

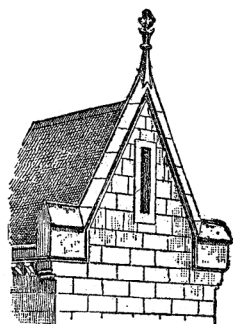
Az elektronikus hordozókon létező szövegek mennyisége a nyelvészeti elemzésnek is új feladatokat ad. A NYTI hatalmas szövegtesteket, szaknyelven korpuszokat gondoz és tesz hozzáférhetővé a kutatói közösség számára. Korszerű kutatás korpusznyelvészeti eszközök nélkül ma már elképzelhetetlen. Ezek bemutatása és további fejlesztési lehetőségei a tárgyai Sass Bálint írásának.

Végül a NYTI egy több évtized alatt elvégzendő feladatának számítógépes háttéréről szól Simon László cikke. *A magyar nyelv nagyszótára* húsz kötetének előállítását az MTA egyik legnagyobb vállalkozása, és egyben egyik legrégebbi adósságának a törlesztése. A folyton változó technikai környezet megújuló kihívásokkal szembesíti a Nagyszótáron dolgozó munkatársakat, akiknek az is a feladatuk, hogy a nagyközönségnek hama-

rosan elektronikus felületen is hozzáférhetővé tegyék a szótárnak ez év végére már hat kötetnyi anyagát.

Befejezésül fontosnak tartom megemlíteni, hogy az itt szereplő írások szerzői mind a NYTI fiatalabb munkatársai közül kerültek ki: többen még a doktori fokozatuk megszerzése előtt állnak. Ez alkalommal ugyanis úgy gondoltuk, demonstrálhatjuk, hogy a következő nemzedékekben milyen ambiciózus és tehetséges tudósaink vannak, és egyben lehetőséget adunk arra, hogy a tudomány olyan „szentélyében” mint az Akadémia Székházának Nagyterme, illetve egy olyan tekintélyes fórumon, mint a *Magyar Tudomány* mutathassák be kutatásaikat.

Kulcsszavak: *nyelvészet, technológia, számítógép, kísérletek, szótár*



A BESZÉDKUTATÁS TECHNIKAI ALAPÚ FEJLŐDÉSE

Gráci Tekla Etelka

PhD, MTA Nyelvtudományi Intézet Fonetikai Osztály
graczi.tekla.etelka@nytud.mta.hu

1. A beszéd kutatás

A beszéd kutatás vagy fonetika a beszéd képzésével, akusztikai lenyomatával és feldolgozásának alsóbb szintjeivel foglalkozik. A fonetika a beszédképzés vizsgálatok a beszédképző szervek felépítését és működését, a beszéd fizikai-aerodinamikai feltételeit és következményeit, az akusztikai jellemzők kutatása során a létrejött rezgések fizikai tulajdonságait, a feldolgozás vagy észlelés (percepció) górcső alá vételekor pedig a hallás folyamatát, majd az így az agyhoz jutott információk kisebb (jelentés nélküli) nyelvi egységeknek való megfeleltetését elemzi. Ezek alapján három nagyobb területre: artikulációs, akusztikai és percepció fonetikára oszthatjuk a tudományágat. Egy másik felosztási lehetőség, hogy a beszéd mely vetületével foglalkozik a vizsgálat. A közlés egyrészt beszédhangokból épül fel, amelyek a fonémák (a nyelv legkisebb, jelentés nélküli egységeinek) aktuális megvalósulásai, másrészt a szupraszegmentumokból vagy prozodémákból, azaz a fonémák „fölötti” egységekből, amelyek a beszéd „zenei” jellemzői (beszéddallam, szünet, intenzitás, beszéd- és artikulációs tempó, ritmus, hangszínzet – vö. Gósy, 2004¹). Ter-

mészetesen ezek mellett alkalmazott fonetikáról is beszélhetünk, melynek tárgya a gyakorlati alkalmazások területei (például beszédtechnológiai, beszédzavar-diagnosztikai, nyelvtanítási felhasználások).

