

LINGUISTICA

SERIES C

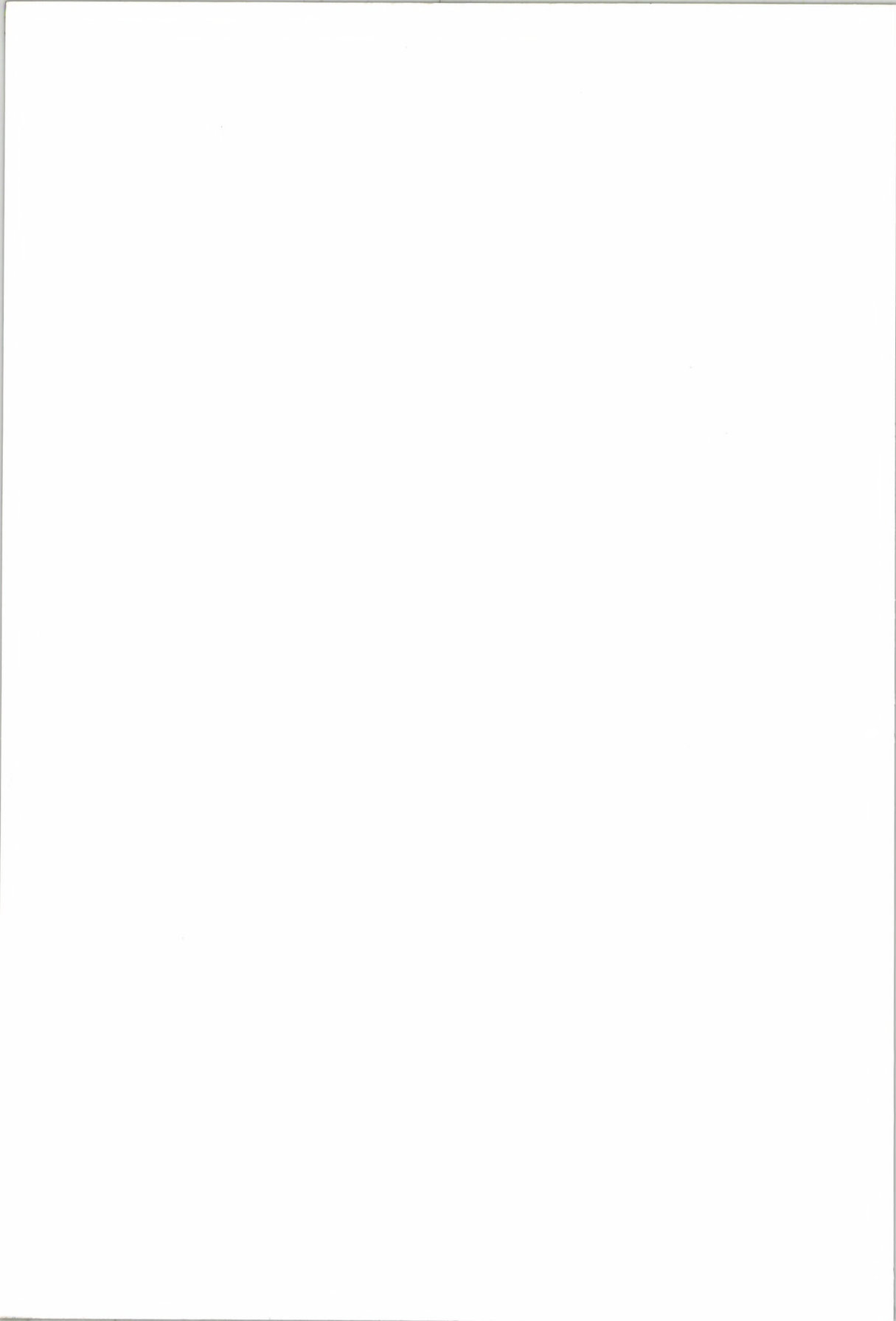
RELATIONES, 5.

TARNÓCZY TAMÁS

AZ EMBERI ÜZENETVÁLTÁSRÓL

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA NYELVTUDOMÁNYI INTÉZETE
INSTITUTUM LINGUISTICUM ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE

1992



LINGUISTICA
SERIES C
RELATIONES, 5.

AZ EMBERI ÜZENETVÁLTÁSRÓL

LINGUISTICA

SERIES C

RELATIONES, 5.

TARNÓCZY TAMÁS

AZ EMBERI ÜZENETVÁLTÁSRÓL

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA NYELVTUDOMÁNYI INTÉZETE
INSTITUTUM LINGUISTICUM ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE

1992

ISBN 963 8461 59 4
ISSN 0866-4196

©1992. Az MTA Nyelvtudományi Intézete

Computer typeset by MATEX .

Felelős kiadó: Kiefer Ferenc

AZ EMBERI ÜZENETVÁLTÁSRÓL*

1. Hírközlés és üzenetváltás

A mai tudományos gondolkodásmód sok új tanulmányozni való feladatot jelöl ki, sok új témát, sőt tudományterületet teremt. Ezek mindegyikének közös jellemzője a matematikai–logikai tárgyalási mód és a sok szakterületre való érvénykiterjesztés. A „kibernetika”, „információ-elmélet”, „rendszer-szabályozás”, „kommunikáció” stb. kifejezések egyaránt szerepelnek a matematikában és a szociológiában, a mérnöki tudományokban és a biológiában. Tegyük hozzá, hogy nem mindig és mindenütt azonos jelentéssel és sokszor nagy jelentésbeli átfedésekkel.

Ezeknek a fiatal tudományterületeknek a tárgyi meghatározása elég nehéz. Magyarul a kibernetika kormányzástan, vagy *szabályozástan*: az információelmélet *hírközléselmélet*; a kommunikáció pedig kölcsönös hírközlés, párbeszéd, eszmecsere vagy *üzenetváltás*.

Foglalkozzunk először az „információ” értelmezésével. A köznapi szóhasználat homályossá teszi az értelmezést, hiszen az információ a magyarban legalább hét szót helyettesít: tájékoztatás, felvilágosítás, közlemény, közlés, jelzés, értesítés, (értesülés), üzenet, hír (hírközlés). A magyar nyelvű tudományos irodalomban leginkább a két utolsó változat szokásos, vagyis ezek felelnek meg az „információ” értelmezésének. Az információnak magának nincs mérési utasítása, meghatározó képlete. Az elemi információelméleti fogalom, amit matematikailag meg tudunk határozni, a *hírérték* (negentropia). A természet egyik fontos jelensége a *híráramlás*, a hír értelmi anyagának szállítása valamilyen fizikai hordozó útján.

* Ezt az eszme-futtatást egy nagyobb monográfia első fejezetének szántam és már 1987-ben kész voltam vele. Közbejött egyéb munkák miatt azonban bizonytalan időre félre kellett tennem. Ezért — hogy ne vesszen el — ezt a fejezetet különálló közlemény formájában kívánom közreadni.

A hír lehet tájékoztatás, figyelmeztetés vagy utasítás jellegű, de mindig valamilyen magatartásra ösztönöz. Leggyakrabban élőlény élőlénynek adja át a híryananyagot, de ez nem kizárólagos. Ha a megcélzott vevő jelzi a kiküldött hír tudomásul vételét vagy újabb hír formájában válaszol, kölcsönössé válik a folyamat.

A kölcsönös hírközlés egyik leggyakoribb formája az emberek közötti párbeszéd (beszédkommunikáció), lényegében ennek alapjaival kívánunk foglalkozni. Hangsúlyozzuk azonban, hogy az üzenetváltás tágabb értelmezését sem zárjuk ki (például süketnémák közötti vagy ember-gép párbeszéd).

Kétségtelen, hogy az „információ” fogalmi tartalmának meghatározása meglehetősen nehézkes. Ma már nem kielégítő az eredeti Shannon-féle (1949) definíció, amely szerint a hír sem nem anyag, sem nem energia, de mégis *meghatározza a biológiai és fizikai történések lefolyását*. Tény az, hogy a hír nem maga a fizikai valóság, hanem az abba rejtett tartalom. A hírt hordozó „jel” tulajdonképpen titkosítás, amit csak a rejtjelezést ismerő felfogó alany képes megfejteni.

Tágabb értelemben az információ fogalomkörébe tartozik valamely megállapodás-szerű jelrendszeren belül mindennemű szándékolt és tudatosan értékelt közlés, néha e kettő közül csak az egyik, sőt egyik sem. Azok a biológusok, akik a gének információs hatásáról beszélnek, feltételezik, hogy a sejt valamilyen közlés alapján (ami lényegében maga a gén vagy a DNS molekula) képes bizonyos molekuláris kapcsolatokat lemásolni. A sejtről magáról nem tételezhető föl, hogy benne valami központi intellektuális szerveztség foglalkozna a hírérték tudomásulvételével és lemásolásával. A biológiai átalakulás mégis ezt a folyamatot tükrözi. A példában sem a közlési szándék, sem a közlés tudomásulvétele nem tekinthető tudatos tevékenységnek, a sejtbe mégis be van építve. A megállapodás-szerű jelrendszer ezúttal természetes adottságnak tekintendő, hiszen semmi mással, mint a génekkel közölt parancsok változatával, az elmondott hatást nem lehet elérni.

Mi a helyzet akkor, ha a közlési szándék ugyan megvan, de a tudomásulvétel önműködő vagy gép? Lehet-e ekkor információról beszélni? Ilyen eset az ember által végzett *gépi vezérlés*. A hír az ember tudatából indul ki, s ezt a géppel valamilyen mechanikai, elektromos vagy másfajta jeladás formájában közli, a gép viszont csak a beépített logika alapján veheti tudomásul a hírértéket. Ebből a szempontból minden gép célgép, vagyis csak olyan hírt vehet tudomásul, amellyel a szerkesztője eleve „megbízta”. Ez még a legintelligensebb számítógépekre is érvényes.

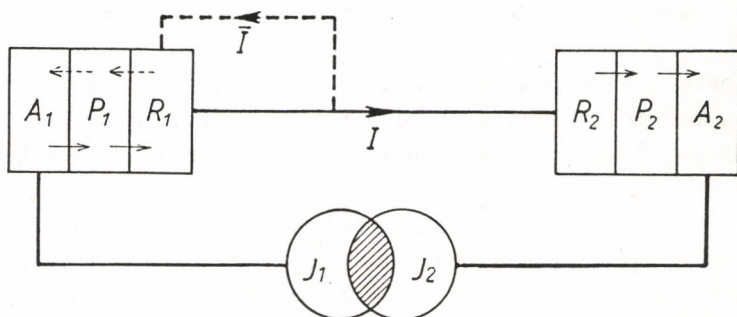
Nézzük az ellenkező formát. A reggel kisütő nap az ember részére hírközlés. Jelentése: szép idő van. A közlési szándék hiányzik, a tudomásulvétel, illetőleg adatfeldolgozás azonban ugyanaz, mint amikor szándékolt adatközlés értékelését végezzük. Kétségtelen, hogy ebből a szempontból minden ter-

mészeti jelenség, művészi vagy technikai alkotás, új hatás vagy benyomás, az emberi megfigyelő oldaláról nézve, hírközlésnek tekinthető.

A szoros értelemben vett hírközlés természetesen mindhárom alapfeltételnek eleget kell hogy tegyen. Meg kell lenni a tudatos közlési szándéknak, megállapodásnak kell léteznie a közlő és a tudomásulvevő között a jelek jelentéstartalmát illetően, és végül az adatfeldolgozás eredményeként a jelentés-tartalom egészére vonatkozólag a fölvevő számára teljes felvilágosítással kell szolgálnia. Nem lehet kétséges egy percig sem, hogy e hármas követelménynek elsősorban az emberi agy szervező és koordináló képessége tud eleget tenni, azaz a tartalmi értéket hordozó híryanag közlésének és tudomásulvé-telének a *legtökéletesebb alanya az ember*.

Anélkül, hogy az előbbi alapfeltételek részletes fejtegetésébe bocsátkoz-nánk, beláthatjuk, hogy egy tágabb értelmű kölcsönös hírközlés az állatvilág-ban is létezik, ember és állat között, sőt ember és gép között is elképzelető. Akár az egyirányú, akár a kölcsönös hírközlés céljára sokféle energia (vegyi, optikai, akusztikai) használható föl. Az energia a jel, amely közvetíti szá-munkra a híryanagot, de magát a hírt — tartalmi értelemben — a jelekhez fűződő magállapodás-szerű tartalom rögzíti.

A biológiai hírközlő lánc vázlata az 1. ábrán látható. Bármilyen optikai, akusztikai, tapintási vagy másfajta hírközlési folyamat jellemezhető ezzel a modellel. A hír áramlási iránya egyoldalú. Az adó oldalán az adó saját jel-rendszerében megfogalmazódó agyi indítást, a vevő oldalán pedig a vevő jel-rendszerére szerinti azonosítást (tudatosulást) az A jelű rekesz szemlélteti.



1. ábra. Az emberi hírközlő lánc általános vázlata: A az agyi irányító, illetve értékelő szintet jelzi, P az idegi jelfeldolgozás szintje, R a jelformáló, illetőleg jelezékelő szint, I a fizikai hírtartalom (információ), végül J_1 a közlő és J_2 a fölvevő jelkészlete. Az ábra fontos része az információ visszacsatolása a jelküldő saját érzékszervére (\bar{I}).

A hírközlő oldalon a mozgató idegekhez futó parancsok szervezését, a tudomásul vevő oldalon az érzékszervektől az agyba vezető idegek és idegduccok működését (az érzékelést) a *P* jelű rekesz jelképezi. Végül az adó oldalon az adás-mechanizmust, a vevő oldalon a fölfogó mechanizmust az *R* jelű rekesz érzékelteti. A *receptió*, *percepció*, *appercepció* sorozat természetesen csak a vevő oldalán indokolt jelölési rend, de a szimmetria kedvéért az adónál is így jelöltük. Az appercepció — percepció megkülönböztetésben a szakirodalmi nyelvezet nem egységes, sőt a teljes tudatosulást kogníció (angolszász cikkekben esetleg „recognition”) kifejezéssel jelölik.

Az 1. ábrán a baloldali egység a közlő, a jobb oldali a tudomásul vevő. A mechanizmus nem szimmetrikus, mert a visszacsatolás vagyis önellenőrzés (\bar{I}) csak az adó oldalán működik.

Az üzenetváltás az adó és vevő helyzete szempontjából más okokból sem szimmetrikus. Vegyük például a beszédközlést. Az adó oldal, vagyis a pillanatnyi hírközlő előnye, hogy a nyelvi vagy jeltartalmi megfogalmazás az ő agyában ölt testet, továbbá, hogy a beszélőszerveinek izomműködését ellenőrzi és szabályozza. Ezenfölül éppúgy hallja a szöveget, mint a vevő. Ez utóbbiban tehát a felek egyenrangúak. A közlő fél említett előnye valószínűleg nemcsak a közvetlen ellenőrzés, hanem a hosszú idejű emlékezés pontosságában is megmutatkozik. Köznyelven szólva: ő nemcsak hallotta a szöveget, hanem meg is fogalmazta és el is mondta. A vevő ugyanakkor csak a hallott anyagra, esetleg a szájmozgásra támaszkodhat.

Teljesen szimmetrikus azonban a hírközlő rendszer ilyenkor is a jelkészletek szerepe szempontjából. Az adó és a vevő hírtartalmi jelkészlete általában nem azonos, de közös halmazzal rendelkeznek. A hírközlés annál tökéletesebb, minél inkább egyezik ez a közös halmaz magával az adó, illetőleg a vevő jelkészletével. Ezen, persze, nemcsak a jelölés, hanem a jeltartalom (jelentés) is értendő.

A jelentés értelmezésének fokozatai közül a fontosabak a *fonetikai*, a *nyelvi* és a *logikai* tartalmúak. A jelkészletek szerepére vonatkozó általános megfontolásban figyelembe kell vennünk a nyelvtudomány korábbi eredményeit, hiszen a jel (signal, sign, Zeichen) fogalmát Saussure már 1916-ban meghatározta, és pedig egyrészt mint a jelentéstartalom és az adott hangsor közti kapcsolatot, másrészt mint két megjelenési forma közötti megkülönböztető jelleget. Az utóbbi alapján állnak a pszichológiai nyelvészet képviselői (Hörmann, 1979). A mi szempontunkból ennél tovább kell mennünk, mert nem a nyelvvel, hanem az annál általánosabb híryanaggal foglalkozunk.

Az első titkosítás a gondolatnak megfelelő (pl. akusztikai) jelsorrá alakítása, de az így keltett — immár tartalommal felruházott — jelsor továbbra sem teljes értékű. Az adó szótárkészlete az 1. ábra szerint nem biztosan azonos a vevőével, továbbá a „járulékos jelentések” halmazának az adó ál-

tal értelmezett tagja rendszerint csak további magyarázattal egyeztethető a vevő oldal jelentéshalmazának megfelelő elemével. Rendszerint fordításkor derül ki, hogy a pontos jelentéstartalom a lefordított szövegben járulékos magyarázatra szorul, ezért a fordítás rendszerint hosszabb, mint az eredeti szöveg.

A megértés akadálya azonban nemcsak a jelkészletek természetes eltéréseiben lelhető föl (társalgás két, egymás nyelvét kevéssé ismerő egyén között), hanem az idegen szakterületek egymástól eltérő jel-szimbolikájában is (szakmai zsargon). További akadályai lehetnek a hírközlésnek szellemi, idegi és szervi defektusok, a jelentésből vagy a helyzetből adódó félreérthetőség, végül a fizikai jel valamilyen torzítottsága, elsősorban külső zavarás folytán. A hibák egy része szempontjából az egyoldalú hírközlő rendszer ismét nem szimmetrikus, mert az adó oldali hiányosságok a visszacsatolás működését is megnehezítik, s ezáltal a kiküldött fizikai jel maga is eltorzul.

Az információátvitel helyessége szempontjából nagy szerepe van a zavarok okozta hibák kijavításának. A természetes üzenetváltásban a pontos, világos és rövid híryanag átadása a cél. Az állatvilágban így is alakult ki. Az ilyen híryanag azonban nagyon érzékeny a torzításokra. Sőt, minél pontosabb és rövidebb az információ, annál érzékenyebb rá. Elég, ha egy nehezen olvasható írás egy-egy szavának felismerhetetlenségére gondolunk. Ilyenkor az emléktár anyagából kell kikeresnünk a legvalószínűbb megoldást, majd azt az egész közlemény tartalmába beágyazva kell hitelesítenünk. Még így is követhetünk el hibákat. Ezért az anyag *terjengőssége* (redundanciája) irányában kell közleményünket megváltoztatni. Például a katonai rádióadókon minden szót vagy mondatot meg kell ismételni, a légi- és űrközlési szótárban pedig a rövid szavak helyett hosszabbakat kell használni, pl. yes = *affirmative*, no = *negative*.

A terjengősség vagy többszörös biztosítás a biológiai hírközlés egyik legfontosabb elve. A megértés érdekében az ismétlődések nélkülözhetetlenek és szokásos velejárói például a filozófiai eszmefuttatásoknak. Ha beszélt szövegről van szó, más jelformájú, de hasonló jelentésű üzenetek változtatása és egyéb fogások élénkíthetik az egyszerű párbeszédet. Ezáltal is a terjengősség fokozódik, de a megértés biztosabbá válik.

A jelkészletre vonatkozó megfontolás gondolatsorát Colin Cherry (1957) annyiban fejlesztette tovább, hogy rámutatott a szavakkal kifejezhető fogalmak sokrétűségére. A „civilizáció”, „szabadság” vagy „boldogság” olyan sokféleképpen értelmezhető, hogy a gondolati árnyalatok tökéletes kifejezésére sokkal több szimbólumra (szóra), egy-egy nyelven belül is „csillagászati számokra” volna szükség. Saját véleményünk szerint ez a jelenség egyik fontos oka a második rejtjelezéssel „titkosított” kifejezések használatában mutatózó kényszerű terjengősségnek (redundanciának).

2. A hírközlés technikája

Ma hírközlésen már általában az újság, könyv, film, rádió és televízió (nem túl szerencsés szóval: médiumok, de semmi esetre sem médiák) működését értjük. Pedig ezek a mesterséges hírközlési módok csak az utolsó 600, 100, illetve 50–80 év fejlődésének az eredményei. A biológiai hírközlés legegyszerűbb formái viszont azóta léteznek, amióta az első egysejtűek kialakultak. A továbbiakban tartsuk ezt mindig szem előtt.

A közvetlen emberi hírközlés és üzenetváltás legtökéletesebb formája a beszéd és az ebből kifejlesztett írás. Az állat — mint említettük — ennél alacsonyabbrendű közlési módszerekkel (gesztus, hang, tárgyi jelzés) rendelkezik, de nem zárhatjuk ki, hogy sejteken belül végbemenő biológiai folyamatok, sőt talán kissé bátrabban fogalmazva, akár molekuláris folyamatok is ne lennének úgy rendezhetők, hogy általuk tulajdonságok vagy adatok közvetítése ne válna lehetségessé. A tulajdonságok vagy adatok közvetítésén a közlés megtörténtét és tudomásulvételét, azaz az okot, az okozatot és azok kapcsolatát kell értenünk. Ebben a megfontolásban tehát a tágabb értelemben vett információ — még a Shannon-féle meghatározás szerint is — az élővilág minden változásán uralkodik és azt kormányozza.

