developments. *Child Development* 58, 1523–1531.
- Gopnik, A. – Meltzoff, A. N. (1986). Relations between semantic and cognitive development in the one-word stage: The Specificity Hypothesis. *Child Development* 57, 1040–1053.
- Gopnik, M. (1990). Feature blindness: A case study. *Language Acquisition* 1, 139–164.
- Grossberg, S. (1978). A theory of human memory: Self-organization and performance of sensory-motor codes, maps, and plans. *Prog Theoretical Biol* 5, 233–374.
- Grossberg, S. (1987). Competitive learning: From interactive activation to adaptive resonance. *Cog Sci* 11, 23–63.
- Gupta, P. – MacWhinney, B. (1992). Integrating category acquisition with inflectional marking: A model of the German nominal system, *Proceedings of the Fourteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum Associates. 253–258.
- Gupta, P. – MacWhinney, B. (1997). Vocabulary acquisition and verbal short-term memory: Computational and neural bases. *Brain and Language* 59, 267–333.
- Hall, D. – Waxman, S. – Hurwitz, W. (1993). How two- and four-year-old children interpret adjectives and count nouns. *Child Development* 64, 1651–1664.
- Harris, M. – Barrett, M. D. – Jones, D. – Brookers, S. (1988). Linguistic input and early word meaning. *J Child Lang* 15, 77–94.
- Hebb, D. (1949). *The organization of behavior*. New York, Wiley.
- Houghton, G. (1990). The problem of serial order: A neural network model of sequence learning and recall. In R. Dale és C. Mellish és M. Zock (eds.): *Current research in natural language generation*. London, Academic. 287–319.
- Hunt, E. (1962). *Concept learning: an information processing approach*. New York, Wiley.
- Huttenlocher, J. (1974). The origins of language comprehension. In R. Solso (ed.): *Theories in cognitive psychology: The Loyola symposium*. Potomac, Maryland, Lawrence Erlbaum. 331–388.
- Hyams, N. (1995). Nondiscreteness and variation in child language: Implications for Principle and Parameter models of language development. In Y. Levy (ed.): *Other children, other languages*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum. 11–40.
- Hyams, N. – Wexler, K. (1993). On the grammatical basis of null subjects in child language. *Linguistic Inquiry* 24(3), 421–459.
- Jaeger, J. J. – Lockwood, A. H. – Kemmerer, D. L. – Van Valin, R. D. – Murphy, B. W. (1996). A positron emission tomographic study of regular and irregular verb morphology in English. *Language* 72, 451–497.
- Jakobson, R. (1968). *Child language, aphasia and phonological universals*. The Hague, Mouton.
- Jakobson, R. (1969). *Hang, jel, vers*. Budapest, Gondolat.
- Jusczyk, P. – Aslin, R. (1995). Infants' detection of the sound patterns of words in fluent speech. *Cog Psychol* 29, 1–23.
- Jusczyk, P. W. – Jusczyk, A. M. – Kennedy, L. J. – Schomberg, T. – Koenig, N. (1995). Young infants' retention of information about bisyllabic utterances. *J Exp Psychol: Human Perception and Performance* 21, 822–836.
- Kandel, E. R. – Hawkins, R. D. (1992). The biological basis of learning and individuality. *Sci Am* 266, 40–53.
- Kanerva, P. (1993). Sparse distributed memory and related models. In M. Hassoun (ed.): *Associative neural memories: Theory and implementation*. New York, Oxford University Press. 50–76.
- Katz, N. – Baker, E. – Macnamara, J. (1974). What's in a name? A study of how children learn common and proper names. *Child Development* 45, 469–473.
- Kawamoto, A. (1994). One system or two to handle regulars and exceptions: How time-course of processing can inform this debate. In S. D. Lima és R. L. Corrigan és G. K. Iverson (eds.): *The reality of linguistic rules*. Amsterdam, John Benjamins. 389–416.
- Kenyeres, E. (1926). *A gyermek első szavai és a szófajok föllépése*. Budapest, Kisdiednevelés.
- Kohonen, T. (1982). Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics* 43, 59–69.
- Konishi, M. (1995). A sensitive period for birdsong learning. In B. Julesz – I. Kovács (eds.): *Maturational windows and adult cortical plasticity*. New York, Addison-Wesley. 87–92.
- Köpcke, K.-M. (1994). Funktionale Untersuchungen zur deutschen Nominal- und Verbalmorphologie. *Linguistische Arbeiten* 319, 81–95.
- Köpcke, K. M. – Zubin, D. A. (1983). Die kognitive Organisation der Genuszuweisung zu den einsilbigen Nomen der deutschen Gegenwartssprache. *Zeitschrift für germanistische Linguistik* 11, 166–182.