2. Az eszközfonetika megjelenése

A legelső fonetikai megjegyzések már az időszámításunk előtti 800-as években jelentek a szanszkrit grammatikákban, majd az ókorban például a görögök, rómaiak, perzsák munkáiban is található néhány fonetikai témájú részlet. Ezek egy része a mai napig érvényes vagy kisebb módosításokkal alkalmazható, mint például a beszédhangok kategorizálása (MacMahon, 2013). Mivel a szanszkrit grammatikák fonetikai leírása a védák helyes felolvasását kívánta lehetővé tenni, ezek a beszédképzés precíz leírását és a beszédhangok csoportosítását és hosszabb beszédfolyamok néhány szupraszegmentális/prozódiai jellemzőit mutatják be. Az ókori indiai leírásokkal szemben a görög és római grammatikák főként az észleleti (perceptuális) jegyek mentén dolgozzák fel a hangzókat,

¹ A szupraszegmentumoknak többféle felosztása is lehetséges, melyek közül ez a felosztás terjedt el a magyar szakirodalomban.

azonban kevésbé előremutatóak (Kemp, 1995).

Mindezek, és még egészen a 19. századig megjelent megjegyzések vagy akár könyvek szükségszerűen a saját beszéd megfigyelésén alapultak. A legelső fonetikusok saját beszédüket, beszédképző szerveiket figyelték meg egy-egy szó nagyon gondos kiejtése közben, így gyakorlatilag izolált (egymástól külön ejtett) hangok leírását tudták megadni. Ezzel az egyes beszédhangok közötti eltéréseket nagyon részletesen le tudták írni, és egyes nyelvek közötti különbségeket is észrevettek (Tillmann, 1995). Így született meg Kempelen Farkas könyve is, amelyben részletesen elemzi a beszédképző szerveket, és a beszédhangok képzésének részletes leírását adja ([1791] 1989). Azonban már ezzel a tudással is lehetőség nyílt számára, hogy megépítse az első beszélő gépet. Kempelen gépe a megfigyelt artikulációs mozgásokat próbálta egyszerű eszközökre átvinni. A tüdőt például egy fújtató képviselte, az ajkak működését egy gumicső megfelelő befogásával lehetett utánozni.

Az első nem megfigyelésen alapuló mérések egyike Charles Darwin nagyapjához, Erasmus Darwinhoz köthető, aki a szájüregbe vékony fóliahengert helyezett, amely a különböző magánhangzók ejtésének megfelelő nyelvállások következtében eltérően deformálódott (1803, idézi Tillmann, 1995).

Technikai eszközöket a 19. század második felétől használnak a fonetikai kutatásokban. Ekkor jelenik meg Jean-Pierre Rousselot abbé *Principes de phonétique expérimentale* című könyve (1897–1908), amelyhez az eszközfonetika kezdetét kötik.

A technikai eszközök bevonása természetesen nem minden tudós számára volt ekkor még elfogadott. Például Henry Sweet 1911-ben még csak segédanyagként fogadja el az

eszközfonetika eredményeit, és megjegyzi, hogy a gyakorlott nyelvész fonetikus füle a döntőbíró (idézi Kemp, 1995). Ennek ellenére ekkor már a magyar fonetikában is megjelenik a kísérleti eszközök alkalmazásának igénye, hogy minél pontosabb, megismételhető kutatásokat lehessen végrehajtani (Balassa, 1900; Gombocz, 1900). Az első magyar eszközfonetikai vizsgálatok szintén ebben az időben jelentek meg (Gósy – Olasz, 1985): Balassa (1887) műszájpadlás segítségével a szájpadlás és a nyelv érintkezését vizsgálja a beszédhangok képzése során, amit ő stomatoskopiának nevez.

Nyilvánvaló, hogy egy eszközöket használó tudomány előtt egyre nagyobb teret nyit a technológia fejlődése. Az artikulációs vizsgálatok eszközösítése mellett a beszéd rögzítésének és a rezgések megjeleníthetőségének lehetősége játszotta a legnagyobb szerepet a fonetikai kutatások fejlődésében. A hanganyag felvétele lehetőséget adott visszajátszásra, így egyrészt az ismételt elemzésekkel az egyre precízebb eredmények, másrészt az ugyanazon a mintán végzett több szempontú vizsgálatok, valamint a nagy adatközlőszám is elérhetővé váltak. A First Sounds (URL) kutatóinak vizsgálatai alapján a legelső hangrögzítés Édouard-Léon Scott de Martinville eredménye volt. Az ő phonograph-ja a fül működését utánozva fogta fel a hangrezgéseket, amelyeket ezután papírra rajzoltatott ki (1860 körül). Ez a munka jó időre feledésbe merült, Thomas Edison a phonograph – tehát a hangot visszajátszani is tudó szerkezet – feltalálásakor (1877) nem ismerte Scott munkáját, csak később, a képi rögzítés (vagyis a phonograph újbóli) feltalálásához való kutatásaikor fedezte fel.