Ugyanebben az értelemben beszélhetünk a gépeknek adott vagy a gépek által tudomásul vett utasításokról, illetőleg a gépi hírközlés lehetőségeiről. Bár a gépek képessége kizárólag az emberi agy által létrehozott és a gépekbe beépített logika függvénye, ezen a logikán belül a gépek képesek a kapott híryanag átvételére és rendeltetésszerű földolgozására.

A hírközlés és az üzenetváltás egyik fontos rendezési elve, hogy közelre vagy távolra ható közlésről van-e szó. A közelre ható közlés, például a beszéd vagy a taglejtés azonnal értelmezhető és megválaszolható. Ez tulajdonképpen a legtermészetesebb és legközvetlenebb üzenetváltás. A távolra ható jelküldés (írott szöveg vagy hangszalag) már nem ilyen közvetlen, ráadásul időben is elhúzódó üzenetváltási forma. A kölcsönös képtovábbítással egybekötött jó minőségű telefonálás megoldásától még messze vagyunk.

A gyors hírtovábbításnak a történelem folyamán mindig nagy jelentősége volt. Aiszkhülosz Agamemnon című tragédiájában leírja, hogyan közölték a trójai győzelmet egyetlen éjszaka alatt egy Trója melletti hegycsúcsról a 800 km távolságban álló Argosz városába. A tűzjelek látástávolságban álló hegycsúcsokról hegycsúcsokra vitték tovább a hírt. Az ősi ismertetés valódiságát igazolja, hogy a görög posta az 1950-es években a leírás alapján megismételte a kísérletet. és az fényes sikerrel járt. Ugyanezt a gyors hírtovábbítást az afrikai dobolási rendszerrel is el lehet érni. Akár az optikai, de még könnyebben az akusztikai eljárással bonyolult tartalmú üzenetek is továbbíthatók, csak a megfelelő jelkészletet kell összeállítani. Egyszerű megoldás például a *morze-jelzés* mélyebb és magasabb hangú dobbal.

Általában azonban a fontos vagy titkos üzenetek továbbítása a ló vágatási sebességéhez volt kötve több ezer éven át. Sőt tengeren még a hajók bizonytalan és időjárástól függő lassúságát is figyelembe kellett venni. Napoleon Waterloo (Bruxelles) melletti vereségéről Londonba 3 nap alatt jutott el a hír, Amerikában pedig csak 44 nap múlva közölték az újságok a győzelmet. Ez 1815-ben történt, ma pedig a napi világeseményeket este már látjuk a képernyőn.

Foglalkozunk a továbbiakban a kétoldalú hírközlés, tehát a kommunikáció módozataival. A *communicare* latin igéből származó kifejezés jelentése beszélgetés, tárgyalás, megbeszélés, társalgás, kölcsönös közlés stb. A latinban a szótó közvetlen kapcsolatban van a *communitas* főnévvel, amelynek első jelentése társaság, közösség, de jelenti az emberek egymással való kapcsolatát, bánásmódját, jogszerű és emberszerű viselkedését is, vagyis *magát az emberi társadalmat*. Ez a szókapcsolat a magyarban is föllelhető a társalgás — társadalom szópárban. A kommunikáció tehát olyan fogalmat takar, amely a társadalom alapvető sajátságai közé tartozik. Emberi társadalom az emberi üzenetváltás lehetősége nélkül elképzelhetetlen.

Legyen tehát a „kommunikáció” a mi szóhasználatunkban kölcsönös hírközlés vagy üzenetváltás. A társalgás kifejezés köznapi jelentése miatt talán zavaró lenne, de a párbeszéd ugyancsak kifejezi a latin szó legfontosabb jelentéstartalmát. Íme, négy kitűnő magyar szó, amelyet kizoríthat egy divatos „tudományos” kifejezés. Meghatározásának lényeges elemei:

- (1) a közlési szándék (vagy képesség),
- (2) a közös jelrendszer,
- (3) a fölismerés biztonsága (vagy képessége),
- (4) a visszajelzés lehetősége és
- (5) a folyamat lelki, szellemi vagy testi alakító hatása.

Ha a feltételek valamelyike hiányzik, nem alakulhat ki egyáltalán, vagy nem alakulhat ki hasznos üzenetváltás.

Ha két személy telefonon akar értekezni, és az egyik csak kínaiul, a másik csak magyarul tud [hiányzik a (2) föltétel], nincs lehetőség üzenetváltásra. Ha ugyanez a két ember személyesen találkozik, mosollyal, jelbeszéddel némi kapcsolat mégis teremthető közöttük. A visszajelzés hiánya vagy lehetetlensége szintén akadály. Az újság, rádió, televízió csak addig tekinthető „tömegkommunikációs” eszköznek, amíg visszajelzésre vagy vitára alkalom és lehetőség nyílik. Ha valamely parancsuralmi rendszerben a rádió hírszolgálat a egyoldalú és a hallgatók nem közölhetik e fölötti elégedetlenségüket, a rádió csak „tömeginformációs” eszköz marad, hiszen a (4) pontban említett föltétel nem teljesül, a visszajelzés reteszelve van. Olyan esetet is említhetünk,

amikor az (5) pontunk nem teljesül. A nevelő magyarázata vagy rábeszélése egy megrögzötten rosszindulatú tanítvány számára, akire a szöveg értelmi vagy érzelmi része semmi hatással nincs, szintén nem sorolható az üzenetváltás kategóriájába. Viszont párbeszédet indíthat el személyes jópélda, sőt üzenetváltás elindítója lehet a tánc, a vallási szertartás, sőt egy közlekedési rendőr útmutatása is, hiszen a kölcsönös hírközlés feltételei megvannak.

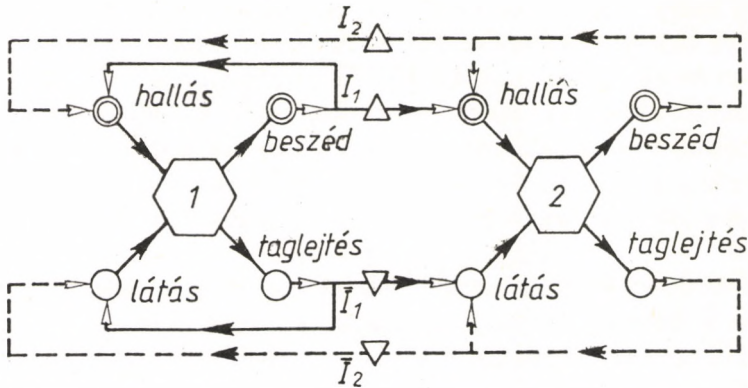
A valódi üzenetváltáshoz mindig föl kell tételeznünk a kölcsönös válasszadás képességét. Ezúttal nem engedhetjük meg az egyirányú hírközlés szélsőséges formáit (közlekedési jelzőtáblák). Jelenlegi ismereteink szerint ezéért *valódi üzenetváltás csak biológiai egyedek között folyhat*. Sőt, a lehetőségek az érzékelő szervek korlátozott száma miatt tovább szűkülnek. Ezért a 2. ábrán közölt modell két ágra bővül, s egyben jóval bonyolultabbá válik. Itt a két biológiai egyed adóként és vevőként szerepel, miközben két értesítési és fölfogási (akusztikai és optikai) lánc-együttes, sőt ezek keresztezett működése is lehetséges.

Ezúttal nem tüntettük föl a jelkészleteket, föltételeztük, hogy elég kevés számúak ahhoz, hogy pontosan azonosíthatók legyenek. A hangi, ill. képi jelsor kezdeti esetben csak elemi hangokkal vagy képi jelekkel való hírközlést jelent. Ha azonban a két lánc beszéddé és írássá fejlődik, nagyon sok új nehézséget kell tudomásul vennünk és elhárítanunk, hogy az üzenetváltás tökéletes legyen.

A biológiai világban ennél többféle közlési láncot is ismerünk, például mechanikai (tapintási) és kémiai (szaglási) úton lebonyolódókat. Az idők folyamán kialakult híradási láncok használata az egyes fajtákra jellemző, és a jelzéseket minden egyed egyenrangúan alkalmazza. Nincs még teljesen tisztázva, hogy magának a módszernek a birtoklása mennyiben születési adottság és mennyiben tanulás eredménye. Valószínűleg mindkét tényező hat a módszer elsajátításában.

A hírközlő láncban keresztbefutó értékelési formák is kialakulhatnak, például akusztikainak induló jel optikailag is tudomásul vehető (szájról olvasás), vagy az optikainak szánt jelnek lehet némi akusztikai tartalma is (a régi kopogóbotos zenekari vezénylés).

Ha az üzenetváltás több csatornán folyik, a fölismerés pontosabb. A nagyothallók számára például — de tegyük hozzá, hogy az ép hallók számára is — nagy segítség, ha a beszélő társ szájmozgását és taglejtését is észlelhetik. Ezt aényt már Kempelen Farkas (1791) is megjegyzi.



2. ábra. Két ember akusztikai és optikai üzenetváltásának vázlatja. Egyben annak bemutatását is szolgálja, hogy két ember taglejtéssel kísért beszélgetésekor rövid idő alatt milyen bonyolult átértékelési folyamatok játszódnak le az agyban (párhuzamos észlelés). A körök az adó és vevő megfelelő végkészülékeit, a háromszögek az információ-áramlást jelképezik.

3. Jel és jeltartalom

A közlésre fölhasznált jelrendszer *zárt* vagy *nyitott* aszerint, hogy a jelkészlet elemei maguk bírnak jelentéstartalommal, vagy pedig kevés számú elemből tetszés szerinti kombinációval más-más jelentéstartalmú csoportokat képezhetünk. Zárt jelrendszerre példa a méhek tánca, amivel a mézszerzési hely irányát, távolságát és minőségét közlik. Nyitott jelrendszer például a betűkészlet, amelyből megfelelő kombinációval bármilyen jelentéstartalmú szó összeállítható.

Kezdetben az ember jelkészlete gondolatainak kifejezésére nagyon szegényes lehetett. Ebben az „ősbeszédben” egyszerű közlésekre, utasításokra, a lét, a zsákmányszerzés és a társasélet legfontosabb tennivalóinak kifejezésére felkiáltásokat, taglejtéseket, tárgyi jeleket egyaránt használt, végül azonban előtérbe került az artikulált hangkapcsolatokkal megvalósuló hírközlés. A nyelvtani kategóriák kidolgozása már magas értelmi és kulturális szintet igényelt. A beszéddel párhuzamosan fejlődött az események és benyomások ábrázolási képessége is. A beszéd is és a képi rögzítés is a gondolat kifejezése és hírközlés jellegű átadása, tehát mindkettő az emberi eszmélés korszakában jött létre. A barlangi rajzok korát nagyjából meg tudjuk állapítani, de ez a képesség is nyilván korábban alakult ki. Hangi közlés biztos hogy azóta van, amióta az ember emberré lett, a beszéd pedig értelemszerűen párhuzamosan fejlődött a társas lényvé válással. De nem egyik pillanatról a másikra, hanem fokozatosan. Nagyon valószínű, hogy az ember 250 000 évvel ezelőtt már sok

hírt tudott hangi és képi úton közölni, és 100 000 évvel ezelőtt már tagoltan és célszerűen beszélt, 20 000 éve pedig művészi rajzolt.

Nagyon érdekes a különbség a kétféle közlési mód között. Az ábrázolás teljesen őszintén, magát a tárgyat, tényt vagy eseményt fejezi ki. Nem absztrahál és az üzenet nincs „titkosítva”. A beszélt forma, a kiejtett hangsor ezzel szemben titkosította a gondolati tartalmat. Elképzelhető, hogy minden szűkebb közösségben más-más hangjelrendszer, tehát más-más „nyelv” kezdett kialakulni.

A fölvázolt emberi „ősbeszéd” jelrendszere még eléggé zárt. Éspedig azért, mert minden új létezőre, fogalomra, cselekedetre egy-egy új hangzást — még talán nem szót, csak hangcsoportot — kellett kitalálnia. Ebből pedig aligha gyűjthető nagy számú készlet, mivel csak kevés alapelem áll rendelkezésre a képzéshez. A lehetséges elemek számát még nem ismerték, de a rövid felkiáltás jellegű szókincshez hamar kimerült az akkor rendelkezésre álló hangkészlet. Vegyük még figyelembe, hogy az artikuláció kialakításához is fejlődni kellett, s arra is ráment néhány tízezer (esetleg százezer) év!

Ebben az ősi formában tehát még nem hangokból álltak össze a szavak, hanem alkalmasszerűen kialakult hangcsoportok fejezték ki a mondandóvalót. Azonban valamikor megtörtént a nagy fölismerés, hogy minden addig kialakult hangcsoport lényegében néhány (eleinte kevesebb, később több) alapelem különféle összeállításából eredeztethető. A titkosítás mellett immár sikerült a zárt hírközlő láncot nyitottá alakítani, s ennek nagy hatása volt az írás kialakulására is.

Amint korábban említettük, a hangokkal rejtjelezett tárgyat, személyt vagy eseményt egyszerűbb esetben le is lehetett rajzolni. Ősemberünk tehát már ismerte az „átjelölés” első módját is. Azonosítani tudta a hangokkal jellemzett és a képen megrajzolt tárgyakat, élőlényeket, eseményeket. Van azonban egy fontos különbség a beszéddel megjelölt és a rajzon közölt tárgy között. Az „alma” szó elvont, vagyis általában almát jelent. A lerajzolt alma ellenben „az az alma”. Ezenfölül azt a kijelentést is megkockáztathatjuk, hogy a rajzzal általában rövidebben, élénkebben és határozottabban lehet valamilyen történetet „elmesélni”, mint szavakkal. A társadalmi együttélés mellett ezért a képzőművészek is hatással lehettek a beszéd kifejlődésére.

Persze, a beszéd kialakulásának fiziológiai okai is voltak. Az egyenes testtartás, a szájüreg alakíthatósága, és főként az agy kéregállományának fejlettsége, különösen a bal oldali (gondolkodó) homloklebeny szerkezeti bonyolultságának gyarapodása, mind a beszéd kifejlődését segítette elő. Mindez azonban csak a technikai alapot jelentette. A döntő változás az agy önszerveződése útján, a logikai fölismerések folyamányaként alakult ki.

Az emberré válás folyamata és a beszéd fejlődése kölcsönösen hatott egymásra. A gondolkodás és a beszéd a faj fennmaradásának fontos alap-

pillére volt, a beszéddel elért kölcsönös értesítés, figyelmeztetés, kapcsolat, barátság, mind a közös összefogás, sőt a társadalom útját egyengette. Azt sem hagyhatjuk ki az érvek közül, hogy az agyban megfogalmazódott gondolat a beszéd által titkosított, majd a másik fél által megfejtett mechanizmus a gondolati áttevődés folyamatát rendkívüli módon meggyorsította. Az átalakítások sora pedig nem is egyszeri, hanem többszöri titkosítás eredménye: a gondolatból hangcsoport alakul ki, a hangcsoportban jelentéstartalom rögzül, amit a hangenergia szállít a vevőhöz. Ott az ellenkező irányú megfejtési sor visz el a megértésig.

A beszéd végleges kialakításához az igazi nagy fölismerés — mint már említettük — az *alapelemekre fölbontás* lehetőségének kiaknázása volt. Az ember rájött, hogy kevés számú hang alapelem kombinációjával jóformán akárhány új hangkapcsolatot létre lehet hozni, s ezeknek mind más-más jelentést lehet tulajdonítani.

Az itt egyszerűen vázolt fölismerés nem zajlott le rövid idő alatt, hanem hosszú folyamat volt. Előbb föl kellett ismerni, hogy a szavak aránylag kevés számú hangelemből állnak. Ez első pillanatra nem is igaz, hiszen a hangkapcsolatok miatt az elemek hosszabbak, rövidebbek lesznek, eltorzulnak, sőt kiejtés szerint is változnak. Az első lépés tehát a beszédelemek leglényegesebb tulajdonságának, a hang minőségének azonosítása, elválasztása, kategorizálása volt. Azután szét kellett bontani a beszéd folyamatot ezekre az elemi egységekre. A mindig fölismerhető vagy kikövetkeztethető absztrakt beszédelem korlátozott mennyisége tette lehetővé a beszéd átjelölését írásba. Nagyon valószínű, hogy ezek az elemek nem egyes hangok, hanem *szótagok* voltak. Ezt támasztja alá többek közt az a látszólagos ellentmondás, amely szerint az első átjelölésekben a magánhangzókat nem vették figyelembe, s később is csak mellékjelekkel érzékeltették. Az érvekhez az is hozzátartozik, hogy a beszéd fölfogás alap-időegysége 200 ms, ami éppen egy szótagnyi időtartam.

Mielőtt magára az átjelölési módozatokra rátérnénk, említsük meg röviden a jelkészlet számszerű alakulását. Egy mai kultúrnyelv átlagban 200 ezer szót használ. Zárt jelrendszerrel ennek jelölése megoldhatatlan. Vegyük például a közlekedési jelzőtáblákat. Részletesebb fölsorolást mellőzve, először a tábla alakjáról tájékozódunk (kör, négyszög, háromszög, hatszög), majd a színnek van hírtartalma (piros, kék, sárga, fekete), végül a rárajzolt piktogramok nyújtják a harmadlagos híryanagot. Az összes közlési lehetőségek száma — a fölírásokat és egyéb változatokat nem számítva — 40–60 körül van. Jelentősebb bővítésre a fölismerhetőség csökkenésének veszélye nélkül nincs lehetőség. Körülbelül ugyanez a helyzet a hajózási zászlójelek jelentéstartalmával is. Ezek ilyesmit fejezhetnek ki: sárga zászló = „vesztegzárva vagyok kötelezve”; félbe osztott sárga–kék zászló = „hátrafelé megyek”; félbe osztott

fehér–piros zászló = „állj! fontos értesítéseim vannak”. Ha azonban a 26-féle jelzőzászlónak betűjelentést tulajdonítunk, nemcsak a zárt jelzőrendszer 26-féle értelmét, hanem bármilyen (persze rövid!) szöveget is felhúzhatunk az árbócra egymás után felkötött zászlócskákából. Ez már nyitott jelzőrendszer, mint a morze-ábécé, a szemafor-jelzés, vagy akár a betűírás. Szánjunk egy lapot arra, hogy ezeket az egyenrangú optikai átjelölési módozatokat bemutassuk (3. ábra).

A nyitott jelzőrendszereknél is fontos azonban, hogy az egyes alapjeleket (pl. a betűket) egymástól nagyon jól meg lehessen különböztetni, mert ettől függ a jelsorból összeálló jelentés pontos megértése. Ebből a szempontból a *bináris jelrendszer* (például a morze-ábécé) óriási előnyben van, mert a pont és a vonás, vagy a 0 és az 1 lényegesen különbözik egymástól és nem téveszthető össze. Hátránya viszont, hogy általa nagyon hosszú jelsorok alakulnak ki. Példaképpen az „akusztika” szó így írható le: 01 101 001 000 1100 1 00 101 01. Ez a hátrány gyakorlatilag lassan kiszorítja a klasszikus szikratávírókat a hírközlésből, s annak szerepét a betűíróteles veszi át. Viszont a rendkívül gyors működésű elektronikus rendszerek alaptechnikája teljesen áttolódik a digitális tehát a 0–1 jellegű megoldásokra.

Érdekességként megemlíthető még a Chudy-féle jelrendszer is. Chudy József, a XVIII. század második felében élt karmester és zeneszerző (többek közt ő írta az 1793-ban Budán bemutatott első magyar opera zenéjét) optikai és akusztikai távírórendszert dolgozott ki. A jelzés öt elemnek bináris formájú megjelenítésével szintén betűjellegű. Például: c =, d =, e =, f = ... stb. (az akusztikai megoldásban mélyebb és magasabb jelzőhangokból áll össze egy-egy betű). Sokkal „érthetőbb”, mint a pont–vonás, mert a hangmagasság világosabban elkülönül, és gyorsabban fogható föl. Továbbá a betűk elkülönítése is egyszerűbb, mert minden betű öt elemből áll. Ennek a jelrendszernek tudvalévőleg $2^5 = 32$ eleme van. A 3. ábrába ezt is beillesztettük.

Az emberi beszéd alap-jelkészlete hasonló mértékű. Egy 64 elemből álló egyenlő választási esélyű jelkészletből egyetlen kiválasztással 6 bit hírtartalom ($2^6 = 64$) nyerhető. Ha az egymás utáni kiválasztások sebessége 12 jel/másodperc, az információfolyam 72 bit/s. Nagyjából ez felel meg az emberi beszéd által szállított jelfolyam alsó határadatának.

