Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar

Biológia Doktori Iskola, vezetője: Dr. Erdei Anna

Etológia Doktori Program, vezetője: Dr. Miklósi Ádám

A kutyák vokális kommunikációjának etológiai vizsgálata

Doktori értekezés

Molnár Csaba

Témavezető: Dr. Pongrácz Péter

ELTE Etológia Tanszék

1117. Budapest Pázmány Péter sétány 1/c

2009

Tartalom

Irodalmi bevezetés 5
A kommunikáció etológiai értelmezése 5
Az állati hangok kutatásának akusztikai alapjai 7
Az állati hangok belső állapot-függése 10
Az állati vokális jelek függése a külső környezettől 13
Hangtani vizsgálatok a kutyaféléken (*Canidae*) 16
A kutya hangadásának egyedfejlődése 22
A kutyák vokális kommunikációjára ható szelekciós hatások a domesztikáció során 23
A vizsgálatok célkitűzései 27
1. A kutyák hangjelzéseinek kategorizációja: egy gépi tanulásos megközelítés 27
2. Képesek-e a kutyák különbséget tenni különböző helyzetekben illetve különböző egyedektől rögzített ugatások között? 29
3. Mudis gazdák, egyéb fajtájú kutyák gazdái és nem kutyások ugatás-visszajátszásos tesztben mutatott teljesítményének összehasonlítása 30
4. Képesek-e az emberek a hallott ugatás alapján megkülönböztetni az ugató kutyákat? 31
5. Látó és nem látó emberek képességeinek összehasonlítása 32
6. Hogyan változik az emberek ugatás-értelmező képessége az életkorral? 33
Általános módszer 34
Hangfelvétel 34
Hangelemzés 34
A felvételezett kommunikációs helyzetek 36
A kutyák hangjelzéseinek kategorizációja: egy gépi tanulásos megközelítés 39
Bevezetés 39
Módszerek 41
Alanyok 41
Hangfelvételek forrása, gyűjtése és digitalizálása 41
Az elemzés menete 41
Eredmények 46
Első kísérlet: a hangjelzések kategorizálása kontextusok szerint 46
Második kísérlet: a kutyák felismerése 48
Értékelés 50

Képesek-e a kutyák különbséget tenni különböző helyzetekben illetve különböző egyedektől rögzített ugatások között? 51
Bevezetés 51
Módszer 52
Stimulus 52
Alanyok 52
A kísérleti helyiség 54
A kísérlet menete 54
Adatelemzés 56
Eredmények 56
Értékelés 61
Mudis gazdák, egyéb fajtájú kutyák gazdái és nem-kutyások összehasonlítása 62
Bevezetés 62
Módszer 63
Alanyok 63
A visszajátszott hangminták 64
A visszajátszás menete 64
A hangminták értékelése 65
A hangfelvételek akusztikai változóinak meghatározása 66
Adatelemzés 66
Eredmények 67
Hangulati értékelés 67
Szituáció-kategorizálás 72
Értékelés 74
Kitekintés 75
Képesek-e az emberek a hallott ugatás alapján megkülönböztetni az ugató kutyákat? 84
Bevezetés 84
Mindkét alkísérletben követett módszerek 86
A kísérletek menete 86
Hangminták 86
Adatelemzés 86
Első alkísérlet 87
Módszer 87
Eredmények 88

Második alkísérlet 91
Módszer 91
Eredmények 92
Értékelés 94
Látó és nem látó emberek képességeinek összehasonlítása 96
Bevezetés 96
Módszer 97
Alanyok 97
Hangminták 97
A kísérlet menete 97
Adatelemzés 98
Eredmények 99
A motivációs állapot értékelése 99
Szituáció-kategorizálás 99
Értékelés 101
Hogyan változik az emberek ugatás-értelmező képessége az életkorral? 102
Bevezetés 102
Módszer 103
Alanyok 103
Lejátszott hangminták 103
A kísérlet menete 104
Adatelemzés 105
Eredmények 106
Értékelés 111
Összefoglaló értékelés 113
Köszönetnyilvánítás 131
Idézett irodalom 133
Összefoglalás 146
Summary 148

Irodalmi bevezetés

A kommunikáció etológiai értelmezése

A széles körben elfogadott etológiai definíció szerint a kommunikáció „az állat olyan viselkedési aktusa, amely megváltoztatja egy másik állat magatartásának valószínűségi mintázatát olyan módon, hogy az a kommunikáló egyed számára, nagyobb számú eset átlagában, adaptív értékű" (Slater, 1985, idézi Csányi, 1994). A két kommunikáló egyed közül az „adó" jelet bocsát ki. A jel a kommunikáció fizikai formája, vagy e formák sorozata. A jelek segítségével a „vevő" információhoz juthat az „adó" belső állapotáról (emócióiról, szándékairól) vagy a kontextusról, tehát a külső környezet egyes elemeiről (Hollyday & Slater, 1983, Smith, 1977). A jelet vevő egyed agyi modellje a jel hatására megváltozik, e változás pedig a jel funkciója, az üzenet révén jön létre. Ezen kívül számos kommunikáció-definíció ismeretes az irodalomban (a szerzőket idézi Hauser, 1996). Hailman (1977) szerint a kommunikáció jeltovábbítás útján történő információ-átadás két egyed között. A kommunikáció megléte a vevő egyed viselkedésének különbségéből ismerhető fel két olyan kontextusban, melyek csak a szignál meglétében illetve hiányában különböznek. Egy másik szerző a „tényleges" kommunikáció fogalmát csak azokra az esetekre alkalmazza, mikor a jel észlelése olyan módon változtatja meg a vevő egyed viselkedésének valószínűségi mintázatát, hogy az az ő számára is adaptív (Dusenbery, 1992). Kimura (1993) csak azonos fajú egyedek között értelmezi a kommunikációt. Johnson-Laird (1990) értelmezésében az adó egyed szimbolikus viselkedésével a külső világról alkotott belső reprezentációja egy részét adja át a vevő egyednek. A vevő egyed, miután érzékelte az adó egyed viselkedését, az alapján alakítja ki, illetve módosítja a saját belső reprezentációját.

A jel az információt kétféle módon tartalmazhatja: a digitális jelek „mindent vagy semmit” jellegűek, jelentésük független a jel intenzitásától, míg az analóg jelek intenzitása információt hordoz, és így befolyásolja a vevő egyed viselkedési válaszát. Az ürgék, mormoták vészjelzései (McKee Shriner, 1998) tipikusan digitális jelek, hiszen, bár függnek az adó egyed belső állapotától és a veszély mértékétől, jelentésük nem függ a hangerejüktől (Arenz & Leger, 2000). A farkas agresszív jelzése (fogainak kivillantása és a morgás) analóg jel, melynek intenzitása a farkas belső állapotától függ. A kommunikáló egyed számára nagy jelentőséggel bír, hogy az általa adott jelet a vevő ne értse félre, az pontosan az adó szándékával megegyező funkcióval bírjon az agyi modelljében. Ezért jelent előnyt, hogy számos esetben az ellentétes jellegű belső állapotok kommunikálása fizikailag ellentétes jelekkel történik. Ez az antitézis-elv (Darwin, 1972). Az antitézis-elvet sokszor a kutyák agresszív illetve szubmisszív testtartásán szokták illusztrálni. Darwin leírása szerint az agresszív kutya felegyenesedve, a fejét feltartva, felborzolt szőrrel, vicsorogva közelít ellenfele felé. Ezzel szemben az alárendelt kutya lekushad, farkát behúzza, és nem vicsorog. Az antitézis-elv általánosan elterjedt az állati kommunikációban, és egyes szerzők szerint az akusztikus kommunikációban is megfigyelhető (Morton, 1977, Morton & Owings, 1998, részletesen lásd később).

Minthogy a kommunikáció létrejöttéhez kettő vagy több egyed szükséges, a kommunikáció etológiai vizsgálata során mind az adó, mint a vevő egyed viselkedését vizsgálni kell. A kommunikáció tényének bizonyításához arra van szükség, hogy az adó egy adott viselkedéstípusát a véletlennél nagyobb valószínűséggel kövesse a lehetséges vevő egyed egyik magatartása. Ha ez bebizonyosodik, a kommunikáció definíciójából következő adaptivitási kritériumnak is teljesülnie kell. Adaptivitáson jelen esetben azt értjük, hogy a kommunikációs aktusnak növelnie kell a jelet adó egyed reprodukciós valószínűségét. Fontos

megjegyezni, hogy a definíció szerint a kommunikáció nem feltétlenül előnyös mindkét fél számára.

A kommunikációs jelek gyakran a ritualizáció révén fejlődtek ki, eredetileg más célú viselkedésformákból (Huxley, 1923). E folyamat során az eredeti viselkedés nem csak funkciót vált, de jellege is megváltozik olyan irányba, hogy az a kommunikáció céljára még alkalmasabb legyen. A jellé alakult viselkedések gyakran eltúlzottá, formalizáltakká válnak, ritmikusan ismétlődnek, és orientációjuk is megváltozhat.

A kommunikációs formákat a jel fizikai tulajdonságai alapján is lehet kategorizálni. Ennek alapján megkülönböztethetünk vizuális, olfaktorikus, taktilis és akusztikus kommunikációt. Mivel az ökológiai környezet, főként az élőhely fizikai tulajdonságai és a jelzést érzékelő állatok képességei nagy hatással vannak a kommunikációban használt jelzések hatékonyságára, ezért az eltérő körülmények között élő állatoknak előnyük származik abból, ha jelzéseik megfelelnek a környezet kívánalmainak. A nappal aktív, nyílt élőhelyen élő fajok számára a látható jelzések előnyösebbek, míg az éjjeli, zártabb erdőben honos vagy nagy távolság áthidalására kényszerülő állatok gyakran szagjelekkel vagy hangjelzésekkel kommunikálnak (Krebs & Davies, 1991, Gerhardt, 1983, 1991). Minthogy kutatásaink tárgya a kutyák akusztikus kommunikációja volt, a dolgozatban a továbbiakban erre a kommunikáció típusra koncentrálunk.

Az állati hangok kutatásának akusztikai alapjai

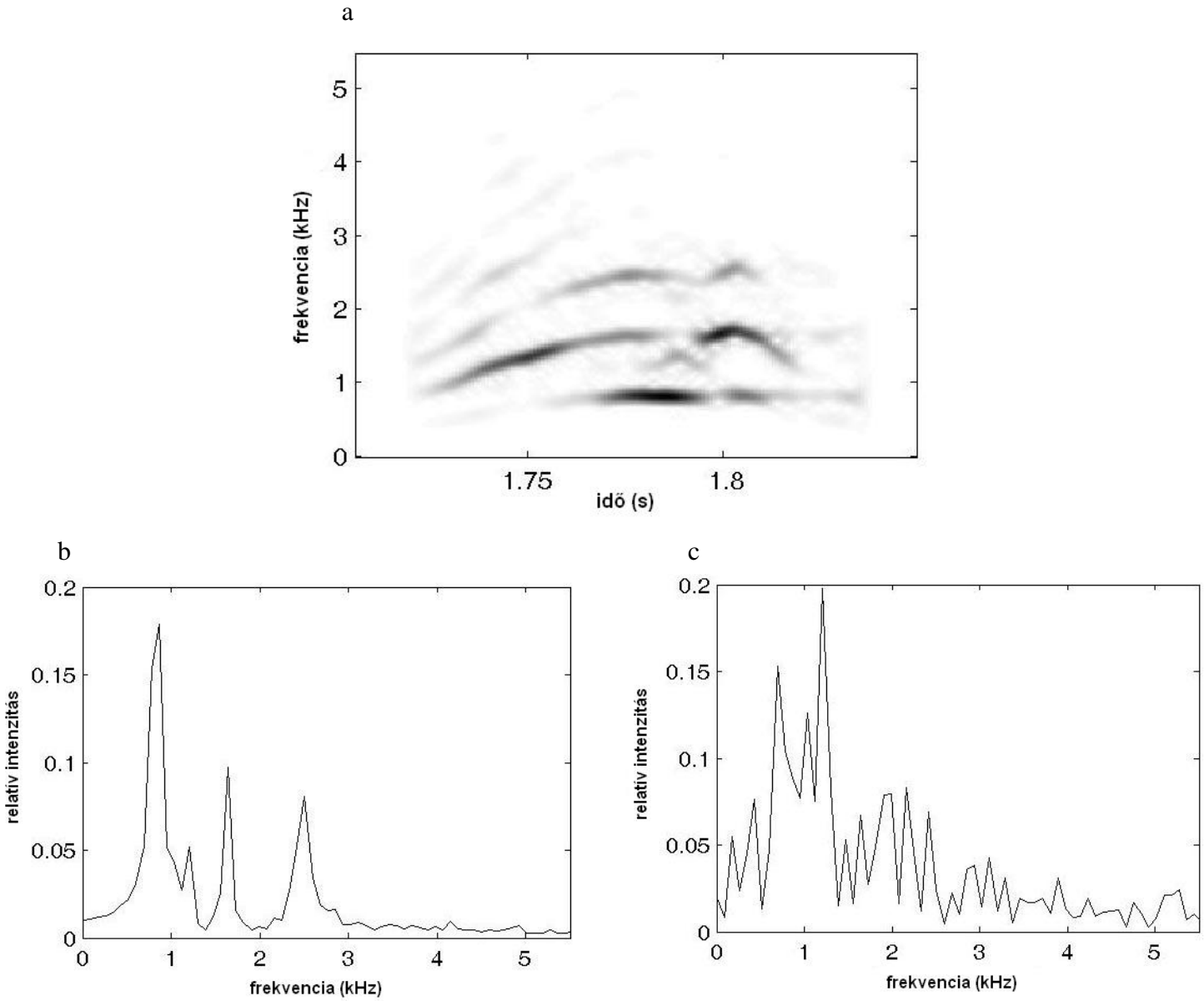
A hang a levegő (illetve egyéb közegek) periodikus, longitudinális (tehát a haladás irányával párhuzamos) sűrűségváltozása (nyomásváltozása), rezgése. A hangot keltő tárgy (hangszálakkal rendelkező állatok esetében a hangszalagok) vibrálása rezgésbe hozza a vele érintkező levegőt, tehát periodikus impulzust ad át a levegőben lévő molekuláknak. Ezek a

molekulák a mozgási energia hatására kis mértékben elmozdulnak, és az energiát átadják a szomszédos molekuláknak. A hang terjedése során tehát csak a rezgés hullámfrontjai haladnak számottevő távolságra, a rezgést közvetítő közeg részecskéi nem. Minthogy a hang a közeg periodikus nyomásváltozásaként értelmezendő, a hang intenzitását (hangosságát) gyakran szokták hangnyomásnak hívni, és mértékét ennek megfelelően pascalban adják meg. A hangerő jellemzésére használatos ezen kívül a decibel-skála is, amely a hangerő relatív, logaritmizált mértékét adja meg egy referenciaértékhez viszonyítva. Minthogy arányt jelöl, nincs mértékegysége.

Csak a mesterségesen előállított hangok írhatók le egyetlen meghatározott frekvencián végzett harmonikus rezgéssel. A természetben előforduló hangok számos, különböző frekvenciájú rezgések szuperpozíciójából alakulnak ki. A szuperpozíció megfordítható, és Fourier (1822) tétele alapján minden periodikus folyamat előállítható harmonikus rezgések összegéből, ahol az egyes rezgések frekvenciája az alapperiódus egész számú többszöröse. Így egy adott pillanatra vonatkoztatva ábrázolható egy hang spektruma, amelynek pontjait a hangot alkotó különböző frekvenciájú rezgések amplitúdóértékei adják (lásd például Gerhardt, 1997, Clements, 1997). Két, kutyától származó vakkantás spektrumát látjuk az 1.b és c ábrákon.

Bizonyos állati hangok spektrumain periodikusan ismétlődő, az átlagos zajszintből kiemelkedő csúcsokat figyelhetünk meg (1.b ábra), ezeket harmonikusoknak nevezzük (például Cortopassi & Bradbury, 2000). A harmonikusok nagyobb hangnyomásértékei azt okozzák, hogy ezek frekvenciái nagyobb hatással lesznek a hang hallható magasságára, mint a hangot alkotó többi komponens. A legkisebb frekvenciaértékhez tartozó harmonikus neve alapharmonikus, ennek frekvenciája megegyezik a hangadó szervben lévő légoszlop rezgésének frekvenciájával. A magasabb frekvenciaértékekhez tartozó harmonikusok a

felharmonikusok, ezek az alapharmonikus frekvenciaértékének egészszámú többszöröseinél jelentkeznek.



1. ábra. A hangok mikroszerkezeti jellemzői. a) egy vakkantás szonogramja; b) egy tonális vakkantás spektruma és c) egy atonális vakkantás spektruma

A hangokat osztályozni lehet aszerint, hogy milyen a harmonikus komponensek és a közöttük lévő irreguláris komponensek hangnyomásértékeinek aránya. A tonális hangokban a harmonikus komponensek intenzitásértékei jelentősen meghaladják az összes komponens átlagos hangnyomás-szintjét (1.b ábra). Minél szűkebb frekvenciatartományokban

jelentkeznek a harmonikus komponensek, a hang hangzása annál élesebb, tisztább lesz. Jellemző a tonális hangra, hogy spektrumán hány harmonikus komponens figyelhető meg. A kevés, de kifejezett harmonikust tartalmazó hangok csengőbb hangzásúak, míg a sok, sűrűn elhelyezkedő harmonikus komponenssel bíró hangok hangzása nazális.

Az atonális hangokban a harmonikus komponensek nem jelentkeznek kiugró, jól elkülöníthető csúcsként a spektrumon (1.c ábra). Az atonális hangok között megkülönböztetünk „zajos-harmonikus hangokat" és „spektrális strukturáltságú zajszerű hangokat". Előbbiek spektrumán, bár kevésbé nyilvánvalóan, de kiemelkednek a harmonikus komponensek a köztük lévő zajból, utóbbiak spektrumán nem határozhatók meg a harmonikusok, azonban jellemző spektrális mintázattal rendelkeznek (Beeman, 1997). A domináns frekvenciakomponenseket az idő függvényében megjelenítő ábrát szonogramnak nevezzük (1.a ábra). A sötétebb tónus a hangosabb komponenst jelzi.

Az emberi hallás frekvenciatartományának szélsőértékei: 16 Hz és 20 kHz. A 16 Hz-nél mélyebb hangokat infrahangoknak, míg a 20 kHz-nél magasabbakat ultrahangoknak nevezzük. A kutya hallásának frekvenciatartománya eltér az emberétől, felső szélsőértéke eléri a 35 kHz-et is (Pye & Langbauer, 1997). Ez felveti a kutyák ultrahang-tartományban történő akusztikus kommunikációjának fontosságát és az erre irányuló jövőbeni kutatások szükségességét.

Az állati hangok belső állapot-függése

A vokális jelek jellegzetességeit erősen befolyásolja a kommunikáló egyedek belső állapota (Hauser, 1996, Rendall et al., 1999). A belső állapottól való függés jellegére hatással van az egyedek távolsága, mivel eltérnek a rövid- illetve a hosszútávú vokális kommunikációban szerepet játszó jelzésekre ható szelekciós kényszerek (Morton, 1977). A rövidtávú

kommunikációban különösen előnyös, ha a vevő egyed a jelzésből pontosan meg tudja határozni az adó egyed belső állapotát, hiszen egy esetlegesen félreértelmezett jelzés téves viselkedési választ válthat ki a vevő egyedből. A belső állapot pontosabb meghatározása a jelzés jellegzetességeinek (például a hangmagasságnak, a tonalitásnak vagy a hangerőnek) pontos érzékelésén alapulhat. Mivel a kommunikáló egyedek ebben az esetben közel vannak egymáshoz, kevésbé jelentenek akadályt a szóródási jelenségek, amelyek hosszabb távon elfedik a jelzés összetettebb strukturális jellemzőit. Ezzel szemben a hosszútávú kommunikáció esetében a hang jellemzői torzulnak, így a vevő nem érzékelheti az adó egyed belső állapotának változása okozta akusztikai változást.

Az adó egyed számára adaptív, ha a vevő egyed pontosan képes belső állapotát meghatározni. Ez a kényszer a darwini antitézis-elv szerint az egyértelmű jelzésekre ható pozitív szelekcióban nyilvánul meg (Morton, 1977). Számos, rendszertanilag egymástól távol eső állat vokális kommunikációját vizsgálva kimutatták, hogy hangadásaik jellegzetességei hasonló kontextusban hasonlítanak egymásra. Általánosságban elmondható, hogy számos vizsgált faj agresszívnek tekinthető helyzetben mély és atonális, tehát érdes hangzású hangokat hallat, míg szubmisszív illetve „barátságos” kontextusban hangjaik magasak és tonálisak, csengők. Ez a konvergens jelenség megfigyelhető madaraknál: tőkésrécénél, *Anas platyrhynchos* (Abraham, 1974), füsti fecskénél, *Hirundo rustica* (Samuel, 1971), tarka vércsénél, *Falco sparverius* (Mueller, 1971), és emlősöknél is: afrikai elefántnál, *Loxodonta africana* (Tembrock, 1968), tengeri malacnál, *Cavia porcellus* (Eisenberg et al., 1975) vagy mókusmajomnál, *Saimiri sciureus* (Schott, 1975). Egyes kutatások eredményei arra utalnak, hogy a tonális hangok érzékelése homológ jelleget mutat az emberben és az egerekben (Ehter & Riecke, 2002).

Felmerül a kérdés, hogy mi okozhatja a fent említett, taxonómiai értelemben nem rokon fajok hangjainak hasonlóságát, miért nem jelzik a különböző fajok belső állapotaikat eltérő

jellegzetességű hangokkal. Például miért morog a kutya egy vélhetően agresszív belső állapotot kiváltó kontextusban és nem nyüszít? Az agresszív helyzetekben hallatott hangok jellegzetességeit magyarázó valószínű válasz a testméret és a kibocsátott hang közötti összefüggésben keresendő. Minél nagyobb egy állat, annál mélyebb, és atonálisabb a hangja. Ennek fizikai okai vannak: mind a hangadó szervek átmérőbeli, mind hosszbeli növekedése a mélyebb hangok felé tolja el az adott egyed vokális repertoárját (Fitch & Hauser, 2004). A nagyobb testű egyedek általában nagyobb erőkifejtésre képesek, így egy esetleges összetűzésben nagyobb eséllyel vesznek részt. Abban az esetben, ha a jel úgy korrelál egy jelleggel, illetve megbízhatóan jelzi előre a jelleget, hogy az a jelet vevő egyed számára előnyös, őszinte jelzésről beszélünk (Johnstone & Grafen, 1993). Így, őszinte jelzéseket feltételezve, az a jelzést vevő egyed élvez előnyt társaival szemben, amelyik képes a hang alapján jó eséllyel meghatározni potenciális ellenfele fizikai erejét, és így esetleg alkalma nyílik elkerülni egy reménytelen küzdelmet. Az akusztikus jelzés információval szolgálhat a vevő számára az adó fizikai tulajdonságairól (Reby & McComb, 2003 a, b), belső állapotáról és a külső környezet bizonyos elemeiről. Bizonyos fajoknál a vevő egyed döntéseit a hangot adó egyedek hangjuk mélyítésével igyekeznek befolyásolni, így ebben az esetben a hang minősége és az állat valós ereje (kompetíciós képessége) között nem lesz a vevő számára előnyt jelentő korreláció, a jelzés tehát nem őszinte. Ezt általában a hangadó szerveik méretének növelésével érik el: az emlősök (például egyes szarvas fajok és az ember) ennek érdekében általában gégéjük átmérőjét növelték meg, míg a madaraknál (mint a kanalas gém, *Platalea leucorodia* vagy a trombitás hattyú, *Cygnus buccinator* esetében) gyakoribb a légcső hosszabbodása és akár visszafordulása a mellkason belül (Fitch & Hauser, 2004).

A magas és tonális hangok „barátságos” kontextusokban való gyakoriságát magyarázhatja, hogy az ezek újszülött, illetve fiatal állatok hangjaihoz hasonlítanak. Ily

módon, ahogy egy fiatal állat hangja gondoskodást vált ki a hangot érzékelő szülő állatból, csökkentheti az adó egyeddel szemben megnyilvánuló agressziót is.

Az állati vokális jelek függése a külső környezettől

Ha a jel úgy utal egy külső tényezőre, hogy közben minősége független az állat belső állapotától, referenciálisnak nevezzük (például Shettleworth, 1998). A referenciális jel minőségét nem határozza meg szükségszerűen a jelzett tárgy, így ugyanazon jel eltérő kontextusban jelölhet eltérő objektumokat. Mivel a kutatók számára gyakran megoldhatatlan feladatot jelent az állatok belső állapotának megfigyelése, és a kommunikáció funkcióját jórészt a vevő egyedek viselkedésváltozásait figyelve vizsgálják, ezért használatos a „funkcionális referencialitás" fogalma (Blumstein, 2002). Egy jel funkcionálisan referenciális, ha minőségileg megkülönböztethető, az adó egyed meghatározott kontextusban szelektíven alkalmazza, és kiszámítható, specifikus viselkedési választ vált ki a vevő egyedből (Manser et al., 2002). Bár számos fajnál leírtak kontextusfüggő jelzéseket (például Gifford et al., 2003, Gros-Louis, 2004), sok kontextusfüggő jelről feltételezhető, hogy az állatok olyan belső állapotát tükrözi, amit általában egy meghatározott külső tényező vált ki. Például a hollók eltérő minőségű táplálékot találva eltérő hangot hallatnak. Annak ellenére, hogy a többi holló a hallott hang alapján meg tudja határozni a hangot adó egyed által talált táplálék minőségét, valószínűleg a hang különbségét a holló motivációs állapotának különbsége okozza (Bugnyar et al., 2001).

Az állatok hangjainak akusztikai jellegzetességei különböznek fizikai és szociális környezetüktől függően (például Hauser, 2000, Kajikawa & Hasegawa, 2000, Bugnyar et al., 2001), e jelzések referencialitása azonban mindmáig vitatott. Az állati kommunikáció esetleges referencialitására utaló korai eredményeket Seyfarth és Cheney közölte 1980-ban

(továbbá Seyfarth et al., 1980, Hauser, 2000, Shettleworth, 1998). Klasszikus vizsgálataikban kimutatták, hogy a fehérbarkójú cerkófok (*Cercopithecus aethiops*) a fenyegető ragadozó típusától függően eltérő akusztikus vészjelzéseket adnak. Háromféle olyan vészkiáltást különítettek el, amit a majmok szigorúan csak egy meghatározott ragadozófajta (ragadozó madár, leopárd vagy kígyó) megpillantásakor hallatnak. A későbbi vizsgálatok a vészjelzések rendszerének még komplexebb struktúráját tárták föl (például Cheney & Seyfarth, 1982, 1986, Seyfarth & Cheney, 1990).

Kísérleteikben előzőleg felvett vészkiáltásokat játszottak le cerkófoknak, és elemezték viselkedési válaszaikat. A felvett hangok visszajátszása az egyik leggyakrabban alkalmazott kísérleti technika az állatok hangra adott reakcióinak vizsgálatára (Falls, 1992, Lambrechts, 1992, Lampe, 1991, Macedonia & Evans, 1993, McGregor, 1992a, 1992b, 2000, McGregor & Horn, 1992, Pepperberg, 1992). A ragadozómadár-vészkiáltást hallva az egyedek azonnal az eget kezdték kémlelni, majd a legközelebbi bozótosba húzódtak, a leopárd-vészkiáltásra felmásztak egy fára, és a kígyóknak megfelelő jelzést észlelve a földfelszínt kezdték vizsgálni két lábra állva. A viselkedési válaszok nagyfokú előrejelezhetősége arra utalt, hogy a cerkófok csupán a vészkiáltás alapján is képesek voltak különbséget tenni a veszély lehetséges forrásai között. A cerkóf kölykök – bár nem teljesen differenciáltan, de – már életük korai szakaszában is kontextus-függően vészjeleznek: a fiatal majmok kezdetben például minden madár láttán hallatják a sasra jellemző vészkiáltást, majd tanulva társaik reakcióiból, a vészjelzések egyes típusai egyre szorosabban kötődnek a ragadozókhoz. Ez azt valószínűsíti, hogy ragadozót jelző hangok egyes elemei örökletesek és egy adott belső állapothoz köthetők, bár azok idővel a tapasztalatok hatására módosulnak (Hauser, 1996).

Hasonló vizsgálatot végeztek szurikátákon (*Suricata suricatta*) Manser és munkatársai (2002). Ezek az Afrika félsivatagos tájain élő állatok három-harminchárom egyedet számláló csoportokban élnek. Az állatok többsége a nappalt élelemgyűjtéssel tölti, míg mások, az

„őrszemek”, a potenciális ragadozókat figyelik. Amint meglátnak egy ragadozót, különféle vészkiáltásokat hallatnak: egy felét a felszínen támadó emlősök, főleg a leopárd (*Panthera pardus*), a sakál (*Canis mesomelas*) és az oroszlán (*Panthera leo*) láttán, a másikat ragadozó madarak, például a vitézsas (*Polemaetus bellicosus*) megpillantásakor, míg a harmadikat kígyók, főként a kobrák (*Naja spp.*), a fekete és a zöld mamaba (*Dendroaspis polylepis* ill. *D. angustepis*) észlelésekor. Az emlős ragadozóra vonatkozó vészkiáltás hatására a hangot halló egyedek a tájat pásztázva gyorsan az őrszemhez futnak, majd együtt elindultak a földalatti járataik bejárata felé. A ragadozómadár-vészjelzés hallatán lekuporodnak a földre és mozdulatlanná dermednek, az eget kémlelik, és berohannak a legközelebbi lyukba. A kígyót jelző vészkiáltás után lassan megközelítik a vészjelző egyedet, és annak közvetlen környezetét kezdik vizsgálni. Számos más emlősfaj rendelkezik kontextusfüggő vészkiáltásokkal, a leginkább kutatott fajok között vannak a kaliforniai ürgék (*Spermophilus beecheyi*, Leger & Owings, 1978), a sárgahasú mormoták (*Marmota flaviventris*, McKee Shriner, 1998) és a Gunnison prérikutyák (*Cynomys gunnisoni*, Slobodchikoff et al., 1991). Bizonyos fajok az adott élőhelyen élő másik faj jelzéseire is képesek megfelelő módon reagálni (például Zuberbühler, 2000a, 2000b).

Rézuszmajmokat (*Macaca mulatta*) vizsgálva megállapították, hogy a hang, melyet a táplálék megtalálásakor hallatnak, függ annak minőségétől (Hauser, 2000). A rézuszmajmok egy ritka, jó minőségű táplálék megtalálásakor háromféle hangot adhatnak ki, míg közönséges táplálékot találva egy negyedik felét. A hangot hallva társaik reakciója függ attól, hogy a vokalizáló egyed vélhetően milyen minőségű táplálékra bukkant. Ha a hangjából ítélhetően jobb minőségű táplálékot talált fajtársuk, mint ők, akkor odamennek hozzá. Az értékes táplálék hatására kiadott háromféle hang hallatán mutatott viselkedési válaszaik nem különböznek egymástól, tehát ezek funkcionális szinonimáknak tekinthetők. Lehetséges, hogy kezdetben a jó táplálékot talált egyed nem-referenciális hangjait tanulták meg felismerni

társai, és a jelzés csak ezután vált a táplálékra nézve referenciálissá. Bár kevesebb, csimpánzokon is születtek kutatási eredmények, amelyek hangjaik kontextusfüggőségére utal (Crockford & Boesch, 2003).