A fonetikai kutatásokban az első képileg rögzített felvételeket kimográfákkal készítették,

amit Carl Ludwig orvos eredetileg vérnyomásmérésre szánt (Tillmann, 1995; Booth, 1997). Az eszköz egy gumicső segítségével vezeti el a rezgéseket, melyeket végül egy körben forgó papírra rajzol ki. Ez a készülék egyszerre több rezgésjelet is tudott rögzíteni, így például a szájból kiáramló levegő és a gége (hangszalagok) rezgéseit is egy időben ki tudta rajzolni. Később a spektrográfok használata terjedt el.

Ma már a számítógépek és a memória, valamint a tárhelyek méretének folyamatos bővülésével a fonetikai kutatások minden ágának egyre nagyobb terek nyílnak. A szoftverek és az eszközök lehetővé teszik a hangzó anyag és az esetleges artikulációs csatornák párhuzamos rögzítését és elemzését.

3. A 21. század eleji fonetika technológiai háttere és előzményei

3.1. *Artikulációs fonetika* • Az artikulációs fonetika a kezdetekben egyszerű, kreatív megoldásokat alkalmazott. Darwin fent említett fóliahengere a nyelv és általában a szájüreg formáját rajzolta ki az egyes beszédhangok ejtésekor (1803, idézi Tillmann, 1995).

A kezdetekben például egy csörgőszerű eszközt is alkalmaztak, mely egy fémlap és egy rugóhoz rögzített csörgő, nyéllal. Ez az eszköz a nyelet a gégehez tartva a hangszalagok rezgését átvéve jelezte a zöng meglétét az artikuláció során (leírja: Gombocz, 1900). Ugyanakkor már Rousselot abbé könyvében (1897–1908) is pontosabb megoldások találhatóak. A nyelv és a szájpad érintkezését festéssel elemezte, azaz a nyelvet bekente egy speciális elegendővel, amely a szájpaddal való érintkezés során megfestette annak az adott hangzó képzésben részt vevő területét. Ez a palatográfia, fordítottja a lingvográfia. Még a 20. század végén is használták ezeket. Bolla Kálmán (1995) hangatlaszában például min-

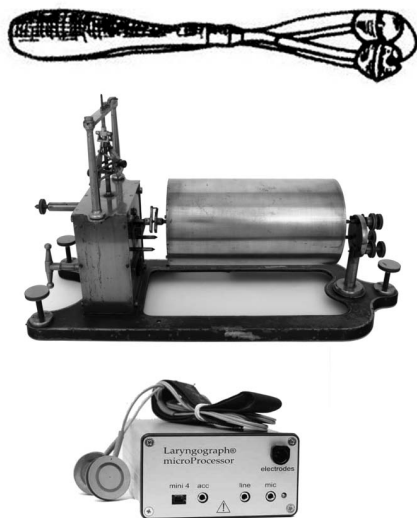
den egyes beszédhangnál mindkét festésről közölt képet (palato- és lingvogram). Ugyanakkor már a 19. század végén is megjelent a műszájpad, amely a beszélő szájpadlásához igazítva felveszi a nyelvvel való érintkezési pontokat (vö. például Balassa, 1887). Természetesen ezen módszer esetében is értelmezni kell a szerzők eredményeit az eszköz függvényében. Erről szól Gombocz Zoltán és Balassa József vitája (Balassa, 1908; Gombocz, 1908): Gombocz megkérdőjelezte Balassa eredményeit az alkalmazott műszájpad méretei miatt. Szerinte annak több mint 1 mm-es vastagsága nem tette lehetővé a természetes artikulációt, míg Balassa a kettejük eredményei közötti eltérések okát az adatközlők, a vizsgált nyelvjárás és a módszer eltérésében látja. A módszer továbbfejlesztése az elektro-palatográf kifejlesztése volt, amely egy vékony műszájpadlás, mely több mérési pontot tartalmaz. Ezekből a pontokból az elektródák vezetnek el a jelet, amely akkor keletkezik, ha a nyelv az adott pontot érinti, és záródik az elektromos kör (Stone, 2010). Ez az eszköz már a beszédhang képzése során több pillanat rögzítését is lehetővé teszi, azaz nem csak egy „statikus” képet ad a vizsgált mássalhangzóról. A hangszalagok működését Rousselot a már ismertetett kimográfákkal elemzi. Rögzítette a beszédjel rezgésképét, illetve a gégeről elvezetett rezgésképét. Ezzel kimutatta, hogy míg a francia *b* hangzó teljes időtartamában rezegnek a hangszalagok, a német *b* esetében csak az ajkak eltávolodása (a felpattanás) után kezdődik meg a rezgés, ami a francia *p*-hez teszi hasonlónvá, továbbá, hogy a német *p* esetében a felpattanás után csak később indul meg a hangszalagrezgés.