Az állati jelkészlet általában 2–4 elemből áll, a jeladás tartalmi megváltoztatásának sebességére hangadás esetén 1 jel/s-nál többre nem számíthatunk. A legnagyobb elméletileg elérhető jelfolyam tehát 2–4 bit/s lehetne. Valójában az állati jeladó rendszerek rendkívül nagy terjengősséggel (redundanciával), sok ismétléssel dolgoznak, ezért a fenti értéknek mintegy századrésze valósul meg. A zárt láncú hírközlő rendszerek éppen lassúságuk miatt

A	· —			O	— — —		
Ä	· — · —			Ö	— — — ·		
Á	· — — —			P	· — — ·		
B	— ···			Q	— — · —		
C	— ··· ·			R	· — ·		
D	— ···			S	···		
E	·			SCH			
É	· ·····			T	—		
F	· · — ·			U	· · —		
G	— — ·			Ü	· · — —		
H	····			V	··· —		
í	· ·			W	· — —		
J	· — — —			X	— ··· —		
K	— · —			Y	— · — —		
L	· — ···			Z	— — ···		
M	— —			·	······		
N	— ·			szün			

3. ábra. Betűjelölések Morse és Chudy módszere szerint (a szélső oszlopok), valamint a nemzetközi „szemafor” jelzés segítségével (középső oszlopok). T. Z. rajza

tanulásgul szolgálnak az emberi üzenetváltás egyes részleteinek megismeréséhez is. Ezért foglalkozunk a következőkben az állati hírközlés néhány érdekesebb jelenségével. Az állatok közlési módszereinek megismerésével még a gépi üzenetváltás majdani megoldásához is közelebb juthatunk.

4. Állatok hírközlése

Az újabb szociológiai elemzések szerint az állatfajták legtöbbje társas lény. A közösségekben pedig szükség van arra, hogy a fajtához tartozó egyedek azonosíthatók legyenek, közöljék párosodási szándékukat, megjelöljék elfoglalt területüket, ismertessék helyzetüket a közösségi hierarchiában stb. Az állati közösség sem képzelhető el valamilyen kormányzó mechanizmus nélkül. Ez pedig csak valamely közösen kialakított megállapodás-szerű jelrendszer segítségével valósítható meg. A jelek és az általuk hordozott jelentések kicserélése mindennemű hírközlés és üzenetváltás alapja. A jól kialakított üzenetváltási rendszer nem egyszer az illető faj túlélési lehetőségét biztosítja.

A hírközlésre minden állatnak megvan a képessége. Még a közlési szándék és a hírtartalom megértésének képessége sem vitatható el az állatoktól, amint ezt Darwin és Pavlov vizsgálatai óta ismerjük. Csak akkor jutnánk kényelmetlen helyzetbe, ha mindenképpen az állatok „nyelvéről” akarnánk beszélni. Az állati hírközlés minden megfigyelt esetben zárt jelrendszerrel valósul meg. Kevés számú, oszthatatlan, jól fölismerhető, de nem kombinálható jellel vagy jelsorral dolgoznak. Ez a forma csak igen kevés jelentéstartalom közlését engedi meg, az állati hírközlés tanulmányozása mégis rávilágít arra, hogy az állatvilág e tekintetben is sokkal többre képes, mint valamikor gondoltuk.

Hírközlő tevékenység az állat bármilyen cselekedete, amely közlési szándékból jön létre, és amelyet a másik egyed megfelelő érzékszerve útján felfogni képes. Ha a hírvétel a második egyed cselekvésében befolyásolja, a hírközlő folyamat első fele véget ér. A cselekvés új — ellentett irányú — folyamatot indíthat meg, amelynek során az első hírközlő megismeri kiküldött hírének hatását a másik egyedre. Ezzel megvalósul a hírközlő folyamat második fele: üzenetváltási lánc létesül (lásd a 2. ábrát). A két folyamat általában nem szimmetrikus: a kiküldött jel az aktív hír (információ, kérés, parancs), a visszajuttatott jel pedig többnyire passzív tudomásulvétel (ellenkezés, válasz). Sokszor lehet azonban a válaszjel egyben agresszív, ezáltal aktív, vagyis kialakulhat a folyamatos „párbeszéd” (Tarnóczy, 1972).

Az állati hírközlő rendszertől nemcsak azt kell megkívánnunk, hogy az bizonyos számú jelentéstartalom közlésére alkalmas legyen, és hogy a faj minden egyede rendelkezék a közlés és a felfogás képességével, hanem azt

is, hogy a hír eljusson a címzetthez, és hogy a jelzés hírtartalmát időközben meg lehessen változtatni. Mindegyik hírközlő lánc olyan, hogy a fajtához tartozó minden egyed adó- és vevő szervvel rendelkezik. Egyáltalán nem biztos azonban, hogy ezeket a szerveket minden egyed egyenrangúan használja. Például a szexuális hírközlés rendszerint egyirányú. A hím fölkérésére a nőtény válaszol. Ritka esetben a hírközlés iránya megfordulhat, és a nőtény is lehet kezdeményező fél.

A *tapintás* a legközvetlenebb kapcsolat az élőlények között, de éppen a teljes közelség szükségessége nem kedvez a hírközlés céljára való fölhasználásának. Ahhoz, hogy tapintás útján közvetítsünk üzeneteket, először el kell érni, hogy az egyedek — más hírközlési módok alkalmazásával — egymás közvetlen közelébe kerüljenek. Valójában három jelentős hírközlési láncot ismerünk az állatvilágban: a vegyit, az optikait és az akusztikait.

A *vegyi hírközlés* — különösen távközlési célból — nagyon elterjedt. Az eddig ismert példák között a rekordot a molylepke tartja. A hímnek olyan érzékeny szaglóantennái vannak, hogy a nőtény által kibocsátott vegyi anyagot kedvező szél esetén 10–12 km távolságból is megérzi és a nőtényt megtalálja. A vegyi lánc mégsem alkalmas szervezett üzenetváltásra, mert a jelzés tartalma rövid időn belül nem változtatható meg, és mert a közölhető elemek száma erősen korlátozott. Az első hiányosság nagyon nehézkessé teszi az ilyen formájú hírközlést, a második pedig árnyalt közlések számára teszi alkalmatlanná.

A vegyi jelzésnek az említett hírközléstechnikai hátrányai mellett előnyei is vannak. Elsősorban éppen a maradandósága. Csaknem azonos előny az írásával! Hírt közöl a jövőben a közlő jelenléte nélkül is, sőt tájékoztatja magát a hír kibocsátóját is egy későbbi időpontban, késleltetett visszacsatolással, a területfoglalásról. A lazac 3–4 év múlva szaglási vezetéssel talál vissza a tengerről pontosan a származási helyére (Barry, 1955).

Az optikai hírközlő rendszernek az állatok szexuális életében való szerepét sok tekintetben tisztázták. A párzási időben megnyilvánuló feltűnést keltő magatartás és színpompás külső közismert hírközlő tevékenység. Ugyancsak szerepet kap a párzás és rivalizálás folyamatában az optikailag ellenőrizhető magatartás: mozgás, színváltás, szárnyfeltakarás. Valamennyi a hajózásban alkalmazott zászlójelzéshez hasonló forma. Az optikai jelzés nemcsak az említett alakokban ismert. A sötétben élő állatok (éjjeli rovarok, mélytengeri halak) fényjelzésekkel adnak hírt magukról. A fényjelzéses módszer leginkább tekinthető üzenetváltásnak. Változtatás lehetséges a fénykibocsátás időtartamában és kisebb mértékben a fényintenzitás megválasztásában. A rendszer akár egy morze-ábécé összeállítására is alkalmas volna. A kutatók azonban egyelőre csak a faj és nem szerint jellegzetes világitási rendszereket figyelték meg.

A leghasználatosabb és legkialakultabb hírközlő lánc az állatvilágban is az akusztikai. Ennek oka nemcsak a hangképzés adottsága, hanem a hang híradástechnikai célokra való alkalmassága. A hang könnyen és gyorsan képezhető, az információs lehetőségeknek aránylag nagy variációját tartalmazza, és megfelelő távolhatása is van. A látást zavaró természeti akadályok (bozót, fa, erdő) mellett is jól használható. Nem utolsósorban fontos adottság, hogy a jelek — akárcsak a fényjelek — titkosíthatók, azaz a másik fajtához tartozó állat nem feltétlenül érti, hogy a hangjel milyen hírt hordoz.

Az állatvilágban mindezek ellenére is aránylag kevés területen alakult ki akusztikai hírközlés. Ennek a hangkeltés ritka adottsága mellett nagyrészt a zárt információs rendszer az oka. Egy rövid kiáltás, több egymás utáni rövid hívójel, vagy egy hosszú, elnyújtott vonítás lehetnek például a változatok. Optikai jelzések terén általában több a lehetőség, de a zárt rendszer itt is megakadályozza az árnyaltabb hírközlést. Korlátlan lehetőségű üzenetváltás csak nyitott rendszerrel valósítható meg, tehát csak ember és ember között, de ezen belül is csak azonos nyelven beszélő és nagyjából azonos műveltségű emberek között lehetséges.

A biológiai hangadás módja kétféle: mechanikai *rezgékeltés* és levegőárammal való *hangkeltés*. A mechanikai eljárások között egyes testrészek dörzsölése, membránokon való dobolás és más hasonló hangkeltés szerepel. Főként az izeltlábúak használják. Az impulzussorozat jellegű periodusos hangadás néhány Hz és néhány 100 Hz közé esik. A hang maga széles sávú zörej, általában 7...10 kHz frekvenciasávban. Egyes szöcskefélék hangjában azonban 100 kHz frekvenciájú összetevőket is mértek (Tembrock, 1959).

A másik fajta hangadási mód a gerincesekre jellemző. Leginkább a kétéltűek és a madarak hangadását tanulmányozták. A madarak zenei jellegű, néha egészen művészi dalformálásának (4. ábra, Szőke Péter, 1982) hírközlési értéke még egyáltalán nem világos. A torokkal képzett hangkeltés nemcsak azért a legcélszerűbb hírközlő eljárás, mert sokféle típusú jel formálására alkalmas, hanem mert az állat hangadás közben egyéb tevékenységét sem kénytelen abbahagyni, repülés közben vagy küzdelem hevében is tud hangot adni.

A vizsgálatok során kiderült, hogy a legtöbb állatnak aránylag nagy akusztikai szótárkészlete van. Legalább egy tucat állatfajt ismerünk (pinty, delfin, üvöltő majom stb.), amely 18–25 különféle hangjelzést képes adni. A szótárt azonban nem mindig használják ki. Még a legalaposabban megvizsgált delfin legtöbb jelzéséről is csak annyi bizonyos, hogy különböző helyzetekhez kötöten használatos, de nem biztos, hogy mindig hírközlési szándékkal és célből.

A hangadás rendszerint nem túl változatos minőségű, de vannak változtatható összetevői. Ilyen elsősorban maga a használt frekvenciasáv. Egy-egy

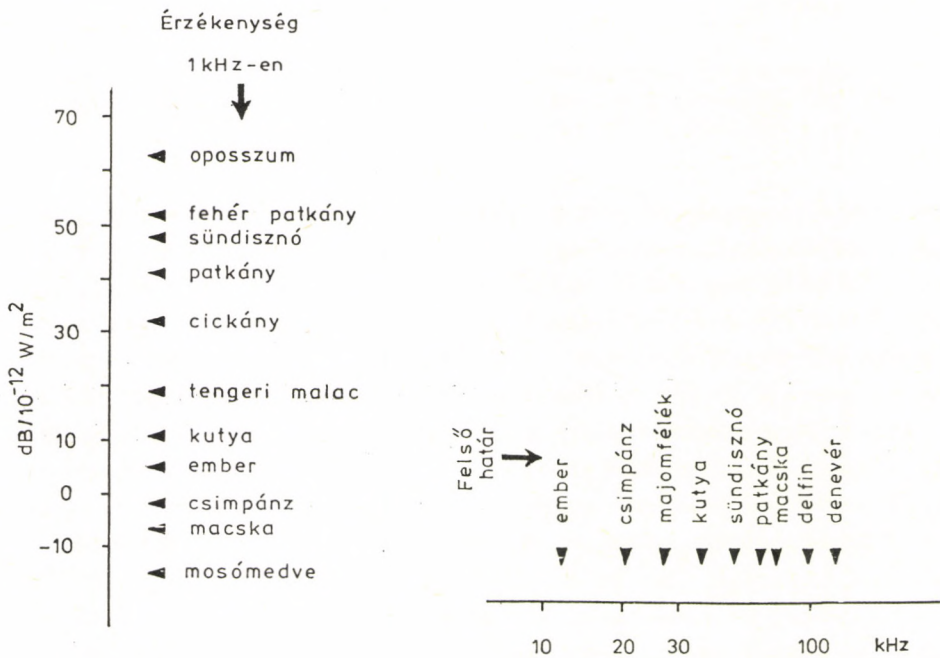
4. ábra. A remeterigó (*Hylocichla guttata*) dallama 32-szeres lassítás alapján lekottázva. A dallam valóságos hangmagassága 3 oktávval magasabb, a teljes időtartama 1,5 s (Szőke Péter, 1982, 77. lap, a szerző engedélyével).

fajon belül a hangadás sávja és a felfogó szerv érzékenységi tartománya általában összehangolt, viszont egy másik fajbeli nem feltétlenül érzékeli a hangot. Az eddig megvizsgált emlősök között a mély hangok tartományában (magánhangzók!) az ember talán a legérzékenyebb, viszont az igen magas hangokra teljességgel érzéketlen. Az ember által meghallható legmagasabb hang frekvenciája 30–40 éves korban 16–18 kHz, míg a csimpánz füle 22 kHz-ig, a kutyáé 38, a mosómedvéé 50, a macskáé 75, a denevére 120 kHz-ig érzékeny (5. ábra). A nememlősök azonban a magas hangokra általában érzéketlenek. Ez azért meglepő, mert régebben különösen a tücsöknél, de a madaraknál is magashangú érzékenységet sejtettünk. Valójában a kísérletek szerint a madarak hallásának felső határa 8...12 kHz körül van (Tembrock, 1959).

A hírt hozó jel változtatási lehetősége elsősorban a hangmagasságban és az időbeliségben van meg. A vizsgálatok során részben a fajtára, részben a közlési tartalomra jellemző szerkezeteket sikerült találni. Sokkal kevésbé látszik valószínűnek, hogy állatoknál a hang minőségének is információhordozó szerepe volna. Az embernél viszont éppen ez a tényező eredményezi a csaknem korlátlan kombinációs lehetőséget, tehát a jelentéstartalom sokszorozását.

Az állati hírközlés a létfenntartás és a fajfenntartás fontos eszköze. Ezért az állatnak legalább kétféle jeladásra okvetlenül szüksége van: egy elriasztó és egy hívó jelre. Az előbbit *vetélkedési* (rivalizálási), az utóbbit *egyéni* (barátkozási) jelzésnek is nevezik.

Az egyéni jel egyben fajtajelzés is. A nászidőszakban a hím szokásos felhívása a fajta meghatározásában a nőstény segítségére van: megakadályozza, hogy más-más fajhoz tartozó egyedek párosodjanak. Az egyéni hívójel nem ritkán a területi tulajdonjogra is utal, de nem agresszív. A vetélkedési jel ezzel szemben kimondottan a rivális fél elriasztására szolgál. Nagyon érdekes, hogy azonos fajtán belül az először kiküldött vetélkedési jelet sok esetben a másik fél tiszteletben tartja; például a cickánynál alig ismerünk példát vetélkedésből fakadó küzdelemre. Viszont, különösen a csordában élő vagy mesterségesen tenyésztett állatok (szarvas, kakas) között, a rivalizálásból eredő párbaaj igen gyakori.



5. ábra. Az emlősállatok hangérzékenysége és hangérzékelésének felső frekvenciahatára. Az érzékenység 1 kHz-en van megadva, ami nem minden esetben a legérzékenyebb tartomány, de az érzékenység a mély és magas hangok irányában általában csökken.

További jelzések a táplálékszerzéssel és a családi élettel kapcsolatban alakultak ki. Az utóbbiak időszakiak, azaz csak a kicsinyek felnevelésének idején jelentkeznek. A bonyolultabb állati társadalmakban (majomcsopor-

tok) az élelem megtalálásának jelzése mellett a bajba jutottak segítésének, sőt a csoport egyes egyedei összebékítésének is külön jelzése van. Mivel a csoporton belül sok hátrányos vetélkedés keletkezhet, udvariassági, visszatartó és bátorító jelzések is kialakultak. Például a legyőzött fél jelzi, hogy elismeri a győztest, mire az felhagy a további támadással (Barry, 1965).

Különböző fajok között is létesülhet hírközlő kapcsolat: az elriasztó jelzést az érdekelték általában megtanulják. Olyan eseteket is fölemlíthetünk, amikor valamelyik állat érzékszerve a nem fajtájabeli jelzéshez alkalmazkodott. Az egér cincogására a macska sokkal érzékenyebb, mint egy másik egér. Említésre méltó megfigyelés, hogy a denevéreknek a tájékozódásra s egyben a táplálék megtalálására kiküldött hangimpulzusait a bagolylepke érzékeli, és hirtelen lecsapódással meg is tud menekülni ellenségétől. Az izeltlábúak törzsében sehol másutt nem ismeretes ilyen nagy (100 kHz) frekvenciájú akusztikai jel felfogási képessége.

Ismerünk olyan eseteket is, amikor üzenetváltási lánc alakul ki életközösségben élő különféle fajok között. Érdekes példa erre az afrikai morok (méhész madár) és a méhészborz közti együttműködés. A madár elvezeti a borzot a vadméhekhez, ott az emlős feltöri a kaptárt és kiszívja belőle a mézet a madár táplálékául szolgáló viaszt pedig otthagyja neki. Vezetés közben a madár állandóan hívójelet hallat és mélyen repül. Kivillanó fehér tollai után könnyű követni. A bennszülöttek a borz rőfögését utánozva, szintén fel tudják használni a méhészmadár útmutatását a mézszerezéshez (Barry, 1965).

Az egyik legjobban kikutatott jelzőlánc a *méheké* (Frisch, 1965). Ez a társadalmi együttélés szempontjából is jól ismert közösség első megközelítésben optikainak nevezhető hírközlő módszerrel dolgozik. A hírközlés elsősorban a táplálékszerzéssel kapcsolatos: a kiküldött és a mézforrást megtaláló méh otthon köröző repüléssel figyelmezteti társait a felfedezés helyére. Magát aényt Arisztotelész óta ismerjük, de a részletek áttekintése csak újabban sikerült, elsősorban nagy sebességű filmezés és a számítógép-technika alkalmazásával.

A jelzőrendszerükkel kapcsolatban először is tisztáznunk kell, hogy a fajtától függően többféle megoldás létezik, s ezek közül talán a legtökéletesebb a tenyésztett mézelő méhé. Másodsor, a kutatások szerint — mint sok más esetben — ezúttal sem egysíkú optikai láncról van szó, sőt a látási úton való tudomásulvétel alighanem mellékes. Valószínűleg az időérzékelés és a gravitációs érzet alkotja a hírvételt gerincét. Ezekhez a főjelzésekhez azután vegyi és akusztikai mellékjelek is járulnak. A hangjelek 600–2000 Hz között egyéb információk közlésére is használatosak a méhek között (Esch, 1961).

Ha a méz közvetlen közelben található, a kiküldött mézkereső előőrsn. „körtáncba” kezd (6. ábra: A). A jobbra-balra köröző repülés közben a többi dolgozó fürtökben a vezető méh potrohához csatlakozva követi a

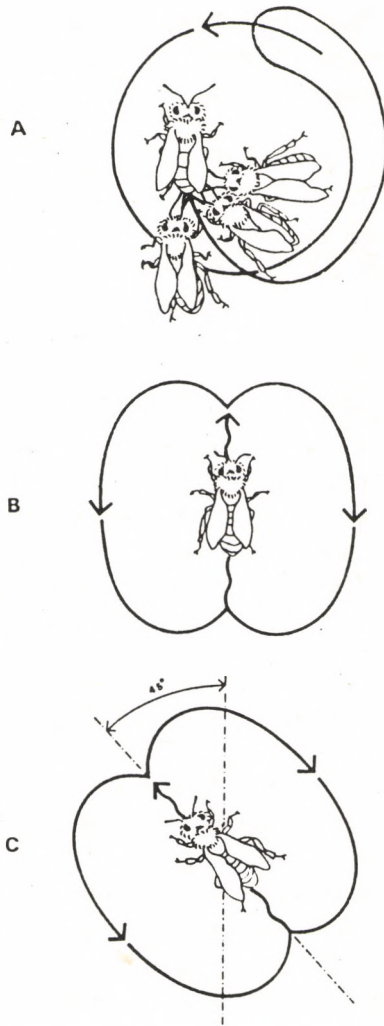
táncot, és a mozgásból — valószínűleg az egyensúlyérzékelő szerve révén — „megérti”, hogy a méz a közelben található. Ugyanakkor a vezető illatáról a virág típusára, a tánc időtartamából a lelet gazdagságára kap felvilágosítást.