Néhány tanulmány funkcionálisan referenciálisként írja le például a házityúk (*Gallus gallus domesticus*, Evans & Evans, 1996) vagy a hollók (*Corvus corax*, Bugnyar, 2001) táplálékot jelző hangjait. A hollók egyedenkénti átlagosan tizenkétféle hangot kitevő repertoárjukból (Enggist-Dueblin, 2002) kétféle hangot adnak, mikor táplálékot vesznek észre. Jó és rossz minőségű táplálék találásakor eltérő gyakorisággal hallatják az egyik, illetve a másik típusú hangot. Így tehát a hang adásának gyakoriságából a hangot halló egyedek információhoz juthatnak az adó egyed által talált táplálék minőségéről. Valószínűsíthető, hogy az eltérő minőségű táplálék eltérő belső állapotokat vált ki az azt megtaláló egyedből, és az eltérő hangjelzések e különböző belső állapotok függvényei. Mégis, mivel az eltérő belső állapotok szorosan kapcsolódhatnak bizonyos kontextusokhoz (jelen esetben egyes tápláléktípusok megtalálásához), a jelzést vevő egyedek mégis képesek lehetnek a külső környezet bizonyos elemeiről információhoz jutni.

Hangtani vizsgálatok a kutyaféléken (*Canidae*)

Minthogy a kutyafajták nagy mértékben különböznek egymástól anatómiai jellegeiket tekintve, és e jellegzetességek hatással vannak a hangjaikra, gyakorlatilag lehetetlen olyan vizsgálati csoportot kijelölni, amelynek az összes kutyára vonatkoztatható kísérleti eredménnyel szolgálhat (Pongrácz et al, 2009). Emiatt két megközelítés terjedt el: bizonyos vizsgálatokat számos kutyafajta bevonásával végeztek (pl. Yin, 2002; Yin & McCowan, 2004), más vizsgálatokat pedig egyetlen fajtán, kiküszöbölendő a testfelépítésből fakadó

zavaró tényezőket (pl. uszkár: Ohl, 1996; tacskó: Riede et al., 2001, mudi: Molnár et al., 2008).

Korábban számos olyan tanulmány született, amelyben kétségbe vonta a különbözőféle ugatások és egyéb hangok eltérő kommunikációs funkcióját (lásd például Bleicher, 1963, Cohen & Fox, 1976). Mindezek miatt a legutóbbi időkig alig születtek kísérletes vizsgálatok az ugatás kontextus-specificitásának felderítésére (viszont lásd: Feddersen-Petersen, 2000, Yin, 2002). A korábbi összehasonlító jellegű tanulmányok jórészt hangtani szempontok alapján igyekeztek kategorizálni az egyes kutyafélék hangjait. Jellemző akusztikai paramétereik alapján meghatároztak különböző hangtípusokat, és leírták, hogy a kutyafélék milyen helyzetekben hallatják ezeket a hangokat. Ezek alapján a következő hangtípusokat írták le kutyákat, farkasokat, prérifarkasokat, vörös-, sarki- és ezüstrókákat vizsgálva (Cohen & Fox, 1976, Tembrock, 1976, Feddersen-Petersen, 2000, Lehner, 1978, 1. táblázat):

1. **Nyüszögés** (*whines*). Minden vizsgált fajnál megtalálható rövid, általában magas (1570-3400 Hz-es, természetesen a testmérettől függően), rövid szakaszokból álló hangok. Ez alól kivétel az úgynevezett hullámzó nyüszögés, amely főként a farkasokra, illetve egyes kutyafajtákra (így például a huskyra) jellemző. Ez utóbbi több másodpercig tarthat, és – ellentétben a nyüszögéssel – nem fedezhetők fel benne ciklikusan visszatérő minták. A nyüszögés a vizsgált kutyák, farkasok és prérifarkasok vokális repertoárjában számos kommunikációs helyzetben jelent meg, így üdvözléskor, behódoláskor, kontaktus kereséskor, fájdalomérzetkor és szociális vokalizáció közben. Csak a kutyák esetében figyeltek meg nyüszögést játékra hívás közben. A megfigyelt rókák csak fájdalmas, illetve egyéb kellemetlen inger hatására nyüszögtek.

2. **Csaholás** (*yelps*). Rövid, gyorsan és sokszor ismétlődő hangok. Amplitúdójuk meredeken emelkedik és süllyed. Harmonikusaik általában szélesek. Bleicher (1963) szerint a csaholás a kutyák fiatal korában a nyüszögéssel együtt, azzal összefüggésben fejlődik, majd e

kettő szétválik, később pedig akusztikai paraméterei átfedésbe kerülnek a morgással, az ugatással és ismét a nyüszögéssel. Emiatt gyakran a nyüszögés lerövidült, repetitív formájaként írják le (Cohen & Fox, 1976). Újszülött korban vadon élő kutyaféléknél is megfigyeltek csaholást – főként kontaktuskeresés közben, illetve kellemetlen inger hatására –, kifejlett korban azonban csak a kutyák hallatják ezt a hangtípust, így felnőtt egyedeknél fajspecifikusnak tekinthető. A kontextust tekintve (üdvözlés, kontaktuskeresés) analóg hangnak tekinthető a prérifarkasok és a sakálok „nyí”-je, illetve a rókák sikolya.

3. **Sikoly** (*screams*). Leginkább a rókákra jellemző, hosszú (három-négy másodperc vagy hosszabb), magas hangok. Vörös rókáktól rögzített hangok alapharmonikusainak frekvenciája 1200-2000 Hz, míg domináns frekvenciájuk 2000 és 5000 Hz között változik. Az ezüst rókák sikolyai rövidebbek, mint a vörös rókáké, viszont többször ismétlik őket. Bár a többi vizsgált faj esetében is megfigyeltek sikoltást, azonban ez a hangtípus a rókákra jellemző igazán. Kontextus-specificitása nem szigorú, hiszen üdvözléskor, védekezéskor, kontaktus kereséskor és kellemetlen inger hatására is megfigyeltek sikoltó rókákat. Kutyáktól jórészt újszülött korban rögzítettek sikoltást, főleg kellemetlen ingerek hatására (csipkedés, hideg felületre helyezés).

4. **Ugatás** (*barks*). Bár szélsőségesen eltérő gyakorisággal és kontextus-specifikussággal, de minden vizsgált kutyafélére (kutyákra, farkasokra, rókákra és prérifarkasokra) jellemző. Legfontosabb tulajdonságaik az egyes vakkantások rövidségük (<0,5 s), viszonylagos mélységük (mind az alapharmonikus frekvenciája, mind a domináns frekvencia 2000 Hz alatt marad, sőt, az 1500 Hz-et is ritkán éri el) és széles harmonikus sávjaik. A kutyák és a vadon élő kutyafélék e hangtípus használatában térnek el leginkább. Míg a kutyák szinte minden kontextusban hallatják, kivéve a szubmissziót, addig a vadon élő kutyafélék sokkal ritkábban és szigorúan meghatározott szituációkhoz kötődően ugatnak (csak fenyegetett helyzetben, fenyegetés közben és a csoporton belül). A rókák ugatása egyszeri vakkantásokból áll, a

farkasoké állhat különálló vakkantásokból, de ugatás sorozatok is kialakulhatnak, míg a kutyák legtöbbször hosszú sorozatokat ugatnak. A rókák képesek fajtársaikat azok ugatása alapján azonosítani (Frommolt, 2003, bővebben lásd később). A farkasok és a kutyák ugatása között jelentős strukturális különbségek figyelhetők meg: míg a farkasok ugatása zajos, tehát az irreguláris komponensek teljesen elfedik a harmonikus struktúrát, alapvetően mély és spektruma szinte invariábilis, addig a kutyák ugatása tonalitását és egyéb strukturális jellemzőjét tekintve nagyon variábilis, és jellemzően magasabb. A különböző kutyafajták azonos helyzetekben hallatott ugatásainak jellemzőiről elmondható, hogy a tapasztalt különbségek kevésbé strukturálisak, inkább frekvenciabeliek (Feddersen-Petersen, 2000). Ez azt valószínűsíti, hogy e különbségek leginkább a testméret-különbségekből adódnak (a testméret okozta vokális különbségekről lásd: Riede, 1999, Fitch & Hauser, 1995).

5. **Morgás** (*growls*). Alapvetően hosszú, de nagyon variábilis időtartamú hangtípus. Éles harmonikus sávok jellemzik, frekvenciája jellemzően mély. Általában nem ciklikus, tehát nem fedezhetők fel benne ismétlődő szakaszok. Általános a védekezés és a fenyegetés közbeni, valamint a csoporton belüli dominanciaviszonyok megerősítését és a rangsorban alacsonyabb helyet elfoglaló egyed szubmisszív magatartását kiváltó morgás. A morgás és az ugatás közötti átmenetnek tekinthető az érdes hangzású „kaffogás”. Ezt a típusú hangot leggyakrabban fenyegetett helyzetben, a csoporttársak felé használja a legtöbb megfigyelt faj, leginkább a prérifarkasok.

6. **Vonítás** (*howls*). Ezek az üvöltésszerű hangok a farkasokra, a prérifarkasokra és a kutyafajták közül a huskyra, illetve a malamutra jellemzők leginkább. Legfontosabb jellegzetességük a hosszú időtartam. Farkasoktól rögzített üvöltések alapharmonikusainak frekvenciája 400 és 2000 Hz, domináns frekvenciája 1200 és 2900 Hz között változott. Eltérő számú, de nagyon kifejezett harmonikus sávot tartalmaz spektrumuk. Hosszukból adódóan maximális amplitúdójukat viszonylag lassan érik el. Egy üvöltés alatt a frekvencia és az

amplitúdó csak a felfutás illetve a lecsengés ideje alatt változik jelentősen, közben hosszú stacionárius szakaszok jellemzik. Sokszor ismétlődő üvöltések követik egymást, ekkor gyakran előfordulnak hirtelen „frekvenciaugrások”, tehát átmenet nélküli, jelentős hangmagasságbeli változások.

7. **Nyávogás** (*mews*). A rókákra egész életükben, míg a többi kutyafélére csak újszülött korban jellemző hangtípus. A vizsgált öthetes vörös- és ezüstróka kölykök gyakrabban nyávogtak, mint a hasonló korú kutyakölykök. Időtartamuk rövid, spektrumukat kevésszámú harmonikus sáv jellemzi, alapharmonikusaik frekvenciája 1500-2000 Hz között változik.

8. **Gurgulázás** (*grunts*). Ezt a rendkívül mély (alapharmonikus-frekvencia: 85-200 Hz) hangtípust újszülött kutya, farkas és prérifarkas kölyköknél figyelték meg, azonban rókáktól nem sikerült rögzíteni.

9. **Makogás** (*coos*). Ez a kizárólag rókákra jellemző hang szociális kommunikációs helyzetekben figyelhető meg: üdvözléskor illetve kontaktuskereséskor.

Amint látható, jelentős átfedések vannak az egyes, rövid impulzusokból álló hangokat magukba foglaló kategóriák paraméterei között. Ezen túl gyakoriak a kevert hangtípusok, amelyek nem sorolhatók be egyértelműen egyik kategóriába sem. Mindezek azt okozzák, hogy az impulzusszerű hangok ilyen sok kategóriára való felosztásának gyakorlati használhatósága korlátozott, kommunikációs relevanciája pedig kérdéses. Ezért mi a dolgozat további részében „ugatás”-ként kezelünk minden impulzusszerű, tehát rövid, ismétlődő szakaszokból álló hangot. Az ugatáson belüli különbségeket pedig akusztikai változóik segítségével kíséreljük meg leírni.

	nyávog	gurgulázik	nyüszög	csahol	sikolt	nyí	tutul	makog	morog	kaffog	ugat	csetteg	fogat csattogtat	liheg
Üdvözlés	R	F, K	F, C, K	K	R	C	F, K	R	F, K	–	K	–	–	R
Játék kez-deményezés		–	K	K	–	–	–	–	–	–	K	–	F, K	R, K
Behódolás	R	–	F, C, K	K	F, C, K	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Védekezés		–	F, C, K	K	C, R, F	–	F	–	F, C, K, R	F, C, K, R	F, K	R	F, C, K	–
Fenyegetés		–	–	–	–	–	–	–	F, C, K, R	F, C, K, R	F, C, K, R	R	F, C, K	–
Gondozás, kontak-tuskeresés	Ú-R	K, F	Ú, K, F, C	Ú-F, Ú-C, K,C	R	C	–	R	–	–	K	–	–	–
Fájdalom, kel-lem etlenség	Ú	–	Ú, F, C, K, R	Ú-F, Ú-C, K	Ú, F, C, K, R	–	–	–	K	–	K	–	–	–
Egyedül lét, kon-taktus keresés		–	Ú, K, F, C	K		–	F, C, K	R	–	–	K	–	–	–
Csoportos vokalizáció		–	Ú, K, F, C	–		C	F, C, K	–	F, C, K	–	F, C, K	–	–	–

1. táblázat. Kutyafélék hangrepertoárjának szituációk szerinti összehasonlítása (Cohen & Fox 1976)

Megjegyzés: A fenti hangtípusok időnként keverten is előfordulhatnak, pl. ugatás/üvöltés, csaholás/ugatás, nyüszítés/morgás.

Jelmagyarázat: K=kutya, F=farkas, C=prérifarkas, R=vörös, sarki és ezüst róka, Ú-, Ú=az adott faj, vagy minden faj újszülöttje.

*=Nemcsak fenyegetés, hanem a többiek figyelmeztetése is lehet a cél.

Az ugatás tehát jelen van más kutyafélék hangrepertoárjában is. Frommolt és munkatársai (2003) úgy találták, hogy a sarki rókák (*Vulpes lagopus*) ugatása egyedi jellegzetességeket is mutat, és a csoport territórium-határának jelzéséül szolgál. A rókák képesek megkülönböztetni, hogy a hallott ugatás ismerős vagy ismeretlen egyedtől származik. A magyarországi aranysakál (*Canis aureus*) populációt vizsgálva Heltai és kutatócsoportja (2000) a sakálok ugatását használta fel a sakálpopulációk méretének és elhelyezkedésének becslésére. Minthogy a kutya és a farkas leszármazási vonala nagyjából 100 ezer évvel vált ketté (Vilá et al., 1997), feltételezhető, hogy a farkasok ugatása és a kutyaugatás homológ hangadási formáknak tekinthetők. A farkasok a rókákkal és a sakálokkal ellentétben leginkább ellenséges helyzetekben ugatnak, általában egy falkán kívüli egyedre (Fox, 1970). Bár a farkasok ugatására vonatkozó adatok igen ritka terepi megfigyelésekből származnak, feltételezhető, hogy az ugatásnak e szociálisabb fajnál összetettebb funkciója van. Fox (1970) pozitív korrelációt feltételez a szociabilitás és a kommunikatív jelzések sokfélesége között. Schassburger (1993) úgy figyelte meg, hogy a farkasok általában territoriális agresszió során illetve valamely forrás védelmekor ugattak, így feltételezhetjük, hogy a kutyaugatás is a farkasokra jellemző atonális mély ugatásból fejlődött ki.

A kutya hangadásának egyedfejlődése

A hangadás egyedfejlődésének első 12 hetében alapvetően háromféle folyamat játszódik le (Ohl, 1996, Feddersen-Petersen, 2000, Tembrock, 1976): (1) a születés pillanatától tapasztalható hangok később eltűnnek (ilyen például a mormogás, ami leginkább a rövid „hm” hanghoz hasonlít); (2) egyes neonatális hangtípusok velük rokon felnőttkori hangokká alakulnak át (morgás); illetve (3) más hangok előzmények nélkül jelennek meg (pl. az atonális ugatások). Az újszülött kölyköknél megfigyelhető, hogy kellemetlen ingerek hatására

gyakrabban vokalizálnak, és ez általában felkelti az anya figyelmét. Az első három hétben nem tapasztalható lényeges különbség a kölyök különböző hangjait halló anya viselkedési reakcióiban, bármely hangot hallva aktívan keresi a kölyköt.

A szociális interakciókban használatos hangtípusok csak a harmadik hét után indulnak fejlődésnek. Ennek lehetséges magyarázata az, hogy ezen, meghatározott viselkedési kontextushoz köthető hangok elsajátításához szükség van a fajtársak érzékelésére, így csak a hallás tökéletesedése után nyílik erre lehetőség. Általánosságban elmondható, hogy amint a kölykök egyre gyakrabban kerülnek szociális interakcióba más kölykökkel (például játék közben), jelentősen megnő a hangadás gyakorisága. A szociális hangok késői megjelenését farkaskölyköknél is megfigyelték (Coscia et al., 1991): a vonítás csak a születés utáni 32. napon jelent meg, valószínűleg az újszülöttkori nyüszögés átalakulásával. A hangadás egyedfejlődésében is szerepet játszik a légutak anatómiai fejlődése. A bordaközi- (*mm. intercostales*) illetve a gége porcait mozgató izmok *(m. cricoarytenoideus post*. ill. *lat., m. cricothyroideus*) tömegének növekedése hangosabb és magasabb hangok kibocsátását teszik lehetővé (Zboray, 1997, 1998).

A kutyák vokális kommunikációjára ható esetleges szelekciós hatások a domesztikáció során

A domesztikáció olyan evolúciós folyamat, amelynek során az állati populációkban genetikai változások történnek az ember által ellenőrzött környezethez való adaptáció érdekében (Price 1999). A farkasok – a kutyákkal ellentétben – csak ritkán (vokális jeleik alig két százaléka minősül ugatásnak) és csak kevésféle, jól meghatározott kommunikációs helyzetben (fenyegetettségkor és territoriális agresszió közben) ugatnak (Feddersen-Petersen, 2000). Felmerül a kérdés, hogy mi okozhatta az ugatás ilyen mérvű sokszínűvé és gyakorivá válását

a kutyák esetében. Az egyik elképzelés szerint a kutyák domesztikációja során az ugatás elvesztette specifikus kommunikatív jellegét, így annak diverzifikációját főként neutrális hatások okozták (pl. Cohen & Fox, 1976). Egy alternatív hipotézis szerint viszont elképzelhető, hogy a különböző ugatástípusoknak a kutya és az ember közötti kommunikációban van szerepük, kialakulásukban így fontos szerepet játszhatott a mesterséges szelekció (Feddersen-Petersen, 2000). Feddersen-Petersen felvetette, hogy a domesztikáció vokális kommunikációra gyakorolt hatása nem merült ki a meglévő hangtípusok jellegzetességeinek módosulásában (pl. hangmagasság, tonalitás), hanem az új, korábban nem létezett ugatástípusok kommunikációs funkciót nyertek az ember és a kutya együttműködése során. Hangsúlyozza, hogy a ma élő kutyák számára már kevéssé fontosak a hosszú távú kommunikációt biztosító hangtípusok (pl. a vonítás), és valószínűsíti, hogy az ugatás változatos formái az emberrel történő, rövid távú kommunikáció eszközéül alakulhattak ki.

Az ugatás diverzifikációjára irányuló szelekció elmélete mellett felvetődik, hogy talán az ugatás elterjedése csupán „melléktermé" a más tulajdonságokra irányuló szelekciónak. Vadon élő kutyaféléken végzett domesztikációs kísérletekből kitűnik, hogy az ugatás a mesterséges szelekció révén gyakoribbá válhat az állatokban. Beliajev és munkatársai 30-35 generáción keresztül szelektáltak mesterségesen ezüstrókákat (*Vulpes fulvus*) az emberrel szembeni szelídségre (Trut, 2001). A szelekció eredményeként a legtöbb róka már nem félt az embertől, és a kutyákhoz hasonlóan üdvözölte a gondozókat. Emellett más fenotípusos változások is történtek, amik nem szerepeltek a mesterséges szelekció szempontjai között, így „járulékos" változásoknak tekinthetők: a rókáknak lógó füleik lettek, bundájukon foltok jelentek meg, és többet ugattak, mint vadon élő társaik. Ez a kísérleti tapasztalat nem bizonyítja, hogy a kutya domesztikációja során is hasonló folyamatok játszódtak volna le, de jelzi, hogy potenciálisan lejátszódhattak. Az is elképzelhető, hogy az ősi kutyáknál az

ugatósság a szelídségre szelektált rókákhoz hasonlóan „spontán” jelent meg, ami később módot adott az embernek a már célzott szelekcióra e téren is.

Fontos megemlítenünk, hogy a felnőtt kutyák számos fenotípusos bélyege hasonlít az ivaréretlen farkaséhoz. Ezt a jelenség, tehát a kölyökkori jellegek egész életen át való fennmaradása a neoténia (Gould, 1977). Mivel több vadon élő kutyaféle (például a farkas vagy a prérifarkas) korai életszakaszában többet és többféle helyzetben ugat, mint kifejlett korban, feltételezhető, hogy a kutyák vokális repertoárjának átalakulásában is szerepet játszhatott ez a neotenizációs folyamat.

Az ugatástípusok esetleges véletlen elterjedésének és a neotenizáció kizárólagosságának elméletét nem erősíti az ugatások Yin (2002) által kimutatott kontextusfüggése. A kutatónő kutyák hangjait rögzítette három eltérő szituációban: zavaró zaj (egy elektromos csengő) hallatán, játék közben, illetve izolálva, tehát egy szobában magára hagyva őket. Úgy találta, hogy a kutyák mélyebben és hosszabb vakkantásokkal ugatnak a zavaró helyzetben, mint a másik két szituációban.

A kutya ember melletti életkörülményeit - mint az ugatás sokféleségének fő okát - erősíti az a megfigyelés is, amit olaszországi kóbor kutyákon tettek (McDonald & Carr, 1995). Úgy találták, hogy ezek az ember mellett élő kutyákkal szemben kevésbé gyakran ugatnak, és a farkasokhoz hasonlóan akkor is csak kevés helyzetben. Ez is azt valószínűsíti, hogy az ugatásnak alapvetően a kutya-ember kommunikációban van szerepe, semmint a kutya-kutya interakciókban. Ezek a kutyák falkákba verődve élnek, és élelmük nagy részét a szeméttelepekről szerzik be. Amikor egy nagyobb falka megérkezik a szeméttelepre, ugatni kezdik a kisebb falka tagjait, mire azok az esetek nagy részében harc nélkül elhagyják a területet. Ezen kívül a falka tagjai megugatnak minden más falkához tartozó kutyát, ha véletlen közéjük verődik. Ezektől eltérő helyzetekben nem tapasztaltak náluk ugatást.

A fenti esettanulmány tapasztalataira kínálkozó magyarázat lehet az, hogy a kutya háziasítása során képessé vált különböző akusztikai paraméterekkel rendelkező vakkantások kiadására és arra, hogy ezeket jól előre jelezhető módon kommunikációs helyzettől függően eltérő gyakorisággal alkalmazza az emberrel való kommunikációkor. Viszont az emberrel fenntartott kapcsolat rendszertelenné válása vagy megszűnte esetén a különböző ugatástípusokat kiváltó szituációk sem fordulnak elő, így a farkas ős viselkedésének megfelelően az ugatás aránya a többi vokalizáció-típushoz képest lecsökken.

A vizsgálatok célkitűzései

Bár a kutya az ember mellett élő egyik legvokálisabb állat, az utolsó évtizedig meglepően kevés akusztikai vizsgálat foglalkozott hangjainak elemzésével. A korai szerzők, így Tembrock (1976), Cohen & Fox (1976) és Bleicher (1964) úgy vélték, hogy a kutyaugatás kommunikációs helyzeteken átívelő általános elterjedtsége kizárja annak lehetőségét, hogy a kutya eltérő belső állapotokat kommunikáljon általa fajtársai, illetve esetlegesen az ember felé. Bár összegyűjtötték és kategorizálták a különböző kutyafélék hangtípusait, elmulasztották megvizsgálni az ugatás típusú hangokban rejlő változatosságot.

Vizsgálatunk alaphipotézise az volt, hogy a kutyák leggyakrabban alkalmazott hangtípusuk, az ugatás akusztikai jellegzetességeit módosítva komplex, a belső állapotukra jellemző jelzéseket képesek kiadni. A kommunikáció mechanizmusát követve kutatásunk első részében magát a jelet vizsgáltuk meg, arra a kérdésre keresve a választ, hogy vannak-e az ugatásnak kontextus- és egyedfüggő jellegzetességei. Ezek után a hangadás kutyák közötti kommunikációban, majd a kutya és az ember közötti kommunikációban betöltött szerepét vizsgáltuk.

1. A kutyák hangjelzéseinek kategorizációja: egy gépi tanulásos megközelítés

Az állati akusztikus kommunikáció tudományos vizsgálata ma már elképzelhetetlen a számítógépes elemzőmódszerek használata nélkül. A felvett hangokat digitalizálják, majd a program az előre definiált változók értékeit méri meg rajtuk, az így kapott adatokat pedig statisztikai elemzésnek vetik alá. A mesterséges intelligencián és az úgynevezett gépi tanulásos (machine learning) algoritmusokon alapuló módszerek, melyek csak az utóbbi évtizedben váltak igazán hatékonnyá, eddig kevésbé voltak használatosak az etológiai

akusztika területén. A Sony párizsi kutatólaboratóriumában Frédéric Kaplan és munkatársai kifejlesztettek egy módszert, amelynek segítségével automatikusan, emberi beavatkozás nélkül hozhatók létre olyan kategorizációs sémák, amelyeket alkalmazva az ismeretlen elemek (jelen esetben ugatás minták) csoportosíthatók (Pachet & Zils, 2004, Pachet & Roy, 2007). Tudomásunk szerint ez az első alkalom, amikor ezt a módszert állati hangok kategorizációjára használták, így a vizsgálat módszertani jelentősége nagy.

Hipotézisünk szerint a kutyák ugatása olyan kommunikációs rendszerként működik, amelyben a hangot adó állat belső állapotától függően eltérő akusztikai jellegzetességű hangokat hallat, így a jelet vevő egyed képet alkothat motivációiról, illetve ezeken keresztül az őt ért környezeti ingerekről. Ezek miatt feltételezzük, hogy a különböző szituációkban ugató kutyák hangjai eltérőek lesznek. Bár a kutyák ugatása alapvetően atonális (érdes hangzású) hangadási forma, és ezek a hangok általában kevéssé alkalmasak az egyedi megkülönböztetésre (Owren & Rendall, 2003), egyes sarki rókákon végzett vizsgálatok (pl. Frommolt et al., 1997, 2003) azt valószínűsítik, hogy a kutyafélék ugatásában mégis rejlenek egyedfüggő jellegzetességek. A gépi tanulásos kísérlet második felében ezért az ugató kutyák szerint kellett a programnak az ugatásokat besorolni.

Kérdéseink a következők voltak:

- Képes-e egy számítógépes algoritmus a véletlen választásnál nagyobb sikerességgel kategorizálni olyan kutyaugatásokat, amelyek ismeretlenek a számára?
- Képes-e ugyanez a program felismerni a kutyákat azok ugatása alapján?
- Van-e különbség a különböző helyzetekben rögzített ugatások felismerhetőségében?

2. Képesek-e a kutyák különbséget tenni különböző helyzetekben illetve különböző egyedektől rögzített ugatások között?

Ahhoz, hogy az ugatás kommunikatív funkciót tölthessen be a kutyák közötti kommunikációban is, elengedhetetlen, hogy a hangot érzékelő egyedek különbséget tudjanak tenni a különböző helyzetekben ugató (és feltételezhetően eltérő motivációs állapottal bíró) kutyák ugatása és/vagy az eltérő egyedek hangjai között. E képesség kísérletes vizsgálatára már évtizedek óta alkalmazzák az úgynevezett habituáció-diszhabituáció paradigmát különböző fajokon (például ember csecsemőkön: Trehub, 1973, rézuszokon: Hauser, 1998, zebrapintyeken: Donga & Clayton, 2009, makákókon: Fischer, 1998). A teszt első – habituáció – szakaszában az alany ugyanolyan típusú akusztikus ingereket (tehát azonos helyzetben vagy azonos egyedtől rögzített ugatásokat) hall, amelyekre adott viselkedési reakciója fokozatosan csökken. Ezután a kísérlet második – diszhabituációs – szakaszában egy, a korábbiaktól eltérő típusú hang ingert játszunk le neki. Abban az esetben, ha képes különbséget tenni a hallott ugatások típusai között, a hangra adott reakciója (esetünkben a hangfal irányába történő orientáció időtartama) újból megnő. Ismereteink szerint mindeddig csak kutatócsoportunk végzett akusztikus habituációs teszteket kutyán.

Kérdéseink a következők voltak:

- Képesek-e a kutyák megkülönböztetni az azonos egyedektől, de eltérő szituációban rögzített (konkrétan az idegen ember láttán illetve a kikötve és magára hagyva hallatott) ugatásokat?
- Képesek-e a kutyák megkülönböztetni az azonos szituációban, de eltérő egyedektől rögzített ugatásokat?

3. Mudis gazdák, egyéb fajtájú kutyák gazdái és nem kutyások ugatás-visszajátszásos tesztben mutatott teljesítményének összehasonlítása

Minthogy a kutyával ellentétben a vadon élő kutyafélék felnőtt korban igen ritkán, leginkább területvédő agresszió közben ugatnak (Tembrock, 1976), felvetődik a kérdés, hogy mi okozhatta az ugatás gyakorivá válását a kutyák körében. Egy lehetséges hipotézis szerint az ember melletti életmód olyan új szelekciós környezetet jelentett a kutyák számára, amely a többet ugató egyedeknek kedvezett. Ez a hipotézis azt is feltételezi, hogy az ugatás nemcsak a kutyák közötti, de a kutya és az ember között létrejövő kommunikációban is szerepet játszik. Ebben az esetben feltételezhető, hogy a hangot halló emberek valamilyen típusú információt képesek leszűrni az ugatás alapján. E kísérletünkben ezért megvizsgáltuk, hogy az ugatás alapján képesek-e az emberek meghatározni a helyzetet, amelyben a felvétel történt. Ennek vizsgálatára mudiktól felvett ugatásokat játszottunk le mudis gazdáknak, más fajtájú kutyák gazdáinak illetve kutyával soha együtt nem élt embereknek.

Kérdéseink a következők voltak:

- Van-e különbség az ugató kutya belső állapotának jellemzésére szolgáló emocionális szempontokra adott pontszámok között attól függően, hogy az épp hallott felvétel milyen kontextusban készült?
- Van-e szerepe az alany előzetes kutyákkal kapcsolatos tapasztalatainak a hangok emocionális megítélésében?
- Képesek-e az alanyok a felvétel kontextusának meghatározására nagyobb valószínűséggel, mint az a véletlen választás esetén várható lenne?
- Van-e különbség a találati sikerességben aszerint, hogy az alanynak milyen típusú előzetes tapasztalata van kutyákkal?