- Köpcke, K. M. – Zubin, D. A. (1984). Sechs Prinzipien für die Genuszuweisung im Deutschen: ein Beitrag zur natürlichen Klassifikation. *Linguistische Berichte* 93, 26–50.

- Kuhl, P. K. (1991). Human adults and human infants show a "perceptual magnet effect" for the prototypes of speech categories, monkeys do not. *Perception and Psychophysics* 50, 93-107.
- Kuhl, P. K. - Miller, J. D. (1975). Speech perception by the chinchilla: Voiced-voiceless distinction in alveolar plosive consonants. *Science* 190, 69-72.
- Kuhl, P. K. - Miller, J. D. (1978). Speech perception by the chinchilla: Identification functions for synthetic VOT stimuli. *J Acoust Soc Am* 63, 905-917.
- Kuhl, P. K. - Padden, D. M. (1982). Enhanced discriminability at the phonetic boundaries for the voicing feature in macaques. *Perception and Psychophysics* 32, 542-550.
- Kuhl, P. K. - Padden, D. M. (1983). Enhanced discriminability at the phonetic boundaries for the voicing feature in macaques. *J Acous Soc Am* 73, 1003-1010.
- Lachter, J. - Bever, T. (1988). The relation between linguistic structure and associative theories of language learning: A constructive critique of some connectionist learning models. *Cognition* 28, 195-247.
- Lakoff, G. (1987). *Women, fire, and dangerous things*. Chicago, Chicago University Press.
- Landau, B. - Smith, L. - Jones, S. (1992). Syntactic context and the shape bias in children's and adults' lexical learning. *J Memory and Language* 31, 807-825.
- Lenneberg, E. H. (1967). *Biological foundations of language*. New York, Wiley.
- Levitt, A. G. - Utman, J. - Aydelott, J. (1993). From babbling towards the sound systems of English and French: A longitudinal two-case study. *J Child Lang* 19, 19-49.
- Lewis, M. M. (1936). *Infant speech: A study of the beginnings of language*. New York, Harcourt, Brace and Co.
- Li, P. - MacWhinney, B. (1996). Cryptotype, overgeneralization, and competition: A connectionist model of the learning of English reversive prefixes. *Connection Science* 8, 3-30.
- Ling, C. - Marinov, M. (1993). Answering the connectionist challenge. *Cognition* 49, 267-290.
- MacWhinney, B. (1978). The acquisition of morphophonology. *Monographs of the Society for Research in Child Development* 43, Whole no. 1, pp. 1-123.
- MacWhinney, B. (1982). Basic syntactic processes. In S. Kuczaj (ed.): *Language acquisition: Vol. 1. Syntax and semantics*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum. 73-136.
- MacWhinney, B. (1984). Where do categories come from? In C. Sophian (ed.): *Child categorization*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum. 407-418.
- (1988). Competition and teachability. In R. Schiefelbusch - M. Rice (eds.): *The teachability of language*. New York, Cambridge University Press. 63-104.
- (1989). Competition and lexical categorization. In R. Corrigan - F. Eckman - M. Noonan (eds.): *Linguistic categorization*. Philadelphia, Benjamins. 195-242.
- (1993a). Connections and symbols: Closing the gap. *Cognition* 49, 291-296.
- (1993b). The (il)logical problem of language acquisition, *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum Associates. 61-70.
- (2000). Lexicalist connectionism. In P. Broeder - J. Murre (eds.): *Models of language acquisition: Inductive and deductive approaches*. Cambridge, MA., MIT Press. 9-32.
- (2001). Emergence from what? *J Child Lang* 28, 726-732.
- MacWhinney, B. - Bates, E. (eds.). (1989). *The crosslinguistic study of sentence processing*. New York, Cambridge University Press.
- MacWhinney, B. - Leinbach, J. (1991). Implementations are not conceptualizations: Revising the verb learning model. *Cognition* 29, 121-157.
- MacWhinney, B. J. - Leinbach, J. - Taraban, R. - McDonald, J. L. (1989). Language learning: Cues or rules? *J Memory and Language* 28, 255-277.
- Mandel, D. R. - Jusczyk, P. W. - Kemler Nelson, D. G. (1994). Does sentence prosody help infants to organize and remember speech information? *Cognition* 53, 155-180.
- Maratsos, M. - Chalkley, M. (1980). The internal language of children's syntax: The ontogenesis and representation of syntactic categories. In K. Nelson (ed.): *Children's language: Volume 2*. New York, Gardner. 127-214.
- Marcus, G. - Ullman, M. - Pinker, S. - Hollander, M. - Rosen, T. - Xu, F. (1992). Overregularization in language acquisition. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 57(4), 1-182.