Ha a méz távolabb található, a tánccal az irányt és a távolságot is jelezni kell. Ekkor az előörs úgynevezett „billegő táncot” mutat be (6. ábra: B és C). Ennek során 8-as alakban végzi mozgását. A távolságot a tánc gyorsasága (közel) vagy lassúsága (távol) elég pontosan jelzi, s ezt az ugyanakkor keltett hang is megerősíti. A méz minőségére és mennyiségére vonatkozó hírközlés azonos a körtáncéval. Ezúttal azonban még az irányt is jelzi a vezető méh. Ha szabadban élő fajtáról van szó a vízszintes síkú billegő tánc középtengelye mutatja az irányt. A kasban élő méheknél finomabb jelzési forma alakult ki. A vezető függőleges síkban röpköd és a középtengely függőlegestől való eltérése fejezi ki a méz irányának a nap irányától való eltérését (a 6. ábra C iránya). Ezáltal a vele együtt táncoló méhek a kason belül beidegzik az irányt anélkül, hogy a Napot látnák. Eközben a napiránytól jobbra vagy balra eltérést is tudomásul veszik, ami ismét arra vall, hogy nem a tánc optikai megfigyelése, hanem az együttáncolás helyzetének az egyensúlyérzékelőben való rögzítése eredményezi az irány „megtanulását”.

Az egész hírközlő rendszer szinte iránytű pontosságú. A kisebb pontatlanságokat szaglász segítségével igazítják ki. A hírközlő rendszer irány szerint 5 bit lehetőséget tartalmaz, vagyis 12° pontosságú. Távolságban mintegy 6 km-ig működik jól. Az illat és a vezető méh által hallatott hang a pontosabb eligazítást szolgálja. A részletezett hírközlő eljárást rajzaskor is felhasználják. Ilyenkor csak azok az egyedek veszik át a tánc ritmusát és formáját, amelyek a költözködéssel egyetértenek (Frisch, 1965).

A fentiekkel kapcsolatban egy fontos „nyelvészeti” problémáról is szólnunk kell. A tánc periódusa pontosan utal a távolságra. Megfigyelték azonban, hogy különböző területeken tenyésztett méhek nem azonos periódussal jelzik ugyanazt a távolságot. A 10 km távolság jelzésének periódusa például egymástól nagy távolságban élő családoknál 32/min és 38/min között változik. Mesterségesen összetelepített méhek eleinte saját jelzésükkel félrevezetik a más „nyelven” értőket. A 20%-os távolságtévesztés sokszor nagy fejtelenséget okoz a méhek között. Mindez azért érdekes, mert arra vall, hogy a hírközlési adatok beidegzése tanulás eredménye. A helyi „dialektusok” kialakulása pedig nagyon hasonlatos az emberi nyelv megfelelő jelenségcsoportjához. Az *azonos képesség* meglepte nem feltétlenül vezet *azonos titkosított jelekben* való megállapodáshoz.

Az akusztikai hírközlés egy másik fejlett példáját a *delfineknél* figyelték meg. A legkülönbözőbb fajtákkal végzett kísérletek egyöntetűen tisztázták a delfinek kétféle célú és rendeltetésű hangjeleinek fizikai szerkezetét (Caldwell, 1962).



6. ábra. A méhek hírközlő tánca. Az általános alaprajzi vázlaton *A* esetben a méz a közelben van, *B* esetben távolabb a nap irányában, *C* esetben a napirányhoz 45° szögben. Az ábrán látható méhtáncok erre a három esetre vonatkoznak (Barry 1965).

Az egyik fajta kiadott hangjel nagyfrekvenciájú hullámcsomagok sora, amely a helymeghatározás, tárgykeresés és tájékozódás célját szolgálja. Az azonos egyedben lévő adó-vevő rendszer hasonló a denevér helyérzékelő mechanizmusához. Az ember technikai megoldásai közül a víz alatti SONAR rendszerek hasonlatosak hozzá. Az állat a visszaverődött jelek irányából,

időkéséséből és erősségéből értékeli a tárgy irányát, távolságát és anyagi minőségét. Az irány- és távolságmeghatározás e módszere az állatvilág más fajtáinál is ismert, denevéreknél figyelték meg először (Griffin, 1958). A tájkozódó jelek szerepe azonban hírközléseméleti szempontból nem teljesen tisztázott.

A másik fajta hangjel modulált impulzusok egymásutánja, amelyek kelteése mindig valamilyen emocionális tartalommal párosul. Ilyenfajta jeleket ad az állat élelem találásakor, veszély érzetkor, meneküléskor, harc közben, kicsinye ápolása közben stb. Ezek a hangjelek jellegzetesek, tehát egymástól megkülönböztethetők, és az azonos helyzetben képzett hangok bizonyos szempontból azonosak, de nem feltétlenül közlési szándékúak.

Az azonosság és az egymástól való eltérés kísérleti megállapítása eléggé nehéz, nemcsak a nehéz kísérleti körülmények, hanem a széles frekvenciataromány miatt is. Hiszen a sokféle jel közül nem is mindegyik fogható föl. A hidrofonok érzékelési tartománya 0,04–20 kHz, a delfinek hangja viszont sokkal magasabb összetevőket is tartalmaz. Azonfelül egy számunkra ismeretlen nyelv „fonetikájának” megfejtéséről van szó. Az eddig elért eredmények a küzdelmi és a szerelmi párbeszédre így is figyelemre méltók.

5. Párbeszéd ember és állat között

Hasonlóan bonyolult vagy talán még bonyolultabb az ember és állat között kialakuló kölcsönös hírközlés megítélése. Elemi szemlélet szerint a kutya „érti” gazdája parancsát és aszerint cselekszik. A tudományos gondolkodásmód ezt a szemléletet nem fogadhatja el. De meggyőződhetünk róla, hogy a gazda hangja, a szöveg hangsúlya és hanglejtése, sőt nagyon sok esetben a szótagok hangszíne és egymásutánja az állatnak egyértelműen megtanítható. Az állati magatartás, vagyis a titkosított viszontválasz az ember intelligenciája segítségével általában megfejthető. Kempelen Farkas a Mechanizmusban (1791) egy képzelt történettel kapcsolatban részletesen leírja a különféle kutyaugatási formák valószínű jelentéstartalmát, sőt ezeket még aszerint is osztályozza, hogy mik voltak a kutya saját „gondolatai” és mik a gazdájának szóló figyelmeztető jelzések. A mai kísérleti technika mellett azonban mindez még igazolhatatlan.

Arra, hogy az állat a gazdája hangszínét és hanghordozását mennyire képes megjegyezni, egy számomra is döbbenetes esetet tapasztaltam. Egy családban többen éltek együtt, s többek közt a fiatal vő nagyon szerette a ház macskáját. Aztán a fiatalok messzire távoztak és egy fél esztendő elmúltával hangszalagot küldtek üdvözléssel, amelyen a fiú beszámolt új életükről. Ahogy a macska meghallotta a hangot, azonnal befutott a szobába, köröskörül bújta a szalagjátászó asztalát; alig bírt magával, annyira kereste a hang gazdáját.

Izgatottsága még a szöveg elhangzása után sem szűnt meg. Fél esztendő nem kis idő és az állat biztos emlékeket őrzött a hang színezetéről, amire az ember sem minden esetben képes.

Ide tartozik az a megjegyzés, hogy a hang fizikai tulajdonságai közül a csecsemő is először a *hangszínt* használja ki kapcsolatteremtésre. Az anya, apa és idegen hangját nemcsak fölismeri és azonosítja, de ezt a viselkedésével hitelesíti is. Ez már valóságos üzenetváltás.

Az azonban biztos, hogy sem a csecsemőnél, sem az állatnál szövegértésről aligha lehet szó. Ezzel kapcsolatban idézhetem egy korábbi és már többször ismertetett kísérletem eredményét. Ha a kutya fejét simogatom, s közben behizelgő hangon ismételve: „rossz kutya”, az állat a fejét mellső lábaira hajtja és nagyon jól érzi magát. Ha azonban erélyes hangon elkiáltom magam, hogy „jó kutya!”, a kutya behúzza a farkát és elsomfordál. Világos bizonyítéka ez annak, hogy az állat a gesztust értelmezi, s nem a számára amúgyis érthetetlen emberi szavakat.

Az állati viselkedés ebből a szempontból hasonló a gépéhez. Emberi szóval vezérelt gép megindítására és megállítására próbálták az angol „start” és „stop” szavakat használni. Az alkalmazott elemző berendezésnek a — különösen az amerikai kiejtés szerint amúgyis nagyon hasonló — szavakat sokszor tévesztették össze. Végül úgy oldották meg a kérdést, hogy a gép hangi parancsra csak az üzemmódját változtassa meg, tehát ha áll, induljon el, ha pedig dolgozik, álljon meg. Ehhez azonban akár egy füttyentés is elegendő, fölösleges „beszélgetni” a géppel. Ezúttal azonban visszatérünk az ember-állat hírközlési kapcsolatára.

Az állatok különféle mutatványokra való betanításában is szerepe van a hírközlésnek, csakhogy minden állati tanulás alapja a *Pavlov-féle feltételes reflex*. Kérdés, hogyan illeszthető ez be az üzenetváltás folyamatába? A leg egyszerűbb válasz a kérdésre, hogy a feltételes reflex tölti be a megállapodás-szerű titkosítás szerepét. Bár ez a tézis támadható, mégis arra mutat, hogy bizonyos értelemben a tudományos gondolkodás nem zárja ki az ember és állat közti párbeszéd lehetőségét.

A kapcsolat természetesen nem igazi „párbeszéd”. Sokan hivatkoznak a Gardner házaspár egy közleményére (1969) egy fiatal nőtény csimpánz tanulási képességéről. Mivel a beszéddel vezérelt betanítás eredménytelen volt, a szerzők az amerikai süketnéma jelbeszéddel próbálkoztak. A módszer nagyon hatékonynak mutatkozott. Három év alatt az állat mintegy 100, általában utasítás jellegű jel értelmezését sajátította el, és aszerint cselekedett. A legmeglepőbb teljesítménye az volt, hogy a „kinyitni” utasítást nemcsak az ajtóra tudta értelmezni, hanem az irattartóra, vízcsapra és a Coca-Colás üvegre is. Bármilyen csodálatos ez az eredmény, gondolatmenetünk szerint

nem tekinthető üzenetváltásnak, hanem csak a szokásos — cirkuszokban is látható — fáradtságos és eredményes betanításnak.

A gyakorlati technikai megoldások első példáját G. W. Pierce (1948) dolgozta ki a 30-as években. Izeltlábúak, különösen a tücskök akusztikai hírközlését vizsgálva megkísérelte, hogy kvarckristályos adójával az állatok hangjának frekvenciájával és időbeli szerkezetével nagyjából azonos jelet sugározzon. Az eredmény megdöbbentő volt. Százszámra érkeztek a nőstények és ütköztek a hangjelet sugárzó berendezésnek.

A delfineknél és más tengeri állatoknál is van lehetősége az emberi közléssel való befolyásolásnak. Megfigyelték, hogy több tengeri állatfajtnak nagyon pontos az irányérzékelése. Nagyjából 10° pontossággal fölismerik és megtalálják az akadályt vagy a nyílást. Ezt a már említett nagyfrekvenciájú akusztikai jelek adása és vétele teszi lehetővé. E tulajdonság segítségével az állatok mozgását irányíthatják, etetésüket, esetleg befogásukat tudják megoldani.

Napjainkban a *varjak* vészjelét használják föl gyakorlati célokra. A gondolat rendkívül egyszerű. A kártékony madarak bizonyos akusztikai jelzéssel riasztják egymást veszély esetén. A károgást egy vagy több állat kezdi, majd a többiek átveszik, közben felrepülnek és hosszas körözésbe kezdenek. A veszély elmúltával ismét visszazállnak eredeti terepükre. Már az egyiptomiak is ismerték és ki is használták a vészjel elriasztó hatását. Fogoly madarakat tartottak e célra és ezek ingerlésével idézték elő a kellő hatást. A kártevők visszatérése után a riasztást megismételték. Napjainkban francia kutatók (R. G. Busnel, 1966) szalagra vették a vészjelet és nagy erősítéssel hangszórón át közölték az állatokkal, hogy hatását megvizsgálják.

A gondosan és alaposan végrehajtott kísérletek tisztázták, hogy maga a vészjelzés csak időszakosan mentesít a madarak jelenlététől. Az állandóan hangoztatott vészjel az embereket is zavarja, amellet igen drága. Megállapították azonban, hogy ha egy ideig — különösen költés idején — a madarakat gyakorta riasztják, azok idegessé válnak és elhanyagolják a költést; a tojások részben megzúpulnak, a kikelt fiókák pedig rendszerint éhen vesznek. A kiveszés veszélye elől a kártevők végül is más vidékre költöznek. Maga az átköltöztetés nem oldaná meg a problémát, hiszen ilyenkor csak a „szomszéd” földjére száműzik a madarakat; azonban a túlszaporodás korlátozása jelentős tényező a kártevők elleni küzdelemben. Azonfelül mégiscsak sikerül kevésbé jelentős mezőgazdasági területek felé zavarni a kártevőket.

A kialakult gyakorlat nagyon jól alkalmazható repülőterek környékének varjúmentesítésére is. A gázsugárhajtású gépek szerkezetében ugyanis végzetes bajt okozhat egy beszívott és elégett madártetem. Ezért már régen kísérleteztek különféle riasztó eljárásokkal, de egyik sem hozott olyan eredményt, mint ez a kommunikációs, sőt „tömegkommunikációs” módszer. A

teljesen önműködő, telepes szalagjászó berendezések óránként néhány percig sugározzák az állat saját vészjelzését, és ez elegendő a madarak időszakos, majd végleges eltávolítására.

A nyelvészek ezúttal is kiderítették és fontosnak találták a „dialektusok” létezését. Erre úgy jöttek rá, hogy az amerikai szalagfelvételek a francia varjakat nem riasztották. Az ellenvizsgálatok is negatív eredménnyel zárultak. Ezután azonos kontinensen belül vizsgálták meg elég távol élő közösségek riasztó információit. Bár a jelek emberi vagy gépi értékelés szempontjából nem tartalmaztak megkülönböztethető jelleget, a madarak mégis csak a saját riasztó jelüket vették tudomásul. Ha azonban a törzsek szabad migráció folytán közlekedni tudtak egymás között, kialakították megfelelő kettős rendszerüket. Mindez ismét a tanulás jelentőségét húzza alá a hírközlő rendszerek kialakításában, de arra is rámutat, hogy a hírközlési anyag megfejtéséhez a megfelelő jelrendszer átvételére is szükség van.

6. Taglejtés, jelbeszéd

Az emberi agyban megjelenő gondolatok beszéd formájú kifejezése mellett más módon is hírré alakíthatók. A kézzel jelzett gesztusok és az arcminika a legjellemzőbb kísérő — megerősítő, járulékos elemeket tartalmazó — hírhordozók bizonyos esetekben, ha az akusztikai hírközlő láncban akár az adó, akár a vevő oldalán alapvető akadály (némaság, süketség) jelentkezik, az addig csak kísérőnek mutatózó hírrendszer első helyű jelentőségűvé lép elő.

A beszéd közben szokásos *gesztusok* (arcjáték, kézmozdulatok, fejtartás stb.) sok esetben túlmennek a közlést kiegészítő szinten, és akaratlanul is külön információvá — esetleg zavaróvá — válnak. Megfigyelhető például egyes hazai televíziós hírbemondóknál, hogy beszéd közben a hangsúlyos szótagoknál mindig bólogatnak, fejük beszéd közben állandóan mozog. Ezek a mozdulatok nemcsak a mondanivaló súlypontjait támasztják alá, hanem mintegy motorikus kielégülésként értelmezhetők, hiszen rendszerint nem tudatosak.

Még különösebb, hogy a hangszeres zenész, aki az agyában megfogalmazódott zenei gondolatot technikailag amúgyis izommunkával juttatja kifejezésre, további testmozgást is végez. A fuvolás játék közben jobbra-balra hajladozik, a hegedűversenyek szólistái sokszor egész mozdulatművészi produkciót mutatnak be. Az ujjak, csuklók és alsókarok mozgását teljesen igénybe vevő zongorajáték közben is a fej és a felsőtest állandó hajlongása kíséri a darab frazeológiai jellegét. Ezekben a mozdulatokban feltétlenül a közlés tartalmának megerősítése ismerhető föl. De a gesztusokhoz tartozik az is, hogy a befejező hangok után a hegedűművész a vonóját fölrántja és egy ideig hatásosan a levegőben tartja, vagy a zongorista két kezét magasra emeli.

Ez a „közlés” úgy értelmezhető, hogy a produkció sikeresen befejeződött. A gesztus tehát nemcsak a beszédnek, hanem a zenei gondolatnak is párhuzamos velejárója. Túlzott alkalmazásában azonban a mozgási elem szinte már átveszi a zenei közlés elsődleges szerepét, például, amikor a könnyűzenei együttesek a ritmus, sőt a dallam hangsúlyozását az ugrálásra és a test lóbálására helyezik át. Ebben bizonyos, az emberiség törzsi korszakába visszanyúló atavisztikus jelleget ismerhetünk föl.

A legegyszerűbb társadalmi kapcsolatok gesztusai (rokonszenv, ellenszenv, igenlés, tagadás, hívás, taszítás stb.) minden külön egyezmény nélkül, maguktól is nemzetközileg érthetők. Vegyük azonban figyelembe, hogy már a legegyszerűbb esetekben is lehetséges a félreértés. Legalább annyira konvencionálisak a jelölések, mint a közlekedésben a jobbra vagy balra tartás. A pénz ujjdörzsolós jelölése még elég nemzetközi, de már a mohamedán igenlés jele azonos az európai tagadás fejmozgatási jelével. A keleti ember nem ujjal mutatja az utat, hanem zárt tenyérrel többször a jelzett irányba suhint. Ha két japáni homloka mély meghajlás közben véletlenül összeér, akkor „szeretik egymást”. Ha az orosz megfricskázza a gégejét, inni akar.

A célravezető taglejtési jelölésnek tehát legalább egy-egy közösségen belül szintén megállapodás-szerűnek kell lennie. Erre süketnéma oktatás területén sok egyéni és nemzeti próbálkozás történt, de ezek még nem értek el elfogadható nemzetközi szintet.

A süketnéma oktatás jelölési módszerei leginkább a *képiráshoz* hasonlítanak, azzal a különbséggel, hogy mégiscsak időbeliek, tehát közelebb állnak a beszéd természetéhez. Van még egy jelentős előnyük a képirással szemben: nem sztatikus természetűek, hanem a jelölés formai részéhez mozgási elem is csatlakozik, s ezáltal a kifejezés sokkal árnyaltabbá válik, sőt nyelvtani formákat is közvetíthet.

A rendszer megteremtése mégis nehéz. A magyarra is lefordított H. Starcke – G. Maisch „Siketek képes jelszótára” (Medicina, Budapest 1985) 2918 két kézzel és két karral mutatható ábrát közöl olyan szavakra is, mint egyszerű (118), lehetetlen (228), meglátogatni (486), részt venni (829), heti-jegy (1124), tartásdíj (1554), jövedelemadó (1836), kisebbség (1885), elh拉斯ztani (2042), bírósági határozat (2560), napirend (2673), építésügyi hatóság (2828), vígasztal (2883) stb.

Ezzel a rendszerrel olyan folyamatosan lehet gondolatokat közölni, mint a beszéddel. Mégis van egy jelentős hátránya a beszéddel szemben, ami minden képirás sajátja: a zártság. Hiába gondoljuk, hogy a jelzéseket akárhányféleképpen változtathatjuk, a közeli jellegű formák miatt a vevő tévesztései mind valószínűbbek lesznek. Az ismertetett, közel 3000 jelzés is sok hasonló elemet tartalmaz. Nem lehet olyan pontosan beállítani a konfigurációkat hogy egy másikhoz ne hasonlítsanak. Amellett az állandó mozgás, amit

előnyként emlegettünk „beszédszerűsége” miatt, hátrányként jelentkezik abban, hogy a leolvasónak nehéz megállapítania, hogy a mozgás közben melyik volt az a jellemző helyzet vagy állapot, amelyik a jelentés lényegét hordozta.



7. ábra. A kéz-jelbeszéd egyik, betűjeleknek megfelelő formája (daktylémák). Összesen 36 betűlemből áll; táblázatunkban a külön „y” jel technikai okokból elmaradt. Jobbkezes jelrendszer, általában kézháti formában, nyomtatott latin kisbetűre emlékeztető alakban. Megalkotója Angyal József (1960). T. Z. rajza

Maguk a gyógypedagógusok is azt hangoztatják, hogy nem a beszéd helyettesítésére való a mutogatási eljárás elsajátítása, hanem a beszéd megtanításának *egyik eszköze*. Még következetesebben érvényes ez a megjegyzés

a betűjelölésnek megfelelő kézjelekre. A kézjeleket (ujjbeszéd) valószínűleg már az ókorban is ismerték, de a jelenleg használt rendszerek újkori találmányok. Ezek lehetnek egykezesek és kétkezesek (az utóbbi az angol rendszer), ujjal, tenyérrel mutogatók stb. Rendszerint betű értelmezésűek, hiszen az írás ismeretében alakultak ki. Sok esetben utánozzák is a betűjelölést, de vannak a hangképzés sajátosságaira utaló rendszerek is. Például a *c, d, i, l, o, v, w*, és *y* sok rendszerben a betűalakra utal. Jobbkezes, magunk előtt tartott kezű közléskor azonban a betűalak a néző számára megfordul, s akkor az utalás is értéktelenebb. Ilyen rendszert alakított ki újabban Magyarországon Angyal József (1960), akinek jelformáit a 7. ábrán be is mutatjuk.