- Van-e összefüggés az emocionális értékelés és a hallott hang frekvenciája, tonalitása és a vakkantások között eltelt időtartam, valamint ezek varianciája között?

4. Képesek-e az emberek a hallott ugatás alapján megkülönböztetni az ugató kutyákat?

Minthogy első, gépi tanulásos kísérletünk, illetve a második, habituációs teszt eredményei is arra utaltak, hogy az ugatás rendelkezhet bizonyos egyedfüggő jellegzetességekkel, ebben a vizsgálatban az emberek hasonló, tehát az ugatás egyedfüggő tulajdonságait felismerni hivatott képességeit teszteltük. Owren és Rendall (2003) úgy találták, hogy a rézuszok tonálisabb hangjai alkalmasabbak az egyedi megkülönböztetésre, míg atonális hangjaikat hallva kisebb biztonsággal lehet megkülönböztetni két egyedet egymástól. E jelenség hátterében az úgynevezett formant frekvenciák húzódhatnak (Fitch et al., 2002).

Az állatok hangjainak hallható tulajdonságai két lépésben alakulnak ki. Egyrészt a hangszálak rezgése hat rájuk, másrészt a felső légút anatómiai jellegzetességei is befolyásolják őket. A formant frekvenciák a rezgő levegő légcsövön és szájüregen történő áthaladásakor alakulnak ki, és ilyenformán jobban függnek az egyedi anatómiai jellegzetességektől, mint például az alapharmonikus frekvencia. A formantok a tonális hangokban kifejezettebbek, azokban könnyebben azonosíthatók. Az ugatás tonalitás szempontjából különleges hangadási forma, hiszen bár nagy általánosságban atonális, mégis vannak tonálisabb és kevésbé tonális vakkantások. Kísérletünkben azt vizsgáltuk, hogy a különböző mértékben tonális ugatásokat hallva vajon különböző sikerességgel képesek-e az emberek megkülönböztetni az ugató kutyákat.

Kérdéseink a következők voltak:

- Képesek-e az emberek egy-egy vakkantást illetve öt-öt vakkantást hallva megbízhatóan diszkriminálni azonos illetve különböző kutyák ugatásai között?

- Diszkriminációs teljesítményükre hatással van-e a hallott ugatás néhány akusztikai paramétere – a hangmagasság, a tonalitás illetve a vakkantások között eltelt időtartam?

5. Látó és nem látó emberek képességeinek összehasonlítása egy kutyaugatás-értékelési tesztben

Első emberek bevonásával végzett kísérletünkben azt az eredményt kaptuk, hogy függetlenül az előzetes, kutyákkal kapcsolatos tapasztalatoktól, az emberek minden csoportja a véletlen választás esetén elvárható szintnél nagyobb arányban sorolta be a hallott ugatásokat a helyes szituáció-kategóriába, illetve hasonló motivációs állapotokat tulajdonítottak az ugató egyedeknek. Mégsem állíthatjuk, hogy azok az alanyok, akik soha életükben nem éltek kutyával közös háztartásban, semmilyen előzetes tapasztalattal nem rendelkeztek volna a kutyákat illetően. Minden ember, aki utcán közlekedik, naponta számos kutyával találkozik, és alkalma nyílik arra, hogy megtapasztalja az ugatásukat, és megfigyelje az ugatáshoz kapcsolódó szituációt. Ebben a tesztben célunk volt, hogy a magyarországi körülményekhez képest a legkevesebb kutyás tapasztalattal bíró embereket teszteljük. Véleményünk szerint ők azok a születésüktől fogva vak emberek, akiknek soha nem volt kutyájuk. Természetesen az akusztikus tapasztalatokat esetükben sem zárhatjuk ki, de a vizuálisokat igen.

Kérdéseink a következők voltak:

- Különböző sikerességgel képesek-e a látó és a nem látó emberek a hallott ugatás felvételi helyzetét meghatározni?
- Különbözőképpen jellemzik-e a látó és a nem látó emberek az ugató kutya belső állapotát, a hangjai alapján?

6. Hogyan változik az emberek ugatás-értelmező képessége az életkorral?

Amint azt kimutattuk, a felnőtt emberek képesek bizonyos sikerességgel meghatározni egy hallott ugatás felvételi helyzetét, és képet képesek alkotni az ugató kutya belső állapotáról. E kísérletünkben azt vizsgáltuk, hogy e képesség hogyan fejlődik gyermekkorban. Igen kevés olyan vizsgálat lelhető fel az irodalomban, amikor gyermekeknek állathangokat játszottak le (viszont: Linnankoski et al., 1994). Természetesen annak megválaszolására nem alkalmasak a hat, nyolc illetve tízéves gyermekeken végzett tesztek, hogy az ember „kutyaugatás-értelmező képessége" vajon főként tanult vagy öröklött elemeken alapszik, hiszen már a hatéves gyerekek is rengeteg ugató kutyával találkozhattak életük során, a korcsoportok teljesítményeinek összehasonlításával azonban értékes ismeretekre tehetünk szert a képesség időbeli változásával kapcsolatban.

Kérdéseink a következők voltak:

- Különböző sikerességgel képesek-e a hat, nyolc és tízéves gyermekek illetve a felnőttek meghatározni a hallott ugatások felvételi helyzeteit?
- Függ-e a különböző korcsoportok teljesítménye attól, hogy a gyermek illetve a felnőtt rendelkezik-e kutyával?
- Képesek-e a gyerekek képet alkotni a hallott kutyák motivációs állapotáról?

Általános módszer

Hangfelvétel

A hangfelvételeket egy Sony TCD-100 típusú DAT magnetofonnal készítettük, eközben egy Sony ECM-MS907 típusú mikrofont használtuk. A felvett hangokat Sony PDP-64C típusú DAT hangszalagokra rögzítettük. A felvételek készítése közben 2-5 m-re helyezkedtünk el a kutyától, lehetőleg úgy, hogy felénk nézzen. A felvételeket a kutya gazdájának lakhelyén, esetleg egy parkban illetve kutyaiskolában készítettük. A felvételek készítésekor csak a kutya, a gazdája és a felvételt készítő személy (a szerző) volt jelen. A kutya a felvétel kezdetekor még nem ismerte a kísérletvezetőt, így az első rögzített kontextus minden esetben az volt, amikor a kutya számára idegen embert lát.

Hangelemzés

A felvett hangokat ezután egy TerraTec DMX 6fire 24/96 típusú hangkártyát használva számítógépre vittük 22,05 kHz-es mintavételi frekvenciát alkalmazva. A hangmintákon szereplő hangok amplitúdóját -6 dB-re normáltuk. A hang akusztikai változóinak mérésére az ACMS hangelemző programot (Zsebők, 2003) illetve a Sound Ruler programot (Gridi-Papp, 2003) használtuk. A program által használt algoritmus megkeresi a felvételen szereplő hangokat, feljegyzi azok kezdetének és végének pozícióját. A hangok időtartamát 100 egyenlő részre osztva minden vakkantáson belül kijelöl 100 mérési pontot, amelyekben felveszi a frekvencia-amplitúdó spektrumot, tehát megméri, hogy az egyes frekvencia-tartományokban mekkora hangnyomással szól az adott hang. Eközben 1024 pontos Fourier-transzformációs ablakot használ (FFT – Fast Fourier-transformation), így a frekvencia-

tartományok felbontása 22 Hz volt. Az így kapott adattömböket különböző Excel segédprogramokkal (makrókkal) dolgoztuk fel, amelyeket a szerző írt.

A felvett spektrumok alapján a következő változókat kapuk minden egyes vakkantásra:

1. **Vakkantáshossz.** Az egyes vakkantások időtartama. (egység: ms)
2. **A vakkantások közötti időtartam.** Egy vakkantás végétől a következő kezdetéig eltelt időtartam. (ms)
3. **Startfrekvencia.** Minden egyes vakkantáson belüli mérési pontban egy algoritmust alkalmazva megkeressük a legnagyobb amplitúdóval bíró frekvenciatartományt, és ezt definiáljuk az adott mérési pont csúcsfrekvenciájaként (peak frequency).
4. Ezután minden vakkantáson belül átlagoltuk az első 33 mérési pont esetében kiszámolt csúcsfrekvenciát. Ezek átlagát definiáljuk startfrekvenciaként. (Hz)
5. **Középfrekvencia**. Az előző pontban leírtak szerint meghatározott csúcsfrekvenciákat átlagoljuk a 34. és a 66. mérési pont között, vakkantásonként. Az így meghatározott átlag a középfrekvencia. (Hz)
6. **Végfrekvencia**. A 67. és a 100. mérési pont közé eső csúcsfrekvenciák átlaga. (Hz)
7. **Átlagos frekvencia**. A vakkantásonként felvételezett 100 mérési pont csúcs-frekvenciáinak átlaga. (Hz)
8. **Tonalitás** (Harmonics-to-Noise Ratio – **HNR**) (Yumoto, Gould, 1982, Yumoto et al, 1984, Qi, Hilman, 1997, Riede et al, 2000, 2001, Tokuda et al, 2002). Minden vakkantások közepén (tehát az 50. mérési pontban) felvételezett spektrumot használva, az egyes frekvencia-tartományokban meghatározzuk az átlagos zajszintet. Ezt úgy tesszük meg, hogy egy adott frekvencia-tartományból kiindulva átlagoljuk a következő 10 frekvencia-tartomány amplitúdó-értékét, tehát mozgó átlagot számolunk. Az így kapott átlagos amplitúdó-értékeket rendeljük az átlagolási ablak kezdetén elhelyezkedő frekvencia tartományhoz, átlagos zajszintként. Ezután az így kapott zajszint-spektrumot

alkotó amplitúdó-értékeket kivonjuk az eredeti spektrum pontjaiból. Végül az ekképp számolt különbség-spektrum pontjai közül kiválasztjuk a legnagyobbat. Mindezt egy erre a célra írt algoritmus végzi el Microsoft Excel környezetben. Szemléletesen ez azt jelenti, hogy megkeressük a zajszint és a spektrum hangerejének legnagyobb különbségét. Elvárható, hogy a legnagyobb különbséget a harmonikusok pozícióiban találjuk. Minél inkább kiemelkedik egy harmonikus csúcs a többi frekvencia-komponens közül, annál tonálisabb a hang és ezzel párhuzamosan annál nagyobb értéket fogunk kapni a HNR-indexre. Így az index értéke jól becsüli a hang tonalitás-fokát.

A felvételezett kommunikációs helyzetek

A következőkben tárgyalt kísérletek mindegyikében a következő kommunikációs helyzetekben rögzített hangfelvételeket használtuk, és az alábbiakban bevezetett rövidített megnevezéseiket a dolgozat további részeiben konzekvensen alkalmazzuk:

1. **„Idegen”**. A felvételt készítő megjelenik egy számára idegen kutya gazdája lakhelyének kerítésénél, illetve behatol a kertbe. Mindeközben rögzíti a kutya hangjait. (2. ábra)
2. **„Őrző-védő gyakorlat”**. A gazda lakhelyén vagy kutyaiskolában a kutya őrző-védő gyakorlaton vesz részt. Ez úgy történik, hogy egy segéd, karján védőkarral színleg megtámadja a gazdát, aki kutyáját pórázon tartja. A felvételt készítő 3-4 m-re helyezkedik el a kutyától úgy, hogy jelenléte a kutya viselkedését lehetőleg ne zavarja (3. ábra).
3. **„Séta előtt”**. A gazda úgy viselkedik, mint mikor sétálni mennek a kutyával, tehát elővesszi a pórázt, felöltözik, szólítja a kutyát: „Megyünk sétálni”. Eközben a felvételkészítő rögzíti a kutya hangjait. A szituáció jellegéből fakadóan ennek a helyzetnek a felvétele általában a lakásban történt (4. ábra).
4. **„Kikötve”**. Utcán vagy parkban a gazda kiköti egy fához kutyáját, majd eltávolodik tőle olyan irányba, hogy a kutya lássa, amint távolodik. A felvételt készítő a kutyától mintegy

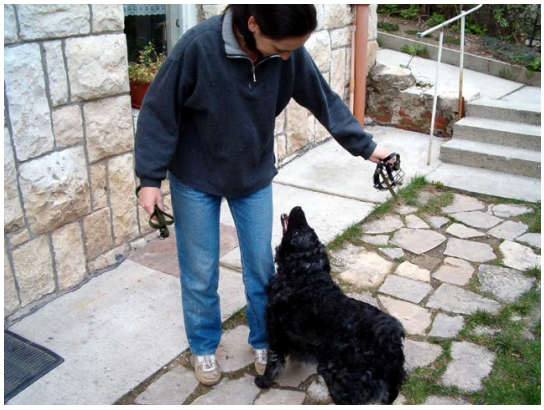
öt méterre foglal helyet, úgy, hogy a gazda távolodási irányához viszonyítva nagyjából 90º-ban helyezkedjen el (5. ábra).

5. **„Labdát »kér«”**. A gazda lakhelyének udvarán, kezében labdát tartva „felkínálja” azt kutyájának, amely szemben vele helyezkedik el (6. ábra).
6. „**Ételt »kér«”**. A gazda lakhelyének udvarán, kezében ételdarabot tartva „felkínálja” azt kutyájának, amely szemben vele helyezkedik el (7. ábra).
7. **„Játék közben”**. A hangfelvétel időpontjában a kutya gazdájával testi kontaktussal járó játékot játszott, tehát birkóztak, huzakodtak (8. ábra).

2. ábra

3. ábra

4. ábra

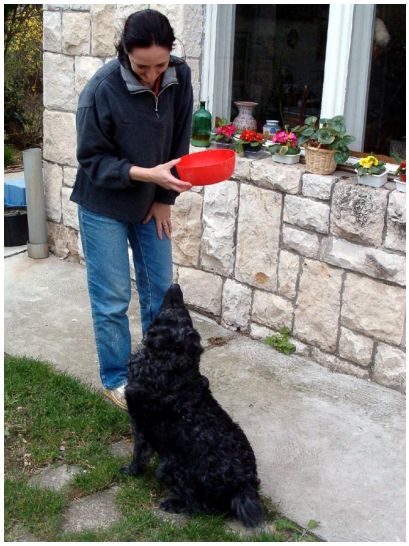


5.ábra

2-8. ábrák. A hangfelvételek során előállított szituációt. A részletes magyarázatot lásd a szövegben, A 6-7. ábrát lásd a következő oldalon.

6. ábra

7. ábra



8. ábra

A kutyák hangjelzéseinek kategorizációja: egy gépi tanulásos megközelítés

Molnár, Cs., Kaplan, F., Roy, P., Pachet, F., Pongrácz, P., Dóka, A. & Miklósi, Á. (2008) Classification of dog barks: a machine learning approach. *Animal Cognition*, 11, 389-400.

Bevezetés

Számos viselkedésvizsgálat esetében, különösen mikor az adatgyűjtés automatizált, például akusztikus jelzés analizálásakor, nagyon nagy mennyiségű adat keletkezik. Ígéretes megoldásnak tűnik a keletkezett információ kezelésére, ha automatizáljuk az adatgyűjtést és -feldolgozást számítógépes adatkutatási technikák segítségével. E módszereket ma még gyakrabban alkalmazzák az ember által keltett vagy mesterséges hangok elemzésére (például Defréville et al., 2006). E technikák segíthetnek a biológiai jellemzők között fennálló, rejtett kapcsolatok felfedésében (Fielding, 1999; Hatzivassiloglou et al., 2001). A gépi tanulásos algoritmusok modelleket alkotnak az adott kategorizációs feladat végrehajtására (Kohavi & Sommerfield, 1995, Monceaux et al., 2005). Ezek a modellek valójában matematikai függvények, amelyek meghatározzák a hozzárendelés szabályát az ismeretlen példa (jelen esetben egy vakkantás) és a felkínált kategóriák között. A programba először (a tanulási fázisban) ismert kategóriájú (például ismert helyzetben felvett vagy ismert kutyától rögzített) ugatást táplálunk be (ez a betanító példakészlet). A tanulási szakasz során a modellek paramétereit automatikusan módosítja egy tanulási algoritmus, hogy elérje a legjobb besorolási eredményt (Bergeron, 2003, Cabral et al., 2005). Ezután, a tesztfázisban új, addig nem ismert példákon alkalmazzák a kialakított modellt.

A gépi tanuláson alapuló módszerek sikeresen alkalmazhatók a biológia egyéb tudományterületein, legfőképp a molekuláris biológiai (King & Sternberg, 1990; Muggleton

et al., 1992, gyógyszertervezés: King et al., 1992, 1993), a neurológiai (Zhang et al., 2005a, b; Mitchell, 2005, Bogacz & Brown, 2003) és az ökológiai (Stockwell, 2006, Recknagel, 2001, Obach et al., 2001, Schleiter et al., 2001, Burghardt et al., 2004, Burghardt & Calic, 2006, Calic et al., 2005) kutatások során.

Csak néhány olyan tanulmány született eddig, amelyben a gépi tanulásos technikát használták a viselkedés kutatására, például a delfinek hangjelzéseit osztályozták ezzel a módszerrel (Au, 1994; Kremliowsky et al., 1998). A delfinhangok kategorizálásának és a hangokra adott fiziológiai válaszoknak van talán a leggazdagabb irodalma, amely számítógépes és „manuális", tehát a gyakorlott megfigyelők döntésein alapuló technikákat is tartalmaz (Janik, 1999, 2000, McCowan et al., 1999, Miksis et al., 2001). Ugyancsak delfinhangok vizsgálatakor mesterséges neuronhálók segítségével igyekeztek szimulálni az agy párhuzamos feldolgozó és a mintafelismerő képességét (Au et al., 1995).

A viselkedéskutatás módszertani fejlődésében fontos szerepet játszhatnak a mesterséges intelligencián alapuló módszerek a jövőben. Egyes képfelismerésre alkalmas szoftverek segítségével videofelvételeken kijelölhetőek bizonyos objektumok, pl. állatok feje. A jövőben e technikák továbbfejlesztett verziói segítségével automatizálni lehet majd a tanulmányozandó egyed kamerával rögzített viselkedésmintájának kódolását. Tanulmányunkban több mint hatezer kutyahangmintát elemeztünk e számítógépes módszer segítségével, és demonstráltuk e technikában rejlő lehetőségeket.

Módszerek

Alanyok

Tizennégy mudi egyed ugatásait használtuk fel e vizsgálathoz. A kutyák ivararánya (kan/szuka): 4/10, életkora: 4,21 ± 3,17 év volt. Az elemzett hangjelzések (külön álló vakkantások) mennyisége N=6646 volt.

Hangfelvételek forrása, gyűjtése és digitalizálása

Hat különböző viselkedési kontextusban gyűjtöttünk a kutyáktól hangmintát, amelyek részletes bemutatása megtalálható az Általános módszerek fejezetben. A felhasznált hangminták mennyisége szituációnként: idegen: N=1802; őrző-védő: N=1118; séta: N=1231; kikötve: N=752; labda: N=1001 és játék: N=742. A hangfelvételek készítésének módja és számítógépre vitelük ugyancsak megegyezett az Általános módszerek fejezetben leírtakkal.

Az elemzés menete

Az elemzés első szakaszához az EDS hangelemző algoritmust használtuk. Az EDS egy hangjelzést feldolgozó rendszer, amelyet gyakran alkalmaznak egyedi hangrendszerező problémák megoldására. Az EDS tartalmazza az alapműveletek (akusztikai jellemzők) kiterjedt gyűjteményét, amelyek egy evolúciós algoritmus eredményeképpen kombinálódnak, és létrehozzák az úgynevezett leírókat, amelyek komplex akusztikai paramétereknek tekinthetők.

Az elemzés első szakaszában a program mintegy százötven akusztikai jellemzőt mért meg az összes hangmintán. Minthogy számos jellemző egyidejű felhasználásával sokkal pontosabb lehet a csoportosítás, ezért a program kombinálja a jellemzőket, és a leghatékonyabbnak bizonyult jellemző-csoportot (leírót) igyekszik kiválasztani. A leírók

létrehozása egy genetikai algoritmuson alapszik: az EDS ismétlődően létrehozza a leírók generációit, és a generáció – alkalmassága alapján kiválasztott – leghatékonyabb leírója lesz az alapja a következő generációnak. „Genetikai mutációk” jönnek létre (Koza, 1992), és új leírók születnek.

A leírók teljesítményét minden generációban teszteli a program. Egy adott leíró alkalmasságának vizsgálatához létrehozza a hozzá leginkább hasonlító leírót (amelyet tehát egy apró „pontmutáció” különböztet meg a vizsgált leírótól). A leíró alkalmassága a rendszerező teljesítményének függvénye. Ez a művelet addig folytatódik, amíg a leghatékonyabb leírók jönnek létre. Végül a legalkalmasabb leírókat betáplálják a gépi tanulásos algoritmusba, hogy létrejöjjenek a rendszerezők. (További részletek az EDS analizáló műveletről: Pachet and Zils 2004). Ez a tanulási fázis.

Az adathalmaz körülbelül 60 százalékát használtuk a betanuláshoz, és a másik részét (40 százalékát) a teszteléshez. A teszt halmaz, amelyet akkor elemzett a program, amikor az ugatások felvételi szituációinak rendszerezése volt a feladata, nem tartalmazott mintákat olyan kutyáktól, amelyek a betanulási halmaz mintáit adták. Ugyanígy az egyedrendszerezési problémánál a betanulási halmaz nem tartalmazott olyan mintákat, amelyek a tesztelő halmaz hangjaival megegyező szituációban lettek rögzítve. Így megakadályozható, hogy az algoritmus valamely háttértényezőt kihasználva jobb vagy rosszabb sikerességgel kategorizáljon, és biztosítható, hogy az eljárás során a vizsgálni kívánt jellegzetességeket vegye alapul.

A legjellemzőbb akusztikai tulajdonságok utáni kutatás végső fázisában a Weka-féle „Greedystepwise” kutatási módszert alkalmaztuk (Witten & Eibe, 1999). A kutatás befejeződött, mikor a fennmaradó jellemzők hozzáadása vagy elvétele az értékelés romlását eredményezte. Ezzel a módszerrel mindkét rendszerezési problémát figyelembe véve lecsökkentettük a halmazt egy csekély számú igen releváns jellegzetességre.

Miután a rendszerezési problémákra létrehoztunk a hozzájuk illő jellegzetességi halmazt, elvégeztük a rendszerezési teljesítmény értékelését. Az algoritmus számára ismeretlen szituációban, ismeretlen egyedektől rögzített hangmintákat tápláltunk a programba, amelyet annak kategorizálni kellett. A kategorizációs feladatot tízszer végeztük el, minden esetben véletlenszerűen kiválasztott hangmintákkal, majd a kapott eredményeket átlagoltuk.

Az első kísérletben a hangfelvételek kontextusai szerint rendszereztük az ugatásokat. Hogy létrehozzuk a csoportosításhoz legalkalmasabb jellemzők halmazát, betanuló hangkészletet hoztunk létre kilenc kutya (d05, d08, d09, d10, d12, d14, d16, d18, d20) felvételeiből. 4059 hangmintát használtunk összesen, az összes minta 61 százalékát. A tesztkészletet öt kutya (d23, d24, d25, d26, d27) felvételeiből állítottuk össze. Ehhez 2587 mintát használtunk összesen, amely 39 százaléka volt az összes mintának. Az előzőekben bemutatott ESD algoritmust alkalmazva az optimális jellemzők részhalmazának kutatása végül hét akusztikus jellemzőt eredményezett, amelyek segítségével a leghatékonyabb csoportosítást értük el (2. táblázat).

Jellemző elnevezése, formulája	Jellemző magyarázata
spectral roll-off(derivation(x))	Az a frekvencia, mely alá a spektrum eloszlás 85 százaléka koncentrálódik. A jel első deriváltjára alkalmazva.
spectral flatness(square(x))	A jel spektrumának eltérése a lapos spektrumtól. A jel négyzetére alkalmazva.
sqrt(RHF (derivation(sbs(derivation(x)))))	A jel második deriváltjának „magasfrekvencia-aránya” (a magas és alacsony frekvenciák aránya a jel spektrumában).
rms(spectralskewness (split(x_512.0)))	Az 512 mérési pontra osztott jel szegmenseinek torzulása. Rms: a négyzetek átlagának négyzetgyöke.
abs(max(spectralflatness (split(x_256.0))))	A spektrumlaposság maximumának abszolút értéke (a jel spektrumának eltérése a lapos spektrumtól) 256 mérési pontonot alkalmazva.
mean(formant (1,x))	Az első formant frekvenciájának átlaga.
deviation(harmonicity (x))	A harmonikusság (tonalitás, HNR) szórása.

2. táblázat. A kontextus-kateorizációhoz legalkalmasabb akusztikus jellemzők

Hasonlóan az első kísérlethez, a második kísérletben az egyedek felismeréséhez legmegfelelőbb hangtani jellegzetességek készletének (3. táblázat) kialakításához is különválasztottuk az adathalmaz egészét. Tanulási halmazként használtuk a labda, az idegen és az őrző-védő ugatások felvételeit (3921 felvétel, az egész adathalmaz 59 százaléka). A teszthalmazt a kikötve, a játék és a séta ugatások alkották (2725 felvétel, 41 százaléka az

összes adathalmaznak). Így a teszt során a programnak a kutyákat olyan szituációkban kellett felismernie, amelyekkel előzőleg (a tanítás során) nem találkozott. Számos irodalmi adat áll rendelkezésünkre arra vonatkozóan, hogy a formant frekvenciák lehetnek a hang alapján történő egyedi megkülönböztetés leghasznosabb kulcsai (például Rendall & Owren, 2003). Nem meglepő tehát, hogy a szoftver által automatikusan kiválasztott jellemzők közül is több a formantokra vonatkozik.

Jellemző elnevezése, formulája	Jellemző magyarázata
mean(formant (2,x))	A második formant frekvenciájának átlaga.
mean(formant (4,x))	A negyedik formant frekvenciájának átlaga.
deviation(formant (3,x))	A harmadik formant szórása.
abs(energy(0,500,x) – energy(500,4000,x))	Energia különbség a 0-500 Hz-ig illetve az 500-4000 Hz-ig terjedő frekvenciasávok között.
max(arcsin(x))	A jel arkuszszinuszának maximális értéke.
mean(Zcr(split(x_512.0)))	Az 512 szegmensre osztott minta nulla-átmeneteinek (zero crossing) átlaga.
mean(harmonicity (x))	Harmonikusság (tonalitás, HNR) átlaga.
slope_no_jump(pitch(x))	Az oktávugrás nélküli frekvenciaemelkedések meredeksége.

3. táblázat. Az ugató kutya felismeréshez optimális tulajdonságok

Eredmények

Első kísérlet: a hangjelzések kategorizálása kontextusok szerint

A teljes felismerési ráta 43 százalékos volt (2835 helyesen felismert kontextus a 6646 hangmintából). Az 4. táblázatból kiderül, hogy a véletlenszerű csoportosító algoritmus 18 százalékot talált volna el. (1223 helyesen kategorizált eset a 6646-ból). A teljes felismerési ráta magasabb volt, mint a véletlenszerű algoritmus teljesítménye (t-teszt: $t(13)=6.10$, $P<0.001$). Az eredményt korrigálandó, a véletlenszerű egyezések kiszűrése érdekében kappa statisztikát alkalmaztunk (Barlow et al., 1991). Ennek során kivontuk a véletlenszerű algoritmus által helyesen besorolt ugatások számát (1223) az akusztikus jellemzőket figyelembe vevő kategorizáló algoritmus által helyesen besorolt ugatások számából (2835). Eredményül 2835-1223=1612-t kaptunk. A random algoritmus találatainak számát az összes ugatások számából is kivontuk (6646-1223=5423), és e két számot hasonlítottuk össze. A korrigált találati arány így 29,7 százalékosnak bizonyult. A legjobb felismerési rátát az őrző-védő ugatások esetében (74%, kappa=68%), valamint az idegen kontextusban (63%, kappa=49%) kaptuk, a legrosszabb eredmény a játékos ugatás kategorizációjakor született (6%, kappa=-6%).

Összehasonlítottuk a véletlenszerű algoritmus felismerési szintjével a különböző kontextusokban kiadott hangjelzések felismerés rátáját. Az algoritmus sikerességi rátája magasabb volt az idegen (t-teszt: $t(12)=4.08$; $P<0.01$), az őrző-védő ($t(9)=5.45$; $P<0.001$) és a labda ($t(9)=3.55$; $P<0.01$) szituációkban, viszont nem volt szignifikáns különbség a séta ($t(10)=0.43$; $P=0.67$), a kikötve ($t(4)=0.06$; $P=0.95$) és a játékos ugatások ($t(5)=1.63$; $P=0.16$) esetében. Ezután összehasonlítottuk a különböző kontextusok hangjelzés algoritmusának felismerési rátáját.