A mai kutatásokban többféle módszer közül is választhatunk a nyelv működésének vizsgálatához. Ilyen például az EMA (Electro-

magnetic Articulograph), az elektromágneses artikulográf, amely elektromágneses mezőt hoz létre, amelyben érzékeli a kísérlethez elhelyezett szenzorok helyzetét, mozgását. A korábbi modellek csak az artikulációs szervekre korlátozták méréseiket, míg ma már olyan változat is elérhető, amely egy kiterjesztett térben további szenzorokat is fel tud dolgozni (URL2). Így az artikuláció mellett lehetővé válik a gesztusok vizsgálata is, amely az artikulációs fonetikát kiterjesztheti akár kommunikációs, alkalmazkodási kutatások irányába is. Ezen eszköznek is vannak korlátai (például Hoole – Nguyen, 1997; Yunusova et al., 2009). Például akkor is kapunk mérési értéket, amikor a szenzort valójában nem érzékeli az eszköz. Ezek az esetek jól kezelhetőek egy meghatározott tévesérték-határ feletti adatok elhagyásával (Kroos, 2008).

A hangszalagregzés vizsgálatának lehetősége is kezdetben a leleményességen alapult, amint azt a csörgőszerű eszköz is mutatja, majd a technika fejlődésével a korszerű eszközök is megjelentek. A három bemutatott eszközt („csörgő”, kimográf, elektroglottográf) az 1. ábrán szemléltetjük. A hangszalagok működését ma már *elektroglottográf* (glottis = hangrés, azaz a hangszalagok közötti rés) vagy *laryngográf* (larynx = gége) végzik. Az eszköz két vagy több, a gégehez rögzített elektrodából és egy az elektromos jelet feldolgozó egységből áll, amely a hangszalagok működéséről készített felvételt a számítógéphez továbbítja. A rendszer a hangszalagok érintkező felületének nagyságát a nyaki bőrre vezetett minimális áram kiváltotta impedanciájával méri. Ezzel a módszerrel közvetlenül rögzíthető a hangszalagok közeledése és távolodása, a zárt vagy nyitott állapot időaránya.

3.2. *Akusztikai fonetika* • A korai eszközök között említettük a kimográfot, amellyel több



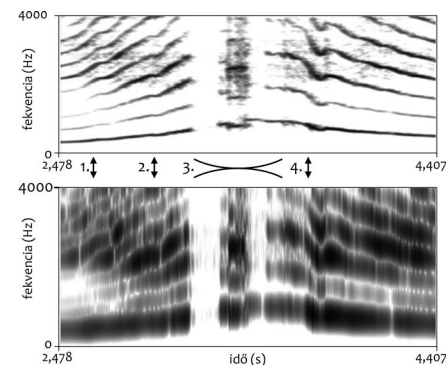
1. ábra • A hangszalagok működésének három vizsgálati lehetősége a kezdetektől napjainkig. Fent egy 19. századi rugós csörgő, középen egy kimográf, lent pedig egy elektroglottográf (vagy laryngográf) látható.

csatornán lehetett kirajzoltatni a beszéd egy-egy paraméterét, mint például a hangszalagregzés vetületét és magának a beszédjelnek az akusztikai lenyomatát. A mai technológia ezt nyilvánvalóan ugyancsak tudja, de nem csak a helyben bemozdott, hanem a korábban rögzített felvételeket is beolvashatjuk. Az egyes szoftverek többféle megjelenítést is lehetővé tesznek, így nem csak külön elemezhető a rezgéskép és a hangszínkép, hanem együtt is, valamint nem a felvétel során kell beállítanunk, hogy milyen paramétereket szeretnénk elemezni, hanem később is választhatunk. Az is nyilvánvaló evidencia, hogy számos szoftver áll a kutatók rendelkezésére – egy részük ingyenesen elérhető, míg mások licenchez kötöttek. A talán leggyakrabban alkalmazott felvételi és elemző szoftver a Praat (Boersma 2001; Boersma – Weenink, 2015).