Az a tény, hogy az „ujjbeszéd” betűket jelöl, bizonyos belső ellentmondást tartalmaz a hangos beszéd elsajátítási tervével szemben. Ez különösen egyes idegen nyelvekre igaz, de tudvalevőleg a magyar sem fonetikus írású. Ezért talán a képszerű jelölésekkel együtt érdemes használni. Emlékezetem szerint a régi hazai első elemi iskolában az olvasáshoz olyan képes táblákat használtak, amelyeken a kép és a szótagolt (!) íráskép is szerepelt, de olvasás közben a gyermeknek bizonyos jelrendszerben mutatnia is kellett a kiolvasott betűket.

A beszédtanulás során csak segítségként használják a süketnémáknál a jelbeszédet, emellett a *hangképzés pontosságára* helyezik a hangsúlyt. A kézjel teljes elhagyásáról azonban nem lehet szó, mert egyrészt a süketnémák között sem lehet mindent kizárólag a szájmozgásra alapozni, másrészt a rendszer az ép hallásúak és a süketnémák közötti párbeszédben is hasznosítható. Az „artikuláció” magasabb tanulási fokon is elég lassú, általában 2 szótag/másodperc, a normális beszéd 5 szótag/másodperc sebességéhez képest. Ezt a lassúbb beszédsebességet kombinált szájmozgással és ujjbeszédrel azért el lehet érni (László András, 1970).

7. A kétcsatornás emberi üzenetváltás

A beszéd az ember által képezhető és észlelhető akusztikai jelrendszer elemeiből összeállított jelsor. Az összeállítás szabályai egy-egy nyelvközösségen belül azonosak, s így az összeállított egységek a közösségben érvényes jelentéssel bírnak. Ezáltal a beszéd egy nyelvközösségen belül bármilyen gondolat kifejezésére alkalmas. Ma a földön mintegy 8000 ilyen nyelvközösség létezik, s tagjainak jóval nagyobb fele csak a saját nyelvét érti.

A beszéd útján közölt gondolatok, események, parancsok az idő múlásával elfelejtődnek és nem marad rá bizonyíték, hogy valóban megvoltak. Ezért az emberiség egyik régi vágyalma a beszéd rögzítése, visszaadása és mesterséges utánzása. A mai technikai körülmények között pedig már fon-

tos feladatként említhetjük a beszéd gépi megértését és az emberi hanggal vezérelt gépek megvalósítását is.

A közlés folyamatával kapcsolatban általánosan elfogadott nézet, hogy a bennünk lévő gondolat (szubjektív tudattartalom) eredetileg mások számára hozzáférhetetlen. Objektív formába öntése a hírközlés. Ez, mint láttuk, sokféleképpen mehet végbe, de még a közlés pillanatában is titkosított. Csak a jelzőrendszert ismerő és birtokló egyedek képesek megfejteni. Ezáltal egy zárt közösség számára az elsődleges szubjektív gondolat objektív valósággá, majd bárki által visszaalakítva saját szubjektív tudattartalommal alakul. Ezt a folyamatot mutattuk be az 1. ábrán.

Magát az agyi folyamatot nem kívánjuk boncolgatni, de annyi biztos, hogy az aktív hírközlőben vagyis az „adóban” a nyelvi megfogalmazás még az *agy hierarchia legfőbb szintjén* végbemegy, s ugyanott alakul ki a szerkezeti forma (hangok vagy betűjelek, szótagok, szavak, nyelvtan stb.), amelynek alapján kiadható a parancs a hangképző szervek mozgására és az akusztikai jelsor képzésére, vagy pedig a kéz mozgására és a szöveg lejegyzésére.

Rövid közbevető megjegyzés, hogy ezúttal csak a közlés két legfontosabb módszerét vettük figyelembe (mint a 2. ábrán is), de emellett számos más rendszerünk is létezik a hír titkosítására. A betűírás helyett használt jelzéseket jól ismerjük és már említettük is, de van egy érdekes akusztikai hírközlő eljárás mód, amit kevesen ismernek. Ez a *füttynyelv*.

Néhány hegyek között, földrajzilag elzárt területen élő népcsoport körében fejlődött ki a beszéd mellett második hírközlési eljárás a füttnyelvel való értesítés. A nehezen áttekinthető terep, a köd és egyéb zavaró körülmények között ez az üzenetváltási módszer sokszor 6–8 km távolsáig is hatásos. Különösen szűk, sziklás völgyekben hallható messzire, de a pásztorok hegyoldalak között is használják. A keltett hangerő a szájtól 1 m távolságban 110 ... 115 dB.

Füttnyös értesítő jeleket, sőt értesítés jellegű közléseket, a mexikói mazateco-indiánok körében már 1891-ben megfigyeltek. Ez a nyelv „tonális” jellegű, tehát a hangmagasságnak is jelenéstartalma van. Ezáltal a füttnyel könnyebben érthető. Ugyancsak a XIX. század végén derült ki, hogy a Kanári-szigeteken (La Gomera) is használ a lakosság füttnyelvet. A tudományos kutatás azonban csak akkor indult meg, amikor a francia Pireneusokban (az Ossau völgyében) 1948-ban, majd Törökországban az északkeleti Pontus hegységben (Kusköy környékén) 1964-ben hasonló hírközlő eljárást fedeztek föl. Ezekben a helyeken jól felszerelt tudományos expedíciók (R. G. Busnel, 1962; Busnel és Classe, 1976) kimutatták, hogy a füttnyel nemcsak hívójel és nemcsak bizonyos egyszerűbb jelző üzeneteket tartalmaz. A kialakított füttnyelv csaknem teljesen egyenértékű a beszéddel. A fölfedező

expedíció egyik nagy eredménye, hogy a füttyült és a megfelelő beszélt szövegeket egyaránt hangszalagra vette. Az utólagos földolgozás során időbeli alakulás szempontjából nagyjából hasonló elemeket mutattak ki mindkét esetben. Bár a füttynyelv elsősorban hangmagasságváltozás, a hang mégis formáns jelleget árul el: a füttyben a magánhangzók jellege — akárcsak a suttogott magánhangzóké — elemzés útján világosan mérhető, sőt bizonyos optikai eljárások segítségével szemléltethető. De megfelelő fölkészültséggel más beszédhangok jellege is megállapítható. Egyszerűen arról van szó, hogy a hangkeltő mechanizmus a hangszalagokról a nyelvvel és az ajakkal továbbá ujjakkal vagy más segédeszközökkel képzett szűkületekre tevődik át. A hangok színezetének rezonátoros megformálása (szájüreg) mindkét esetben azonos. A lakosok tehát a füttynyelven *valóban beszélnek*, bár lehet, hogy az elemek száma kevesebb és a jelentések más formában vannak titkosítva, mint a természetes beszédben.

A fölismerésben a formai emlékezet játssza a fő szerepet, és sokszor kell a magasabb, alig hallható hangok miatt — mert hiszen hosszú úton a levegő elnyelése ezeket rohamosan csökkenti — az agy kombinációs képességére hagyatkozni. Figyelembe kell azonban vennünk, hogy a pástzorok egymás között nem irodalmi szöveget közölnek, s ezért az ilyen kiegészítés nem okoz különleges agyi megterhelést.

A titkosítás a nyelvi jelentések eltérő értelmezése mellett a gondolati anyag bonyolultsága vagy szakszerűsége szerint tovább fokozódhat. Egy mondattanilag kitűnően értett szöveg filozófiai gondolattartalma csak a képzettek részére válik valóban megértetté. Nem szólva a kisebb közösségek közös jelhalmazáról, mint a tudományos szaknyelv vagy a tolvajnyelv.

A tárgyalásnak ezen a fokán tekintsünk el a nyelv és a beszéd (vagy leírt beszéd) Saussure-i megkülönböztetésének taglalásától és foglalkozzunk csak az átalakítás és visszaalakítás részleteivel.

Miközben a gondolati forma hírközlési célból globálisan megfogalmazódik, majd a jelrendszer elemeire bomlik, alakul ki a titkosítási művelet. Az adó oldal további taglalása helyett vizsgáljuk a kétféle titkosítási módszer (*beszéd és írás*) sajátosságait. A jelképzésnek nemcsak a tartalom eltitkolása a célja, hanem azért is nélkülözhetetlen, mert a hír nem is közölhető másként, mint valamilyen energiafajta közvetítésével. A gondolat közvetlen átvitelének — kivételes esetektől eltekintve — jelenleg nincs megoldása. A hír megfejtése a titkosítás fordított folyamata, és szintén az agyban — ezúttal a vevő agyában — fonetikai, nyelvtani és értelmi szinten megy végbe, amint azt az *1. ábrán* szemléltettük.

Akár az akusztikai, akár az optikai láncot tekintjük, az érzékszervi fölfogás jóformán csak adatgyűjtés. Az adatok földolgozása idegi és agyi elemzési folyamat, amelyhez azonban összeállítási és ellenőrzési lépések is tartoznak.

Eközben az agy kihasználja a tanulással szerzett képességeit és az emlékképi mintákkal való összehasonlítás lehetőségeit is. Ennek a bonyolult folyamatnak papíron még a vázlatos ábrázolása is nehezen kísérelhető meg, hiszen többsíkú. Ezért inkább csak utalás jellegű a 8. ábránk, ahol a folyamat végén — hat lépést föltételezve — a tudatosult megértés található. Közismert, hogy ilyen modellezésre számos példa van az irodalomban (Fant, 1968).

A megértésig vezető út nem mindig egyformán nehéz, és vannak buktatói is. Az egyes beszédhangok absztrakt letéteményesei, a fonemák, nem egyenkint jutnak be a megértés tárába, hiszen a kapcsolódó hangok dönthetik el végleges értelmezésüket. Ilyen vizsgálatokat a *p, t, k, b, d, g* hangokkal Lotz János és munkatársai (1960) végeztek és azt találták, hogy a hallgatók anyanyelvüktől függően értelmezték a hallott hangokat. Saját vizsgálatainkból (Tarnóczy, 1964) is tudjuk, hogy ezeknek a hangoknak nagy a tévesztési százalékuk. Azonfölül természetes, hogy a hallott hangjeleket mindenki a saját jelkészletébe sorolja be. Olyan kísérleteket is ismerünk, hogy elektronikus eszközökkel készített pattanás-szerű hangjelet iktatva be hangfelvételek megfelelő kihagyott helyébe, mindenki úgy értelmezi az egyébként azonos akusztikai jelet, ahogy abban a szóban vagy szövegrészben egy valóságos zárhang szólna. Az agynak ez a módosító-kiegészítő sajátsága az emléképek jelentőségét húzza alá a fölismerésben. Köznapi nyelven azt szoktuk mondani, hogy nem a valóságot halljuk meg, hanem azt, amit szeretnénk hallani.

Kissé más a helyzet a magánhangzókkal. Tulajdonképpen ezek alkotják a szavak szilárd vázát, és fölismerhetőségük is elég könnyű. Persze ezeknél is a pontos szétválasztás okoz gondot. A kiejtett hangoknak a beszélő személye és a mondandó súlyozása szerint, például egy F_1 – F_2 formáns koordinátarendszerben elég nagy színezeti szórása van, de egy-egy nyelven belül a kategóriák elég jól körül vannak határolva, s ha átfedés miatt kétértelműség áll elő, az értelmezéskor még az eltévesztett hangok is kijavíthatók. Különösen egyszerű az agynak ez a megoldás, ha csak 3–5 magánhangzó létezik az adott nyelvben. A beszéd dallama annyira segíti az azonosítást, hogy az első átírásokban nem is fordítottak nagy súlyt a magánhangzók jelölésére. De a mai 14–16 magánhangzós nyelvekben a fölismerés és az átírás is nagyobb nehézségekkel jár.

A baj ismeretlen nyelv hallgatásakor következik be, amelynek nemcsak értelmét, de fonetikáját sem ismerjük. Nem az érthetőség nehézségeiről vagy nem csak arról van szó. Nagyon jó hallással és egyéni jelölési rendszerrel minden hangelem megfejthető, de az átjelölés nem értelmezhető a megfelelő betűrendszerbe, mert nem ismerjük a helyesírási szabályokat. Például fölismerjük a [na:jf] szót, de nem tudjuk, hogy ezt a szótárban a „k” betűnél (knife) kell keresnünk. Ezen fölül azt is meg kell jegyeznünk, hogy az

akusztikai jel valójában nem azonos a nyelvi fonetikai jelekkel. Éspedig nemcsak a hasonulás, a gyors beszéd összevonásai, vagy a nagyon röviden, szinte csak emlékeztetőül jelentkező hangcsökevények miatt (például a „kertben” [t] hangja). A főök, hogy a fonéma absztrakt nyelvi elem, amely a kiejtésben különféle fizikai formában jelenik meg.

Van tehát természetes oka a beszéd (és a füttynyelv), valamint az abból átjelöléssel nyert minden más emberi hírközlési rendszer közötti eltérésnek. Az utóbbiak a helyesírásilag és nyelvtanilag szabályozott, leírt *kvantumos*, mesterséges formát rögzítik, az előbbi pedig a hangkapcsolatok áramlásával létrejött eredeti fiziológiai *beszédfolyam*. A kettő csak az ember közreműködésével azonosítható.

Visszatérve a megértés folyamatára, az értelmi azonosítást a hangszózat előző megértett tagjai is elősegíthetik. Ez a folyamat hullámszerű, mert beszéd közben a megértést erősítő és gyengítő fázisok egyaránt találhatóak. A folyamat olyan gyors, hogy részleteit nem tudjuk követni, de ha lelassítjuk, érdekes dolgokra jöhetünk rá. Például morze-zászlójelzéssel közöljük az *I. táblázatban* elemzett szöveget. Ahogy az egymás után következő jelsort az agyi tárolóba engedjük, más-más elképzelésünk lesz a végleges hírről.

I. táblázat.

A szövegfölismerés fokozatai

P p: még semmit sem sejtünk

O po: a szótárban mintegy 300 ilyen szókezdés található

R por: értelmes szó, itt a megértésnek mellékmaximuma van

T port: három irány látszik; porta, portó és portugál

U portu: eldőlt a találat a portugál irányába

G portug: erősödött a valószínűség

Á portugá: majdnem biztos

L portugál: csak az a kérdés, hogy hogyan folytatódik

L portugál l: hirtelen minimumra esik az üzenet
megértésének valószínűsége

Á portugál lá: ismét a szótári számoknál vagyunk

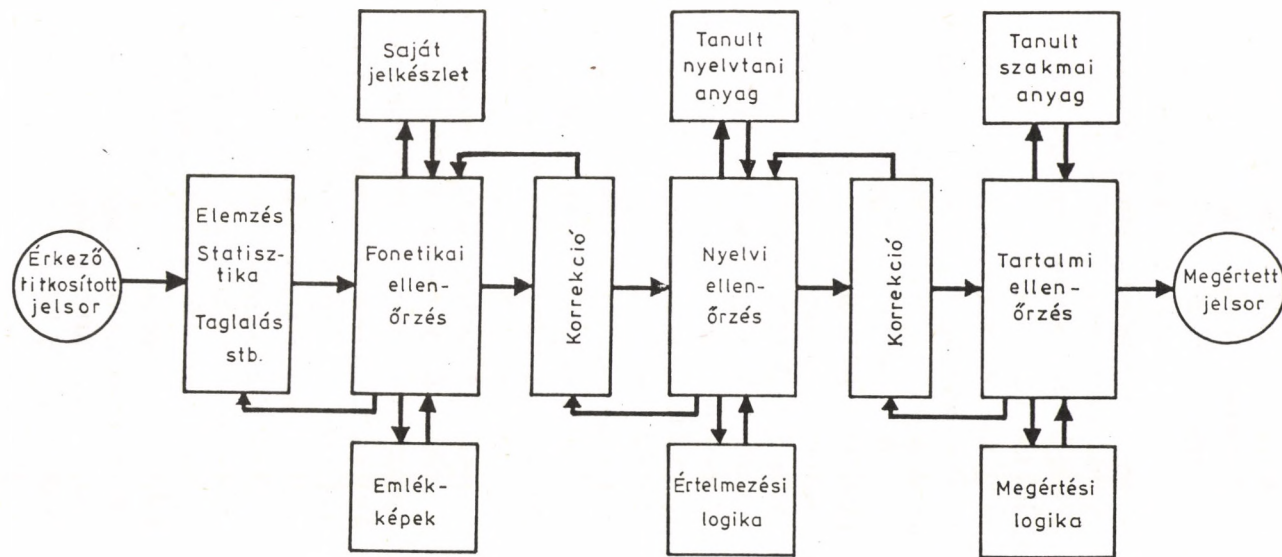
Z portugál láz: értelmes szó, ismét mellékmaximum

A portugál láza: gondolhatunk lázadókra vagy lázadásra

D portugál lázad: erősödik az előző elképzelés

Á portugál lázadá: most már csaknem biztos: lázadás

S portugál lázadás: a megfejtés, egyben a szakasz megértése



8. ábra. A beszédmegfejtés egyik elképzelhető menetének tömbvázlatos formája. Az elképzelés 8 fokozatban foglalja össze az agyi tevékenységet. Az egyenesvonalú, magasabb szintek felé haladás mellett a megértéshez állandó összehasonlító ellenőrzés és visszaható jellegű javító munka is járul.

Próbáljuk kissé pontosabban részletezni az előbb mondottakat. Régóta elfogadott nézet, hogy megértéskor nem a hangokból rakjuk össze a szavakat és azokból a mondatokat. A szavakból álló mondatokat értjük meg, de úgy, hogy közben akaratunktól függetlenül és hallatlanul rövid idő alatt földolgozzuk (több párhuzamos és egymást ellenőrző módszerrel) a beszéd minden pillanatnyi elemét, és ezekből az adatokból állítjuk össze az elfogadott jelentéstartalmú mondatot. A beszéd terjengőssége miatt egyáltalán nem fontos, hogy közben az elemzési munka hibamentes legyen. A hibákat még a mondat folyama alatt kiigazítjuk, még a hibásan értett szavakat is átértelmezzük és a mondat egészébe illesztjük (lásd a 8. ábrát).

Ezzel nem állítjuk, hogy magukat a hangokat nem ismerjük föl, hiszen az „a” névelő is egy hang. De nem ezen van a hangsúly. Úgy tekinthetjük, mintha az agyi számítógép adattára gyűjtené és rendezné az adatokat, egészen addig, amíg egy-egy értelmes szakasz — akár egész mondat — lehetővé nem teszi a sok elemzési munka szintetizálását és ezzel annak a szakasznak a megértését. A szakaszokra bontásra nagy szükség van. Ezáltal tudjuk leleplezni, hogy a körmondatba bonyolódott beszélő más vonzattal fejezi be a mondanivalóját, mint amit a mondat elején használt ige kötelezővé tenne. Így aztán az agy nemcsak a saját megértési botlásait igazítja ki, hanem a szónok beszédbeli és nyelvtani hibáit is.

Az üzenetváltási lánc tudvalevőleg több szempontból szimmetrikus. Azért is, mert mindkét fél mindent egyformán képes végrehajtani, de azért is — és ez nagyon fontos — mert az adó és a vevő megfelelő tevékenységi fokozatai (R,P,A) is megfelelnek egymásnak. Ezt kissé világosabban is meg kell magyaráznunk. Ami az agy rendező tevékenysége folytán az adó oldalon gondolat-elhatározás-paracsteljesítés láncolatának formájában a híradás szellemi megfogalmazása, ugyanaz a vevő oldalán a fölfogott, az agyba beáramló és ott tovább földolgozott adatmennyiségből megértett hír tudomásulvétele. Ezért mondjuk, hogy a „percepció bázis megegyezik az artikulációs bázissal”, *s nem pedig azért, mert a két jelkészletnek van közös halmaza.*

A közös halmaz ugyanis nemcsak a nyelvi közlésre, hanem a fonetika közlésre is vonatkozik. Az pedig nagyjából közös az egész emberiségre nézve. Colin Cerry 1966-ban, intézetünk meglátogatása alkalmával ezt úgy bizonyította be, hogy a fülébe mondott folyamatos magyar szöveget mintegy 200 s (egy szótag) időkéssel hangosan és folyamatosan megismételte, és pedig nem is rossz kiejtéssel, pedig azelőtt magyar szót nem igen hallott. Gondoljuk el, ez alatt az időtartam alatt a hallószervnek az „anyagot” elő kellett készítenie, az agynak az idegen hangkapcsolatokat meg kellett fejtenie (szerencsére a nyelvi megértésig nem kellett eljutnia), majd áttenni a hallóközpontból a beszélőközpontba, az adatok alapján megszervezni az utasításokat a beszélőszervek részére és ezekkel mechanikailag utánozni egy kissé

más fonetikai rendszerű nyelv kiejtését. A visszacsatolás útján nyert hangképet még össze kellett hasonlítani a hallott emlékképpel, eközben már figyelni kellett a következő szótag hangelemeire, hiszen a vezérlő beszéd folyamatos volt. Ezt próbálja utánozni egy számítógép! Bizony ennek a teljesítménynek még csak a százvezred részénél tartunk.