- Mark Twain (1935). The awful German language, *The family Mark Twain*. New York, Harper - Brothers.
- Markman, E. (1989). *Categorization and naming in children: Problems of induction*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Marler, P. (1991). Song-learning behavior: the interface with neuroethology. *Trends in Neurosciences* 14, 199-206.
- Merriman, W. E. - Stevenson, C. M. (1997). Restricting a familiar name in response to learning a new one: Evidence for the mutual exclusivity bias in young 2-year-olds. *Child Development* 68, 211-258.

- Mervis, C. (1984). Early lexical development: The contributions of mother and child. In C. Sophian (ed.): *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum. 339-370.
- Mervis, C. – Bertrand, J. (1994). Acquisition of the novel name-nameless category (NC3) principle. *Child Development* 65, 1646-1662.
- Mervis, C. – Bertrand, J. (1995). Early lexical acquisition and the vocabulary spurt: a response to Goldfield and Reznick. *J Child Lang* 22, 461-468.
- Miikkulainen, R. (1990). A distributed feature map model of the lexicon, *Proceedings of the 12th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum Associates. 447-454.
- Miikkulainen, R. – Dyer, M. (1991). Natural language processing with modular neural networks and distributed lexicon. *Cog Sci* 15, 343-399.
- Moon, C. – Cooper, R. P. – Fifer, W. P. (1993). Two-day infants prefer their native language. *Infant Behavior and Development* 16, 495-500.
- Morgan, J. – Travis, L. (1989). Limits on negative information in language input. *J Child Lang* 16, 531-552.
- Mugdan, J. (1977). *Flexionsmorphologie und Psycholinguistik*. Tübingen, Gunter Narr.
- Naigles, L. G. – Gelman, S. A. (1995). Overextensions in comprehension and production revisited: Preferential looking in a study of dog, cat, and cow. *J Child Lang* 22, 19-46.
- Ninio, A. – Snow, C. (1988). Language acquisition through language use: The functional sources of children's early utterances. In Y. Levy – I. Schlesinger – M. Braine (eds.): *Categories and processes in language acquisition*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum. 11-30.
- Oller, K. (1991). Similarities and differences in vocalizations of deaf and hearing infants: Future directions for research. In J. Miller (ed.): *Research on child language disorders: a decade of progress*. Austin, TX., Pro-Ed.
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York, International Universities Press.
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York, Basic Books.
- Pinker, S. (1984). *Language learnability and language development*. Cambridge, MA., Harvard University Press.
- Pinker, S. (1989). *Learnability and cognition: the acquisition of argument structure*. Cambridge, MIT Press.
- Pinker, S. (1991). Rules of Language. *Science* 253, 530-535.
- Plaut, D. C. – Kello, C. T. (1999). The emergence of phonology from the interplay of speech comprehension and production: A distributed connectionist approach. In B. MacWhinney (ed.): *The emergence of language*. Mahwah, NJ., Lawrence Erlbaum Associates. 381-416.
- Polka, L. – Werker, J. F. (1994). Developmental changes in perception of non-native vowel contrasts. *J Exp Psychol: Human Perception and Performance* 20, 421-435.
- Port, R. F. – van Gelder, T. (eds.). (1995). *Mind as motion*. Cambridge, MA., MIT Press.
- Prasada, S. – Pinker, S. (1993). Generalisation of regular and irregular morphological patterns. *Language and Cognitive Processes* 8, 1-56.
- Quine, W. V. O. (1960). *Word and object*. Cambridge, MA., MIT Press.
- Reznick, S. (1990). Visual preference as a test of infant word comprehension. *Applied Psycholinguistics* 11, 145-166.
- Rosch, E. – Mervis, C. B. (1975). Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology* 7, 573-605.
- Rumelhart, D. E. – McClelland, J. L. (1986). On learning the past tense of English verbs. In J. L. McClelland – D. E. Rumelhart (eds.): *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*. Cambridge, MIT Press. 216-271.
- Rumelhart, D. E. – McClelland, J. L. (1987). Learning the past tenses of English verbs: Implicit rules or parallel distributed processes? In B. MacWhinney (ed.): *Mechanisms of Language Acquisition* Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum. 195-248.
- Saffran, J. – Aslin, R. – Newport, E. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274, 1926-1928.
- Samuelson, L. K. – Smith, L. B. (1998). Memory and attention make smart word learning: An alternative account of Akhtar, Carpenter, and Tomasello. *Child Development* 69, 94-104.
- Saussure de, F. (1999). *Bevezetés az általános nyelvészethez*. Budapest, Corvina.
- Savage-Rumbaugh, S. – Sevcik, R. A. – Hopkins, W. D. (1988). Symbolic cross-modal transfer in two species of chimpanzees. *Child Development* 59, 617-625.