Az akusztikai elemzések példaként egy, a hangszalagok működésére visszautaló kísérletről mutatunk be példát. A 2. ábra felső részén egy spektrogramon egy, a hangszalagok rezgésének folyamatos emelése, majd ereszkedése (glissando) során képzett áhang lenyomatát látjuk (Grácsi – Deme, 2011). A spektrogramon a legalsó vízszintes vonal, a legalacsonyabb frekvenciaösszetevő az alaphang. Ezen az értéken rezegnek a hangszalagok az adott időpontban. A magasabb frekvenciaösszetevők a felhangok. A nyilak azokat a pontokat jelölik, ahol ezek a folyamatos vonalazódások fodrozódnak, megszakadnak, avagy zajos összetevő jelenik meg. Ezeket a pontokon olyan frekvenciatartományba ért a (folyamatosan emelkedő, majd csökkenő) hangszalagregzés, ahol vagy a beszélő beszédképző szerveire vagy az ejtett hangra jellemző sajátrezonanciákon rezgés található, illetve amikor az énekes regisztrert vált, azaz olyan alaphangmagassághoz ér, ahol a hangszalagok rezgési módját, artikulációs beállításait meg kell változtatnia, hogy folytathassa az alaphang emelését. Ezeket a pontokon a hangszalagok működése megzavarodik. Ezt gyakorlott beszélő/énekes különféle artikulációs stratégiákkal könnyen feloldhatja. Elemezték a glissando mikrofonos felvételét, hogy a hangszalagregzésben történő átmeneti zavarokat (bifurkációkat) adatolhassák. Azt pedig, hogy mi lehet a jelenség hátterében (azaz milyen típusú ponthoz ért az alaphang) egyrészt ugyanebből a jelből, másrészt egy, a nyakgégei részéhez tapasztott gyorsulásmérő segítségével felvett rezgés regisztrátumaiból elemezték. A 2. ábra alsó része a felvételi eszközt mutatja, amely hétköznapi használata során egy gitár-hangszedő. Azaz hagyományos felhasználása során zenészek használják, míg az eszközfonetika korai leleményességéhez

visszatérve megjelent a mai kutatásokban is. A működési elve az, hogy a test rezgését alakítja elektromos jellé, és ezt rögzítik. A felhasználási területe pedig főként a hangszalagok alatti üregek rezgésének elemzése. Ezeket a rezgéseket a beszédjelből csak közvetetten nyerhetjük ki az ábrán látható hatások elemzésével, míg az eszköz használatával rögzíthetjük ezeket a jeleket is.

3.3. *Percepció fonetika* • A beszédpercepció vizsgálata is jelentősen támaszkodik a technológia újabb és újabb vívmányaira. A beszéd akusztikai szerkezete nagymértékben redundáns. Ez azt jelenti, hogy több olyan akusztikai jegy, jellemző (kulcs) is megjelenik a normál beszédben, amely segít egy-egy be-



2. ábra • Folyamatosan emelkedő, majd csökkenő alaphangmagassággal ejtett (glissando) áhang ejtésében létrejövő bifurkációk keskeny- és szélessávú spektrogramon, illetve a kísérletben használt felvételi eszköz: gitárhangszedő. A nyilak (1., 2., 4.) a rövid alaphangképzési zavarokat; a 3. összekötő vonal egy hosszabb artikulációs nehézséget okozó szakaszt jelöl.