8. Átjelölési törekvések

Vizsgáljuk meg most az emberi *optikai hírközlő lánc* kialakulását. Tegyük föl, hogy a „beszéd” az ember társas lényként való megjelenésével egyidős, vagyis legalább 200 000 éves, de ősi formájában ennél sokkal régebbi. Ezzel szemben a barlangokban talált ősi rajzok pl. 20 000 éves múltra tekintenek vissza. A barlangi rajzok azonban nem hírközlő eszközök, hiszen a közlés szándéka nem mutatható ki: e rajzok a barlangok mélyén sötétben lévő falakon találhatók. A szakértők szerint céljuk kultikus vagy vadászvarázslat, de nem hírközlés. Az első közlési szándékú ikografikus jelek mintegy 5200 évvel ezelőtt bukkannak fel a sumerok kultúrterületén, elsősorban gyakorlati kereskedelmi céllal. Háromszáz évvel később, Egyiptomban időtállóbb és teteszetősebb formájú — agyag helyett kőbe vésett — ideogrammák (hieroglifák) jelennek meg. (Az időadatok természetesen csak hozzávetőlegesek.)

Nehogy azonban elhamarkodjuk a dolgot, tudomásul vesszük, hogy már a barlangi rajzok mellett is találhatók — talán számszerű adatokat jelentő — vonalkák, valamint azt, hogy a vadászvarázslatot szolgáló rajzok is sok közlést tartalmaznak. Vagyis elképzelhető, hogy a rajzi közlés, sőt esetleg a szimbolizált képírás is korábbi, mint azt az előbb említett „hivatalos” adatok mutatják.

Nyilvánvaló, hogy ez a találmány — nevezzük képírásnak — nagy lépést jelentett a gondolatok rögzítése terén, azonban az emberi beszéd tartalmának teljes lejegyzésére semmi esetre sem volt alkalmas. Ezért nem is tekinthetjük a beszéd közvetlen átírásának, hanem inkább a gondolatközlés egy más formájának, amely, ha kezdetleges is, mégis sok előnnyel rendelkezik. A beszéddel szemben időtálló és a beszélt nyelvvel szemben egyetemlegesen (nemzetközileg) érthető.

A képírás hírközlő rendszerként való magyarázatában azonban nehézségek jelentkeznek. A képírás aligha „titkosított”, sőt nagyon is érthető, hiszen sokszor nem is a fogalomra, hanem inkább az objektív létezőre utal. Azonfölül bárki előzetes tanulás nélkül is „el tudja olvasni”. Ha a „kutya”-szót és a kutya képét szembeállítjuk egymással (9. ábra), több eltérő sajátosságot állapíthatunk meg (Tarnóczy, 1969).

A szóbeli közlés előnyei:

- 1) Kis számú elemből (60–65 hangjelből = fonémából) álló jelkészletből állítható össze,
- 2) terjengőssége nagyjából független a jelrendszertől (különböző fonetikájú nyelvek),
- 3) jeleinek száma és minősége azonos jelentéstartalom mellett változtatható (szinonima: kutya = eb, vagy kutya = dog),
- 4) grammatikai és stiláris megoldásokra kiválóan alkalmas.

Hátránya viszont, hogy

- 1) csak helyileg, vagy korlátozott csoportok számára érthető (nyelvterület, nyelvtudás), és
- 2) jelentéstartalmi változások csak részletes kiegészítésekkel jelölhetők rajta (képzés, fokozás, jelzős összetétel stb.).

Ezzel szemben a képzéses szöveg hátrányos oldalai:

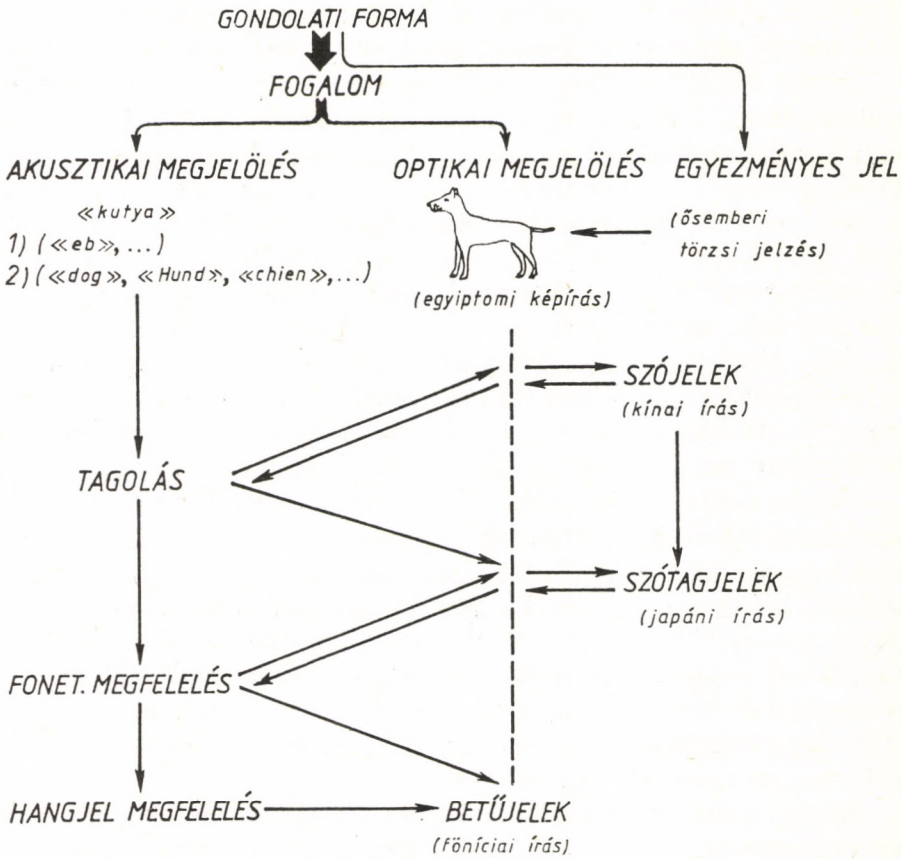
- 1) Jelkészlete nagy számú (zárt rendszer),
- 2) terjengőssége igen nagy, csak bonyolult absztrakcióval csökkenthető,
- 3) a jelek száma azonos jelentéstartalom mellett nem csökkenthető, vagy csökkentésük az érthetőség rovására megy,
- 4) grammatikai és stiláris megoldásokra alkalmatlan.

Viszont előnyének tekinthető, hogy

- 1) egyetemlegesen érthető (nemzetközi) és
- 2) jelentéstartalmi változások jelölésére kiválóan alkalmas.

Ez utóbbira számos példát ismerünk, az „oroszlán” képéből igen könnyű egyetlen vonallal „dárdával átdöfött haldokló oroszlán”-t csinálni. A beszéd grammatikája ugyanakkor négyszeresére bővíti ki a mondanivaló anyagát és időtartamát.

A szöveg és kép kapcsolata — ezúttal nem beszélt, hanem írott szövegről van szó, ami a mi szempontunkból mindegy — leginkább az illusztrált művekben, főként kódexekben vizsgálható. Dercsényi Dezső (1986) mutat rá, hogy a Képes Krónika 1358-ban keletkezett szövege néhol mennyire szűkszavú, és hogy ezt az illusztrátor milyen ötletesen egészíti ki. A képeken olyan részletek ismerhetők föl, amelyek valamelyik történethez, legendához közismerten hozzátartoznak, de a kódexíró nem tesz róluk említést.



9. ábra. A beszéd akusztikai–optikai átjelölésének általunk elképzelt fejlődése. A kihúzott vonalak a nyilak irányában a valószínű fejlődési hatásokat jelképezik. A szaggatott vonal az „írás fejlődése” kezdetleges formájú régebbi elképzelésének menetét jelzi.

A képirás (*piktográfia*) és az ebből kifejlesztett fogalomírás (*ideográfia*) a beszéddel szemben mégis tökéletlen. Fő hibája, ami az állati hírközlésnek is nagy hátránya: a zártság. Minden új fogalomhoz vagy szóhoz új jelet kell kitalálni, a nem tárgyi jellegű fogalmakat összekapcsolással vagy mellékjelekkel magyarázni kell, és ezeket a fogásokat mind a rögzítőnek, mind a leolvasónak meg kell tanulnia. Ezért gondoljuk, hogy a számok jelölése volt a legősibb igazi „átjelölés”. Abban ugyanis aligha van szükség absztrakciónak. Fogalmak vagy cselekmények esetén azonban minél pontosabban akarjuk a gondolatokat kifejezni, annál inkább elvész a képszerű olvashatóság előnye, és annál bonyolultabbá válik az egész jelrendszer. A zártság és az említett módszer oda vezet, hogy 40–60 alapjel helyett 40 000–60 000 szó- vagy fogalomjel-

lel kell mondanivalónkat kifejezni. Ezt az állapotot képviseli napjainkban a kínai írás, de az összes jelek közül csak mintegy 8000 van használatban.

Sumer földön azonban — mintegy 5200 éve sumer vagy protosumer találmányként — jelentős lépés történt az egyszerűsítés felé. Ehhez a nyelv tulajdonságai vezettek el (Oppenheim 1982). A sumer agglutináló nyelv volt, főként egy-, esetleg kétagú szavakkal. Jóformán önként adódott, tehát hogy a szavak mellett a szótagokat is jelekkel lássák el. A nyelv négy magánhangzóval ([u], [a], [e], [i]) és 14 mássalhangzóval rendelkezett, így egyszerű CV, VC és CVC tagolással — a képiráshoz, vagy a hieroglifikához képest egyszerű — néhány száz, jellel dolgozó szó-, illetve szótagírási jelrendszer (logográfia), technikáját tekintve puha agyagba náddal vésett ékírás alakulhatott ki. Az írásformát az egész mezopotámiai-szíriai-kánaáni kulturkör átvette, sőt még a hettitákhoz is átterjedt. Egyik szótagírási formája a krétai líneáris B írás, amely már görög, és csak 90 jelet használ.

Sajnos, a más — főként sémi — nyelvek kívánta pótlások és módosítások összegabalyították az eredetileg egyszerű rendszert, amely végül is különféle helyi, vegyes szótag-fogalom jelölési rendszerekké alakult. Végezetül a sok átértékelés, kettős olvasat, régi (idegen) szavakra utalás, a sok homoníma stb. nagyon bonyolulttá tette az e fajta írásmódot, bár egyes módozatai még időszámításunk kezdete körül is használatban voltak, mint például Perzsiában 4 ideográfot és 36 szótagjelet tartalmazó ékírásos rendszer. Sokkal bonyolultabb, mégis nagyjából hasonló jellegű (de nem hasonló alakú) manapság a japáni írásrendszer, mintegy 2000 jellel.

Ha egy nyelvben 25 mássalhangzó és 6 magánhangzó fordul elő, a valódi szótagírásban a CV, VC és CVC formák teljes jelölésével együttesen 4050 jelet kellene használni. Ha ügyes csökkentéssel a CVC helyett CV+VC alakokat alkalmazzuk, csak 300 jelre van szükségünk. Ezt az utóbbi fogást az ékírás javított formájában már a sumérok is fölhasználták, de érdekes módon a mai elektronikus beszédösszeállító rendszerekben is alkalmazzák.

Mindezek után ugrásszerű lépésnek kell tekintenünk egy döntő jelentőségű fölfedezést, amely valahol a föniciái tengerparton alakult ki, nagyjából a Kr.e. XVII. században. E fölfedezés lényege annak fölismerése, hogy minden szóban néhány *jól elkülöníthető hang alapelem változatos kapcsolódása* lehetséges. Ebben a meglátásban olyan lángeszű elvonatkoztatás rejlik, hogy egyes szerzők egyetlen ember találmányának tekintik (Barry, 1965). Ezek után nincs gond az átjelöléssel sem. Ha a beszéddel való üzenetváltásnak megvannak a nyílt láncú alapelemei, csak ezeket kell kölcsönösen és egyértelműen bizonyos írásjeleknek megfeleltetni, és ezzel az átjelölés meg van oldva.

Hírközlélméleti szempontból tarthatatlan az az álláspont, hogy a *betűírás* közvetlenül a képirásból vagy csak a képirásból fejlődött volna ki. A formai fejlődésre (szótagírás, hieratikus írás stb.) való hivatkozás félrevezető,

mert ezekben a hangjelölésre irányuló törekvés mellékes jelentőségű. Amellett kevés hieratikus írásjelből származtatható közvetlenül a neki megfelelő föníciai írásjel, viszont sok a hasonlóság a föníciai és az ógörög, valamint a klasszikus görög és a római betűjelek között (10. ábra).

A európai betűk eredete és kifejlődése.

sorszám	egyiptoni		fönik írás- jegyek	görög		latin	
	kép- írás	folyó írás		régibb írás	ujabb írás	haj- dan	jelen- leg
1					A	A	A a α
2					B	B	B b β
3					Γ	Γ	Γ γ
4					Δ	Δ	Δ δ
5					Ε	Ε	Ε ε
6					Ϝ	Ϝ	Ϝ ϝ
7					Ζ	Ζ	Ζ ζ
8					Η	Η	Η η
9					Θ	Θ	(ang.th)
10					Ι	Ι	Ι ι
11					Κ	Κ	Κ κ
12					Λ	Λ	Λ λ
13					Μ	Μ	Μ μ
14					Ν	Ν	Ν ν
15					Ξ	Ξ	(ch.s?)
16					Ο	Ο	Ο
17					Π	Π	Π
18					Ρ	Ρ	(dx?)
19					Σ	Σ	Σ σ
20					Τ	Τ	Τ τ
21					Υ	Υ	Υ υ
22					Φ	Φ	Φ φ

A Kirchof-Holzendorf-féle gyűjteményből III. 64 füz.

* Cyrill. — Nincs kimutatva Gg, Uu, Vv, Ww, Xx, Yy.

10. ábra. Általánosan ismert, sokszor közölt összeállítás az írásjelek kialakulásáról. A tábla Dunay Ferenc Átíró Hangrajz (Budapest 1901) című könyvének 500. lapja.

Egyébiránt a mai elfogadott álláspont szerint minden betűírás ebből a tengerparti (ugariti?, föníciai? északi-szemitikus?) jelzésrendszerből indult ki. A keleti (arámi) forma eljutott Perzsiáig, Indiáig, sőt a Fülöp-szigetekig, és ki lehet mutatni a héberrel, örménnyel, grúzzal, sőt az arabbal való összefüggését is. A nyugati (kánaáni) formából alakult ki az összes mediterrán írás, elsősorban a krétai, a görög és a latin.

A betűírás jellegű átjelölő írásrendszerek természetesen *nem fonetikusak*, még a grúz és örmény sem, pedig azokat egyetlen nemzeti nyelvre alkották meg, viszont a görög, cirill és latin írásjeleket, aszerint, hogy milyen (akár az újjörög) nyelv átírási céljára használják, további elemekkel, betűmódosításokkal, mellékjelekkel és jelkombinációkkal kell ellátni. Lényegében ugyanaz a helyzet az arab írással is, ahol azonban a módosítások nehezebbek; ezért volt célszerű a törököknek a latinbetűs írásra áttérni.

A tárgyalás során két kérdést érdemes fölvetni. Az egyik, hogy nem lehetne-e minden nyelv beszédanyagának átjelölését egyik meglévő rendszerünkkel megoldani. A másik, hogy nem lehetne-e egy fonetikailag alkalmazhatóbb átíró rendszert kidolgozni.

Már az első kérdéssel kapcsolatban is nehézségek merülnek föl. Még az iráni monarchia idejében az ottani Akusztikai Társaság megkeresett, nem foglalkoznánk-e a mai perzsa írás latin betűsre átcserélésének problémájával? Az arab írás ugyanis nem alkalmas egy indoeurópai nyelv hangjait átjelölésére. A nyelvi-fonetikai alapokat Telegdi Zsigmond útmutatásai, szalagok lehallgatása és iráni kollégákkal való konzultációk után megismerve, rendkívüli nehézségeket lehetett tapasztalni. Nemcsak a kiejtés sokfélesége és a nyelvjárások különböző betű-hang értelmezése miatt, hanem elsősorban azért, mert az 1300–1400 éves nyelvi fejlődés alatt az arab hangjelölés többértelművé vált, azaz a helyzetétől függően valamelyik arab betűjel más-más hangot jelöl, vagyis ezeket más-más latin betűvel kellene helyettesíteni. Ezzel számos etimológiai és grammatikai kapcsolatot rontanánk el.

Az indoeurópai iráni nyelv átírási nehézségeihez képest sokkal nagyobb — szinte megoldhatatlan — nehézségek jelentkeznek a keletázsiai dallamos nyelvek és azok számos dialektusainak átjelölésében. S ekkor még nem foglalkoztunk a világ nagyszámú nyelvének különleges hangjaival, amelyekre semmiféle írott jelünk nincs. Pedig az egységes írásmód a gépi beszédközlés és az önműködő beszédfölismerés szempontjából is alapvető fontosságú volna.

Éppen ezért indokolt második kérdésünk fölvetése is. Az előbbieket szerint ugyanis be kell látnunk, hogy a mai 26 jeltől álló átíró rendszer még a nyugati nyelvek hangszükségletét sem elégíti ki, fonetikai átjelölésre tehát általában nem elegendő. Megoldására többfajta módszerhez lehet folyamodni. Az angolban csak az eredeti 26 jelet használják és ezek kombinációival jelölik a

kiejtés hangértékét. Másutt, pl. a német, francia, szláv, magyar stb. nyelvekben úgynevezett diakritikus jeleket is alkalmaznak, amelyekkel a hangérték módosítását jelölik. De vannak meglévő jelekkel összekapcsolt módosítások (pl. francia, román), sőt különleges új karaktereket is alkalmaznak (pl. német, svéd, norvég) egyes latinbetűs átírásokban.

Kérdés, nem lehetne-e egy újabb megoldáshoz folyamodni. Ugyanis többször fölvetődött már az a gondolat, hogy a hangképzés formáihoz szervesebben kapcsolódó jelformákkal szélesebb körű és logikusabb átjelölési formákat találjanak ki.

Indokoltnak tartjuk e helyütt, hogy megemlékezzünk egy különleges próbálkozásról. Dunay Ferenc *Átíró hangrajz* című 1901-ben megjelent könyvéről van szó. A szerző a beszédhangok képzésének alapos tárgyalását nyújtja, s nyelvészeti munkája nemcsak a magyar, de legalább 15 nyelv hangtanával foglalkozik, még az avarral (?) is. Sok megfigyelése ma is elfogadható, egy újfajta univerzális hangátírásra vonatkozó elvi módszere pedig rendkívül érdekes. Kempelen óta nincs a magyar nyelvészeti irodalomban hasonló eredeti invenciójú munka. Dunay a hangképzésre utalva, de nem azt utánozva, folyamatos jelírást szerkesztett, amelyben — egyszerűen magyarázva — a vízszintes folyam a magánhangzókat, az ebből kiálló felső és alsó jelek a mássalhangzókat képviselik. Az írás jellegében kissé az arabhoz hasonlít, de balról jobbra tart. Könyvének egy lapját a *11. ábránkon* mutatjuk be, ahol az is olvasható, hogy a szerző ismerte Alexander Melville Bell *Visible Speech* című, 1867-ben megjelent művét.

Akárhogy is oldjuk meg az átjelölést, a *hírtartalom nagyjából azonos* a beszéd és az abból átjelölt írás között, de számos jellegben a beszéd sokkal tartalmasabb. Az írás oldalán legfeljebb a kisbetű–nagybetű, vagy kézírás esetén az egyéniség kiolvashatósága jelent előnyt. Ha úgy gondolkozunk, hogy a beszéd mellett elsősorban kézjelek alakultak ki, akkor az írásjelekkel való azonosításban ezek közvetítő szerepet játszhattak. Az időeliség térbelivé alakítása nem kis ismeretelméleti feladat, ámde a megoldás szinte önként adódik. A kézjelek még tartják az időbeliséget, a kézjelek lerajzolása már térbeli egymásutánban következik. *Ez a folyamat az írás alapmodellje.*

A titkosítási folyamat eszerint akár a beszéd, akár az írás esetén valamilyen mozgás. A megfejtési folyamat azonban kétféle: az írás akármeddig tanulmányozható, a beszéd megértése azonban rövid időhöz van kötve. A megfejtés fokozatai különböző agyi szinteken jelentkeznek. Már a legelső szinten megfejtjük az akusztikai jel fonetikai természetét (8. ábra), és az eredményt akár a második fajta titkosításnak (a leírásnak) is alávetethetjük. Említettük, hogy egy hallott idegen nyelvű szöveg a megfigyelő által használt rendszerbe fonetikailag „lekottázható” megértés nélkül is, továbbá, hogy a hallott szöveg hang szerinti utánzása igen gyors folyamat, ami szintén az alacsonyabb

A hangrajzi jegyek a nyomtatásban.



11. ábra. Mint a Dunay-féle hangrajzzal írott magyar szöveg alakja megjelenésére (a könyv 505. lapja).

Magyar hősihatos

Van egy elbeszélő versnem a világon

Melynek nincsen párja hetedhét országon

Gyönyörűen gördül lassú méltósággal

Váltva fel a könnyűt, hogyha fontost tárgyal

Az írás vékonyabb szólaló-vonalakkal is eléggé

„VISIBLES SPEECH“

11. ábra. Mint a Dunay-féle hangrajzzal írott magyar szöveg alakja megjelenésére (a könyv 505. lapja).