		Összes			Játék			Őrző-védő			Kikötve			Idegen			Séta előtt			Labdát kér		
		Korr	Tot	%	Korr	Tot	%	Korr	Tot	%	Korr	Tot	%	Korr	Tot	%	Korr	Tot	%	Korr	Tot	%
		2835	**6646**	**43%**	**41**	**742**	**6%**	**824**	**1118**	**74%**	**110**	**752**	**15%**	**1131**	**1802**	**63%**	**365**	**1231**	**30%**	**364**	**1001**	**36%**
a különböző kutyáktól rögzített ugatások	**d08**	**67**	**75**	**89%**	0	4	0%	67	70	96%				0	1	0%						
	d10	**67**	**85**	**79%**										67	69	97%	0	16	0%			
	d16	**196**	**290**	**68%**	2	33	6%	75	82	91%				90	107	84%	29	59	49%	0	9	0%
	d09	**355**	**528**	**67%**										320	471	68%	10	19	53%	25	38	66%
	d25	**48**	**91**	**53%**				6	11	55%				25	48	52%				17	32	53%
	d26	**58**	**111**	**52%**				23	28	82%				35	59	59%	0	24	0%			
	d12	**439**	**906**	**48%**				239	335	71%	5	142	4%	114	184	62%	3	62	5%	78	183	43%
	d23	**297**	**733**	**41%**				80	129	62%	2	130	2%	122	140	87%	5	143	3%	88	191	46%
	d27	**51**	**128**	**40%**				34	64	53%				9	26	35%	2	15	13%	6	23	26%
	d24	**603**	**1524**	**40%**	12	310	4%	217	232	94%	95	275	35%	47	208	23%	185	334	55%	47	165	28%
	d14	**266**	**766**	**35%**				0	24	0%	4	158	3%	159	234	68%	62	203	31%	41	147	28%
	d05	**86**	**261**	**33%**	4	148	3%							82	113	73%						
	d18	**170**	**627**	**27%**	22	104	21%				4	47	9%	61	142	43%	63	279	23%	20	55	36%
	d20	**132**	**521**	**25%**	1	143	1%	83	143	58%							6	77	8%	42	158	27%
konfúziós mátrix		**2835**	**6646**	**43%**																		
	Játék	**41**	**742**	**6%**	**41**	**742**	**6%**	93	742	13%	29	742	4%	186	742	25%	294	742	40%	99	742	13%
	Őrző-védő	**824**	**1118**	**74%**	8	1118	1%	**824**	**1118**	**74%**	2	1118	0%	151	1118	14%	66	1118	6%	67	1118	6%
	Kikötve	**110**	**752**	**15%**	30	752	4%	50	752	7%	**110**	**752**	**15%**	321	752	43%	120	752	16%	121	752	16%
	Idegen	**1131**	**1802**	**63%**	13	1802	1%	233	1802	13%	72	1802	4%	**1131**	**1802**	**63%**	112	1802	6%	241	1802	13%
	Séta előtt	**365**	**1231**	**30%**	139	1231	11%	136	1231	11%	66	1231	5%	373	1231	30%	**365**	**1231**	**30%**	152	1231	12%
	Labdát kér	**364**	**1001**	**36%**	20	1001	2%	73	1001	7%	50	1001	5%	378	1001	38%	116	1001	12%	**364**	**1001**	**36%**
random algoritmus		**1223**	**6646**	**18%**																		
	Játék	**83**	**742**	**11%**	**83**	**742**	**11%**	125	742	17%	84	742	11%	201	742	27%	137	742	19%	112	742	15%
	Őrző-védő	**188**	**1118**	**17%**	125	1118	11%	**188**	**1118**	**17%**	127	1118	11%	303	1118	27%	207	1118	19%	168	1118	15%
	Kikötve	**85**	**752**	**11%**	84	752	11%	127	752	17%	**85**	**752**	**11%**	204	752	27%	139	752	19%	113	752	15%
	Idegen	**489**	**1802**	**27%**	201	1802	11%	303	1802	17%	204	1802	11%	**489**	**1802**	**27%**	334	1802	19%	271	1802	15%
	Séta előtt	**228**	**1231**	**19%**	137	1231	11%	207	1231	17%	139	1231	11%	334	1231	27%	**228**	**1231**	**19%**	185	1231	15%
	Labdát kér	**151**	**1001**	**15%**	112	1001	11%	168	1001	17%	113	1001	11%	271	1001	27%	185	1001	19%	**151**	**1001**	**15%**
	Kappa	**30%**			**-6%**			**68%**			**4%**			**49%**			**14%**			**25%**		

4. táblázat. A szituációkategorizáló feladat részletes eredménye. Látható a teljes felismerési arány, a felismerési arány szituációnkénti bontásban, a téveszthetési mátrix, a véletlenszerű algoritmus teljesítménye, a kappa statisztika. A vastagon szedett értékek a helyesen kategorizált kontextusok százalékos arányait mutatják

Azt találtuk, hogy az algoritmus hatékonyabb volt az idegen és az őrző-védő ugatások kategorizálását tekintve, mint a többinél (egy utas ANOVA: $F(4,49)=10.20$; $P<0.001$). A játék kontextusban rögzített hangok esetében nagyszámú tévesztés volt tapasztalható: az esetek 40 százalékában a séta kontextusként sorolta be az algoritmus az ugatást. A kikötve ugatást is sokszor (az esetek 43 százalékában) összetévesztette az idegen ugatással.

Második kísérlet: a kutyák felismerése

Ennél a feladatnál a teljes felismerési ráta 52 százalék (3463 helyesen rendszerezett eset a 6646-ból, kappa=45 százalék) volt (5. táblázat). Összehasonlítottuk a 14 egyed felismerési rátáját a véletlen választás esetén elvárt aránnyal (amely 14 lehetséges kutya esetén 100/14=7,14 százalékra tehető), és azt állapítottuk meg, hogy az algoritmus sikerességi rátája magasabb volt a véletlen szintnél (egymintás t-teszt: $t(12)=3.21$; $P<0.01$). Az egyedek ugatásainak felismerhetősége között valószínűsíthető eltéréseket tapasztaltunk, e különbségeket azonban statisztikai módszerekkel nem tudtuk megvizsgálni. Egyes kutyák egyszerűen felismerhetőknek bizonyultak, mint például a d23 (733 felvétel, kappa=75 %) vagy d24 (1524 felvétel, kappa=69 %), néhányat azonban kevés sikerrel volt képes az algoritmus a megfelelő egyedhez kötni, ebben szerepet játszhatot a felvételek kis mennyisége. Ilyen volt a d08 (75 felvétel, kappa=-1%) vagy a d10 (85 felvétel, kappa=-1%). Fontos megjegyeznünk, hogy a hangjelzések elemzett halmazában nem minden egyed rendelkezett ugyanannyi rögzatett ugatással, ez megmagyarázhatja az egyes egyedek közötti felismerési ráták különbségeit (az algoritmus ritkábban ismerhette fel azokat a kutyákat, amelyektől kevés ugatás szerepelt a tanítási fázisban).

	Összesen		d05		d08		d09		d10		d12		d14		d16		d18		d20		d23		d24		d25		d26		d27	
	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc
	3463	6646	52%	10	261	4%	0	75	0%	131	528	25%	0	85	0%	531	906	59%	259	766	34%	86	290	30%	403	627	64%	269	521	52%
Labda	650	1001	65%							20	38	53%				97	183	53%	88	147	60%	8	9	89%	33	55	60%	96	158	61%
Kilöbve	483	752	64%								0					24	142	17%	61	158	39%				27	47	57%			
Séta előtt	786	1231	64%							12	19	63%	0	16	0	32	62	52%	59	203	29%	26	59	44%	227	279	81%	45	77	58%
Játék	448	742	60%	4	148	3%	0	4	0		0											27	33	82%	100	104	96%	57	143	40%
Őrző-védő	553	1118	49%				0	70	0		0					236	335	70%	0	24	0%	3	82	4%				71	143	50%
Idegen	543	1802	30%	6	113	5%	0	1	0	99	471	21%	0	69	0	142	184	77%	51	234	22%	22	107	21%	16	142	11%			
Kappa	45%			0%			-1%			18%			-1%			52%			25%			26%			61%			48%		

	d23			d24			d25			d26			d27		
	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc	Cor	Tot	Perc
	573	733	78%	1161	1524	76%	1	91	1%	8	111	7%	31	128	24%
Labda	175	191	92%	129	165	78%	1	32	3%		0		3	23	13%
Kilöbve	123	130	95%	248	275	90%									
Séta előtt	123	143	86%	256	334	77%				4	24	17%	2	15	13%
Játék				260	310	84%									
Őrző-védő	38	129	29%	183	232	79%	0	11	0%	0	28	0%	22	64	34%
Idegen	114	140	81%	85	208	41%	0	48	0%	4	59	7%	4	26	15%
Kappa	75%			69%			0%			6%			23%		

5. táblázat. Az egyedfelismerési feladat részletes eredményei. Látható az összteljesítmény és a szituációkra lebontott eredményesség, valamint a tévesztési mátrix

Összehasonlítottuk a különböző szituációkban felvett hangjelzések egyedfelismerési rátáit. A köztük lévő különbség, bár nem bizonyult szignifikánsnak, annak határán volt (ANOVA: $F(5,49)=2.37$; $P=0.056$). Megfigyeltük, hogy a kutyák felismerése a labda (65 %), a kikötve (64 %), a séta (64 %) és a játék (60%) szituációk esetében sikeresebb volt, mint az őrző-védő (49 %) vagy az idegen (30 %) ugatások esetében. Ez az eredmény arra utalhat, hogy az őrző-védő és az idegen szituációkat könnyebb felismerni, mint kontextus típust, de az egyes egyedek felismeréséhez kevesebb információt nyújtanak.

Értékelés

Kimutattuk, hogy a kutyaugatás akusztikus jellegzetességei kontextusfüggőek, és egyedi jellegzetességet is mutatnak. Egy merőben újszerű, az etológiai kutatásban még soha nem alkalmazott, mesterséges intelligencián alapuló módszer segítségével kategorizáltuk az ugatásokat. A számítógépes program a véletlen választás esetén várt sikerességnél magasabb arányban határozta meg sikeresen a belétáplált hangminták felvételi szituációját, illetve azt, hogy melyik kutyától származtak a felvételek. Úgy találtuk, hogy bizonyos helyzetekben, amikor feltételezhetően egyetlen markáns motiváció uralja a kutya belső állapotát, az ugatások könnyebben kapcsolhatók a szituációhoz, viszont kevéssé fedezhető fel bennük az esetleges egyediség. Ilyen például az ugatás, amikor a kutya egy idegen embert lát a kerítés előtt. Más kommunikációs kontextusokban kevéssé hasonló a kutyák ugatása, ilyenkor a program nagyobb sikerességgel volt képes a kutyákat beazonosítani. Ezekben a helyzetekben, például a kutya és gazdája játéka során, feltételezhetően kevéssé hatott erős szelekció az ugatások unifomizálódásának irányában, így azok egyedi jellegzetességei jobban felismerhetők.

Képesek-e a kutyák különbséget tenni különböző helyzetekben illetve különböző egyedektől rögzített ugatások között?

Molnár, Cs., Pongrácz, P., Dóka, A. & Miklósi, Á. (2009b). Dogs discriminate between barks: The effect of context and identity of the caller. *Behavioural Processes*, in press.

Bevezetés

Számos fajt vizsgálva kimutatták, hogy az állatok képesek megkülönböztetni fajtársaik különböző szituációkban hallatott hangjait. Több főemlős és más emlős ad ki különböző típusú vészjelzéseket, amelyet hallva a többi egyed következtetni tud a támadó ragadozó fajtájára (Seyfarth & Cheney, 1980, Manser, 2002). A vevő egyedek így a legmegfelelőbb módon képesek a támadásra reagálni, így csökkentik az áldozatul esés kockázatát. Több madárfajnál megfigyelték, hogy táplálékkeresés közben a táplálék típusára, minőségére, mennyiségére utaló hangokat adnak ki, mely jelzésekre fajtársaik releváns viselkedési válaszokat adnak (Bugnyar et al., 2001, Hauser, 1996). A táplálékkeresés közben kiadott hangok altruista viselkedésként is értelmezhetők, hiszen amikor egy egyed felhívja fajtársai figyelmét az általa talált táplálékra, neki kevesebb jut belőle, máskor azonban ő is részesedik a más egyedek által talált táplálékból. Egyes fajok emellett egyedi hangokat adnak ki, amelyek akusztikus jellegzetességeik alapján megkülönböztethetők (például a sarki rókák, *Allopex lagopus*: Frommolt et al., 2003 és az afrikai elefántok, *Laxodonta africana*, McComb et al., 2000, 2002).

Amint azt a vizsgálatok célkitűzéseit vázoló részben írtuk, az úgynevezett habituáció-diszhabituáció módszer igen elterjedt annak vizsgálatára, hogy képes-e az alany különbséget

tenni különböző stimulusok között. E kísérletünkben mi is ezt a módszert alkalmaztuk. Ismereteink szerint mindeddig nem végeztek kutyán a habituáció-diszhabituáció paradigmát alkalmazó kísérletet. A teszt során alkalmazott stimulusok előzetesen, különböző egyedektől, különböző kommunikációs kontextusokban rögzített kutyaugatások voltak. Ahhoz, hogy az ugatás kommunikatív szerepet tölthessen be a kutyák közötti kommunikációban, szükség van arra, hogy a vevő egyedek különbséget tudjanak tenni a különböző helyzetekben és/vagy különböző kutyáktól rögzített ugatások között. A kutyák e képességét teszteltük a következő kísérletben.

Módszer

Stimulus

Stimulusként mudi fajtájú kutyáktól rögzített ugatásokat használtunk fel. Öt egyed (két kan és három szuka, átlagéletkor: 4,70±2,38 év) hangjait rögzítettük négy alkalommal a következő két helyzetben: (1) *idegen helyzet*: a felvételező megközelíti a kutya lakóhelyéül szolgáló kert kerítését, és rögzíti a kutya ugatását, és (2) *kikötve helyzet*: a kutyát gazdája kiköti egy fához egy parkban, és eltávolodik tőle. A kísérletek során kiegyenlített véletlenszerű sorrendben játszottuk le az ugatásokat az alanyoknak, tehát minden egyed ugatása ugyanannyiszor szerepelt a mintában. A hangfelvétel körülményei és a hangfelvételek kezelése, előkészítése megfelelt az Általános módszerek fejezetben leírtaknak.

Alanyok

Az első alkísérletben mind a tesztelt, mind a kontroll csoport 30 egyedet tartalmazott, mindkettőben 18 hím és 12 nőstény volt. Átlagos életkorok: tesztelt csoport: 2,47±2,83 év; kontroll csoport: 4,72±2,65 év. A második alkísérlet tesztelt csoportjában is 30 egyedet

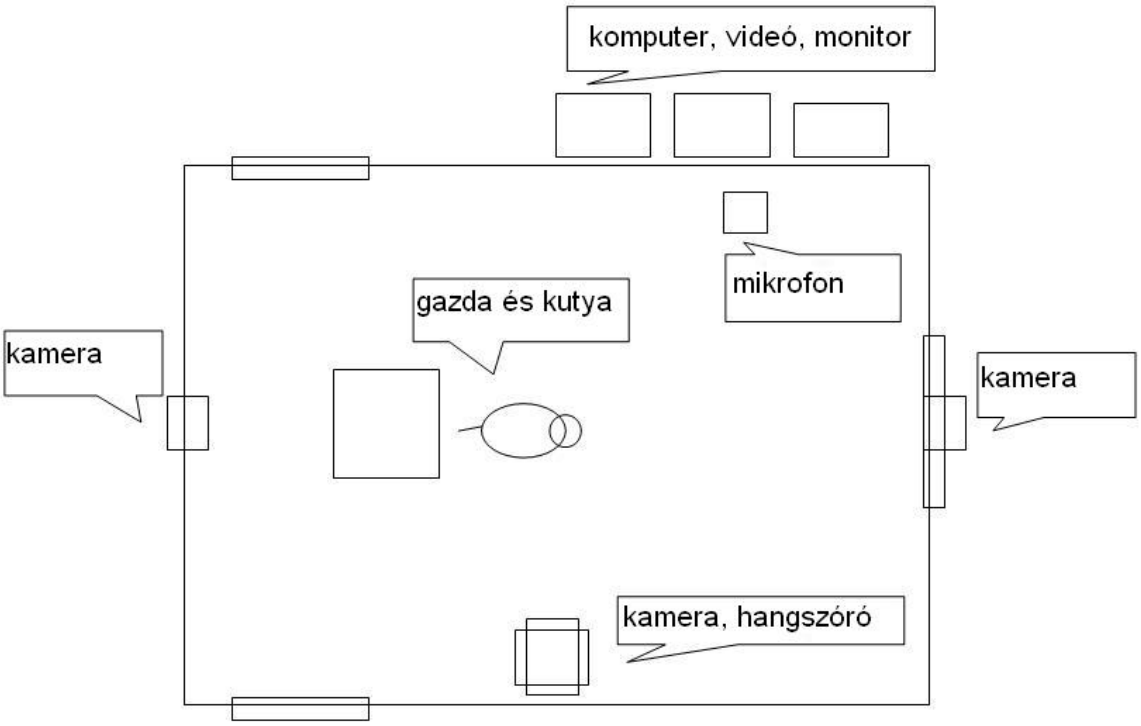
vizsgáltunk (ivararány: 10 hím/20 nőstény; életkor: 3,67±2,90 év). A tesztelt fajták listája a 6. táblázatban látható. A kontroll csoport kezelése mindkét alkísérletben megegyezett (négyszer ugyanannak a kutyának, ugyanolyan szituációban hallatott ugatásait hallották az alanyok), ezért ezt a csoportot csak egyszer mértük le, és ugyanazokat az adatokat használtuk mindkét alkísérletben.

Fajta	Egyedszám	Fajta	Egyedszám
afgán agár	1	kern terrier	1
argentin dog	2	labrador retriever	1
ausztrál kelpie	1	malinois	3
beauceron	1	keverék	26
beagle	4	mudi	3
bobtail	1	Parson Russel terrier	1
border collie	11	pinscher	1
chiuahua	1	rhodesiai ridgeback	2
tacskó	1	sheltie	1
dobermann	1	angol cocker spániel	2
angol szetter	2	Staffordshire terrier	2
németjuhász	2	tervueren	3
golden retriever	3	erdélyi kopó	2
agarak	2	magyar vizsla	3
groenendael	3	welsh terrier	1
jagd terrier	1	West Highland white terrier	1

6. táblázat. A tesztelt kutyák fajta szerinti megoszlása

A kísérleti helyiség

A kísérleteket egy 3x5 méteres, vizuálisan szeparált helyiségben végeztük el (9. ábra). A kísérletvezető a szomszédos helységből követte az eseményeket egy zártláncú videórendszeren keresztül, illetve kezelte a hangok bejátszására használt számítógépet. A kísérleti helyiség közepén egy szék helyezkedett el, ezen foglalt helyet a kutya gazdája. A kutyától 1,5 méterre, a padlótól 1 méter magasságban helyezkedett el a hangszóró, amelyből az ugatások hallatszottak. A vizsgált állatok fele balról, fele jobbról hallotta az ugatásokat. A kísérletet három kamerával rögzítettük, ezen kívül egy mikrofont használtunk a hangok rögzítésére.



9. ábra. A habituációs kísérletben használt kísérleti helyiség rajza

A kísérlet menete

A teszteket a „habituáció-diszhabituáció” paradigma alapján terveztük meg. Ennek alapja, hogy a kísérlet első, „habituációs” fázisában az alany ugyanolyan stimulusokat hall többször, ezekre adott viselkedési reakciói (például a hang felé fordulás) várhatóan csökkennek. Ezután

egy, az előzőektől eltérő stimulust kap. Ha képes az új stimulust megkülönböztetni az előzőktől, arra várhatóan újra megnövekedett intenzitású viselkedési választ fog produkálni, hiszen erre az ingerre korábban még nem habituálódott (Hauser, 1996).

A kísérlet megkezdése előtt időt hagytunk a kutyának, hogy megismerkedjen a helyiséggel. A kísérlet során a gazda a széken ült, a szoba hosszabbik oldalával megegyező irányban. A kutya előtte ült a padlón, neki háttal. A kísérlet alatt a kutyán nem volt póráz. Az ugatásokat akkor játszottuk le, mikor a kutya a gazda előtt ült, és nem nézett a hangszóró irányába. Miután elkezdődött az ugatás visszajátszása, a gazda nem érintette többet a kutyát, amely szabadon mozoghatott ettől kezdve a szobában. Abban az esetben, ha a kutya az ugatás alatt elmozdult a helyéről, a gazda a hang vége után várt öt másodpercet, majd visszahívta az állatot, és leültette maga elé.

Az első alkísérletben azt vizsgáltuk, hogy képesek-e a kutyák megkülönböztetni egy adott egyed ugatásait, ha azokat eltérő helyzetekben rögzítettük. A vizsgált állatok felének háromszor azonos helyzetben felvett ugatásokat játszottunk be, melyek egyenként 10 másodperc hosszúak voltak, majd egy másik helyzetben felvett ugatás következett (tesztelt csoport). A kísérleti alanyok másik fele négyszer hallotta egy egyed azonos helyzetben hallatott ugatásait (kontroll csoport). Mivel el kellett kerülnünk azt, hogy az alanyok esetleg a felvételek háttérzörejeinek különbségeit ismerjék fel, ezért a habituációs szakaszban is különböző napokon készült felvételeket játszottunk le a kutyáknak.

A második alkísérletben arra kerestünk választ, hogy különbséget tudnak-e tenni a kutyák két egyed ugatása között. Hasonlóan az első alkísérlethez itt is tesztelt illetve kontroll csoportokat hoztunk létre, a tesztelt csoportba sorolt egyedek háromszor egy adott helyzetben, azonos egyedtől rögzített ugatásokat hallottak, míg a negyedik hang egy másik kutya azonos szituációban felvett ugatása volt.

Adatelemzés

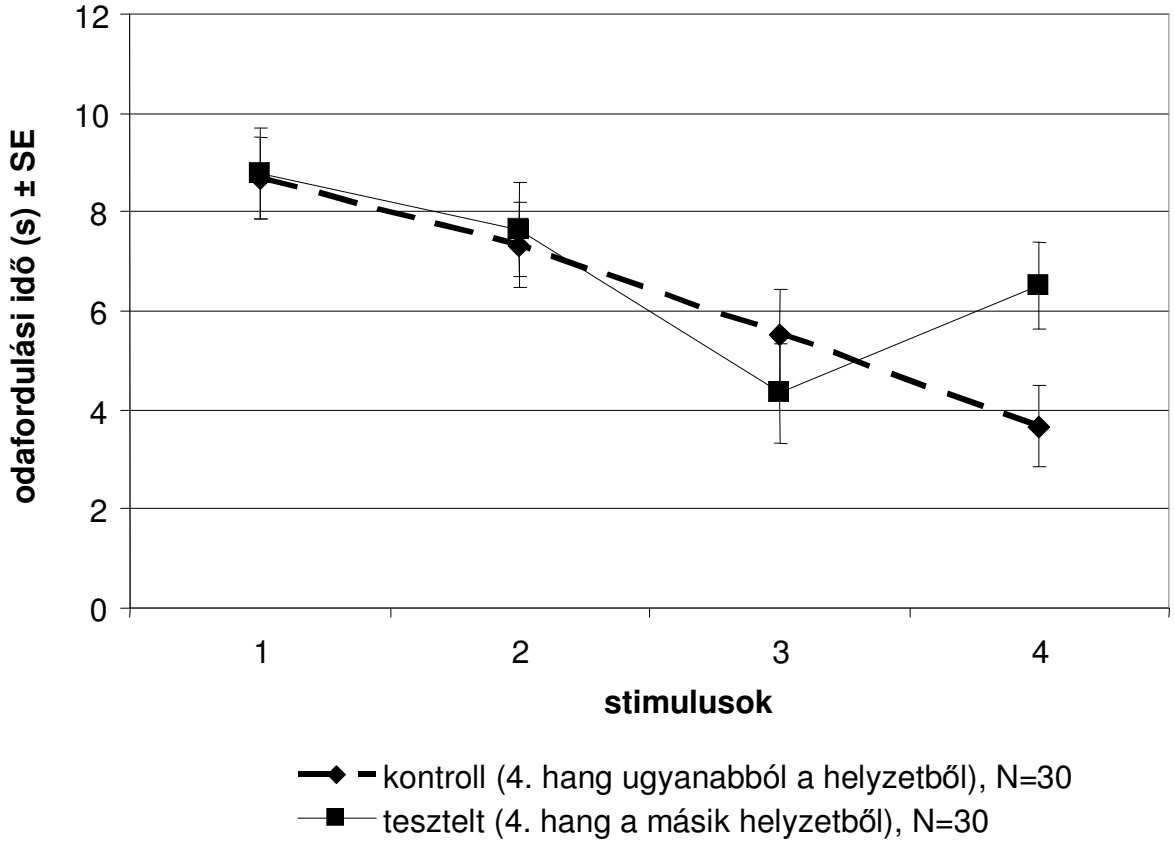
A viselkedés elemzése során megmértük, hogy a kutya az egyes ugatások bejátszásának kezdete utáni 15 másodpercben mennyi ideig orientál a hangszóró felé. A hangszóró felé való orientáció definíció szerint a hangszóró mögötti falfelület valamely pontja irányába történő orientációt jelentette. Az orientáció maximális időtartama így 15 s volt. Az orientációs időket minden egyes hangbejátszásnál külön-külön kétutas ANOVA segítségével hasonlítottuk össze, ahol az egyik faktor az volt, hogy az adott egyed a kezelt vagy a kontroll csoportba tartozik-e, míg a másik faktor a habituáció közben visszajátszott ugatások felvételi kontextusa volt (idegen vagy kikötve). Ezen kívül a csoportokon belül összehasonlítottuk egy-egy egyed első, harmadik és negyedik stimulusra mutatott orientációjának időtartamát is ismételt méréses ANOVA segítségével.

A megfigyelők közötti egyezés vizsgálatára Cohen Kappa-statisztikát alkalmaztunk (Martin & Bateson, 1986). Ehhez két független megfigyelő bevonásával az összes tesztek 13 százalékát (12 kutyát) kódoltuk párhuzamosan, és a Kappa-érték 1.0 lett, amely tökéletes egyezést jelent.

Eredmények

Az első alkísérletben összehasonlítottuk azt, hogy a tesztelt csoport illetve a kontroll csoport egyedei milyen hosszan tekintettek a hangszóró felé az 1-4. hangot hallva (10. ábra). Minthogy az egyes csoportokba tartozó kutyák fele az idegen ugatásokra lett habituálva, másik felük pedig kikötve ugatásokra, ezért összehasonlítottuk azt, hogy eszerint különböznek-e az orientációs idejeik. Minthogy ebben a tekintetben semmilyen különbséget nem találtunk az eredményekben, ezen analízis részletes tárgyalásától eltekintünk. A kezelt és a kontroll csoportba tartozó kutyák az első három ugatás esetében ugyanolyan hosszan néztek a hang irányába, addig a negyedik hang hatására a tesztelt csoport egyedei (tehát azok,

amelyek a negyedik alkalommal a másik szituációban rögzített ugatást hallották) tovább orientáltak a hangszóró felé. Annak, hogy az egyedek idegen helyzetet hallottak először, és kikötve ugatást másodszor vagy fordítva, nem volt hatása. A variancia-analízisek részletes eredményeit lásd a 10. táblázatban.



10. ábra. Az első alkísérletben mért orientációs időtartamok a négy stimulust követően. Ebben a kísérletben a negyedik visszajátszott ugatás a tesztelt csoport egyedeinek (folytonos vonal) esetében eltérő helyzetben lett rögzítve, mint az első három; a kontroll csoportba tartozó kutyák (szaggatott vonal) viszont ugyanabban a helyzetben.

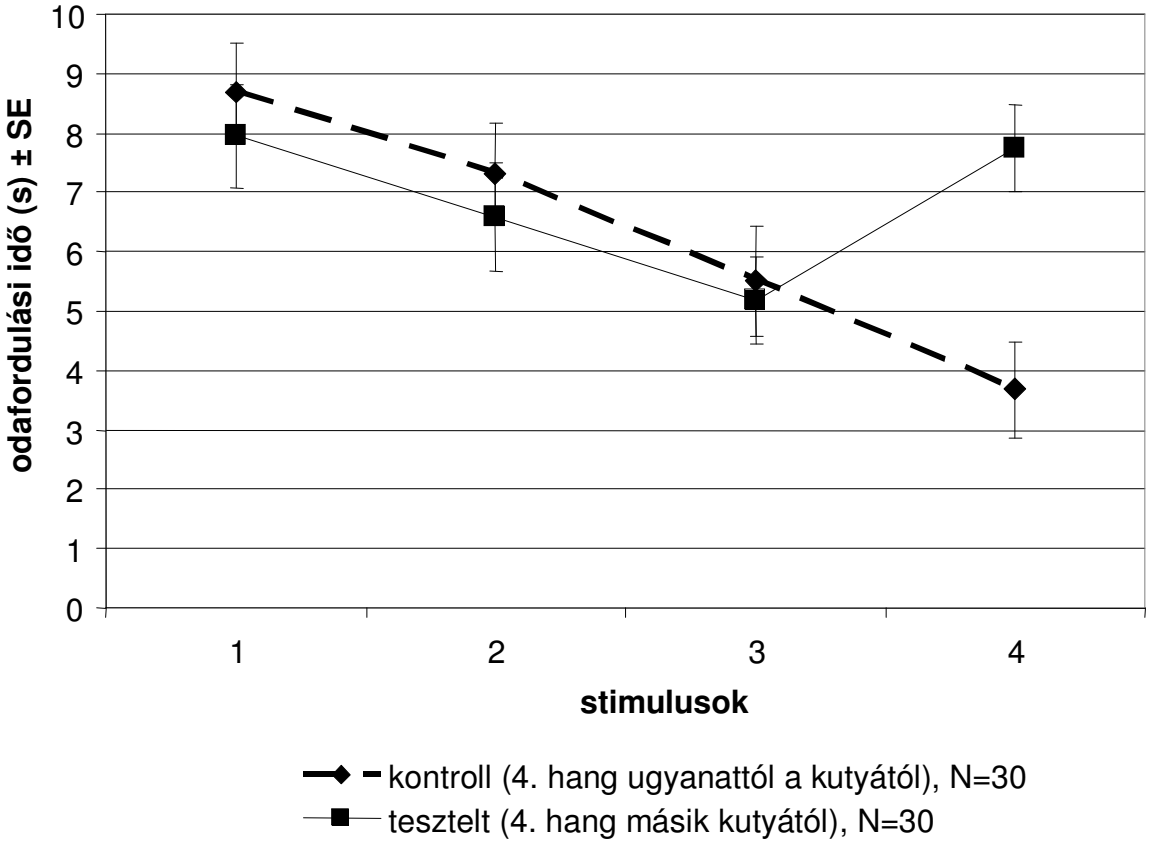
Error df=56	Stimulus 1		Stimulus 2		Stimulus 3		Stimulus 4	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Corrected model (df=3)	0.52	0.67	0.51	0.99	0.95	0.42	2.61	0.06
Habituáció kontextusa (df=1)	1.55	0.22	0.01	0.91	0.10	0.92	1.11	0.30
kezelt vs. kontroll csoport (df=1)	0.01	0.93	0.80	0.78	1.03	0.31	**6.63**	**<0.01**
Interakció a faktorok között	0.01	0.97	0.58	0.81	1.81	0.18	0.09	0.76

10. táblázat. Az első habituációs alkísérletben mért orientációs idők összehasonlítása

Elemeztük, hogy az egyes egyedek az első, a harmadik illetve negyedik hang hallatán milyen hosszan orientáltak a hang irányába, külön a tesztelt és a kontroll csoport esetében. A tesztelt csoportba tartozó egyedek a negyedik hang után hosszabban orientáltak a hang felé, mint a harmadik után ($F(1,28)=9.55$, $P<0.01$, a szituáció hatása: $F(1,28)=0.06$, $P=0.81$, interakció: $F(1,28)=2.57$, $P=0.12$), viszont kevesebb ideig néztek a hangfala irányába, mint az első hang hatására ($F(1,28)=5.15$, $P<0.05$, a szituáció hatása: $F(1,28)=0.07$, $P=0.80$, interakció: $F(1,28)=1.22$, $P=0.28$). Ezzel szemben a kontroll csoport egyedei a negyedik hang felé kevesebb ideig fordultak, mint a harmadik esetében ($F(1,28)=9.22$, $P<0.01$, a szituáció hatása: $F(1,28)=0.94$, $P=0.34$, interakció: $F(1,28)=0.02$, $P=0.89$), és sokkal kevesebb ideig nézték, mint az elsőt ($F(1,28)=42.08$, $P<0.001$, a szituáció hatása: $F(1,28)=0.01$, $P=0.94$, interakció: $F(1,28)=3.27$, $P=0.08$). Összességében megállapíthatjuk, hogy a kutyák képesek megkülönböztetni azonos egyedek idegen és kikötve szituációkban rögzített ugatásait.

Hasonló analíziseket végeztünk el a második alkísérletben mért adatokon, mint az első alkísérletben. Az egyes hangok után a tesztelt és a kontroll csoportban mért átlagos

orientációs idők csak a negyedik hang esetében különböztek: a tesztelt csoport egyedei (amelyek negyedszerre egy másik kutya ugatását hallották) a negyedik hang hatására hosszabb ideig tekintettek a hang irányába, mint a kontroll csoportba tartozó kutyák (11. ábra, a variancia-analízisek részletes eredményei a 11. táblázatban találhatók).