szedhangról eldönteni, hogy mely fonéma megvalósulása lehet. Egy kérdés lehet például, hogy a zöngés fonémák (például *g, z, zs*) képzése során gyakran hosszabb-rövidebb időre leáll a zöngéképzés aerodinamikai okok miatt, így részben hasonlóvá válnak zöngétlen párjukhoz (*k, sz, s*). Ezekben az esetekben a beszédpercepció számos egyéb akusztikai jegyet figyelembe véve meg tudja ítélni, melyik mássalhangzó realizációját hallotta a hallgató. Ilyen jegyek például a konzonáns saját vagy a megelőző magánhangzó időtartama (a zöngés fonéma általában rövidebb időtartamban, de hosszabb megelőző magánhangzóval valószínűleg). Jellemző az is, hogy a hangsorban elfoglalt hely (szünetet követő, azt megelőző, magánhangzók közötti, mássalhangzókapcsolat hányadik tagja) hogyan hat a zöngearányára a mássalhangzóban. Természetes kommunikációs helyzetben nemcsak a fonetikai jegyek, hanem a tágabb környezet is hozzájárul a sikeres azonosításhoz. Ahhoz, hogy felderíthessük az egyes akusztikai kulcsok szerepét a beszédpercepcióban, a további jegyeket „semlegesíteni” kell. Azaz például olyan időtartamot megadni, amely mind a zöngés, mind a zöngétlen mássalhangzóra jellemző lehet, majd ebben a konzonánsban a zöngearányát változtatni. Ehhez a „hangsebészet”, azaz a felvett természetes ejtés szoftveres módosítása (Olaszy, 2003) és a beszéd-szintézis van a fonetikusok segítségére. Ezek segítségével előállíthatnak olyan hanganyagot, ahol csak a kívánt akusztikai jegy tér el (általában skálaszerűen). Ennek lehallgatása során a kísérleti személy jelöli, mi hangzott el, majd az adatokból megítélhető, hogy az adott akusztikai kulcs az elemzett körülmények között hogyan hat a beszédpercepcióra – a fenti kísérlettel folytatva, például, hogy adott hangsorbéli helyzetben milyen arányú zöngétől

észlelnek zöngés vagy zöngétlen fonémát az adatközlők (Grázi, 2013).

Egy másik magyar példa a kiegészítendő kérdőmondatok dallammenetének észlelésében használta fel a hanganyag módosításának lehetőségét (Gósy, 1993). A köznyelvi norma alapján ezen mondatokban a közlés elején található a dallamcsúcs, a dallam menete pedig ereszkedő. A beszélők azonban gyakran alkalmaznak a mondat végén az eldöntendő kérdéshez hasonló emelkedő-eső hanglejtésformát. Az elemzés kimutatta, hogy ugyanazon mondatok eltérő dallammenettel való megvalósulásakor ez utóbbi formát előbb azonosítják a hallgatók kérdésként.

A beszédészlelés és a beszédtechnológia eredményei természetesen egymás számára is felhasználhatóak. A gyermekek beszédhalásának és -észlelésének vizsgálatához létrehozta egy olyan készüléket, amelyben az egyes beszédhangoknak csak az elsődleges akusztikai kulcsai szerepelnek (Gósy et al., 1987). Azaz a zöngésséget például csak a zöngé képviseli, a magánhangzóról nem nyújt információt a mássalhangzó szerkezete stb. Ebből következően, ha a hallgató hallása nem megfelelő az adott frekvencián, vagy a feldolgozás során nem tudja jól hasznosítani a megfelelő kulcsot, a lejátszott szó helyett mást (esetleg értelmetlen hangsort) mond vissza. A *szék* szó helyett kisebb észlelési vagy hallási probléma esetében a *fék* szót fogja ismétlni a gyermek, míg súlyosabb esetben akár a *ló* vagy *ó* hangsort azonosítja.

Fordított irányú alkalmazás történt például szintetizált beszédben a beszédhangok természetesnek megfelelő időtartamának kialakítására (Olaszy, 1994). A szintetizált szöveg meghallgatása alapján kellett a kísérleti személyeknek azokat a hangokat jelölniük, melyeket túl hosszúnak vagy rövidnek éreztek.

A kapott adatok alapján módosították az időtartamokat, majd ismét percepciók kísérletnek vetették alá az eredményt. Ezzel a módszerrel a mesterséges beszéd természetességét kívánták növelni.

4. Kitekintés

A jelen tanulmány a fonetika technológiai alapú fejlődésének egy rövid, nem teljes körű, de remélhetőleg izgalmas, figyelemfelkeltő

bemutatását tűzte ki célul a kezdetektől az eszközfonetika át napjainkig. A kezdeti leleményesség, amellyel egyszerű, nem specifikus eszközök alkalmazásától a korszerű, precíz technológiáig történő fejlődés, mely minden eszközös tudományra szükségszerűen jellemző, a beszéd kutatásban is megtalálható.