Ugyanavval a tolltartással íratik balról jobbra a

TAMUL ÍRÁS.

தேவன், தம்முடைய ஒரேபேருண குமாரனை
 விசுவாசிக்கிறவன் எவனோ அவன் கெட்
 டுப்போகாமல் நித்தியச் சீவனை அடைய
 ம்படிக்கு அவரைத் தந்தருளி, இவ்வள
 வாய் உலகத்தில் அன்புசுடர்ந்தார்.

11. ábra. Minta a Dunay-féle hangrajzzal írott magyar szöveg alakja megjelenésére (a könyv 505. lapja).

szintű idegtalálkozások szerepét hangsúlyozza a megfejtés folyamatában. Ez teszi lehetővé „első látásra” az írott szöveg felolvasását, amelynek agytevékenysége hasonló az ismeretlen kotta zongorán lejátszásához.

9. Beszéd és írás

Az optikai gondolatjelölés föníciai formájának, a betűírásnak fejlődési fázisaira egészen pontos adatok nem állnak rendelkezésünkre, de mind a beiruti Régészeti Múzeumnak, mind a londoni British Museum-nak szép kiállításai vannak a fejlődés egyes szakaszairól. Amint említettük, és amint ezt az említett gyűjtemények anyaga is igazolni látszik, a betűírás kifejlődése a képirásból nem a képirás belső törvényszerűségeinek következménye, hanem a beszéd átjelölésének feladatából kiinduló folyamat. A nagy fölismerés éppen az volt, hogy nem a szavak objektív tartalmát vagy fogalmi értékét kell optikailag jelölni, hanem egy *valóságos akusztikai-optikai átjelölést* kell végrehajtani. E folyamatot érzékeltette a 9. ábránk.

Az előbb vázolt fölismerés az emberiség történetében teljesen új és rendkívül forradalmi volt. Mekkora absztrakcióra van szükség annak fölismeréséhez, hogy a folyamatos beszéd végeredményben néhány fajta akusztikai jelből áll! Hiszen a szavakban ezek az akusztikai jelek nem tisztán jelentkeznek, hanem folytonos átmenetet képeznek, teljesen összefolynak. Ma is különleges nehézséget jelent a gépi elemzés számára, hogy az egyes fonetikai elemeket a folyamatos szövegből helyesen emeljük ki. Ezt a *tagolásnak* (szegmentálásnak) nevezett folyamatot az agy — úgy látszik — símán megtudja oldani. További jelentős agymunka — és ehhez már a nyelv fölényes ismerete is szükséges — az egyes egyedi és eseti hangjeleket (beszédhangokat) csoportokba rendezni, és tudomásul venni, hogy ezek a csoportok végeredményben egy-egy jól elkülöníthető hangfajtát képviselnek. Ezekből a hangfajtákból vezethetők le a nyelvi fogalmat képező fonémák. (A fizikai kutatásban sokszor ezekre használják a „beszédhang” kifejezést.) Végül az is nagy nehézséget okozhatott, hogy az így elkülönített, azonosnak tekinthető beszédhang típusokra (a fonémákra) egyenként *egy és csak egy optikai jelet* állapítsanak meg. Ezt a nehézséget jól szemlélteti az a tény, hogy a [k] + [s] és a [p] + [s] hangkapcsolatokra a görögök egy-egy betűjelölést (ξ és ψ) tartottak helyénvalónak, és hogy a nyelvész kutatók között ma is vitatott, hogy az affrikáták (például a magyar *c, cs, dz, dzs* stb.) egyetlen hangból állnak-e, vagy két hang szoros kapcsolatai.

Akárhogy alakult is ki a taglalt fölismerés-sorozat, annyi kétségtelen, hogy a föníciaiak óta ismerünk egy 22 (ma 26) alapjelből álló rendszert, amellyel vagy amelynek némi bővítésével a nyugati nyelvekben előforduló hangok többé-kevésbé jól átírhatók. Az akusztikai-optikai átjelölést azonban

mindkét irányban (akár beszélt szöveg leírása, akár a leírt szöveg fölolvása) csak maga az ember tudja elvégezni. (Az utóbbit ma már gépi úton is elég jól meg tudjuk oldani, az előbbi még nagyon kezdeti szinten áll.)

E rövid bevezető eszmefuttatásban néhány pontatlanságot elkövettünk. Ezek tisztázásával további agytevékenységre mutathatunk rá. Említettük, hogy az átjelölés, az emberiség egy kis csoportjának „nagy fölismerése”, több lépés eredménye volt. Az elemi részekre tagolás után döntő volt annak fölismerése, hogy ezek az elemi szakaszok (valószínűleg szótagok) voltaképpen néhány hangjel változatai, majd talán a legfontosabb okoskodás, hogy nem az egyes változatok, hanem azoknak a *többiekől jól elkülönülő közös tulajdonságai* hordozzák az illető beszédelem lényegét. Így fedezte föl az emberiség a fonémákat, ami már szinte önműködően vezetett el a lejegyzés megoldásához. A letisztított hangjeleket már könnyű volt egy-egy különálló optikai szimbólummal megegyeztetni.

Mindez egyáltalán nem magától értetődő dolog. Sok mássalhangzónak más az akusztikai jellege a szó elején, szó közepén és szó végén. Ez a tárgyszerű megállapítás például az arab írásban is tükröződik: az írott mássalhangzók szókezdő, szóközépi és szóvégi alakjai éppúgy különböznek egymástól, mint akár az illető hangok megfelelő időbeli színekpei!

Szintén itt érezzük megemlítenédőnek, hogy amikor a hangjeleket beszéd közben megformáljuk, nemcsak a megállapodás szerinti titkosítást (magának a „száraz” hangnak a képzését) végezzük el, hanem az akusztikai jelet bőven ellátjuk más jelentéstartalommal (egyéni hangszín, ejtémód, hangerő, dallam stb.) is. Ezáltal egy olyan sokértelmű jelcsomag keletkezik, amelyet teljes értékében *csak a beszélgető társ alya* képes felbontani és értelmezni. Az elemző szerkezetek számára sokszor a csomag egyéb elemei szolgáltatják a fő információt, amely mellett a legfontosabb jeltartalom (például az illető beszédhang pontos kvalitása) esetleg föl sem ismerhető. A csomagban ugyan benne van a fonéma értelmezése is, de a csomagot csak az emberi agy tudja kibontani és minden elemében megismerni.

Sokakban felvetődik az a gondolat, hogy Edison fonográfja óta az akusztikai–optikai átjelölés technikai feladata is tisztázódott. A mai korszerű mágnesshang berendezések a legjobb minőségben rögzítik és adják vissza az egyszer elhangzott beszédet, tehát mind az átalakítás, mind a visszaalakítás gépi úton meg van oldva. A dolog azonban nem ilyen egyszerű. Meg kell fogalmaznunk, hogy a tudomány és a technika mai állása mellett milyen feladatot jelent a kutatás számára az *akusztikai–optikai átjelölés*.

Foglaljuk össze röviden az emberi akusztikai hírközlő lánc egészét. Az adó agyából kiinduló utasítás a gondolatközlés érdekében mozgásba hozza a hangképző szerveket. Ebből alakul ki a megfelelő akusztikai jelsor. A vevő

hallószerve a jeleket fölfogja és az agyba továbbítja, ahol az értékelés eredménye az adó eredeti gondolatának a megértése. Az adó és a vevő gondolatai közötti kapcsolatot tehát az akusztikai jelsor közbeiktatása valósítja meg. A gondolat szempontjából tekintve az akusztikai jelsor titkosított. Az ember szervezeti fölépítettségéből következik, hogy a titkosítást és a megfejtést egyaránt el tudja végezni. Híradástechnikai eszközeink csakúgy, mint az említett rögzítő-visszaadó berendezéseink, nem tesznek mást, mint hogy térben és időben kiterjesztik a titkosított akusztikai jelek továbbítását. De a megfejtésig nem jutnak el.

Ugyanez vonatkozik két ember optikai hírközlő kapcsolatára is. (A lényegesen kisebb szerepet betöltő taktilis hírközlő rendszert most ne érintsük.) Az agy parancsa nemcsak a beszédképző szerveket képes mozgásba hozni a titkosított jelrendszer alkalmazására, hanem a mozgást optikai jel képzésére is fel tudja használni. A megállapodás-szerű jelkulcs a hangok és betűjelek között lehetővé teszi, hogy a hírközlő a ki nem mondott szöveget írásban rögzítse. Az optikai jelsor értékelése a neki megfelelő érzékszerven, a szem keresztül szintén az agyban folyik le. Összefoglalva: az emberi agy a gondolatközlésre két egymásnak tartalmilag megfelelő, de formailag különböző titkosított jelsort választhat. A jelsor kialakítására megfelelő mozgató szervekkel, felfogására megfelelő érzékszervekkel rendelkezik. Az értékelést mindig az intellektus végzi el, vagyis az átalakítás az akusztikai jelsorból az optikaiba vagy vissza, az emberi idegkapcsolatokon és az agyon keresztül oldódik meg (lásd a 2. ábrát).

Az előbbiekhöz még egy kiegészítő megjegyzés kívánkozik. A kétféle jelzőrendszer nem azonos! Ez legvilágosabban az írás nem-fonetikai jellegéből következik. Eredetileg nyilván egyszerű megfelelekezés volt a beszélt hangsor és a leírt jelsor között. Ez azonban a kiejtés változása és az írás hagyományos volta miatt, vagy méginkább a különböző nyelvek azonos írásjelekkel való jelölési kényszere miatt, idővel nagyrészt szétvált. Az írott jelek száma kevésnek mutatkozott, és a pótlást minden nyelvben másként oldották meg. A betűírás tehát *csak utal a beszélt szövegre*, valójában nem egyezik meg vele. Az átjelölés a nyelvi közösségeken belül kialakult konvenció, amely esetenként nagy eltéréseket árul el.

Angolszász nyelvterületen szokásban van a személynév betűzött változatának a közlése is, hogy le tudják írni. Ez sem mindig sikeres, amelyre példa Thomas A. Sebeok (személyes közlés) egy esete. Nevének telefonba mondott betűzése: „esz-i-bí-i-ó-ké” után a válasz ez volt: „oké miszter Szibi”.

Nagyon lényeges, hogy amíg a titkosítás szabadon választható, a megfejtés már csak a titkosító eljárás fordított folyamatával, tehát beszéd esetén hallás, írott szöveg esetén látás útján végezhető el. A kétféle hírközlő jel-

rendszer egymásba való átalakítása pedig csak az ember közreműködésével, az intellektuson vagy esetleg az alsóbbfokú idegkapcsolatokon át lehetséges.

Ez a helyzet nem változik akkor sem, ha a hírközléstechnika legújabb vívmányait — az elektromos átalakítást, mágneses jelrögzítést, továbbítást, visszaalakítást — közbeiktatjuk, mert az emberhez érkező hír jellege ekkor is azonos az ember által elindított hírével. Mivel az átviteli távolság több ezer kilométert jelenthet, az akusztikai rendszer teljesen elválna az optikaitól. Közben sehol sincs más mód a megfejtésre és a kettő közötti átalakításra, mint az ember szellemi tevékenysége. (Ebben a megkötésben ma is csak némi engedményt tehetünk.)

Lényeges különbség a kétféle hírközlő rendszer között, hogy az akusztikai titkosítás elsődleges természeti adottság, az optikai valójában származtatott emberi találmány. Az akusztikai jelfolyamat — mint minden makroszkópos mozgásjelenség — *folytonos*, az optikai és vele együtt minden más mesterséges jelrendszer *kvantum*os, vagyis különálló elemekből áll. Az optikai jelrendszer ezenfelül bizonyos értelemben absztrakció. Ezen azt értjük, hogy az írott jel nem tartalmazza a beszélt jel sok járulékos elemét, az egyéni ejtésmódot, a beszédhibát, az emóció okozta hangváltozást stb. A két fő tulajdonság, a kvantumozottság és az absztrakt jelleg teszi az írott jeleket gépileg is fölismerhetővé.

Hangsúlyoznunk kell, hogy az „akusztikai” és „optikai” rendszerekre való szétválasztás nem szó szerinti értelmű. A lényeg a „folyamatos” és a „kvantum” jelrendszerek közti különbségben jobban kifejezésre jut. Ha a folyamatos beszédet valamilyen korszerű láthatóvá tevő („Visible Speech”) eljárással folyamatos képpé alakítjuk át, a keletkezett jelsor még nem írás, azaz nem az általunk optikai rendszernek nevezett közlési mód. Nem kvantumozott, és bár az ember megfelelő tanulással vissza tudja olvasni, emberi közvetítés nélkül betűírás nem válhat belőle.

Mindezt jól bizonyítja az a kísérlet, amely szerint a normális, tehát akusztikailag gondosan megválasztott felvételi körülmények között készült „Visible Speech” képeket betanított személyek „olvasni” tudják — még idegen nyelven is —, mert a képeken a formák fonetikai tartalmát ismerik föl. Ha azonban a hangfelvételt nem teljesen visszhangmentes stúdióban készítik, a visszhangok miatt a képek a fölismerhetetlenségig eltorzulnak és olvashatatlanná válnak. Ugyanakkor a felvétel hangja tökéletesen érthető marad, mert az elkésve érkező visszhangok hatását az agy egyszerűen kikapcsolja. A kudarc azt bizonyítja, hogy a beszéd elemzett optikai formája nem helyettesíti a valódi átjelölést. Azt csak az agy tudja elvégezni.

Hasonlóképpen, a hallhatóvá tett morze-jelek sem válnak a folyamatos beszédnek megfelelő akusztikai rendszerbe átjelölt anyaggá. Bár korábbi

megnevezéseinket továbbra is használni fogjuk, ezt mindig az iménti megjegyzés tudatában tesszük. Feladatunkat ismét megfogalmazva: a kétféle rendszer közötti átjelölést úgy értjük, hogy a folyamatos beszéd teljes akusztikai híryananyagát áttesszük egy kvantumos — optikai, elektromos, akusztikai vagy másfajta — jelrendszerbe, amely az eredeti híryananyag minden, vagy majdnem minden tulajdonságát tartalmazza.

A majdnem minden kifejezés ismét némi magyarázatra szorul. A hírtartalom a jelek egymásutánjának megállapodott jelentésétől függ. De a híryananyag maga nem azonos a jelsorral. A szinonímák (pl. kutya = eb) azonos vagy nagyon hasonló hírtartalom ellenére más jelekből állnak, a homonimák (a magyarban kevés van, pl. *én török* — *ő török*) azonos jelsor ellenére is mást jelentenek. Még tovább menve: azonos fonetikai jelsor a hangerő, a hangsúly, hanglejtés függvényében egészen más jelentést nyerhet („Apám, küldj pénzt!”). Az átjelöléskor néhány írásjellel (!?) segíthetünk magunkon, ez azonban nagyon kevés a hírtartalom egyértelművé tételéhez.

Ritka eset, hogy az írás értelmezési előnyben állhat a beszéddel szemben. Efféle jelölés a kettőspont, az idézőjel és a kérdőjel. Minden felolvasó tudja, milyen nehézségeket okoz az ilyen jelek szóbeli értelmezése. Fölolvasáskor például hozzátesszük a szöveghez: „idézem”, „eddig az idézet”. A mondatvégi kérdőjel esetenként későn vehető észre és természetellenessé válik a kérdő hangsúlyozás. Nagyon érdekes fogás a spanyol íráshasználatban, hogy a kérdőmondat elé is kiírnak egy (fordított) kérdőjelet, amivel fölkészítik a fölolvastót a helyes hangsúlyra.

Egy másik írásbeli előny a nagy- és kisbetű használatából adódik. Magyarázat nélkül is különbséget érzünk a Nap és a nap között. Mivel a beszédben nincs meg ennek a megfelelője, sokszor zavarba kerülünk a Japán és japán megkülönböztetésében. Éppen ezért egyesek, így maga a szerző is, a jelzős jellegű szóhasználatban a „japáni” formát részesítik előnyben.

Az írott szöveg jelentéstartalmának fölfogása érdekesen fejlődik az írás megtanulásával. Ahhoz, hogy az agyban az írásos szöveg hangtalan olvasásakor nyert hírtartalom azonossá váljék az identikus jelentésű akusztikai hírtartalommal, sokszor kell hangos olvasást is végezni. A tanuláshoz ez a folyamata hozza össze a már régen elsajátított akusztikai és az éppen tanult optikai értékelést az agyban. Az ilyen értelmű tanulási folyamat nemcsak az egyén életében jelentkezik, hanem az emberiség történetében is. A rönszansz idején, amikor az emberek tömegesen kezdtek írásos anyagú hírekhez jutni, még ismeretlen volt a hangtalan olvasás.

Az írást bizonyos előnyei miatt nem tekintjük alárendelt szerepű hírközlési módnak. Elterjedtsége azonban messze nem éri el a beszélt nyelvékét. Először is nagyon sok az írástudatlan. Száz éve még a nyugat-európai országokban is 40% körül volt az analfabéták számaránya. India 440 millió

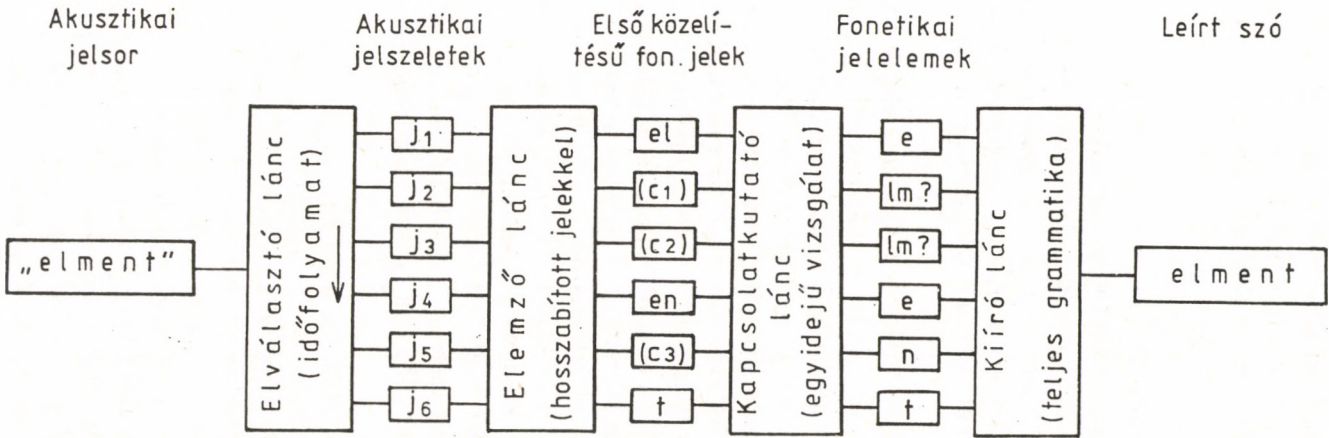
lakosából 1961-ben 76% semmiféle írásmódot nem ismert. Azóta a helyzet romlott, mert India lakossága gyorsabban szaporodik, mint ahányan iskolát végeznek. A Föld jelenlegi 5 milliárd lakosából az írás alig 900 millió „titka”. A nehézségeket növeli, hogy sok nyelvnek nincs is hangjelölése. Cherry könyvében (1966) szerepel A.S. Ross egy közlése, amely szerint a Föld „nyelvei” közül csak mintegy 5%-nak (8000-ből 400-nak) van írott formája.

10. Gépi hírközlő rendszerek

A mai tudomány és technika egyik legfontosabb feladata a beszédkutatásban az akusztikai–optikai átjelölés. Bizonyos vezérlési feladatok megvalósításához ki kellene iktatni a hírközlési láncból az embert, elsősorban a vevő oldalon. Az adó oldali agy teremtő szerepét egyelőre kilátástalan gépeknek átadni, de a vevő oldal automatizálása is sok lehetőséget rejt magában. Az emberi hanggal vezérelhető gépek nagyban hozzájárulnának a technika jövőbeli forradalmasításához. A feladat olyan berendezések szerkesztése, amelyek az akusztikai jelsor tartalmát „megértik” vagy, ami ezzel egyenértékű, olyan berendezéseké, amelyek az akusztikai jelsort akár optikai, akár más kvantum jelsorra alakítják.

Eddigi áttekintésünkben többek közt az is következik, hogy az átjelölést az akusztikai folyamatos rendszerből az optikai kvantum rendszerbe csak az emberi agy képes megoldani. Visszafelé lényegesen egyszerűbb a feladat, ugyanis a kvantum jellegű jelöléseket gépi úton hanggá alakíthatjuk, és nem okoz nagy nehézséget a folyamatossá tétel sem. Ezek az úgynevezett *beszédszintetizátorok*, amelyek igen jó eredménnyel működnek. Két dolog azonban nagyon fontos. Az egyik, hogy a rendszerek algoritmusait az adott nyelvhez kell igazítani. Már Kempelen írja, hogy beszélőgépe a német szavakat nagyon rosszul tudta „kiejteni”. A másik talán még fontosabb: a mai szintetizátor csak előkészített szövegek alapján végzi el feladatát. Vagyis a gondolat keletkezésének pillanatában a mesterséges beszéd (bonyolult számítógépi jelgépelési munka) az írás sebességénél is lassúbb, sőt még a számítógép saját munkája is növeli az időkésést. Egyszerűen ez a rendszer nem „azonosidejű”. Viszont Kempelen mechanikus beszélőgépe az volt, mivel az újjmozgás követni tudta a gondolatot.