- Schafer, G. – Plunkett, K. (1998). Rapid word learning by 15-month-olds under tightly controlled conditions. *Child Development* 69, 309-320.
- Schmajuk, N. – DiCarlo, J. (1992). Stimulus configuration, classical conditioning, and hippocampal function. *Psychol Rev* 99, 268-305.

- Schwartz, R. G. (1988). Phonological factors in early lexical acquisition. In M. D. Smith - J. L. Locke (eds.): *The emergent lexicon: The child's development of a linguistic vocabulary*. New York, Academic Press.
- Schwartz, R. G. - Leonard, L. B. (1981). Do children pick and choose? An examination of phonological selection and avoidance in early lexical acquisition. *J Child Lang* 9, 319-336.
- Schyns, P. (1991). A modular neural network model of concept acquisition. *Cog Sci* 15, 461-508.
- Shrager, J. F. - Johnson, M. H. (1995). Waves of growth in the development of cortical function: A computational model. In B. Julesz - I. Kovács (eds.): *Maturational windows and adult cortical plasticity*. New York, Addison-Wesley. 31-44.
- Svacskin, N. (1948). Razvityije fonematyiceszkovo vozprijatyija recsi v rannem vozrasztye. *Izvestyija Akademii Pedagogiceszkih Nauk SzSzR* 13, 101-132.
- Siskind, J. M. (1996). A computational study of cross-situational techniques for learning word-to-meaning mappings. *Cognition* 61, 39-91.
- Slobin, D. (1985). Crosslinguistic evidence for the language-making capacity. In D. Slobin (ed.): *The crosslinguistic study of language acquisition. Volume 2: Theoretical issues*. Hillsdale, NJ., Lawrence Erlbaum. 1157-1256.
- Stiles-Davis, J. - Sugarman, S. - Nass, R. (1985). The development of spatial and class relations in four young children with right-cerebral-hemisphere damage: Evidence for an early spatial constructive deficit. *Brain and Cognition* 4, 388-412.
- Stone, G. (1994). Combining connectionist and symbolic properties in a single process. In S. D. Lima - R. L. Corrigan - G. K. Iverson (eds.): *The reality of linguistic rules*. Amsterdam, John Benjamins. 417-444.
- Sugarman, S. (1982). Developmental change in early representational intelligence: Evidence from spatial classification strategies and related verbal expressions. *Cognitive Psychology* 14, 410-449.
- Tesar, B. - Smolensky, P. (2000). *Learnability in optimality theory*. Cambridge, MA., MIT Press.
- Tomasello, M. (1992). *First verbs: A case study of early grammatical development*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Tomasello, M. - Akhtar, N. (1995). Two-year-olds use pragmatic cues to differentiate reference to objects and actions. *Cognitive Development* 10, 201-224.
- van der Lely, H. (1994). Canonical linking rules: Forward vs. reverse linking in normally developing and Specifically Language Impaired children. *Cognition* 51, 29-72.
- van Geert, P. (1991). A dynamic systems model of cognitive and language growth. *Psychological Review*, 98, 3-53.
- Vihman, M. M. - McCune, L. (1994). When is a word a word? *J Child Lang* 21, 517-542.
- Wexler, K. - Culicover, P. (1980). *Formal principles of language acquisition*. Cambridge, MA., MIT Press.
- Weyerts, H. - Penke, M. - Dohrn, U. - Clahsen, H. - Münte, T. (1996). Brain potentials indicate differences between regular and irregular German noun plurals. *Essex Research Reports in Linguistics* 13, 54-67.
- Whorf, B. (1938). Some verbal categories of Hopi. *Language* 14, 275-286.
- Whorf, B. (1941). The relation of habitual thought and behaviour to language. In L. Spier (ed.): *Language, culture, and personality: Essays in memory of Edward Sapir*. Ogden, Utah, University of Utah Press. 75-93.
- Woodward, A. L. - Markman, E. M. - Fitzsimmons, C. M. (1994). Rapid word learning in 13- and 18-month-olds. *Developmental Psychology* 30, 553-566.
- Wytenback, M. - May, M. - Hoy, D. (1996). Categorical perception of sound frequency by crickets. *Science* 273, 1542-1544.
- Zubin, D. A. - Köpcke, K. M. (1981). Gender: A less than arbitrary grammatical category. In R. Hendrick - C. Masek - M. Miller (eds.): *Papers from the Seventeenth Regional Meeting*. Chicago, Chicago Linguistic Society. 439-449.
- Zubin, D. A. - Köpcke, K. M. (1986). Gender and folk taxonomy: The indexical relation between grammatical and lexical categorization. In C. Craig (ed.): *Noun classes and categorization*. Amsterdam, John Benjamins. 139-180.