11. ábra. A második alkísérletben mért orientációs időtartamok a négy stimulust követően. Ebben a kísérletben a negyedik visszajátszott ugatás a tesztelt csoport egyedeinek (folytonos vonal) esetében eltérő egyedtől lett rögzítve, mint az első három; a kontroll csoportba tartozó kutyák (szaggatott vonal) viszont ugyanattól a kutyától.

Error df=56	Stimulus 1		Stimulus 2		Stimulus 3		Stimulus 4	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Corrected model (df=3)	0.45	0.72	0.17	0.92	0.67	0.57	**4.94**	**<0.01**
Habituáció kontextusa (df=1)	0.01	0.92	0.01	0.94	0.01	0.99	0.09	0.76
kezelt vs. kontroll csoport (df=1)	0.38	0.54	0.33	0.57	0.07	0.79	**13.61**	**<0.001**
Interakció a faktorok között	0.96	0.33	0.17	0.68	1.95	0.17	1.13	0.29

11. táblázat. Az második habituációs alkísérletben mért orientációs idők összehasonlítása

Az első, a harmadik és a negyedik hangra mutatott orientációs időket a tesztelt illetve a kontroll csoportban külön-külön összehasonlítva azt kapuk, hogy a tesztelt csoportban a kutyák szignifikánsan hosszabb ideig tekintettek a hang irányába a negyedik hangot hallva, mint a harmadik után ($F(1,28)=14.45$, $P<0.001$, a szituáció hatása: $F(1,28)=0.88$, $P=0.56$, interakció: $F(1,28)=0.35$, $P=0.56$), a negyedik hangra mutatott nézési idejük azonban nem különbözött az első hang hatására mutatott orientáció időtartamától ($F(1,28)=0.05$, $P=0.83$, a szituáció hatása: $F(1,28)=0.007$, $P=0.94$, interakció: $F(1,28)=0.96$, $P=0.34$), tehát teljesen diszhabituálódtak. Mivel a kontroll csoport e kísérletben azonos volt az első alkísérletben vizsgálttal, ezért ennek eredményeit itt nem részletezzük. Összefoglalva az eredményeket elmondhatjuk, hogy a kutyák képesek megkülönböztetni egy azonos egyed különböző helyzetekben felvett, illetve különböző egyedek azonos szituációban rögzített ugatásait.

Értékelés

Kimutattuk, hogy a kutyák képesek különbséget tenni két eltérő helyzetben (egy idegen személy kertnél való megjelenésekor, illetve magára hagyatva), azonos egyedektől rögzített ugatások között, és ugyancsak meg tudják különböztetni különböző kutyák ugatásait.

A kutyák azon képessége, hogy képesek megkülönböztetni a különböző helyzetekben rögzített ugatásokat, tovább erősíti azokat az eredményeket, amelyek szerint a kutyaugatásnak vannak kontextus-specifikus akusztikus jellemzői (Yin & McCowan, 2004, Pongrácz et al., 2005), és ez alkalmassá teheti az ugatást arra, hogy szerepet játsszon a kutyák közötti kommunikációban. Az ugatás kontextus-specifikus jellege részben a kutyák eltérő motivációs állapotának következménye lehet. Természetesen ez a teszt nem alkalmas arra, hogy az esetlegesen eltérő motivációs állapotban ugató kutyák hangjára adott adekvát reakciókat vizsgálja. Jelen kísérletünk eredményei mindazonáltal megerősítik azt, hogy a kutyák képesek különbséget tenni a kísérletben vizsgált két kontextusban, illetve azonos kontextusban, de eltérő kutyáktól rögzített ugatások között. Egy szociális állatfaj számára számos esetben lehet előnyös az, ha képes fajtársait hangjuk alapján megkülönböztetni. Ez a képesség szükséges az anya-utód kommunikációhoz, a rangsor kialakításakor, a hierarchikusan szerveződő csoport működéséhez, a saját és az idegen csoport tagjainak megkülönböztetéséhez, illetve a párválasztáshoz nélkülözhetetlen egyedi felismeréshez.

Mudis gazdák, egyéb fajtájú kutyák gazdái és nem-kutyások ugatás-visszajátszásos tesztben mutatott teljesítményének összehasonlítása

Pongrácz, P., Molnár, Cs., Miklósi, Á. & Csányi, V. (2005) Human listeners are able to classify dog barks recorded in different situations. *Journal of Comparative Psychology*, 119, 136-144.

Bevezetés

Az ember és a kutya közötti akusztikus kommunikáció egyik formája, amikor az ember lép fel a hangot adó félként. Egyes vizsgálatok eredményei arra utalnak, hogy az emberek jelzései egymástól függetlenül hasonló akusztikus jellemzőkkel bírnak, ha hasonló feladat végrehajtására utasítják a kutyát. McConnell és munkatársai (1985, 1990) kimutatták, hogy a pásztorok magas, rövid, ismétlődő jelzéseket adnak a kutyáknak, ha aktívabb cselekvésre kívánják őket utasítani, míg mély, ereszkedő magasságú, hosszú jelzésekkel utasítják őket megállásra. Az ember és a kutya közötti vokális kommunikációnak lehet egy ellentétes irányú komponense is. E kísérletben megvizsgáljuk, hogy milyen típusú információt képesek az emberek leszűrni az ugatást hallva a kutya lehetséges belső állapotáról illetve a kommunikációs helyzetről. Hasonló vizsgálatot végeztek házimacskák hangjait visszajátszva embereknek (Nicastro & Owren, 2003). Különböző helyzetekben felvett nyávogást játszottak vissza olyan embereknek, akiknek volt, illetve nem volt azelőtt macskájuk. Úgy találták, hogy a hang alapján az emberek marginálisan szignifikánsan többször határozták meg helyesen a helyzetet, mint az a véletlen választás esetén várható lett volna. A hallgatók teljesítménye jobb volt, ha volt macskájuk, és ha nemcsak egy nyávogást, hanem nyávogás sorozatot hallottak. A két kísérlet eredményeinek összehasonlítása a két állatfaj (a kutya és a macska)

ember melletti (bizonyos tekintetben hasonló, más szempontból különböző) státusának tükrében kivételesen érdekes.

Az állatok hangjai nagyban függenek azok anatómiai jellegzetességeiktől, főként hangadó szerveik és felső légutaik méretétől. Az összefüggés egyrészt a hang frekvenciájában, másrészt spektrális jellegében jelentkezik (Riede, 1999, Fitch & Hauser, 1995). Az összefüggést leegyszerűsítve elmondható, hogy a nagyobb kutya mélyebben ugat. Ez az akusztikai különbség nem a hallatott hangok motivációs állapot-, esetleg kontextusfüggéséből adódik, pusztán fizikai kényszerek hatására jelentkezik. Mivel a visszajátszások során az alanyok nem látták a kutyákat, és nem tudták hangjukat a testméretükhöz „kalibrálni", ez megzavarhatta volna őket hang megítélésében. A testméret zavaró hatásának kiküszöbölésére ezért csak egy fajtától, mudiktól rögzített hangokat használtunk fel.

Módszer

Alanyok

A kísérletben részt vett alanyokat a szerint osztottuk csoportokba, hogy milyen típusú tapasztalattal rendelkeznek a mudikról illetve a kutyákról általában. Eszerint az alanyok csoportjai a következők voltak:

1. **Mudi tulajdonosok** (N=12; átlagos életkor: 40,17 év, a legfiatalabb 19, míg a legidősebb 60 éves volt; férfi/nő arány: 6/6). Az alanyok e csoportjának a kísérlet időpontjában vagy előtte volt mudija, illetve egy háztartásban éltek egy mudival.
2. **Kutyások** (N=12; átlagos életkor: 27,92 év, a legfiatalabb 19, míg a legidősebb 52 éves volt; férfi/nő arány: 6/6). Nekik a kísérlet időpontjában, vagy előtte volt kutyájuk, de az nem mudi fajtájú volt.

3. **Kutyával nem rendelkezők** (N=12; átlagos életkor: 41,30 év, a legfiatalabb 31, míg a legidősebb 69 éves volt; férfi/nő arány: 6/6). Azokat az alanyokat soroltuk ebbe a csoportba, akiknek a kísérlet időpontjában és előtte sem volt kutyájuk.

A visszajátszott hangminták

A lejátszott hangminták forrásául használt mudit, egy középtermetű pásztorkutya-fajtát a Nemzetközi Kinológiai Szövetség (FCI – Fédération Cynologique International) a 238-as szám alatt tartja nyilván. Hagyományosan nyájak őrzésére, terelésére alkalmazták, így munkája során előnyös volt „ugatós" mivolta. A kísérletben 19 muditól származó hangfelvételeket használtunk fel (átlagos életkor: 3,80 év, a legfiatalabb 1,1, míg a legidősebb 10,0 éves volt, kan/szuka arány: 10/9). A felhasznált hangfelvételek a következő kommunikációs helyzetekben készültek (követve az általános módszertant leíró fejezetben bevezetett és definiált megnevezéseket): **idegent ugatva, őrző-védő gyakorlat közben, kikötve, séta előtt, labdát „kér"** és **játék közben**.

Minden egyes helyzetben 12 különböző kutyától felvett 10 s-os hangmintát (tehát összesen 6x12=72 felvételt) használtunk.

A visszajátszás menete

A hangmintákat egy számítógéphez kapcsolt Philips MMS 305/A 3.500 típusú sokcsatornás hangfalrendszeren keresztül játszottuk vissza a kísérletben részt vevő alanyoknak. Egy alany mind a hat helyzetből három-három, összesen 18 hangmintát hallott. A rendelkezésre álló 72 hang közül minden egyes alany esetében újból sorsoltuk a lejátszandó felvételeket, így egy alany sem hallotta pontosan ugyanazokat a hangokat. Az egy alanynak lejátszott hangminták sorrendjét is randomizáltuk, azzal a megkötéssel, hogy ugyanabból a helyzetből nem következhetett két felvétel közvetlenül egymás után.

A kísérlet két alkísérletre oszlott, így egy alany kétszer, különböző sorrendekben hallotta a 18 hangot. Az alanyokkal nem közöltük, hogy ugyanazokat a hangokat fogja hallani a második alkísérletben. Minden egyes hangminta elhangzása után az alanynak kérdőíven kellett értékelnie az első alkísérletben a hangfelvételen hallható kutya motivációs állapotát, a második alkísérletben pedig a kommunikációs helyzetet, a később részletezett módon.

Minden hangmintát egyszer játszottunk le az alanyoknak az egyes alkísérleteken belül, de ha kérték, lejátszottuk nekik még egyszer. A kísérletvezető a kísérlet megkezdése előtt ismertette az alanyokkal a vizsgálat menetét, de szigorúan semmilyen instrukciót nem adott az egyes hangminták értékelésével kapcsolatban. A kísérletvezető az épp következő hangminta lejátszását akkor indította el, mikor az alanyok végeztek az előző hang értékelésével.

A hangminták értékelése

Az első alkísérletben az alanyoknak pontozniuk kellett azt, hogy az épp hallott hangfelvételen szereplő kutyára mennyire jellemzőek a következő emocionális állapotok: „Agresszivitás”, „Félelem”, „Kétségbeesés”, „Játékosság”, „Vidámság”. Természetesen nem gondoljuk, hogy ezek a motivációs állapotok mindegyike jellemző a kutyákra, viszont e szándékoltan antropomorf szempontok alkalmazása mellett szól, hogy ily módon megkönnyítjük az alanyok döntését, és lehetővé tesszük, hogy pontosabban, sokszínűbben legyenek képesek a kutya motivációs állapotát értékelni. Minden hallott hangmintát mind az öt szempont szerint értékelniük kellett az alanyoknak egy ötfokú skálán, ahol az 1-es jelentette azt, hogy az adott hangulat egyáltalán nem jellemző a hallott kutyára, míg az 5-ös jelentette azt, hogy nagyon jellemző.

A második alkísérlet során az alanyok újból hallották mind a 18 hangmintát. Ekkor a kérdőíven a hat kommunikációs helyzet közül választhattak, amelyekben a felvételeket

rögzítettük. Az alanyoknak minden hangot be kellett sorolniuk a felajánlott helyzetek közül egybe. Az alanyok nem tudták, hogy az egyes helyzetek hányszor fordulnak elő.

A hangfelvételek akusztikai változóinak meghatározása

A visszajátszott hangminták mindegyikét elemeztük az általános módszertani fejezetben leírtaknak megfelelően, tehát meghatároztuk a felvételeken szereplő vakkantások időtartamát, a köztük eltelt időt, az átlagos frekvenciájukat valamint a tonalitásukat. Ezután minden felvétel esetében átlagoltuk az egyes vakkantások változóit és meghatároztuk szórásukat, így a felvételekre jellemző változókat kaptunk.

Adatelemzés

A hangulati értékelések elemzése során Friedman ismételt méréses tesztet alkalmaztunk, Dunn-post hoc teszttel. Az emocionális értékelés és a hangminták egyes akusztikai paraméterei között esetlegesen fennálló összefüggés vizsgálatára Pearson-korreláció tesztet alkalmaztunk.

Az alanyok helyzetmeghatározásai pontosságának elemzésére egymintás t-tesztet használtunk, a helyesen meghatározott szituációk számát a véletlen választás esetén elvárt értékhez (a hat lehetséges helyzet és az összesen lejátszott 18 hangminta miatt 18/6=3) viszonyítva. Egy adott hang kategorizálásának ugyanazon hang emocionális osztályozására gyakorolt hatását Friedman ismételt méréses teszttel és Dunn-post hoc teszttel vizsgáltuk.

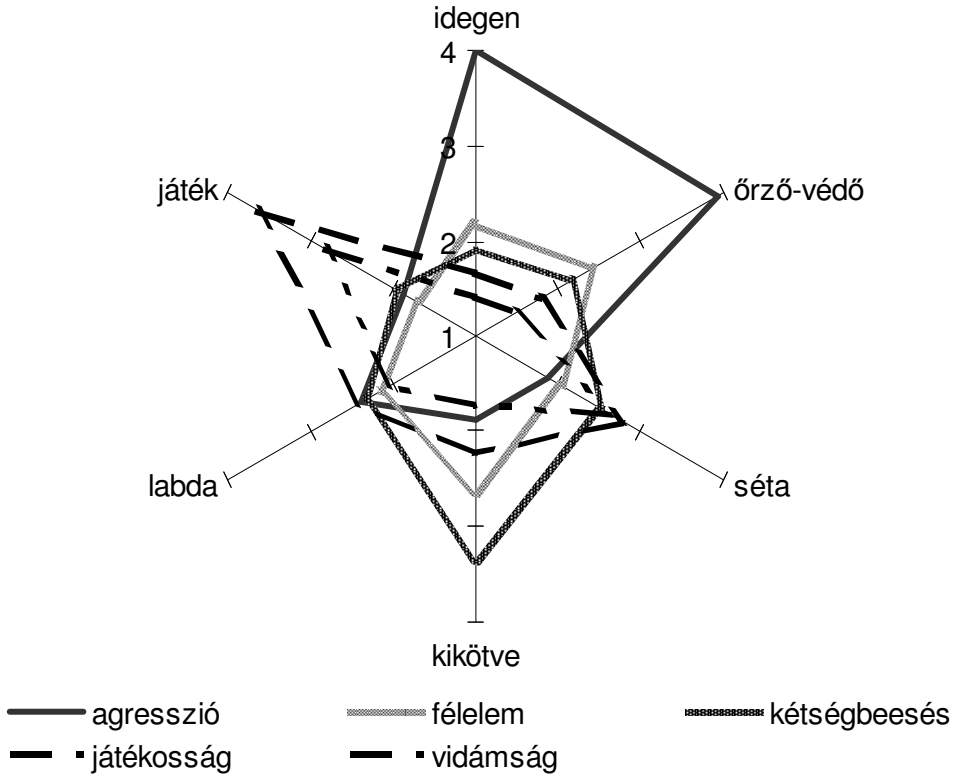
Eredmények

Hangulati értékelés

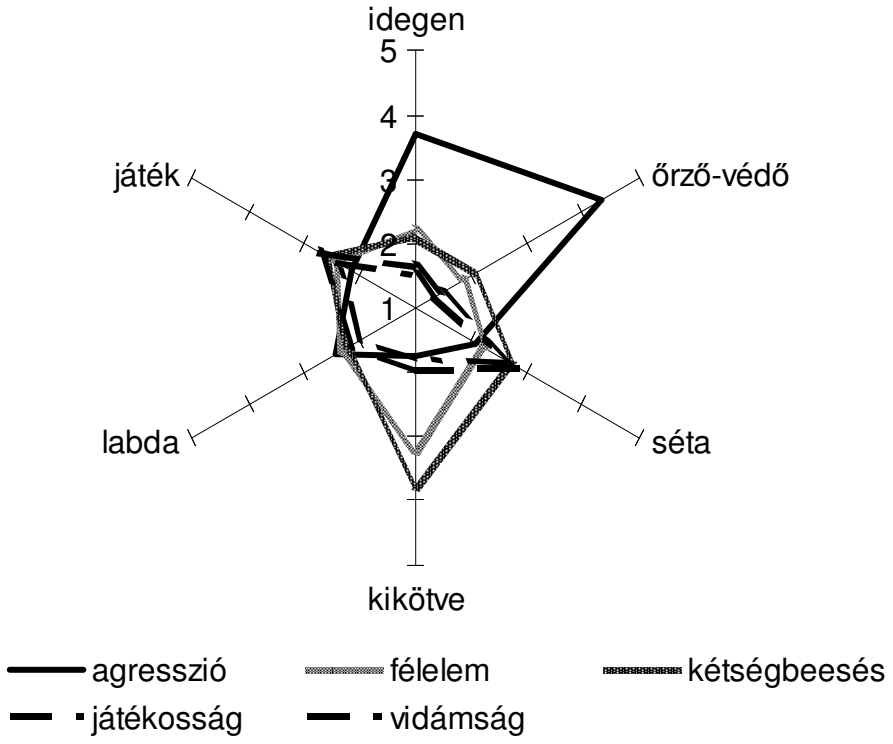
Összehasonlítottuk az alanyok három csoportja által adott emocionális pontszámokat külön-külön az öt hangulati szempont szerint (Friedman ismételt méréses teszt). Szignifikáns különbségeket találtunk a kétségbeesés illetve a játékosság esetében. Az egyéb kutyafajták gazdái magasabb pontszámot adtak a kétségbeesésre, mint a kutyával nem rendelkezők (agresszivitás: $\chi^2(2)=0.58$, $P=0.74$; félelem: $\chi^2(2)=2.73$, $P=0.26$; kétségbeesés: $\chi^2(2)=10.26$, $P<0.01$; játékosság: $\chi^2(2)=8.31$, $P<0.05$; vidámság: $\chi^2(2)=5.76$, $P=0.06$).

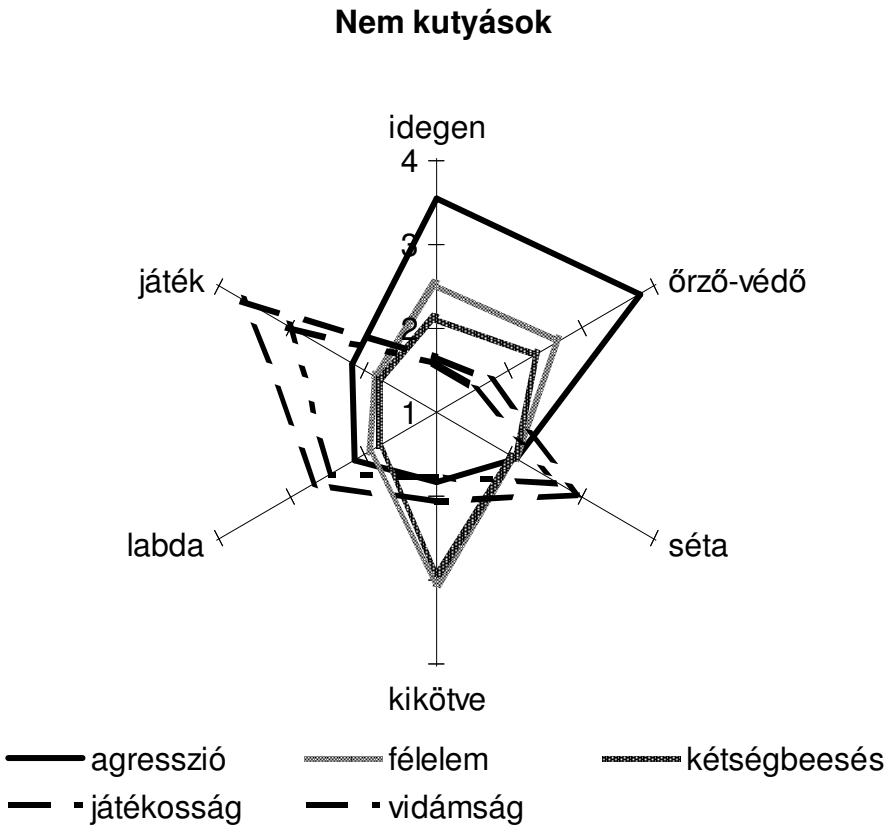
Megvizsgáltuk, hogy az alanyok három csoportja hogyan értékelte az épp ugató kutyák belső állapotát attól függően, hogy azok milyen helyzetben ugattak. Ennek elemzését két megközelítésből végeztük el. Az első megközelítésben az egyes helyzetekben felvett ugatásokon belül hasonlítottuk össze a különböző emocionális szempontokra adott pontszámokat (Friedman ismételt méréses teszt, Dunn-post hoc teszt, 12. ábra). A mudis gazdák esetében az egyes hangulati szempontokra adott pontszámok a séta előtt és a labdát kér helyzetet kivéve az összes helyzetben különböztek. Az idegen illetve az őrző-védő helyzetekben felvett hangokat hallva az agresszivitásra adták a legmagasabb pontszámokat, míg a kikötve szituációnál a félelem és a kétségbeesés kapta a legmagasabb értékeket. A játék helyzetekben rögzített hangmintákat pontozva a játékosságra és a vidámságra adták a legmagasabb értékeket, emellett ezekben a helyzetekben a félelem és a kétségbeesés kapta a legalacsonyabb pontszámokat (idegen: $\chi^2(4)=58.88$, $P<0.001$; őrző-védő: $\chi^2(4)=43.79$, $P<0.001$; séta: $\chi^2(4)=7.60$, $P=0.11$; kikötve: $\chi^2(4)=24.10$, $P<0.001$; labda: $\chi^2(4)=2.77$, $P=0.60$; játék: $\chi^2(4)=35.29$, $P<0.001$).

Mudisok



Kutyások





12. ábra. Az alanyok három csoportja által adott átlagos hangulati pontszámok az ugatás felvételi helyzete szerint

Az egyéb fajtájú kutyát birtoklók emocionális értékelése nagyon hasonló mintázatot mutat. Ők nem adtak különböző hangulati pontszámokat a séta előtt, labdát kér és a játék helyzetre. Az idegen és az őrző-védő helyzetek magas agresszió pontszámokat kaptak. Hasonlóan értékelték a kikötve szituációt is: a kétségbeesés és a félelem is magas pontszámokat kapott, míg a játékosság és a vidámság alacsonyt (idegen: $\chi^2(4)=39.05$, $P<0.001$; őrző-védő: $\chi^2(4)=69.99$, $P<0.001$; séta: $\chi^2(4)=5.36$, $P=0.25$; kikötve: $\chi^2(4)=43.43$, $P<0.001$; labda: $\chi^2(4)=3.70$, $P=0.45$; játék: $\chi^2(4)=6.39$, $P=0.17$).

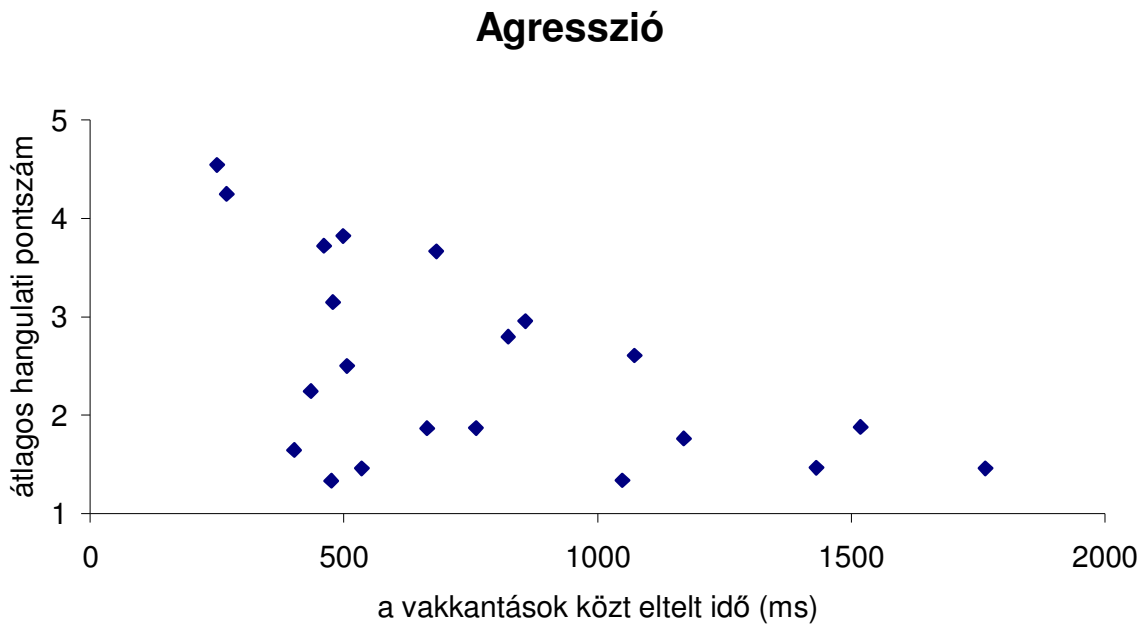
Azok az alanyok, akiknek sem a kísérlet idején, sem előtte nem volt kutyájuk, a séta előtt, a labdát kér helyzeteket hallva nem adtak különböző pontszámokat a hangulati szempontokra. A többi szituációban felvett hangok értékelése nagyon hasonló volt a másik két csoportnál

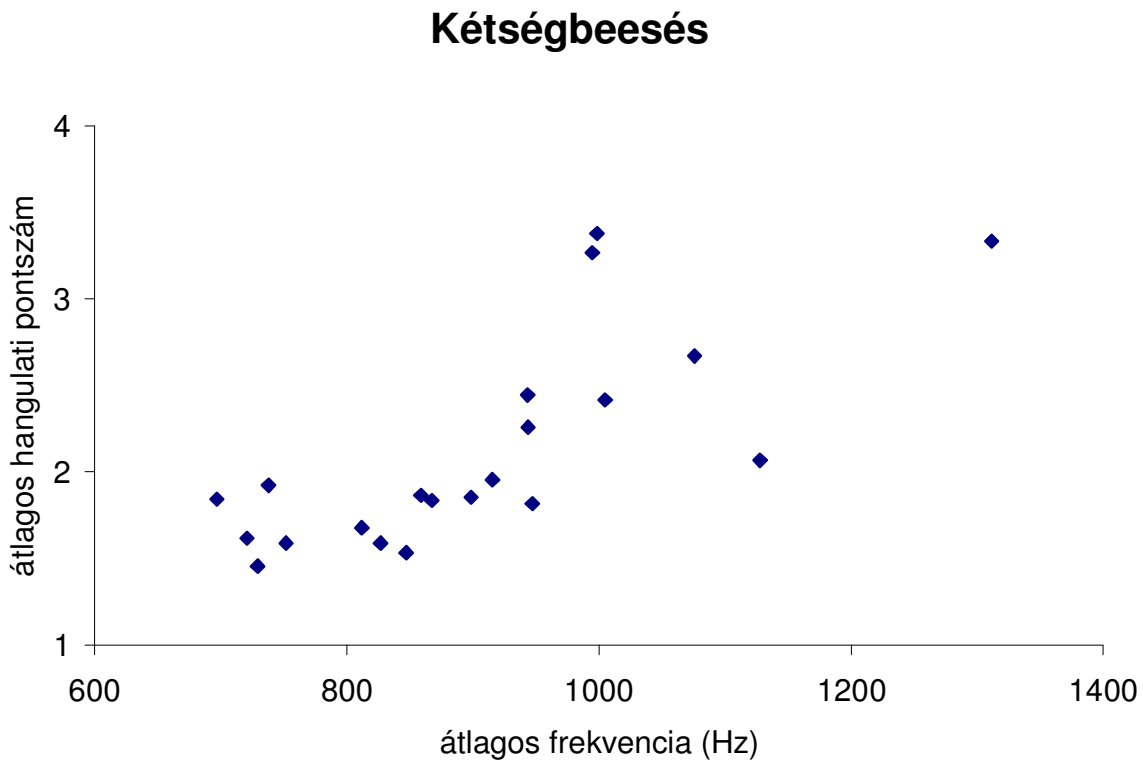
látottakhoz. Az idegen és az őrző-védő helyzeteket értékelve az agresszivitásra adták a legmagasabb értékeket. A kikötve felvett ugatásoknál a félelemre és a kétségbeesésre adták a legmagasabb pontokat, míg az agresszió- és a vidámság-értékek voltak a legalacsonyabbak. A játék közben rögzített hangok értékelésénél a játékosság kapta a legmagasabb, míg a kétségbeesés a legalacsonyabb pontokat (idegen: $\chi^2(4)=39.48$, $P<0.001$; őrző-védő: $\chi^2(4)=46.03$, $P<0.001$; séta: $\chi^2(4)=5.14$, $P=0.24$; kikötve: $\chi^2(4)=23.30$, $P<0.001$; labda: $\chi^2(4)=7.46$, $P=0.11$; játék: $\chi^2(4)=30.92$, $P<0.001$).

A szituációk és a hangulati értékelés közötti összefüggés vizsgálatának másik megközelítésében azt elemeztük, hogy az egyes emocionális szempontokra adott pontértékek különböznek-e a különböző szituációkban. Az alanyok mindhárom csoportjában mind az öt emocionális szempontot elemezve szignifikáns különbségeket találtunk a helyzetek között. Az összes csoportban az idegen illetve az őrző-védő helyzetben felvett hangokat hallva adták a legmagasabb agressziós pontokat. Hasonlóan mindhárom csoportban egységesen a kikötve helyzetre adták a legmagasabb félelem- és kétségbeesés-értékeket.