Kulcsszavak: *fonetikatörténet, eszközfonetika, beszéd kutatás, nemzetközi és hazai irányzatok*

IRODALOM

- Balassa József (1887): A magyar hangok képzése. Stomatoskopikus vizsgálatok alapján. *Nyelvtudományi Közlemények*. 21, 121–125.
- Balassa József (1900): Újabb fonetikai irodalom. *Nyelvtudományi Közlemények*. 30, 121–25.
- Balassa János (1908): Magyar palatogramok. *Magyar Nyelvőr*. 37, 470–472.
- Boersma, Paul (2001): Praat, a System for Doing Phonetics by Computer. *Glott International*. 5, 9/10, 341–345. • <http://tinyurl.com/hrces8p>
- Boersma, Paul – Weenink, David (2015): *Praat: Doing Phonetics by Computer [Computer program]*. Version 6.0.08 • <http://www.praat.org/>
- Bolla Kálmán (1995): *Magyar fonetikai atlasz – A szegmentális hangszerkezet elemei*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Booth, Jeremy (1997): A Short History of Blood Pressure Measurement. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 70, 793–799. • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1543468/pdf/procrsmed00089-0065.pdf>
- Darwin, Erasmus (1803): *The Temple of Nature: or The Origin of Society*. Johnson, London • http://www.rc.umd.edu/editions/darwin_temple/
- Gombocz Zoltán (1900): A kísérleti fonetika és a nyelvtanítás. *Magyar Paedagógia*. 3, 180–187.
- Gombocz Zoltán (1908): Magyar palatogramok. *Nyelvtudományi Közlemények*. 38, 193–204.
- Gósy Mária (1993): A kiegészítendő kérdések felismerésének sajátosságai. *Magyar Nyelv*. 89, 4, 413–424.
- Gósy Mária (2004): *Fonetika, a beszéd tudománya*. Osiris, Budapest
- Gósy Mária – Olasz Gábor (1985): A magyar kísérleti fonetika első évtizedei. *Nyelvtudományi Közlemények*. 87, 109–121.

- Gósy Mária – Olasz G. – Hirschberg J. – Farkas Zs. (1987): New Method for Audiometry: The G-O-H Measuring System Using Synthetic Speech. *Proceedings of the XIth International Congress of Phonetic Sciences*. Tallinn, 1987. Vol. 4. 185–188.
- Grázi Tekla Etelka (2013): Voiced Part Ratio and [voice] Identification. Elhangzott: XVIth Summer School of Psycholinguistics. Balatonalmádi 2013. máj. 25–29.
- Grázi Tekla Etelka – Deme Andrea (2011): A szubglottális rezonanciák megjelenése az éneklésben. Elhangzott: XIII. *Pszicholingvisztikai Nyári Egyetem*. 2011. máj. 22–26.
- Hoole, Philip – Nguyen, Noël (1997): Electromagnetic Articulography in Coarticulation Research. *Forschungsberichte des Instituts für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universität München*. 35, 177–184. • <http://tinyurl.com/hwzwdul>
- Kemp, J. Alan (1995): Precursors to Modern Approaches. In: Koerner, Ernst Frideryk Konrad – Asher, Ron E. (eds.): *Concise History of the Language Sciences. From the Sumerians to the Cognitivists*. Pergamon, Oxford, 371–387. • <http://tinyurl.com/zdhdvhm> (nem teljes)
- Kempelen Farkas ([1791] 1989): *Az emberi beszéd mechanizmusa, valamint a szerző beszélőgépeinek leírása*. (Fordította: Mollay Károly) Szépirodalmi, Budapest
- Kroos, Christian (2008): Measurement Accuracy in 3D Electromagnetic Articulography. (Carstens AG500). In *Proceedings of 8th International Seminar on Speech Production*. Strausbourg, 61–64. • <http://tinyurl.com/z87lzc>
- MacMahon, Michael K. C. (2013): Orthography and the Early History of Phonetics. In: Allan, Keith (ed.): *The Oxford Handbook of the History of Linguistics*. Oxford U. P., Oxford DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199585847.013.0006 • <http://tinyurl.com/zzex8qf>