Az emberi megfajtási folyamatban az akusztikai–optikai átjelölés a hallott beszéd írásbeli lejegyzése. A keresett mechanikai folyamat tehát szintén bármilyen hallott beszédhang-kombináció betűjelekkel való önműködő lejegyzését kellene, hogy jelentse. Ennyit kell megkívánnunk az átjelölő gépektől. A pontos fonetikai lejegyzés pedig azt jelenti, hogy a hallott anyaghoz képest semmi tévesztés nincs, azaz az akusztikai jelekkel közölt hírt a gép fonetikailag megértette. Erre vázoltuk föl egy elvi megoldás lehetséges lépéseit



12. ábra. Elvi próbálkozás az akusztikai-optikai átalakítás gépi megoldására. Az egyes láncok működési elvét még kevésbé ismerjük. Az elválasztó lánc időbeli sorrendben készít szeleteket, az elemző lánc is a beérkezési sorrendben dolgozik. A kapcsolatkutató lánc azonban már egyszerre elemzi az egyes hangkapcsolatokat, végül a kíró lánc a nyelvi és ejtési szabályokat is figyelembe veszi.

a 12. ábrán. Persze, ekkor még mindig távol vagyunk a nyelvi megértéstől. Említettük volt, hogy a beszélt hanganyag és a leírt szöveg közvetlen fonetikai megfelelése nem ugyanaz, mint a beszédhangok (fonémák) és a leírt betűjelek közti kapcsolat. Ha a gép az átjelölést meg tudná is oldani, akkor is a [f o k: e f e] szó értelmezéséhez további algoritmusokra (a hasonulás szabályaira) volna szükségünk. Hát még az angol átírás!

Nagyon fontosnak tartom kiemelni, hogy nem tekinthető gépi megértésnek az sem, ha a gép egyes „betanított” kérdésekre válaszol. Ez nem azonos az átjelölés megoldásával. Az átjelölő géptől megkívánt jellegzetességet így fogalmazhatjuk meg: megismerni az akusztikai jelrendszer elmeinek és összefüggéseinek *pontos és egyértelmű fizikai és nyelvi tulajdonságait*, ezáltal gépi úton megfejteni (fonémákká alakítani) a jeleket, vagyis lehetővé tenni az akusztikai jelek és a megfelelő matematikai, optikai vagy elektromos jelek közötti *egyértelmű átalakítást*.

Foglaljuk össze először az agy megfelelő munkáját, ebben három fontos mozzanatot kell kiemelnünk. Először is — akár akusztikai, akár optikai jelet kell megértenie — az agy a rendelkezésére álló adatokból végül hangonkint egyetlen kvalitást (fonetikai elemet) vesz tudomásul. Másodszor sajátos módszereivel megismeri az átmenetek irányító, összekötő és módosító szerepét. Ebben valószínűleg a beszédflowam sok olyan tulajdonsága vesz részt, amelyet elemző készülékeink nem tudnak mérni. Biztos például, hogy az agy a beszédfüggvény alakját, statisztikai adatait, színeképét és integrált formáit, de valószínű, hogy a deriváltjait és korrelációs formáit is felhasználja az értékelésben. Mégpedig párhuzamosan. Harmadszor: az agyi fölismerésben nagy szerepe van az emlékképeknek, amelyekkel az újonnan érkező jelet mindig összevetheti, és azonosságuk vagy különbségük áttekintése után dönt az ítélet kialakításában. Ne felejtsük el, hogy mindezen bőven van ideje, hiszen az agyi értékelő tevékenység ilyen esetekben valószínű becslés szerint 4–5 nagyságrenddel gyorsabb, mint az 1985-ben ismert számítógépek értékelési sebessége.

Ezt a megjegyzést úgy kell értelmezni, hogy egy-egy feladat (program) lebonyolításában a számítógép akár gyorsabb is lehet, mint az agy, sőt általában gyorsabb. Csak hogy a beszéd felfogásában nagyon sok programról, azok összeegyeztetéséről, emlékképi összehasonlításáról és különféle döntésekről van szó, s ebben már a gép lemarad. (Taube 1961-ben még 6 nagyságrend lemaradást említett.) Tovább menve az összehasonlításban, a gép egyszerre mindig csak egy műveletet képes elvégezni, viszont az agy saját organizációs rendszere párhuzamosan akár 10 000 műveletet (elemzést, integrálást, összehasonlítást, fölismerést, analógia-keresést, döntést stb.) bonyolít le és ezeknek a bonyolult azonosidejű műveleteknek az összesítésében válik összehasonlíthatatlanul gyorsabbá mindenfajta technikai logikai rendszernél.

A feladat gépi megoldása felé vezető úton egyik lehetőségünk, hogy utánozzuk az agy értékélő tevékenységét, s ehhez nagymértékben élünk a számítógépek adta lehetőségekkel. A technikai feladat tehát hasonlít az agy munkájához, de csak külsőleg. A hangok fizikai tulajdonságait elemzés útján ismerjük meg. A hallás ugyan szintén tartalmaz elemző tevékenységet, az agy azonban értékélő, azonosító és válogató munkája alapján abszolút ítéletet hoz. Annyiban abszolút, hogy a részletmunkák gyors lebonyolításával azonnal a végeredményt tudatosítja, ami a minőség fölismérésében jelentkezik. Ez a minőség, amely a beszédhangra jellemző agyi kategória, egyetlen adat, mint ahogy a neki megfelelő optikai jelnek értékélhető agyi kategóriája is az. A kétféle jelrendszer közötti kapcsolat bonyolultsága hosszú tanulási folyamat eredménye, és az agyban szintén rögzítve van.

A fizikai elemzés sok adatot szolgáltat. Megfelelő módszert kellene találnunk a sok adatból egyet alkotni. A hangokat jellemző fizikai adatok azonban nem egyértelműek, szórásképük nagyterjedelmű és átfedésekkel tarkított. Ha mindezeket a tökéletlenségeket ki is tudnánk küszöbölni, nem ismerjük azt az algoritmust, amely az adatok egyesítését megoldaná. S akkor még mindig kísért a számítógépek lassúsága. Világos tehát, hogy egy jelenleg élő nyelv jelenlegi hangzókészletével, a technika mai állása mellett *a kitűzött feladatot nem tudjuk megoldani.*

A nehézségek áthidalására korábban általában az alábbi utat követték. Össze lehet állítani olyan korlátozott terjedelmű szótárt (*limited vocabulary*), amelynek anyaga bizonyos járulékos információk gépi meghatározásával „megfejthető”. Korábban a legtöbb ilyen kísérlet az 1–10 számok hangzásának felismerése irányában folyt. Ma már ezen jócskán túl vagyunk, akár 1000 kiválasztott szót fölismerő rendszerekről is tudunk. Azonban ezek hasonlóképpen dolgoznak, mint a telefonszámokat „megértő” első készülékek. Vegyük például, hogy a számok (egy bizonyos nyelven) egy- és kétszótagúak. Ezt könnyű szétválasztani. Egy-egy csoportban a kezdőhangok egymástól eltérnek. Egyesekben van sziszegő hang, másokban nincs. Lassan összeszedünk annyi mellékes, de jól mérhető információt, hogy a számok gépileg fölismerhetők. De nem ám a valódi fonetikai tartalmuk! Amikor az első francia fölismerő berendezést bemutatták, a „trois” (= 3) szó helyett sorra próbáltam ki a *roi, loi, foi* stb. szavakat és a gép mindig a hármast tárcsázta. Tehát a gép nem a szót, hanem annak „o-á” hangzás jellegét érzékelt.

A vázolt módszerrel kapcsolatban két megjegyzést kell tennünk. Az egyik szerint a járulékos híryananyag alapján való „fölismerés” voltaképpen nem a feladat igazi megoldása. Minél több szóból kell állnia a korlátozott szótárnak, annál több információs elemet kell a gépnek fölsmernie az azonosításhoz, illetőleg szétválasztáshoz. Végeredményben a szókinccs szaporításával

oda jutnánk, hogy minden fonetikai elemet föl kell ismerni, vagyis a teljes feladatot kellene megoldani, amit — mint láttuk — eddigelé meg sem tudtunk közelíteni.

Második megjegyzésünk, hogy a gépi fölismerés egyetlen nyelvre alkalmazott megoldása még nem viszi előre a géppel való párbeszéd technikáját. Itt mutatkozik meg, hogy a jelentéssel bíró képlek (jelen esetben a számok) nemzetközi jellege olyan előny, amit egy kisebb közösség beszédének önműködő fölismerése nem pótolhat. Elég ha arra gondolunk, hogy a bemondott számokra kapcsoló angol telefon már az ír, welszi vagy amerikai ejtés esetén is hibázhat. A járulékos híryanag meghatározása útján tehát nem juthatunk el az igazi beszédfölismerő automatáig.

A korszerűbb megoldások egy része „önazonosító” bemondás alapján dolgozik; a berendezés elemző része összehasonlítja az egyszer már elraktározott szót az újonnan érkezettel. Ez a módszer is korlátozott számú szóanyaggal működik. Az ilyen „his masters voice” jellegű berendezések azonban nem feltétlenül ismerik föl a másik egyed kiejtése szerinti hangkapcsolatot. Kísérletek folynak személytől független szófölismerésre, de szintén úgy, hogy eredetileg több személy ejtéséből kiérlelt közös hangtulajdonságok képezik az elraktározott összehasonlító anyagot. Ha nincs összehasonlító alap, meg kell oldani a szegmentálást, valamilyen időbeli normára való zsugorítást vagy tágítást, természetesen az eléggé keskeny sávokra végzett színképi elemzést és a kapott adatok adattári egyeztetését. Élő nyelvekre — talán az egy japáni kivételével — egyelőre ez az út sem hozott sok eredményt.

A szótag jellegű nyelvek (mint az említett japáni) mellett a reményteli megoldást valamelyik 5-magánhangzós, talán az olasz vagy finn nyelv esetén várhatnánk, ahol kevés a mássalhangzó torlódás és a szavakban előforduló magánhangzó/mássalhangzó arány nem tér el túlzottan az 50–50%-tól. Viszont kifejezetten a legkiseb eredménnyel kecsegtet a legdrágább elektronikus módszereket bevezető angol nyelvre vonatkozó próbálkozás.

A dolog természeténél fogva annál reménytelibb a gépi fölismerés, minél kevesebb hanganyagot kell egymástól megkülönböztetnünk. A hangjelkészlet csökkentése tehát bizonyos előnyökkel járhat. Néhány jól választott akusztikai jel egyszerű elemzéssel is világosan és biztosan szétválasztható, azaz gépi úton fölismerhető. A jelek számának szaporításával mind több információs elemet kell a gépnek figyelembe vennie, hogy biztos ítéletet adhasson. Vagyis a technikai nehézségek és a költségek a használt jelek számával rohamosan növekszenek.

Persze, 2–3 akusztikai jeltől nem lehet egy nyelvet fölépíteni, de 40 jel már óriási terjengősséget képvisel. Példaként hozható föl, hogy míg a magyar nyelvben elméletileg 9464 független és jól érthető CVC kapcsolat állítható

össze, addig az összes általánosan használt, jelentéssel bíró szó ugyanezen CVC kapcsolatból csak 738, alig több, mint 8%.

Világos tehát, hogy bizonyos fonetikai elemek elhagyásával semmit sem vesztenénk a szóalkotási lehetőségekből, s ugyanakkor sokkal egyszerűbbé válna a megoldás technikája. Az előbbi példát folytatva, az összes meglévő CVC típusú szó számszerűen akkor is képezhető volna, ha a magyar nyelvben nem 14 köznyelvi magánhangzó és 26 írott mássalhangzó lenne, hanem csak 5 magánhangzó és 9 mássalhangzó állna rendelkezésünkre. Ilyenfajta megoldásra is lehetne javaslatot tenni, ha egy gépi megértésre is alkalmas világnyelvet kívánnánk összeállítani.

Köszönetnyilvánítás

Összeállításomhoz értékes segítséget kaptam Subosits István kollégától, akivel a süketnéma jelbeszédéről konzultálhattam és Gósy Mária kolléganőtől, aki a szöveget nyelvészeti szempontból átolvasta és megjegyzéseivel kísérte. A 3. és 7. ábrát Tarnóczy Zoltán készítette.

Munkájukat ezúton is köszönöm.

IRODALOM

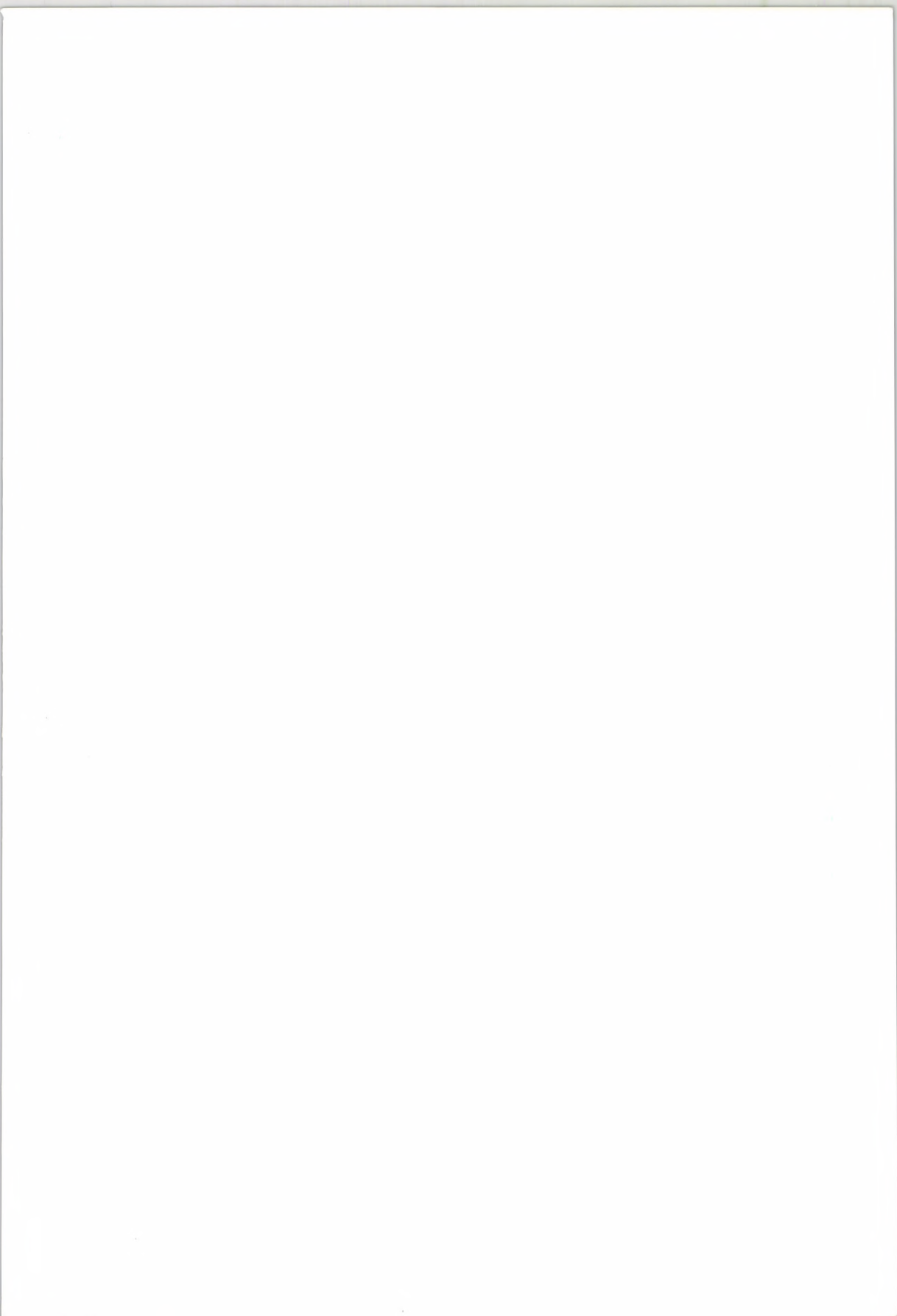
- Angyal J., Jelbeszéd-e az ujjbeszéd? Gyógypedagógia V. évf. 5. sz. 1960.
- Barry, G. (Edit.), Communication and Language. Doubleday, New York 1965.
- Busnel, R.G. – A. Classe, Whistled Languages. Springer, Berlin – Heidelberg – New York 1976.
- Caldwell, M.C. – D.K. Caldwell, Vocalization of naive captive dolphins in small groups. Science 159, 1121–1123 (1968).
- Caldwell, M.C. – R. Haugen – D.K. Caldwell, High energy sound associated with fright in the dolphin. Science 138, 907–908 (1962).
- Cherry, C., On Human Communication. MIT-Press, Cambridge – London 1957, 1966.
- Dercsényi D., A képes krónika és kora (kísérő tanulmány). Európa, Budapest 1986.
- Dunay F., Átíró hangrajz. Lampel (Woldianer), Budapest 1901.
- Esch, H., Über die Schallerzeugung beim Werbetanz der Honigbiene. Z. vergl. Physiol. 45, 1–11 (1961).
- Esch, H., The evolution of bee-language. Sci. Amer. 216/4, 96–105 (1967)

- Fant, G., Analysis and synthesis of speech sounds. In: Manual of Phonetics (Ed. Malmberg). Amsterdam 1968, pp. 175–278.
- Frisch, K.v., Tanzsprache und Orientierung der Bienen. Springer, Berlin 1965
- Gardner, R. A. – B.T. Gardner, Teaching sign language to a chimpanzee. Science 165, 664–672 (1969)
- Griffin, D.R., Listening in the Dark. Yale Univ. Press, New Haven/Conn. 1958
- Hörmann, H., Psychologie der Sprache. Springer, Berlin – Heidelberg – New York 1977
- Kelédi F. – Göllesz V. – Rendi L., Daktiléma rendszerek összehasonlító elemzése. Gyógyp. Tanárk. Főisk. Évk. I. 1964, pp. 325...
- Kempelen, W.v., Mechanismus der menschlichen Sprache... Degen, Wien 1791; magyar kiadása: Szépirodalmi Kiadó, Budapest 1989
- Lanyon, W. – W. Tavolga (Eds.), Animal Sounds and Communication, Washington/D.C. 1961
- László A., Az ujjábécé szerepe a süket gyermek beszédtanításában. Gyógyp. Tanárk. Főisk. Évk. VII, 1970 pp. 297–303.
- Lotz, J. et al., The perception of English stops by speakers of English, Spanish, Hungarian and Thai; a tape cutting experiment. Language and Speech 3, 71–78 (1960)
- Meyer-Eppler, W., Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie. Springer, Berlin – Göttingen – Heidelberg 1959. 2. Aufl. Berlin – Heidelberg – New York 1968
- Oppenheim, A.L., Az ókori Mezopotámia. Gondolat, Budapest 1982
- Pierce, G.W., The Songs of Insects. Harvard Univ. Press., Cambridge/Mass. 1948
- Shannon C.E., Communication Theory of Secrecy Systems. Bell. Syst. Tech. J. 28, 656 (1949)
- Starcke M. – G. Maisch, Siketek képes jelbeszéde. Medicina, Budapest 1985
- Szöke P., A zene eredete és három világa. Magvető, Budapest 1982, p. 77.
- Tarnóczy, T., Veständlichkeits-Stabilität, Konfusionsmatrix und Verfehlungsindex. Zs. Phon. 17, 333–338 (1964)
- Tarnóczy, T., Problems of mechanical perception of speech sounds. Proc. 4th Acoust. Conf. Budapest 1967, 20–A–2
- Tarnóczy, T., Communication of man and machine. Speech Symp. Kyoto 1968, D–6

- Tarnóczy T., Akusztikai közlés ember és gép között. (A beszéd gépi megértésének problémái). *Fiz. Szemle* 19, 161–169 (1969)
- Tarnóczy T., Biológiai információközlés. *Fiz. Szemle* 22, 193–199 (1972)
- Taub, M., *Computer and Common Sense – the Myth of Thinking Machine*. Columbia Univ. Press, New York/N.Y. 1961
- Tembrock, G., *Tierstimmen*. Ziensen Vg., Wittenberg 1959
- Thorpe, W.H., Sound used by animals. *Nature* 191, 741... (1961)

TARTALOMJEGYZÉK

1. Hírközlés és üzenetváltás.....	3
2. A hírközlés technikája.....	8
3. Jel és tartalom.....	11
4. Állatok hírközlése.....	16
5. Párbeszéd ember és állat között.....	24
6. Taglejtés, jelbeszéd.....	27
7. Kétcsatornás emberi üzenetváltás.....	30
8. Átjelölési törekvések.....	37
9. Beszéd és írás.....	45
10. Gépi hírközlő rendszerek.....	50
Irodalom.....	55



Ára: 70,- Ft