Elemeztük, hogy van-e összefüggés a hallott hangok akusztikai paraméterei és az alanyok hangulati értékelése között (Pearson-korreláció, 13. ábra). Mivel nem találtunk lényeges különbségeket az alanyok három csoportjának értékelése között, ezért ehhez az elemzéshez összevontuk a csoportokat, és átlagoltuk az egyes hangmintákra adott pontszámokat, külön-külön az öt emocionális szempont szerint. Az agresszivitás negatívan korrelált a vakkantások között eltelt időtartammal ($r=-0.31$, $P<0.01$), az átlagos frekvenciával ($r=-0.35$, $P<0.01$) és az alapharmonikus frekvenciájával ($r=-0.23$, $P=0.05$). A kétségbeesésre adott pontok pozitívan korreláltak az átlagos frekvenciával ($r=0.26$, $P<0.05$). A játékosság értékelése pozitívan korrelált a vakkantások között eltelt időtartammal ($r=0.26$, $P<0.05$), az átlagos frekvenciával ($r=0.42$, $P<0.001$) és az alapharmonikus frekvenciájával ($r=0.32$, $P<0.01$). A vidámságra adott értékek az átlagos frekvenciával ($r=0.39$, $P<0.001$) és az alapharmonikus frekvenciájával

(r=0.32, P<0.01) korreláltak pozitívan. A félelmi pontok nem korreláltak egyik hangtani változóval sem.

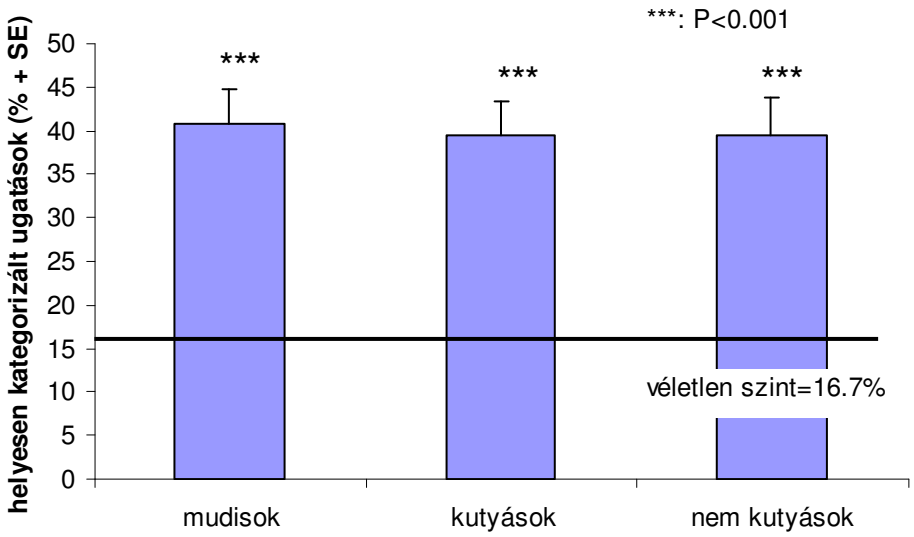




13. ábra. Az agresszióra illetve a kétségbeesésre adott átlagos pontszámok függése a vakkantások között eltelt időtől illetve az átlagos frekvenciától

Szituáció-kategorizálás

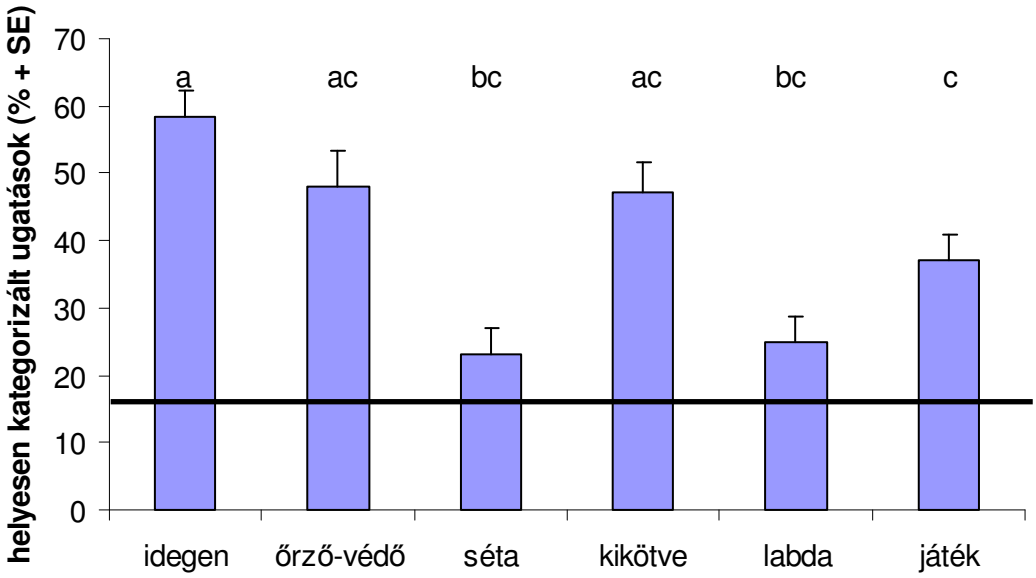
Elemeztük, hogy az alanyok sikeresebben találják-e el a szituációkat, mint azt a véletlen választás esetében várható volna (egymintás t-teszt). Mivel 18 hangot hallottak, és 6 felajánlott helyzet közül kellett választaniuk, ezért véletlenszerű találgatás esetén, sok eset átlagában, a 18 minta 1/6-át, tehát 3 hangot határozták volna meg helyesen, így a véletlen szint 16,67 százaléknak adódik. Az alanyok mindhárom csoportja több helyes választ adott, mint az a véletlen választásból következett volna (mudisok: $t(11)=8.22$, $P<0.001$; egyéb kutyások: $t(11)=4.08$, $P<0.001$; kutyával nem rendelkezők: $t(11)=7.00$, $P<0.001$). Az átlagos sikeresség a mudisok esetében 40,74 százalékos, míg az egyéb kutyásoknál és a nem kutyásoknál egyaránt 39,30 százalékos volt. A csoportok sikeressége között nem találtunk szignifikáns különbséget (egyutas ANOVA: $F(2,33)=0.06$, $P=0.94$; 14. ábra).



14. ábra. Az alanyok három csoportja által helyesen kategorizált ugatások átlagos arányai

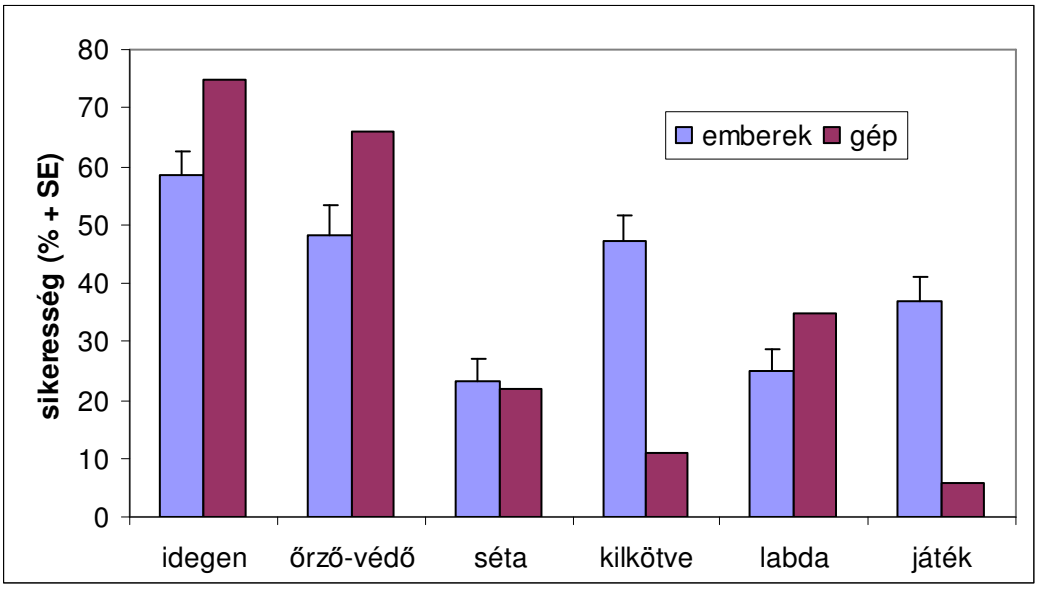
Annak vizsgálatához, hogy az alanyok eltérő sikerességgel találták-e el a helyes szituációkat, attól függően, hogy mely helyzetekben rögzítettük a hangot, a három csoport eredményeit

összevontuk. Szignifikáns különbség mutatkozott a találati sikerességében, a hallott szituációtól függően (ANOVA, SNK post hoc teszt: $F(5,210)=10,64$, $P<0.001$; 15. ábra). Az idegen, az őrző-védő és a kikötve helyzeteket találták el a legsikeresebben. A labda és a séta helyzetekben rosszabbul teljesítettek.



15. ábra. Az átlagos találati sikerességek szituáció-függése. Az oszlopok fölött látható betűk a post hoc teszt eredményeként kapott osztályokat jelölik

Tájékoztatásul közlünk egy ábrát az emberek és a számítógép szituációkategorizálási sikerességének összehasonlítására. Statisztikai összehasonlításra a két vizsgálat alapvető módszertani különbségei miatt nem volt lehetőségünk (16. ábra).



16. ábra. Az emberek illetve a számítógépes program által helyesen kategorizált ugatások, az összes hangminta százalékában

Értékelés

Kimutattuk, hogy az emberek, előzetes kutyás tapasztalataiktól függetlenül képesek a véletlen választás esetén várt szintnél nagyobb sikerességgel meghatározni a hallott kutyaugatás felvételi helyzetét. Az alanyok ugyancsak egyöntetűen értékelték az ugató kutyák lehetséges belső állapotát. Különbséget találtunk az eltérő helyzetekben rögzített ugatásokra adott emocionális értékelések között. Korrelatív vizsgálatok során feltártuk, hogy kapcsolat van a hallott hang néhány akusztikai paramétere (a hangmagassága, a tonalitása, illetve a vakkantások között eltelt időtartam) és az emberek által adott hangulati pontszámok között. Eredményeink arra utalnak, hogy az emberek, legyen háztartásukban kutya vagy sem, képesek bizonyos mértékű kontextuális információt leszűrni a hallott ugatásból, és képesek érzelmi töltettel is felruházni a kutyát hangja alapján.

Kitekintés

Pongrácz, P., Molnár, Cs., Miklósi, Á. & Csányi, V. (2006) Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 228-240.

E vizsgálathoz kapcsolódik egy másik kísérletünk, amely már megjelent a szakdolgozatomban is (Molnár, Cs: A kutyák vokális kommunikációjának etológiai vizsgálata, ELTE Etológia Tanszék, 2004), viszont kutatásaink meghatározó eleme, így fontosnak tartjuk itt is összefoglalni az alkalmazott módszert és az eredményeket.

Amint az az előző kísérlet eredményeiből kitűnik, az emberek, a kutya motivációs állapota meghatározásakor figyelembe veszik az ugatás néhány akusztikus jellemzőjét, például a frekvenciáját, a tonalitását illetve a vakkantások között eltelt időtartamot (tehát azt, hogy milyen gyorsan követik egymást a vakkantások). E jelenség tesztelésére terveztünk egy újabb kísérletet, amelyben igyekeztünk kiszűrni a kutya esetleges egyedi jellegzetességeit, illetve a háttérzajok esetleges zavaró hatását. Számos kutyától származó felvételek közül hasonló hangmagasságú és tonalitású vakkantásokat választottunk ki, majd ezekből tízet-tízet egymás mögé illesztettünk, így mesterséges ugatás sorozatokat hoztunk létre. Az alanyok nem tudták, hogy nem egy valós felvételt hallottak. Feladatuk ugyanaz volt, mint a fenti kísérletben, tehát pontozniuk kellett a kutya hangulatát, és meg kellett határozniuk a felvétel készítésének körülményeit. Ebben a kísérletben egy hetedik helyzetből származó (ételt „kérő" – lásd az Általános módszerek fejezetben) ugatásokat is felhasználtunk.

A kísérletben részt vett alanyokat a szerint osztottuk csoportokba, hogy mennyi tapasztalattal rendelkeznek a mudikról illetve a kutyákról általában. Eszerint az alanyok csoportjai a következők voltak: mudi tulajdonosok (N=30); kutyások (N=30) és kutyával nem rendelkezők (N=30).

A kísérletben visszajátszott hangmintákat mi állítottuk össze különböző mudik különböző helyzetekben felvett vakkantásaiból. Ehhez 15 muditól származó hangfelvételeket

használtunk fel. Összességében a felhasznált vakkantások kiválasztásához mintegy 4000 vakkantást tartalmazó hangtár állt rendelkezésünkre. A vakkantások kiválasztásakor kizárólag azok átlagos frekvenciáit és tonalitásukat vettük figyelembe, a felvételi szituációt nem. Mindkét akusztikai változót tekintve három értéktartományt („alacsony”, „közepes” és „magas” értékeket) határoztunk meg, igazodva a kutyák vakkantásainak általános hangtani jellegzetességeihez. E két változó 3-3 állapota 9 kombinációban fordulhat elő. 10-10 vakkantást választottunk ki, amelyek megfeleltek az egyes kombinációk követelményeinek. Így tehát a létrehozott hangminták a következő változó-hármasok kombinációival lettek jellemezhetők:

	átlagos frekvencia (Hz)	tonalitás (HNR)	vakkantásközi intervallum (s)
„alacsony” érték	500-700	23-26	0,05-0,15
„közepes” érték	850-1050	29-32	0,25-0,35
„magas” érték	1200-1400	35-38	0,45-0,55

12. táblázat. A vakkantások kiválasztásánál figyelembe vett változók értéktartományai

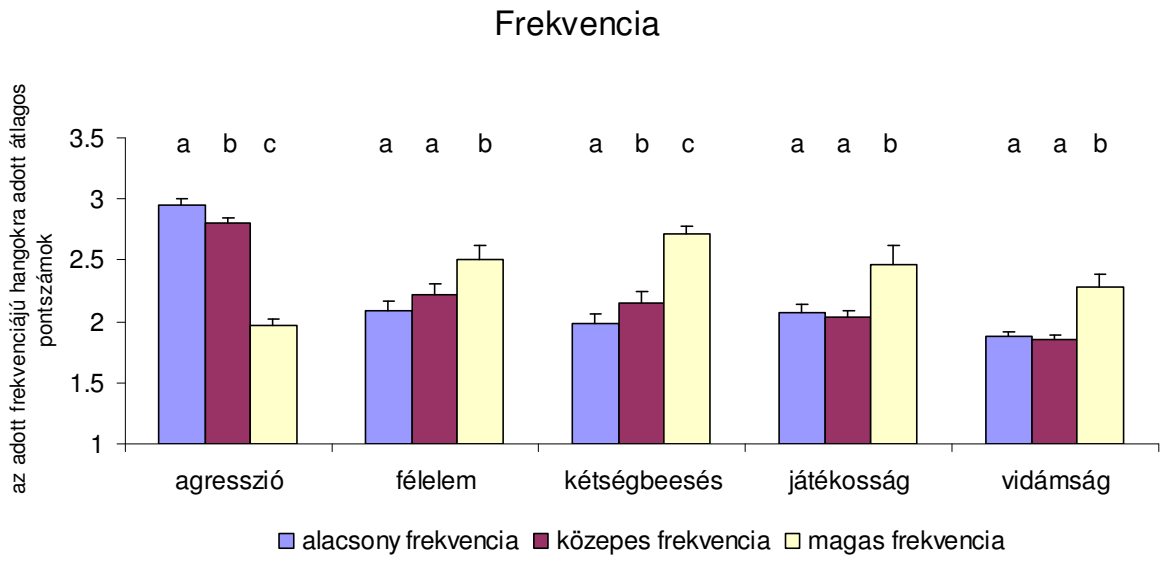
A lejátszott hangmintákat a kiválasztott vakkantások egymás után rendezésével állítottuk elő. A vakkantások közötti intervallumok esetében is három értéktartományt („alacsony”, „közepes” és „magas” értékeket) határoztunk meg, így egy adott hangsorozat végül három hangmintában szerepelt, amelyekben a vakkantások közötti szünetek eltértek, de a vakkantások sorrendje nem. Mivel az előzetes vizsgálatok során a pontosan azonos hosszúságú szünetek az alanyokban „gépiesség” érzetét keltették, ezért az intervallumokba 0.1 s-os varianciát vittünk be, számítógépen futtatott randomizáló függvényt használva az intervallumok hosszának pontos meghatározásához. A hangmintákon szereplő vakkantások hangerejét egységesen -6 dB-re normáltuk.

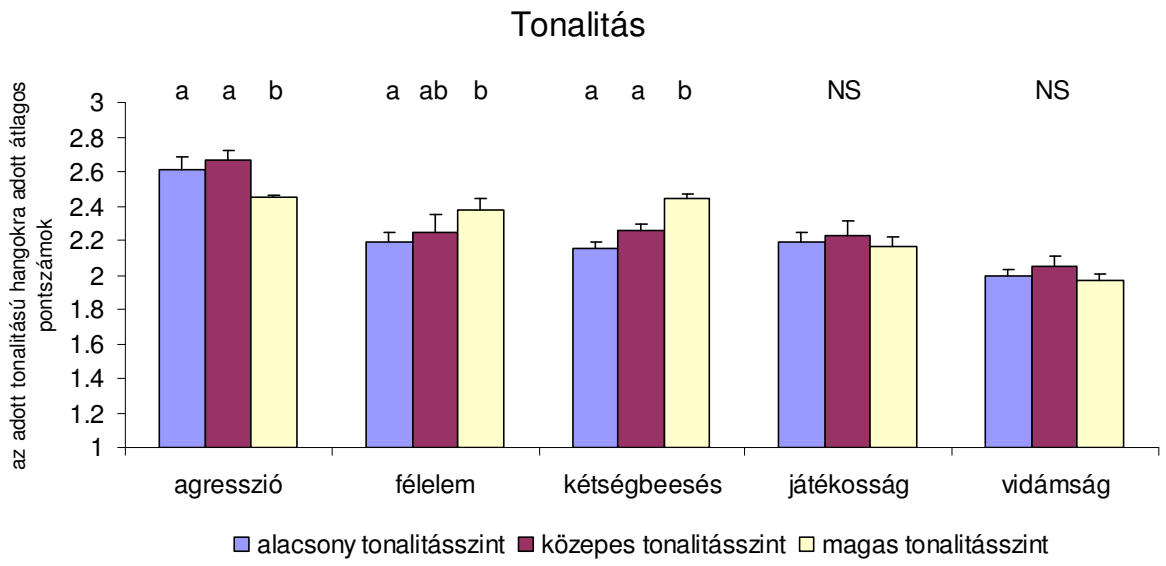
Az előállított 27 (3^3) hangsort négy különböző véletlen sorrendbe rendeztük. Az alanyok nem tudták, hogy nem valós felvételeket hallanak. Abban az esetben, ha az alanynak különös volt a hallott hang, a kísérletvezető tagadta, hogy módosított hangot hallott volna az alany, és meggyőzte arról, hogy a hangminták esetleges „furcsaságai" a zavaró háttérzajok kiszűréséből származnak. A kísérletben részt vett 90 alany egyike sem jelentette ki a kísérlet alatt vagy utána, hogy nem hiszi, hogy a hallott hangok „igazi" felvételek lennének. Előfordult, hogy egyes muditulajdonosok – akiknél a kísérletvezető előzőleg járt kutyáik hangjait rögzíteni, így számíthattak rá, hogy saját kutyájukat is hallhatják a felvételeken – „felismerték" kutyájuk hangját, sőt, még a felvételezett kommunikációs helyzetet is („Ez a Harmat, miközben labdát kér!" – B. Zs.). A kísérletvezető az épp következő hangminta lejátszását akkor indította el, amikor az alanyok végeztek az előző hang értékelésével. A hangminták értékelése megegyezett az első kísérletben leírtakkal.

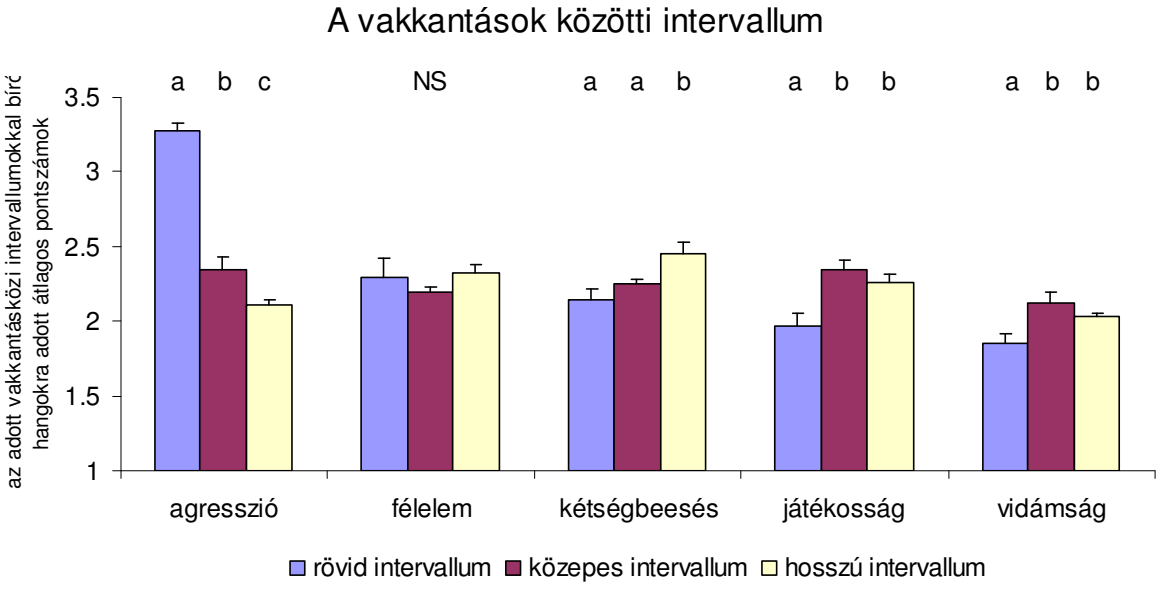
Az eredményeink igen hasonlóak voltak az előző hanglejátszásos kísérlet eredményeihez. A hangulati értékelésnél összehasonlítottuk az egyes csoportok által adott pontértékeket, a hangulati szempontok szerint. Míg a kétségbeesés és a vidámság megítélésében nem különböztek egymástól a mudisok, az egyéb kutyások illetve a nem kutyások, addig az agresszióra, a kétségbeesésre és a játékosságra adott pontokat tekintve különböztek. Az agressziót az egyéb kutyások magasabb értékekkel pontozták, mint a mudisok, a nem-kutyások félősebbeknek gondolták a kutyákat, mint a másik két csoportba tartozó alanyok, míg a játékosságnál pont fordított volt a helyzet: itt a nem kutyások általában alacsonyabb pontszámokat adtak, mint a mudisok illetve az egyéb kutyások. Mivel az öt szempontból háromban különböztek egymástól az alanyok aszerint, hogy mely csoportba tartoztak, ezért a további elemzésekben szeparáltan kezeltük az egyes csoportokat.

Elemeztük, hogy milyen hatással vannak a hallott hangok akusztikai paraméterei az alanyok emocionális értékelésére (háromutas ANOVA, Student-Newman-Keuls post hoc

teszt). Mind az öt szempontra adott pontokat elemezve a hallott hang minőségének erősen szignifikáns hatását találtuk. Az átlagos frekvencia mind az öt vizsgált emóció megítélésére erős hatással volt (17. ábra). Minél magasabb hangot hallottak az alanyok, azt annál kevésbé agresszívnek és annál inkább félelemmel telinek, kétségbeesettebbnek, játékosnak és vidámnak ítélték.





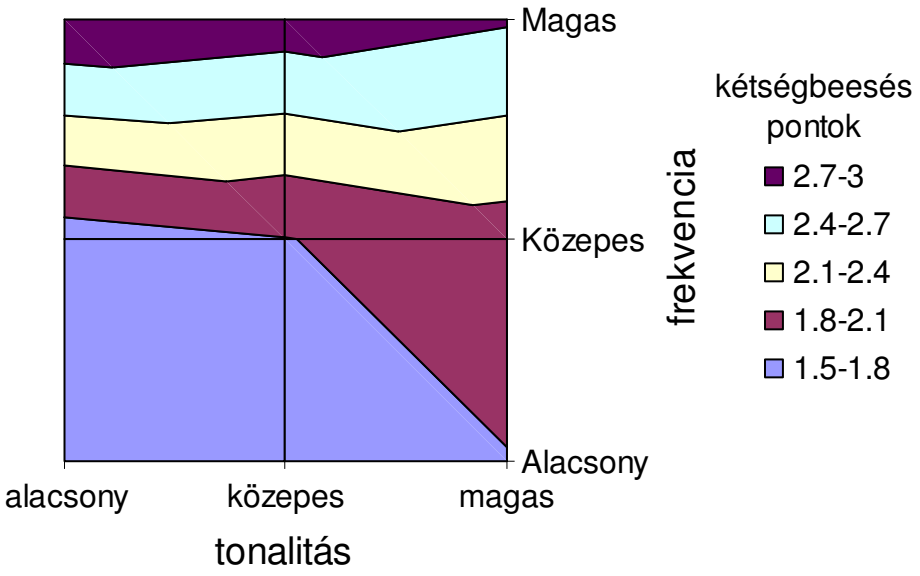


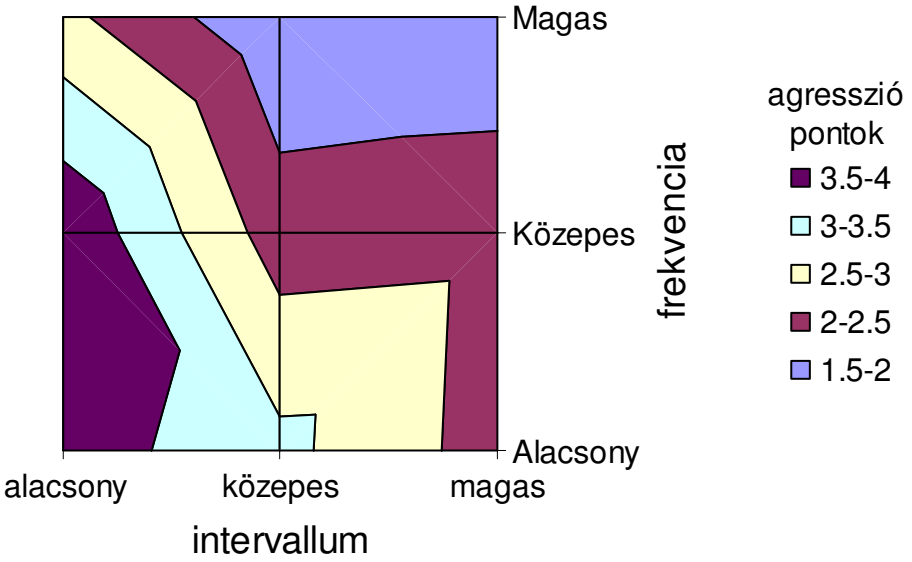
17. ábra. Az ugatások átlagos frekvenciája, tonalitása és a vakkantások közötti intervallumok illetve a mudis alanyok által adott hangulati pontszámok közötti összefüggés

A tonalitás az agresszivitás, a félelem és a kétségbeesés megítélésére volt szignifikáns hatással. Az emberek általában a kevésbé tonális, tehát érdesebb hangzású hangokat tekintették agresszívebbnek, míg a csengőbb hangokat inkább félelemmel teltebbnek és kétségbeesettnek gondolták. A vakkantások közötti intervallumnak egyedül a félelem-pontszámokra nem volt szignifikáns hatása. Minél gyorsabban követték egymást a vakkantások, a hangot annál agresszívebbnek gondolták, illetve minél lassúbb volt a hallott ugatás ritmusa, tehát több idő telt el a vakkantások között, annál magasabb pontszámokat adtak a kétségbeesésre, a játékosságra és a vidámságra.

A 18. ábrát szemlélve képet alkothatunk az általunk befolyásolt paraméterek (az átlagos frekvencia, a vakkantások között eltelt idő és a tonalitás) egymáshoz viszonyított súlyáról, illetve együttes hatásaik jellegéről. Általában elmondható, hogy míg a frekvenciának és a vakkantások közötti intervallumnak egymással összemérhető hatásuk van az alanyok döntéseire, addig a tonalitás hatása ennél szerényebb. Látható, hogy az agresszió, a játékosság

és vidámság megítélésében a vakkantások közötti intervallumnak és a frekvenciának nagyjából hasonló súlya van: az egyes pontszám-tartományokat jelző szintvonalak átlósan húzódnak. Ezeknél elmondhatjuk, hogy a két paraméter hatása összeadódik.