- Olaszy Gábor (1994): Hangidőtartam-módosító kísérletek a gépi beszéd ritmusának javítására. In: Gósy Mária (szerk.): *Beszéd Kutatás 1994*. Az MTA Nyelvtudományi Intézete, Budapest, 140–151.
- Olaszy Gábor (2003): Az artikuláció akusztikai vetülete – a hangsebészet elmélete és gyakorlata. In: Hunyadi László (szerk.): *Kísérleti fonetika és laboratóriumi fonológia 2003*. Debreceni Egyetem, Debrecen, 241–254.
- Rousselot, Jean-Pierre (1897–1908): *Principes de phonétique expérimentale*. I–II. Welter, Paris Tome 1: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5727902b> Tome: 2 • <http://tinyurl.com/guwuwmy>
- Stone, Maureen (2010): Laboratory Techniques for Investigating Speech Articulation. In: Hardcastle, William J. – Laver, J. – Gibbon, F. E. (eds.): *The Handbook of Phonetic Sciences*. Willey-Blackwell, Oxford, 9–38.
- Sweet, Henry (1911): *Encyclopedia Britannica*. <https://www.studydrive.net/encyclopedias/bri/>
- Tillmann, Hans G. (1995): Early Modern Instrumental Phonetics. In: Koerner, Ernst Frideryk Konrad – Asher, Ron E. (eds.): *Concise History of the Language Sciences. From the Sumerians to the Cognitivists*. Pergamon, Oxford, 401–415.
- Yunusova, Yana – Green, J. R. – Mefferd, A. (2009): Accuracy Assessment for AG500, Electromagnetic Articulograph. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 52, 547–555. DOI: 10.1044/1092-4388(2008/07-0218) • <http://tinyurl.com/h9nw08z> URL1: www.firstsounds.org URL2: www.youtube.com/watch?v=7c8T-2Tqqns



A SZEMMOZGÁSKÖVETÉS SZEREPE A NYELVI MEGÉRTÉS MENTÁLIS FOLYAMATAINAK VIZSGÁLATÁBAN

Káldi Tamás

Magyar Tudományos Akadémia Nyelvtudományi Intézet
kaldi.tamas@nytud.mta.hu

A szemmozgáskövetés módszerét már több mint egy évszázada ismerjük, de csak az elmúlt néhány évtizedben vált a beszédmegértés háttérében zajló mentális folyamatok vizsgálatának általánosan használt módszerévé. A szemmozgáskövető eszközök egyre kifinomultabbá váltak, melynek köszönhetően az elmében rendkívül gyorsan lezajló mentális folyamatokat mára valós időben is vizsgálhatjuk. Így a szemmozgáskövetéses vizsgálatok eredményei nagymértékben átrajzolták azt a képet, amelyet a korábbi elméleti kutatások vázoltak az ember elméjében zajló beszédértési folyamatokról. Ezek vizsgálata a pszicholingvisztika tárgykörébe tartozik. A jelen írásban először arra térünk ki, hogy mi indokolja a szemmozgáskövetés használatát a pszicholingvisztikai kutatásokban. Ezek után bemutatjuk a pszicholingvisztikában leggyakrabban használt szemmozgáskövetéses kísérletípust, és röviden tárgyaljuk a módszer technikai hátterét. Végül két példa segítségével megvilágítjuk a szemmozgáskövetésnek a megértési folyamatok vizsgálatában betöltött szerepét.

A szemmozgáskövetés biológiai és pszichológiai háttere

A szemmozgáskövetéses pszicholingvisztikai vizsgálatok háttérében álló két kiinduló felté-

telezést a legegyszerűbben a következőképpen foglalhatjuk össze: i) tekintetünket *arra* irányítjuk, *amire* a figyelmünk is irányul, ii) a tekintetünket *akkor* irányítjuk a figyelmünk tárgyára, *amikor* arra figyelünk.

Az első feltételezés egyrészt a szem biológiai felépítéséből következik. A retinán található fényreceptorok speciális elhelyezkedése révén látásunk csak egy kis foltban éles: a teljes élességű látás szöge mindössze 2°, vagyis egy, a szemünkől 64 cm-re lévő síkon egy 2,5 cm átmérőjű körben látunk élesen. Ezen a körön kívül a látás élessége drasztikusan csökken (URL1). Másrészt, a szem anatómiai tulajdonságairól szerzett ismereteinken túl, szintén az első feltételezést támasztják alá az emberi figyelemről szerzett általános ismereteink. Már William James, a „modern kognitív pszichológia atyja”, és az ő nyomdokain járó számos kísérleti pszichológus is rámutatott arra, hogy figyelmünk szelektív: *pluribus intentus, minor est ad singula sensus, azaz 'aki sokfelé figyel, semmire sem figyel igazán'*. A szelektív figyelem pedig egyúttal azt is jelenti, hogy a megfigyelt tárgyon kívül minden más a figyelmünkön kívül reked. A figyelem általános tulajdonságaiból fakadóan a vizuális figyelem is erősen szelektív: miközben kénytelenek vagyunk arra irányítani a