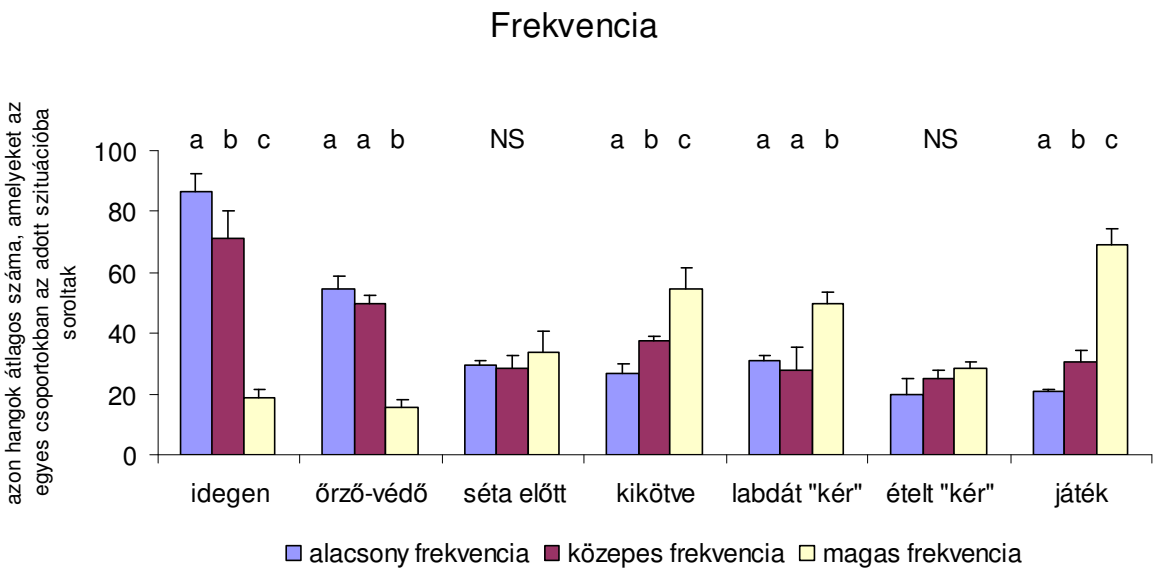


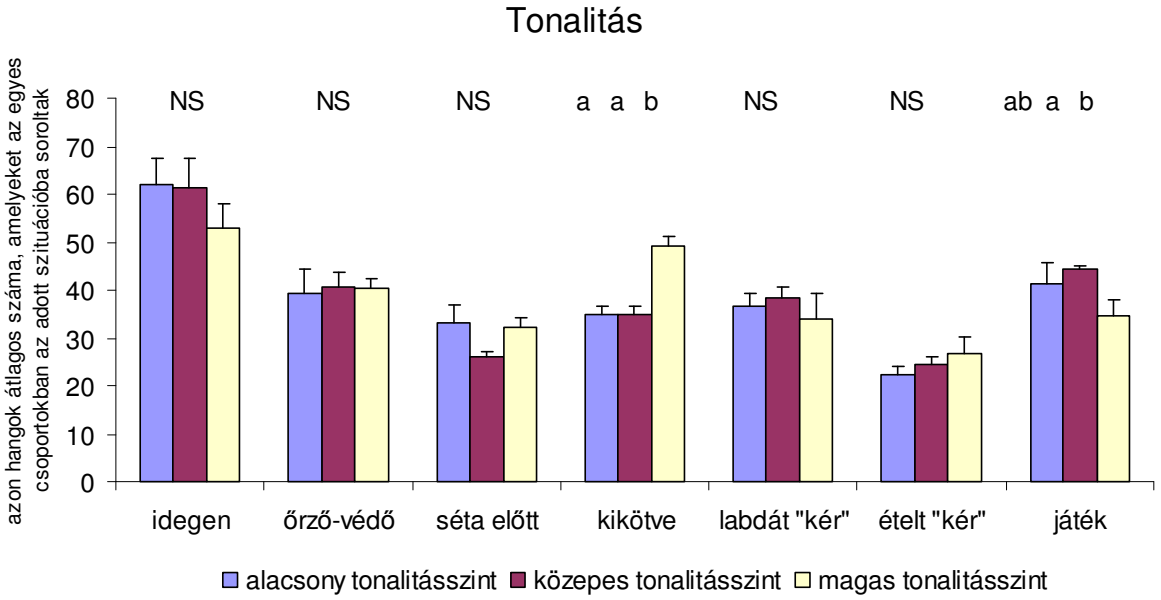


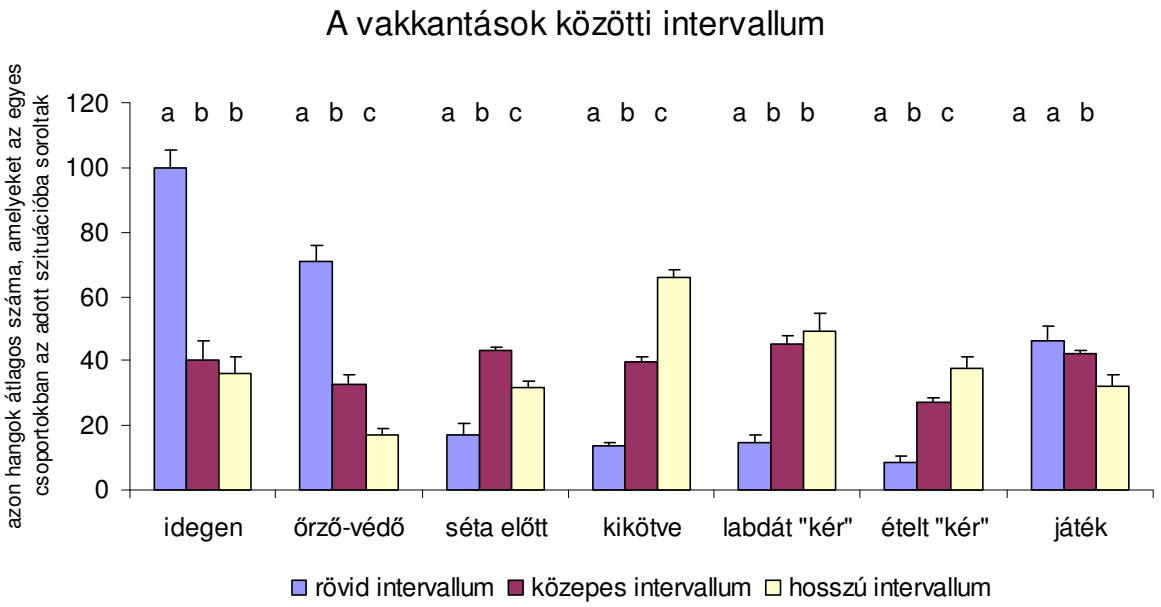
18. ábra. Két akusztikus paraméter hangulati pontszámokra gyakorolt együttes hatását ábrázoló diagrammok

Ezzel szemben a tonalitás hatása nagyban függ a másik két változó állapotától. A kétségbeesés és a félelem estében a tonalitás hatása csak alacsony frekvenciaértékeknél jelentkezik: az agressziónál, ha a hallott hangok mélyek, az agresszió-érzetet az érdes hangzás tovább fokozza, de magas hangoknál a tonalitásnak már nincs hatása. Hasonló mintázatot látunk – bár ellenkező előjellel – a kétségbeesés megítélésénél is: a magas hangok – tonalitásuktól függetlenül – magasabb pontokat kapnak, míg a mély hangok alacsony kétségbeesés értékeit tovább csökkenti azok érdes hangzása.

A második alkísérletben, amikor az alanyoknak a felvételek helyzetét kellett meghatározniuk, az összes szituációra adott tippek esetében erős hatásuk volt a hallott hangok általunk szabályozott változói aktuális értékeinek (háromutas ANOVA, Student-Newman-Keuls post hoc teszt). A hangok átlagos frekvenciája csak a séta előtt és az ételt kér helyzetekre adott tippek számát nem befolyásolta (19. ábra). Minél magasabb volt a hallott hang, annál kevesebben tippeltek idegen és őrző-védő helyzetekre. Ezzel szemben a hangok frekvenciájának emelkedésével nőtt a kikötve, a labdát kér és a játék helyzetek adott tippek száma.







19. ábra. Az akusztikus jellemzők hatása az alanyok szituációkról alkotott elképzelésére

A vakkantásközi intervallum minden egyes helyzet megítélésére erős hatást gyakorolt. Gyorsabb ütemű ugatást hallva az emberek nagyobb valószínűséggel tippeltek idegen és őrző-védő helyzetre, mint a közepes vagy lassú vakkantás sorozatok esetében. Hasonló, bár nem annyira kifejezett hatás mutatható ki, amikor a játék helyzet megítélését vizsgáljuk. A séta előtt helyzetet tekintve a közepesen gyors ütemű ugatások hallatán adták a legnagyobb

valószínűséggel erre a helyzetre szavazatukat az alanyok. A kikötve, a labdát és ételt kérő helyzeteket elemezve azt találtuk, hogy a vakkantások között eltelt idő hosszabbodásával, tehát az ugatás lassulásával nőtt az e helyzetekre adott tippek száma. A tonalitás jóval kevesebb szerepet játszott az alanyok döntésében: csak a kikötve és a játék helyzetek esetében találtunk szignifikáns hatást (19. ábra). A hangok tonalitásának emelkedésével nőtt a kikötve helyzetekre való tippelés aránya, míg a játékot tekintve a közepes tonalitású hangokat hallva többen adták erre szavazatukat, mint a legcsengőbb hangok hallatán.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az átlagos frekvencia, a tonalitás és a vakkantások közötti intervallum hatással van arra, ahogy az emberek a hallott kutya valószínű motivációs állapotát illetve a felvétel helyzetét meghatározzák.

Képesek-e az emberek a hallott ugatás alapján megkülönböztetni az ugató kutyákat?

Molnár, Cs., Pongrácz, P., Dóka, A. & Miklósi, Á. (2006) Can humans discriminate between dogs on the base of the acoustic parameters of barks? *Behavioural Processes*, 73, 76-83.

Bevezetés

A hang alapján történő egyedi megkülönböztetés elterjedt jelenség az állatvilágban. A megkülönböztetés a hangjelzésekben rejlő egyedfüggő jellegzetességek alapján történik. Számos faj esetében kimutatták, hogy az egyedek különböző jellegű hangokat adnak ki (például leveli békák: Bee et al., 2001, madarak: Lambrechts & Dhondt, 1995, farkas: Goldman et al., 1995, és kutya: Yin, 2002; Yin & McCowan, 2004). Más kísérletekben azt vizsgálták, hogy előzetesen rögzített hangokat visszajátszva képesek-e az egyedek azokat megkülönböztetni: madaraknál (Molles & Vehrencamp, 2001, Bard et al., 2002, Jouventin & Aubin, 2002), kétéltűeknél (Gerhardt, 1992a) és emlősöknél (Ceugniet & Izumi, 2004, Miller & Hauser, 2004, Teixidor & Byrne, 1999, McComb et al., 2001, Holekamp et al., 1999, Frommolt et al., 1997, 2003).

Az akusztikus jellemzők széles spektrumát találták egyedfüggőnek, például az alapharmonikust (F_0), a formant frekvenciákat (Owren & Rendall, 1997), a hangok időbeli lefutását (Slabbekoorn & ten Cate, 1998, 1999), és a tonalitást illetve a nemlineáris jellemzőket (Fitch et al., 2002, Owren & Rendall, 2003). Egyes vizsgálatok kimutatták, hogy bizonyos fajok hangjai által betöltött funkcióban szerepe van a hangok harmonikusságának (Weiss & Hauser, 2002). Számos szerző úgy gondolja, hogy a hangjelzések egyedi jellege alapvetően a gége fölötti légút anatómiai jellegzetességeitől függ (Fitch & Hauser, 1995). Owren és Rendall (2003) illetve Fitch és munkatársai (2002) valószínűsítik, hogy a

rézuszmajmok tonális „kuu” hangja alkalmasabb az egyedi diszkriminációra, mint az atonális, sikolynak nevezett hangok. Ennek az az oka, hogy a tonális hangok képzésekor a hangszálak egyenletes szinuszoid rezgést végeznek, és e hangok spektrumán jobban kivehetőek a formant frekvenciák. A formantok elhelyezkedése a hangút gége feletti részének anatómiai jellegzetességeitől függ, ez lehet az alapja az egyedi különbségeknek. Ennek alapján feltételezhetjük, hogy a tonális kutyaugatások ugyancsak alkalmasabbak lehetnek az egyedi megkülönböztetésre. A kutyaugatás azonban jellemzően atonális, zajos hang. A harmonikus komponensek közötti zajt a hangszalagok szabálytalan rezgése és a hangútban támadó kaotikus levegőturbulenciák okozzák.(Riede & Fitch, 1999; Riede et al., 2005; Tokuda et al., 2002). A kaotikus hangokban kevésbé elkülöníthetőek a formant frekvenciák, mint a tonális hangjelzésekben (Rendall et al., 1996), így elméletben kevéssé lehet ilyen hangokat hallva elkülöníteni az egyedeket.

Ebben a vizsgálatunkban arra kerestünk választ, hogy képesek-e az emberek ugatásokat hallgatva megkülönböztetni számukra ismeretlen kutyákat. Minthogy az ugatás döntően atonális hangjelzés, hipotézisünk szerint erre kevéssé lesznek képesek. Vizsgáljuk továbbá azt is, hogy azok a hangtani jellemzők (a domináns frekvencia, a tonalitás [HNR] és az ugatások közötti időintervallum), amelyeket több korábbi kísérletünkben (Pongrácz et al., 2005, 2006) fontosnak találtunk a hangulat meghatározása szempontjából, milyen hatással vannak az emberek teljesítményére. Ha találunk hatást, akkor az egyedi különbségek és a hangulati jellemzők befolyásolhatják egymás hangra gyakorolt hatását.

Mindkét alkísérletben követett módszerek

A kísérletek menete

Az alanyok egyedül vagy legfeljebb háromfős csoportokban vettek részt a kísérletben. Ha több embert teszteltünk, gondoskodtunk arról, hogy ne lássák egymás válaszait. Az ugatásokat egy Philips MMS 305/A 3.500 típusú hangfalrendszeren játszottuk le. A kísérlet megkezdése előtt tájékoztattuk a résztvevőket a feladatukról: arról, hogy a hangpárokat hallva el kell dönteniük, hogy ugyanaz a kutya vagy két különböző kutya ugat-e. A válaszaikat egy kérdőív kitöltésével adhatták meg.

Hangminták

A lejátszott ugatásokat mudi fajtájú kutyáktól rögzítettük a következő helyzetekben: idegen, őrző-védő, séta, kikötve, labda, játék (első alkísérlet), illetve idegen, kikötve, labda (második alkísérlet). A helyzetek leírása illetve a hangminták felvételének és feldolgozásának körülményei az Általános módszerek fejezetben olvashatók.

Adatelemzés

A résztvevők diszkriminációs képességének elemzése érdekében válaszaikat d'-értékekké számítottuk át a „szignál érzékelési elmélet” (Signal Detection Theory) alapján (Macmillan & Creelman, 1991). A válaszokat kategorizáltuk, besoroltuk őket a „találatok” (helyesen válaszolták, hogy ugyanaz a kutya), „tévedések” (helytelenül válaszolták, hogy különböző kutyák), „helyes elutasítások” (helyesen válaszolták, hogy különböző kutyák) illetve a „téves egyezés” (helytelenül válaszolták, hogy ugyanaz a kutya) csoportok valamelyikébe. A d'-érték a diszkrimináció érzékenységét jellemzi, figyelembe véve a „találatok” és a „téves egyezések” statisztikai eloszlását. A véletlen választás esetén (ha a mintában azonos számú „egyező” és

„különböző” példa van) d'=0. Minél magasabb a d' értéke, a diszkrimináció annál megbízhatóbb. Az irodalomban általában csak a d'=1,0-1,5-nél magasabb értékeket fogadják el valóban megbízható diszkriminációként (Macmillan & Creelman, 1991, Owren & Rendall, 2003). Az alanyok d'-értékeit egymintás t-teszttel hasonlítottuk össze a megbízható diszkrimináció esetén várható 1,0 értékkel. A csoportok összehasonlításakor több utas ismételt méréses variancia-analízist használtunk.

Első alkísérlet

Módszer

Alanyok

Az alanyokat a már megszokott módon, kutyákkal kapcsolatos előzetes tapasztalataik alapján osztottuk három csoportra. Eszerint teszteltünk muditartókat (N=20, átlagéletkor: 39,77 év, 17 és 66 év között, ivararány: 4 férfi /16 nő), egyéb kutyát tartókat (N=20, átlagéletkor: 31,12 év, 16 és 52 év között, ivararány: 6 férfi /14 nő), és kutyát nem tartókat (N=20, átlagéletkor: 33,00 év, 19 és 67 év között, ivararány: 9 férfi /11 nő).

Hangminták

Tizenhat felnőtt kutya (átlagéletkor: 4,34 év, ivararány: 9 kan/7 szuka) ugatásait használtuk fel. Az egyetlen kritérium az ugatások kiválasztásakor az volt, hogy azok domináns frekvenciája és tonalitása az alább részletezett értékeknek megfeleljen. A domináns frekvencia és a tonalitás (HNR) meghatározásának módja az Általános módszerek fejezetben található. Mindkét paraméter esetében meghatároztunk két, nem átfedő tartományt. A

domináns frekvenciánál: alacsony tartomány: 500-800 Hz, magas tartomány: 1200-1500 Hz. A tonalitásnál: alacsony tartomány: 20-28 HNR (atonálisabb ugatások), magas tartomány: 28,1-36 HNR (tonálisabb ugatások).

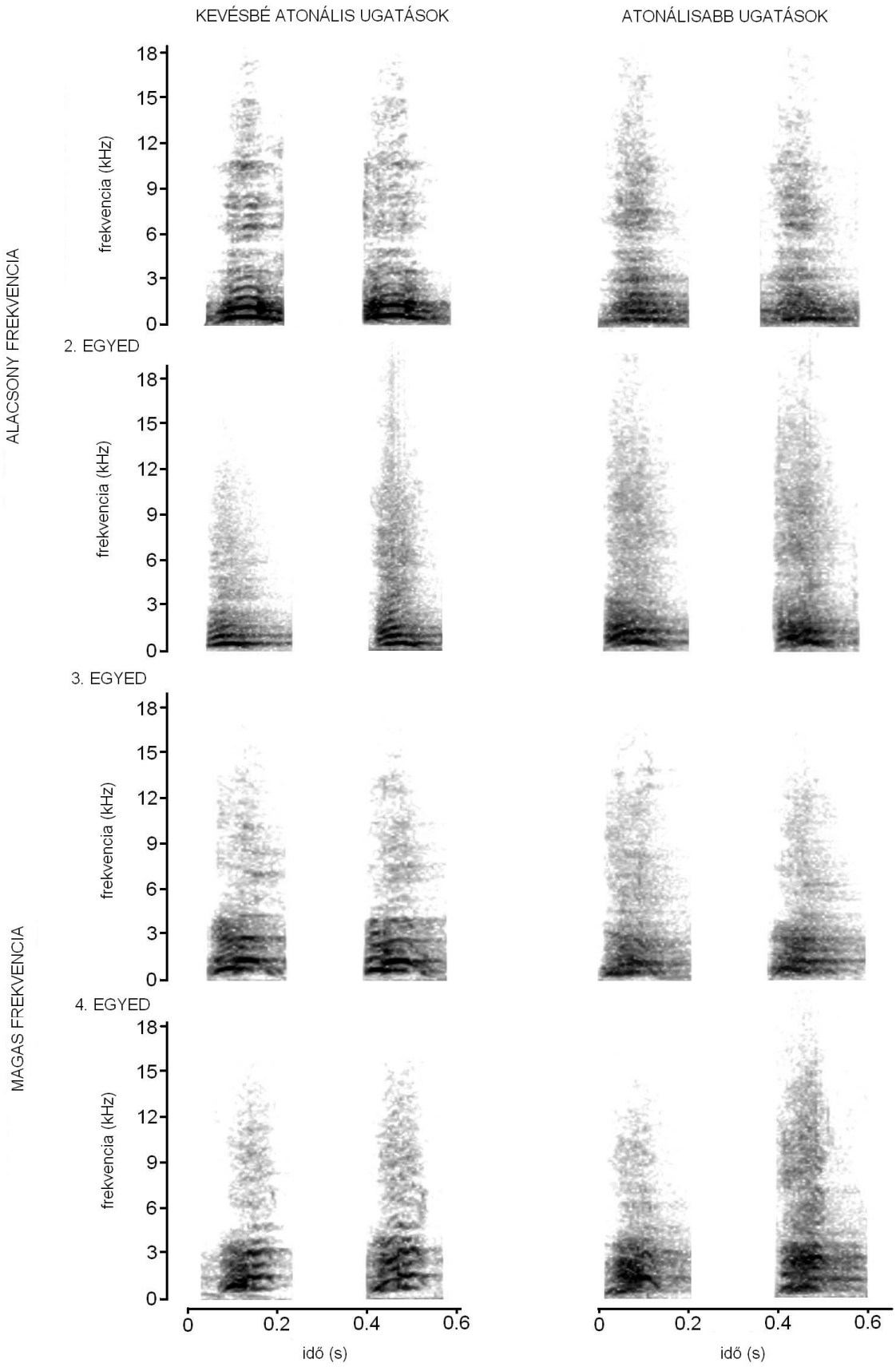
Nyolc kutyától a magas, nyolctól pedig az alacsony frekvenciatartományba eső vakkantásokat használtunk föl (20. ábra). Ezek közül véletlenszerűen kiválasztottunk 10 magas és 10 alacsony tonalitású vakkantást mindegyik kutyától. Az így kapott 16x20 vakkantást véletlenszerűen párokba rendeztük, közöttük 500 ms szünetet hagyva. Egy-egy párba azonos frekvenciatartományba eső vakkantások kerültek. Egy alany összesen 96 hangpárt hallott. Ezek között azonos számban voltak „azonos" és „különböző" párok, amelyek harmada két alacsony tonalitású vakkantást, harmada egy alacsony és egy magas tonalitású vakkantást, míg utolsó harmada két magas tonalitású vakkantást tartalmazott. Egy sorozatban mind a 16 kutya egyenlő számban szerepelt, és egy vakkantást csak egyszer hallott egy alany.

Adatelemzés

A d'-értékek elemzésére egymintás t-tesztet illetve három utas ismételt méréses ANOVÁ-t alkalmaztunk Student-Newman-Keuls-post hoc teszttel, ahol az alanyok csoportjai (mudis, nem mudis, nem kutyás) illetve a domináns frekvencia és a tonalitás voltak a faktorok.

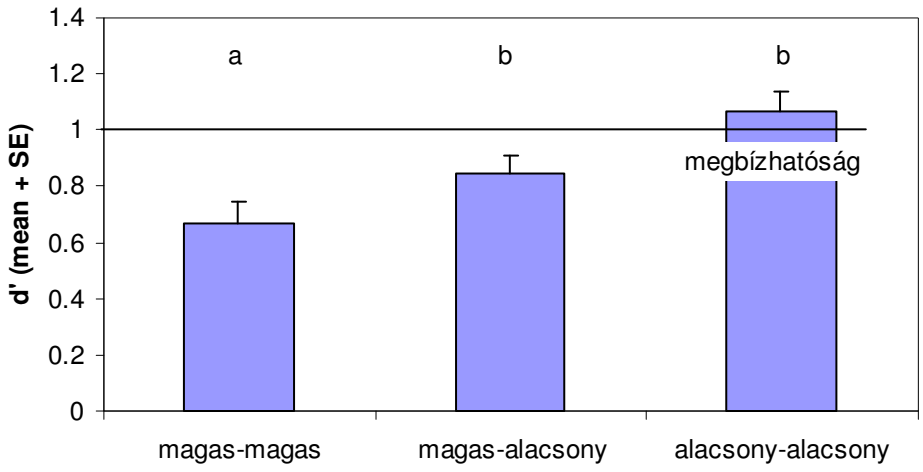
Eredmények

Minthogy az alanyok neme nem volt hatással sikerességükre ($t(58)=0.42$, $P=0.63$), ezért a férfi és a női alanyokat összevontuk a további elemzéshez. A vakkantások tonalitása hatással volt a sikerességre ($F(2,56)=11.14$, $P<0.001$): az alanyok jobban meg tudták különböztetni a



20. ábra. Az első alkísérletben használt néhány hangminta szonogramjai

vakkantásokat, ha két alacsony, illetve ha egy alacsony és egy magas tonalitású vakkantást hallottak, mint amikor két magas tonalitású vakkantást tartalmazott a minta (21. ábra).



21. ábra. A tonalitás hatása az alanyok sikerességére (alacsony/magas: a HNR értéke az alacsonyabb/magasabb kategóriába esik)

A frekvencia nem volt hatással a sikerességre ($F(2,57)=0.05$, $P=0.81$), de az interakció szignifikáns volt a frekvencia és a tonalitás között ($F(2,56)=23.10$, $P<0.001$). Az alanyok kutyákkal kapcsolatos tapasztalata hatással volt sikerességükre. Az egyéb fajtájú kutyát tartók jobban teljesítettek, mint a mudisok és a kutyát nem tartók ($F(2,57)=7.98$, $P<0.001$).

A diszkrimináció sikeressége egyik tonalitáskategóriába eső hangpár esetén sem haladta meg az irodalomban általánosan elvárt 1,0-s szintet: alacsony HNR–alacsony HNR: átlag: 1,06, $t(59)=0.67$, $P=0.50$; magas HNR–alacsony HNR: átlag: 0,84, $t(59)=2.52$, $P<0.05$; és magas HNR–magas HNR: átlag: 0,67, $t(59)=3.65$, $P<0.001$. Ugyanígy az alanyok egy csoportjának sikeressége sem haladta meg a megbízható diszkrimináció empirikus 1,0-s határát, sőt, több esetben elmaradt attól: muditartók: átlag: 0,59, $t(20)=3.13$, $P<0.01$; egyéb kutyát tartók: átlag: 1,07, $t(20)=1.10$, $P=0.29$; és kutyát nem tartók: átlag: 0,76, $t(20)=3.53$, $P<0.01$). Ezen eredmények fényében a tonalitás esetében talált szignifikáns hatás jelentősége is megkérdőjeleződik.

Második alkísérlet

Az első alkísérlet eredményéül kapott meglehetősen alacsony diszkriminációs értékeket figyelembe véve úgy tűnik, hogy egyetlen vakkantás nem nyújt elegendő információt a megbízható megkülönböztetéshez. Ezért a második alkísérletben öt vakkantásból álló ugatás sorozatokat játszottunk le a részvevőknek. Ebben az alkísérletben vizsgáltuk az ugatások felvételi helyzetének és az ugatások között eltelt időnek a hatását is, valamint egy kiegészítő alkísérletben arra kerestük a választ, hogy vajon a gazdák jobban meg tudják-e különböztetni az ugatássorozatokat, ha abban a saját kutyájuk is szerepel.

Módszer

Alanyok

Muditartók: N=20, átlagéletkor: 43,41 év (26 és 72 év között), ivararány: 7 férfi / 13 nő. Egyéb kutyát tartók: N=20, átlagéletkor: 24,50 év (19 és 39 év között), ivararány: 6 férfi / 14 nő. Kutyát nem tartók: N=20, átlagéletkor: 25,43 év (19 és 52 év között), ivararány: 6 férfi / 14 nő.

Hangminták

Öt vakkantást tartalmazó felvételeket használtunk ebben az alkísérletben, amelyeket idegen, kikötve és labda helyzetekben rögzítettünk. Tíz olyan kutya ugatásait használtuk föl, amelyeknek mind a három helyzetben felvettük a hangjait. A rendelkezésre álló felvételek közül minden helyzetben, minden kutyától kettőt választottunk ki, amelyeket eltérő napokon rögzítettünk. A felvételekből készítettünk egy olyan „normalizált” változatot is, amelyekben a vakkantások között eltelt időt minden esetben 300 ms-ra állítottuk be. Az eredeti felvételeket

és a normalizált változatokat is lejátszottuk a résztvevőknek, a vakkantások közötti intervallumokban meglévő variancia esetleges hatását vizsgálandó.

Minden résztvevő 24 hangpárt hallott, amelyeket minden esetben újrasorsolt felvételek párosításával hoztunk létre, így minden alanyt eltérő hangminta-készlettel teszteltünk. Egy hangpárba minden esetben azonos helyzetben rögzített ugatások kerültek, és őket egy füttyszerű hangjelzés választotta el. A lejátszott hangpárok fele ugyanattól a kutyától lett rögzítve, másik fele különböző állatoktól. Mindkét félben azonos számban fordultak elő idegen, kikötve és labda ugatások. Egy részvevő a 24 hangpár eredeti és normalizált verzióját is értékelte, amelyeket véletlenszerűen elkevertünk az összes hangminta között, és nem tájékoztattuk az alanyokat erről.

Egy kiegészítő kísérletként nyolc muditartónak (2 férfi és 6 nő, átlagéletkor: 43,87 év) 12 hangpárt játszottunk le. A hangpárok hasonlók voltak a második alkísérletben használatosakhoz, azzal a különbséggel, hogy a hangmintákat csak idegen helyzetben rögzítettük, és közülük hatban szerepelt az alany saját kutyája is. Az alanyokkal nem közöltük, hogy a saját kutyáik is szerepelhetnek a felvételeken.

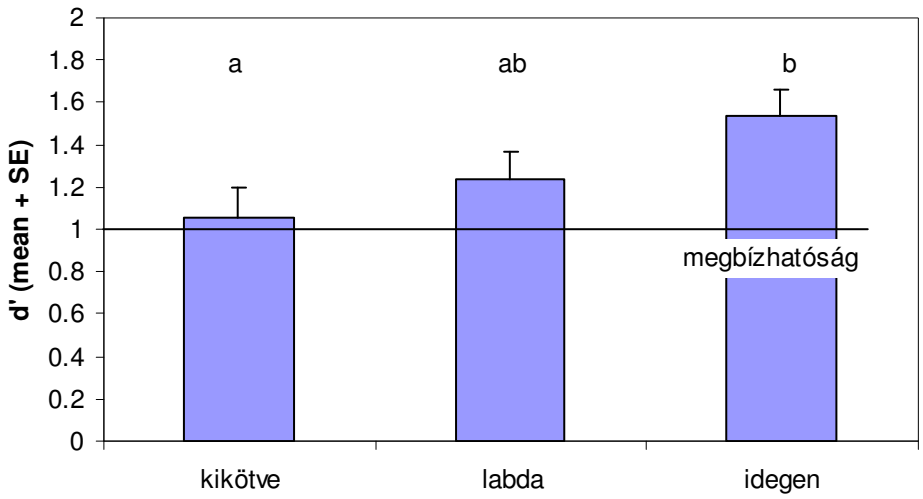
Adatelemzés

Az eredmények analíziséhez háromutas ismételt méréses variancia-analízist alkalmaztunk, ahol az alanyok kutyákkal kapcsolatos tapasztalatai (mudis, kutyás, nem kutyás), a felvételek kontextusa (idegen, kikötve, labda) és a valós vakkantások közötti intervallumok megléte illetve hiánya voltak a faktorok.

Eredmények

Az alanyok neme nem volt hatással teljesítményükre ($t(58)=-0.79$, $P=0.43$), így eredményeiket összevontuk a további elemzésekben. Az ugatások felvételi szituációja

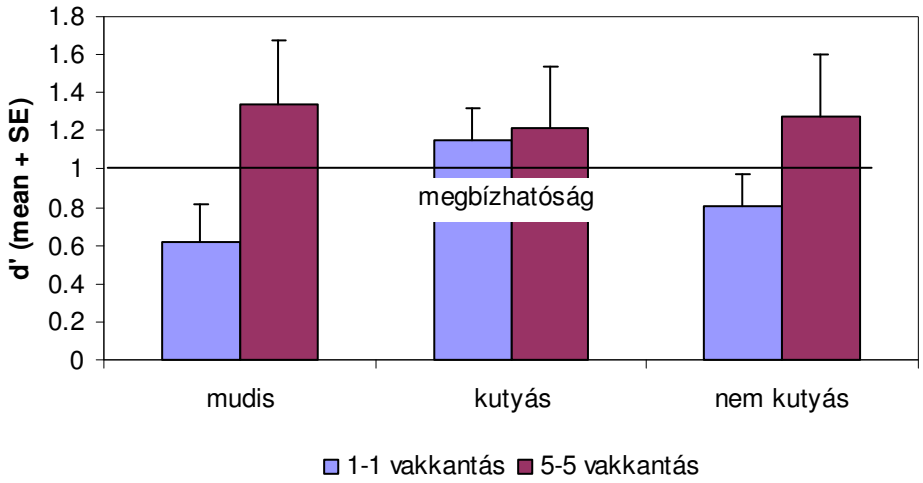
hatással volt a résztvevők diszkriminációs sikerességére: az idegen helyzetben rögzített hangok esetében sikeresebbek voltak (F(2,56)=4.14, P<0.05; 22. ábra).



22. ábra. Az alanyok sikerességének függése az ugatások felvételi helyzetétől

Az alanyok sikeressége az idegen helyzetben rögzített hangokat hallva meghaladta a megbízható diszkrimináció empirikus d'=1,0-s értéket (t(59)=4.37, P<0.001); a kikötve és a labda ugatások esetében azonban nem haladta meg (kikötve: t(59)=0.17, P=0.87; labda: t(59) =1.35, P=0.18). A valós vakkantásközi intervallumok megléte nem volt hatással a teljesítményükre (F(1,57)=0.75, P=0.39). Az előzetes kutyás-mudis tapasztalatnak nem volt hatása a teljesítményre (F(2,57)=0.13, P=0.88). Egyik alanycsoport diszkriminációs teljesítménye sem haladta meg az 1,0-s szintet (muditartók: t(59)=1.51, P=0.18; kutyások: t(59)=1.07, P=0,30; nem kutyások: t(59)=1.18, P=0.25). A faktorok közötti interakciók egyik esetben sem bizonyultak szignifikánsnak.

A d' értékek a második alkísérletben némileg magasabbak voltak, mint az elsőben, a két alkísérlet különbségei miatt azonban véleményünk szerint statisztikai összehasonlításuk nem lehetséges. Mindazonáltal elképzelhető, hogy a hosszabb hangminták valóban több információt nyújtanak az egyedi megkülönböztetéshez (tájékoztatásul közöljük a 23. ábrát).



23. ábra. Az alanyok három csoportja által, az első és a második alkísérletben elért d'-értékek együttes ábrázolása

A kiegészítő kísérletben, amikor 8 muditartó értékelte a hangmintákat, amelyek felében a saját kutyájuk is szerepelt, teljesítményük nem különbözött akkor, ha idegen kutyák ugattak a felvételeken, vagy amikor egyik vagy mindkét ugatást a saját kutyáiktól rögzítettünk ($t(7)=0.61$, $P=0.56$).

Értékelés

Ellentétben a kutyákkal, az emberek nem képesek különbséget tenni két kutya között azok viszonylag rövid ugatását hallva. Ez az eredmény egybevág az irodalmi adatokkal, amelyek szerint az atonális állati hangok (amelyek közé sorolható a kutyaugatás is), kevéssé alkalmasak az egyedfüggő információ átvitelére, minthogy az anatómiai (és így az egyedi) jellegzetességektől függő úgynevezett formant frekvenciák kevéssé elkülöníthetőek bennük (lásd például Fitch et al., 2002). Mindazonáltal ez nem azt jelenti, hogy az ugatásnak nincsenek egyedfüggő vonásai, hiszen mind a kutyák, mind a számítógépes program képes volt felismerni azokat. Az emberek ezekre a jellegzetességekre azonban olyannyira nem

érzékenyek, hogy még akkor sem haladták meg a megbízható diszkrimináció empirikus határát, amikor a nekik felajánlott ugatás párok egy vagy mindkét tagja az ő saját kutyájuktól lett rögzítve. Ezzel nem tudtunk megerősíteni egy, a kutyával rendelkező emberek körében általánosan elfogadott vélekedést, miszerint ők képesek felismerni a saját kutyájuk ugatását. A teszt első részében egy-egy vakkantást hallottak az alanyok, míg a második alkísérletben öt-öt vakkantásból álló sorozatokat. Minthogy a hosszabb ugatásokat hallva sem növekedett a sikerességük jelentősen, feltételezhető, hogy gyenge teljesítményük nem az elégtelen mennyiségű információ következménye volt.

Látó és nem látó emberek képességeinek összehasonlítása egy kutyaugatás-értékelési tesztben

Molnár, Cs., Pongrácz, P., Dóka, A. & Miklósi, Á. (2009a) Seeing with ears: Sightless humans' perception of dog bark provides a test for structural rules in vocal communication. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, in press.

Bevezetés

Korábbi vizsgálatainkban kimutattuk, hogy a kutyaugatás-értékeléses tesztekben nem különbözik jelentősen a kutyával rendelkező és a kutyával nem rendelkező emberek teljesítménye. Nem tudjuk azonban, hogy hogyan befolyásolják az alanyok teljesítményét a kutyákról alkotott vizuális emlékeik. Minthogy Magyarországon feltételezhetően nem él olyan látó ember, akinek ne lennének vizuális emlékei kutyákról, az egyetlen alkalmas kísérleti csoport a születésük óta vak emberek csoportja. Számos kísérletben vizsgálták a látó és nem látó emberek perceptuális képességeit, emberi beszédet illetve szintetizált beszédet játszva le nekik (látók: van Dommelen, 1990, Zeifman, 2001; nem látók: Gougoux et al., 2004, Röder et al., 1999, Lessard et al., 1998). Kimutatták, hogy a nem látók hangok alapján történő térbeli tájékozódási képessége fejlettebb. Ismereteink szerint azonban még nem végeztek perceptuális kísérleteket nem látók részvételével, állati hangokat felhasználva stimulusként.

Ebben a kísérletben arra kerestük a választ, hogy különbözik-e a látó, az életük során látásukat vesztett illetve a születésüktől fogva vak emberek ugatás értékelő képessége.

Módszer

Alanyok

A kísérletben részt vevő személyek három csoporthoz tartoztak, minden csoport 15 fős volt: születésük óta vakok (átlagéletkor: 31,2 év, a legfiatalabb 21, a legidősebb 55 éves; a nemek aránya: 4 férfi/11 nő); vakok, korábban szerzett vizuális emlékekkel (átlagéletkor: 36,3 év, a legfiatalabb 26, a legidősebb 60 éves; a nemek aránya: 9 férfi/6 nő); látók: (átlagéletkor: 26,8 év, a legfiatalabb 19, a legidősebb 52 éves; a nemek aránya: 9 férfi/6 nő). A nem látók között csak olyan alanyokat teszteltünk, akik 100 százalékos vaksággal rendelkeztek.

Hangminták

A kísérletben 26 muditól (átlagéletkor: 4,3 év, a legfiatalabb 1 éves, a legidősebb 9 éves volt; nemek aránya: 15 kan/11 szuka) rögzített hangmintákat használtunk föl. A tesztek során a következő helyzetekben rögzített ugatásokat játszottuk le az alanyoknak: idegen, őrző-védő, séta előtt, kikötve, labdát kér és játék. A felvételek készítésének és feldolgozásának módja, illetve a helyzetek jellemzői megegyezett az Általános módszerek fejezetben leírtakkal. Egy alany összesen 18 hangfelvételt hallott, hármat mind a hat helyzetből. A lejátszandó felvételeket a kísérlet előtt véletlenszerűen választottuk ki. Az alany mindkét alkísérletben ugyanazt a 18 hangot hallotta, erről azonban nem tájékoztattuk, illetve a hangminták sorrendjét is megváltoztattuk.

A kísérlet menete

A nem látó alanyok speciális adottságainak megfelelően ebben a kísérletben a kísérletvezető rögzítette az alanyok válaszait egy kérdőíven (a látók esetében is). A hangmintákat egyenként játszottuk le, minden egyes hangminta meghallgatása után a kísérletvezető kérdéseket tett fel

az alanyoknak. Minden alanyt egyedül teszteltünk. Két alkísérletet végeztünk el, az elsőben a kutyák valószínű motivációs állapotát, míg a másodikban a felvételi helyzeteket kellett a résztvevőknek értékelniük. A motivációs állapot értékelésnél öt emocionális állapotot (agresszió, félelem, kétségbeesés, játékosság és vidámság) kellett pontozniuk 1-től 5-ig (az 1-es jelentette azt, hogy az adott emóció egyáltalán nem, míg az 5-ös, hogy nagyon jellemző a hallható kutyára). Minden hangminta lejátszása után a kísérletvezető előre kisorsolt, véletlenszerű sorrendben kérdezett rá az öt hangulati kategóriára, így kizártuk a sorrendhatást. Az alany kérésére még egyszer lejátszottuk az adott hangmintát.

A második alkísérlet során az alanyok feladata a hallott hangminták szituációk szerinti kategorizálása volt. A hangminták lejátszása előtt a kísérletvezető legalább háromszor elismételte a hat lehetséges helyzetet, amelyek közül a résztvevőknek választaniuk kellett, minden alkalommal más-más sorrendben. Ez után a hatodik illetve a tizenkettedik hangminta után ismételte el a lehetséges helyzeteket, illetve minden alkalommal, amikor az alany ezt kérte.

Adatelemzés

A hangulati értékelés szituációtól való függését Friedmann ismételt méréses teszttel és Dunn post hoc teszttel elemeztük külön a három csoportban. A szituáció-kategorizálás sikerességét a véletlen választás esetén várható 18/6=3 találathoz viszonyítva egymintás t-tesztekkel vizsgáltuk. A három csoport találati sikerességét varianciaanalízissel és Student-Newman-Keuls-post hoc teszttel elemeztük.

Eredmények

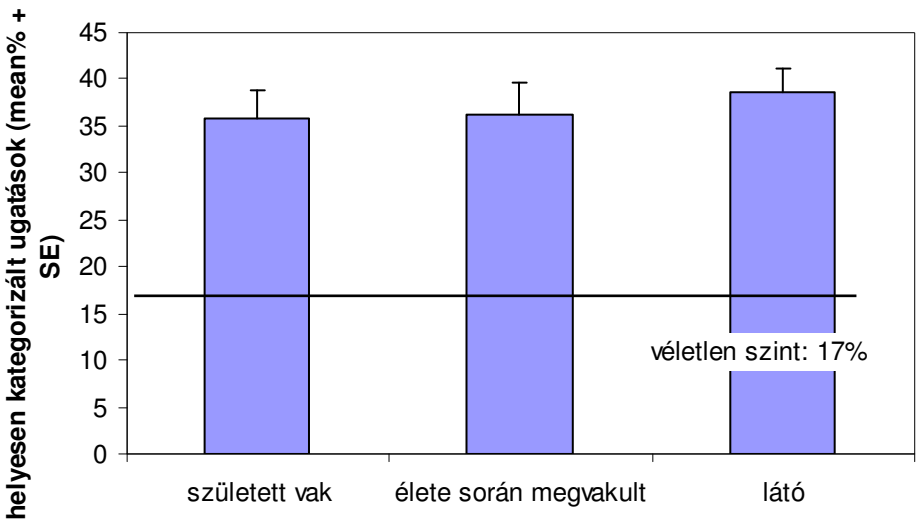
A motivációs állapot értékelése

Elemeztük, hogy különböznek-e a csoportok által a motivációs állapotokra adott pontszámok a különböző felvételik helyzetekben külön-külön. Így összesen 6 szituáció x 5 hangulati kategória = 30 összehasonlítást végeztünk. Mindössze négy esetben találtunk különbséget a csoportok értékelései között (Friedman ismételt méréses teszt): a kétségbeesés értékelésében az idegen ugatásoknál: $\chi^2(2,14)=6.12$, $P<0.05$; a játékosság értékelésében az őrző-védő ugatásoknál: $\chi^2(2,14)=11.95$, $P<0.01$); illetve a félelem ($\chi^2(2,14)=6.69$, $P<0.05$) és a kétségbeesés ($\chi^2(2,14)=9.17$, $P<0.05$) értékelésében a játékos ugatásoknál. A Dunn-post hoc teszt azonban csak egy esetben mutatott ki különbséget a csoportok között, az őrző-védő ugatásokra a látók magasabb játékosság pontszámokat adtak, mint a születésük óta vakok.

A feltételezett motivációs állapot szituációtól való függése szinte pontosan megegyezett a korábbi kísérletünkben tapasztalttal, mindhárom csoportban. Az idegen és az őrző-védő ugatásokra adták a résztvevők a legmagasabb agressziós pontokat, a kikötve hallatott hangokat gondolták a legkétségbeesettebbnek, míg a játékos ugatásokat a legvidámabbnak, vizuális képességeiktől függetlenül.

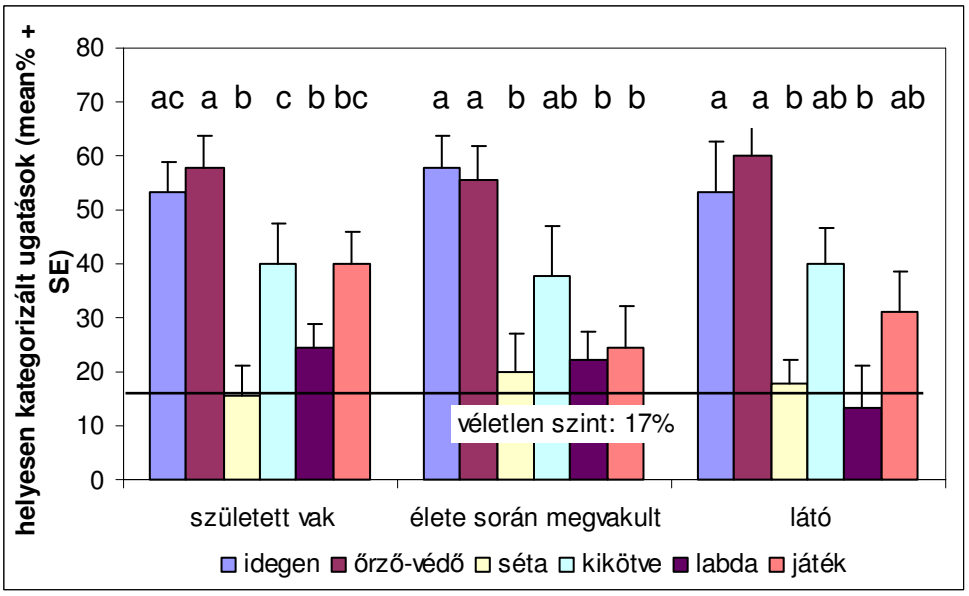
Szituáció-kategorizálás

Megvizsgáltuk, hogy az alanyok sikeressége meghaladta-e a véletlen választás esetén várható 16,67 százalékot. Mindhárom csoportban meghaladta (születésük óta vakok: ($t(14)=5.70$; $P<0.001$); életük során látásukat vesztettek ($t(14)=5.96$; $P<0.001$); látó emberek: ($t(14)=7.99$; $P<0.001$). A három csoport teljesítménye között nem volt különbség (ANOVA: $F(2,42)=0.23$; $P=0.80$, 24. ábra).



24. ábra. A születésük óta vak, az életük során látásukat vesztett és a látó emberek által helyesen kategorizált ugatások összehasonlítása

A hangminták felvételi szituációja hatással volt mindhárom csoport sikerességére (ANOVA, SNK-post hoc): születésüktől fogva vakok: $F(5,84)=10.33$; $P<0.001$; életük során látásukat vesztettek: $F(5,84)=5.84$; $P<0.001$; látó emberek: $F(5,84)=5.16$; $P<0.001$). Az idegen, a kikötve és az őrző-védő ugatásokat kategorizálták a legsikeresebben, és a labdát kérő illetve a séta előtt hallatott ugatásokat a legkisebb sikerességgel (25. ábra).



25. ábra. A születésük óta vak, az életük során látásukat vesztett és a látó emberek találati sikerességei a hallott ugatás felvételi helyzetétől függően

Értékelés

Összehasonlítottuk a különböző mértékű vizuális tapasztalattal rendelkező embereknek a kutyaugatások szituáció szerinti kategorizálásában illetve a lehetséges motivációs állapotok meghatározásában mutatott képességét. Nem tudtunk kimutatni jelentős különbséget a teljesítményükben. A látó, az életük során látásukat vesztett illetve a születésüktől fogva vak emberek egyaránt a véletlen szintnél nagyobb sikerességgel határozták meg az ugatás felvételi helyzetét, és sikerességük között nem volt különbség. A lehetséges harminc összehasonlításból mindössze négy esetben tért el teljesítményük a motivációs állapot meghatározásakor, a post hoc teszt azonban csak egy esetben mutatott különbséget közöttük.

Mindezen eredmények ismeretében kijelenthetjük, hogy az emberek kutyákról alkotott vizuális emlékei nem befolyásolják a tesztekben mutatott teljesítményét. Természetesen ez nem jeleni azt, hogy az ember nem támaszkodhat tanult információkra a kutyaugatás értelmezésekor, hiszen a nem látó emberek is hallottak már nagy valószínűséggel kutyát. Minthogy azonban a születésüktől vakok esetében a vizuális információ teljes egészében hiányzik, feltételezhető lett volna, hogy teljesítményük e tapasztalatok híján alacsonyabb lesz, mint a látó résztvevőké. Ezek az eredmények így véleményünk szerint azt erősítik, hogy az ember kutyaugatás-értelmezési képességében nagy jelentőségük van az öröklött elemeknek.

Hogyan változik az emberek ugatás-értelmező képessége az életkorral?

Bevezetés

A gyerekek képesek a hallott hang alapján azonosítani az alapvető emberi érzelmeket. Az ezt bizonyító kísérletekben az alanyoknak általában képeken látott emberi arcokat kell párosítaniuk a hanggal, azok hangulata, érzelmei alapján. Linnankoski és munkatársai (1994) három korcsoportot (5-6, 6-7 és 9-10 éves gyerekeket) vizsgált. A kísérlet során a gyerekeknek makákóhangokat kellett érzelmi kategóriákba sorolniuk. Az eredmények szerint még a legkisebb korcsoportba tartozó gyerekek is sikeresen azonosították az alapvető motivációs állapotokat, így a félelmet, az agressziót, a szubordinációt, a dominanciát illetve a „pozitív hangulatot". Az idősebb korcsoport tagjainak teljesítménye igen hasonló volt a felnőttekéhez, míg a kisebbeknek főleg a félelem azonosítása okozott nehézséget. Egy másik kísérletben úgy találták, hogy a csökkent beszédkészségű gyerekek rosszabbul teljesítettek a félelem felismerésében egészséges társaikhoz képest. Ők a félelemmel teli hangokat inkább mérgesnek gondolták (Berk et al., 1983). Pochon és munkatársai (2006) viszont úgy találták, hogy még a Down-szindrómával küzdő gyerekek is képesek a hangot és az emberi arcokat azok érzelmei alapján párba állítani. E képesség igen korai életkorban megjelenik, hiszen egy vizsgálatban héthónapos gyerekek is nagyobb érdeklődést tanúsítottak a hang irányába, ha azt a vele azonos érzelmi állapotú embert ábrázoló fényképpel kapcsolták össze.

Összefoglalva tehát a gyerekek képesek alapvető érzelmi állapotokat rendelni a hallott hanghoz, legyen az emberi vagy állati. A következő vizsgálatunkban különböző helyzetekben rögzített kutyaugatásokat játszottunk le eltérő életkorú gyermekeknek, és azt kértük tőlük, hogy sorolják be a hangokat érzelmi illetve kontextuskategóriákba. Hipotézisünk szerint már

a legfiatalabb gyerekek is képesek érzelmi állapotokat rendelni az ugatásokhoz, de teljesítményük az életkorral (a pszichikai érés és a tapasztalatok hatására) javul.

Módszer

Alanyok

Négy korcsoportot vizsgáltunk: hat, nyolc és tízéves gyerekeket, illetve felnőtteket (18 évnél idősebb embereket) kontrollcsoportként. Minden korcsoportban tíz kutyatartót illetve tíz kutyát nem tartót teszteltünk. Azokat az alanyokat tekintettük kutyatartóknak, akik valaha életük során egy háztartásban laktak egy vagy több kutyával, a nem kutyatartók pedig azok voltak, akik soha nem éltek együtt kutyával. A hat éves korcsoportba tartozó alanyokat óvodákban teszteltük, a nyolc és tíz éves gyerekeket általános iskolákban, míg a felnőtt kontrollcsoport tagjait az egyetemi hallgatók közül válogattuk. A korcsoportok ivararányai minden esetben pontosan kiegyensúlyozottak voltak. A felnőtt kontrollcsoportba tartozó kutyatartók átlagéletkora 23,80±1,33 év volt, míg a kutyát nem tartóké 24,10±3,19 év volt.

Lejátszott hangminták

A lejátszott hangmintákat mudi fajtájú kutyáktól rögzítettük az Általános módszerek fejezetben leírtaknak megfelelően. Nyolc egyedtől felvett ugatásokat használtunk fel, ezek között három kan és öt szuka volt (átlagéletkoruk: 4,13±2,30 év). Ebben a kísérletben három szituációban rögzített hangokat játszottunk le, ezek a következők voltak: idegen, kikötve és játék. A helyzetek definíciói az Általános módszerek fejezetben találhatók. Minden hangfelvétel 10 másodperc hosszú volt. Egy alanynak egy kísérletben 12 hangmintát játszottunk le, négyet-négyet mindhárom szituációból. Az egy helyzetben rögzített, egy alanynak lejátszott négy ugatást négy különböző kutyától rögzítettük. A két kísérlet során egy

alany két különböző hangösszeállítást hallgatott meg. A visszajátszandó hangmintákat egy 48 felvételt tartalmazó készletből választottuk ki véletlenszerűen a kísérletet megelőzően. Az ugatások sorrendje ugyancsak véletlenszerűen lett meghatározva. A felvételek lejátszásához hordozható CD-játszót és hangfalakat használtunk. A kísérleteket videóra is rögzítettük azzal a céllal, hogy a jövőben a gyerekek arckifejezései is elemezhetővé váljanak.

A kísérlet menete

Egy alany két alkísérletben vett részt. Az első alkísérletben az alanynak az ugatásokat a szituációk szerint kellett csoportosítania. A három lehetséges szituáció, az idegen, a kikötve és a játék volt. A teszt előtt a kísérletvezető elbeszélgetett a gyerekekkel a kutyákról és igyekezett rávezetni őket, hogy ebben a három helyzetben gyakran ugatnak a kutyák. Ezután a kísérletvezető még a teszt megkezdése előtt tájékoztatta az alanyokat a három lehetséges helyzetről, és elmondta nekik, hogy a feladatuk a valódi helyzet kitalálása lesz. A kísérletvezető minden alanynak a kísérlet megkezdése előtt legalább ötször elsorolta a lehetséges helyzeteket, mindig más-más sorrendben. Az első hang az után szólalt meg, hogy az alany el tudta sorolni segítség nélkül mindhárom helyzetet. Az egyes felvételek lejátszása után a kísérletvezető leállította a készüléket, és megkérdezte az alanyt, hogy melyik helyzetben ugathatott a kutya. A választ rögzítette a jegyzőkönyvben, és a válasz helyességétől függetlenül azonos hanghordozással megdicsérte az alanyt az „Ügyes vagy”, „Igazad van”, „Eltaláltad”, „Okos vagy” kifejezések használatával. A negyedik és a nyolcadik hangfelvétel lejátszást követően a kísérletvezető megkérte az alanyt, hogy sorolja el a három lehetséges helyzetet. Ha nem tudta, akkor a kísérletvezető sorolta el. A kísérlet csak akkor folytatódott, miután az alany segítség nélkül képes volt mindhárom szituációt megnevezni.

A második alkísérletben az alanyok feladata a kutyák lehetséges motivációs állapotának kategorizálása volt. A kísérlet megkezdése előtt a kísérletvezető három, embereket ábrázoló

fényképet helyezett az asztalra, az alany elé. Ezeken a fényképeket három, egyértelműen azonosítható arckifejezésű ember volt látható. Egyikük vélhetően félt, a másik mérges volt, míg a harmadik mosolygott. A képeket egy kiegészítő kísérletben validáltuk. Ennek során a képeket 55 felnőtt személynek mutattuk meg, és ők szignifikánsan gyakrabban azonosították őket a haraggal, a félelemmel és a vidámsággal (χ^2-teszt: harag: $\chi^2(2)=37.91$, $P<0.001$; félelem: $\chi^2(2)=50.27$, $P<0.001$; vidámság: $\chi^2(2)=39.63$, $P<0.001$), mint a többi alapvető érzelemmel (Ekman et al., 1982). A kísérletvezető elmondta az alanyoknak, hogy a kutyák, a fényképeken látható emberekhez hasonlóan, tudnak mérgesek, félősek és vidámak lenni, és tájékoztatta őket, hogy ebben a tesztben az lesz a feladatuk, hogy kitalálják, vajon milyen az ugató kutya hangulata. Megkérte őket, hogy a hangok meghallgatása után mondják el neki tippjüket, vagy mutassanak rá arra az emberre, akinek a hangulata szerintük megegyezik a halott kutyáéval. A kísérletvezető legalább ötször rámutatott az emberekre a képeken, és elmondta az alanynak az ő hangulatukat. Ez után az alanyt kérte meg, hogy mutassa meg a mérges, a félős illetve a vidám embert. A kísérlet az után kezdődött, hogy az alany segítség nélkül el tudta sorolni mindhárom lehetséges emocionális állapotot.

A teszt során a kísérletvezető leállította a készüléket minden hangfelvétel után, és rögzítette az alany válaszait a jegyzőkönyvben, és ugyanúgy dicsérte meg alanyt, mint az első alkísérletben. A negyedik és a nyolcadik hang meghallgatása után itt is megkérdezte a kísérletvezető az alanyt a három lehetséges hangulatról, és a kísérlet csak az után folytatódott, hogy az alany segítség nélkül képes volt rámutatni mindhárom érzelmet tükröző fényképre. A felnőtt csoport tagjaival is pontosan a fent leírt protokoll alapján végeztük a kísérletet.

Adatelemzés

Az első alkísérlet eredményeinek kiértékelése során megvizsgáltuk azt, hogy az egyes csoportokba tartozó alanyok helyes válaszainak száma különbözik-e a véletlen választás

esetén elvárható négy helyes választól (egymintás t-teszt). Az egyes csoportok teljesítményének összehasonlítására kétutas ANOVÁ-t alkalmaztunk, ahol az egyik út a korcsoport, míg a másik út a kutyás tapasztalat volt.

A második alkísérletben elemeztük a felvétel szituációja és az emocionális besorolás között fennálló esetleges összefüggést, külön-külön az egyes csoportokban, χ^2-teszt segítségével. Elemeztük továbbá a korcsoportok hangulat-csoportosításai között meglévő esetleges eltéréseket, χ^2-teszt segítségével, külön-külön az egyes felvételi szituációkban.

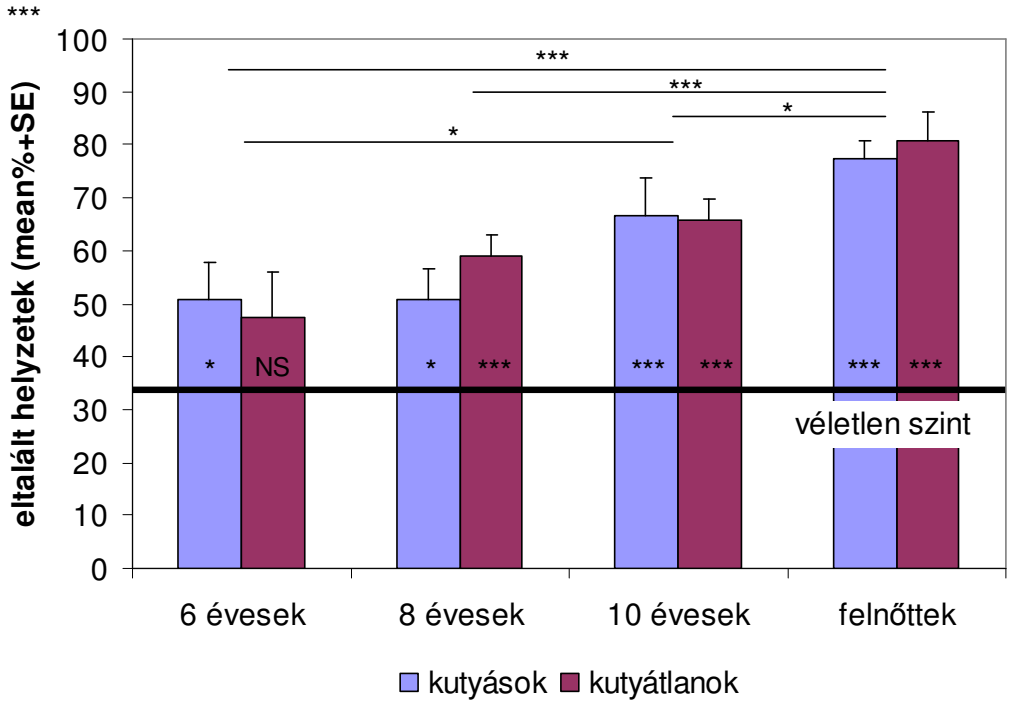
Eredmények

Az első alkísérletben az alanyok feladata az volt, hogy besorolják a hallott ugatást a felajánlott három szituáció (idegen, kikötve, játék) valamelyikébe. Minthogy egy alany tizenkét hangmintát hallott, véletlen választás esetén átlagosan négyet talált volna el. A csoportok eredményeit külön elemeztük egymintás t-teszt segítségével, ahol a véletlen szint 4 volt. Eredményeink szerint a hatéves, kutyát nem tartókon kívül minden csoport több ugatást sorolt a megfelelő kontextusba, mint az a véletlen választás esetén várható lett volna (26. ábra, 13. táblázat).

Korcsoport	Kutyát tartók	Kutyát nem tartók
6 évesek	**t(9)=2.47; P<0.05**	t(9)=1.65; P=0.13, NS
8 évesek	**t(9)=3.04; P<0.05**	**t(9)=6.76; P<0.001**
10 évesek	**t(9)=4.74; P<0.001**	**t(9)=8.51; P<0.001**
felnőttek	**t(9)=13.39; P<0.001**	**t(9)=8.53; P<0.001**

13. táblázat. A különböző csoportok eredményei a véletlen szinttel összehasonlítva (egymintás t-tesztek)

Összehasonlítottuk a különböző csoportok eredményeit egymással is. Ehhez kétutas ANOVÁ-t használtunk, ahol az egyik faktor az életkor, míg a másik faktor a kutyás tapasztalat volt. A csoportok közötti különbségeket Student-Newman-Keuls-post hoc teszttel ellenőriztük. Úgy találtuk, hogy az alanyok kora hatással volt teljesítményükre, kutyás tapasztalataik azonban nem. A tíz évesek több ugatást soroltak a helyes szituációba, mint a hatéves alanyok, míg a felnőttek az összes gyermek korcsoportnál sikeresebbek voltak. Összességében elmondható, hogy a sikeresség a korral nőtt: kétutas ANOVA, corrected model: $F(7,72)=4.52$, $P<0.001$; a kor hatása: $F(3,72)=10.01$, $P<0.001$; a kutyás tapasztalat hatása: $F(1,72)=0.20$, $P=0.65$, NS; interakció: $F(3,72)=0.38$, $P=0.77$, NS, lásd 26. ábra.

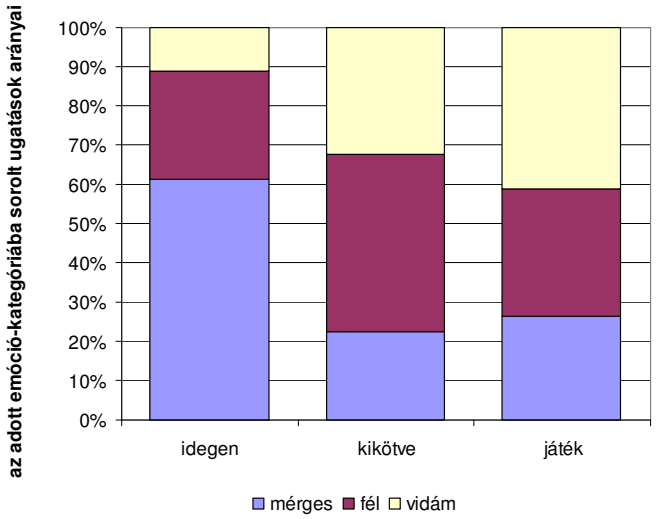


26. ábra. A különböző korcsoportokban sikeresen kategorizált ugatások összehasonlítása (*: $P<0.05$, ***: $P<0.001$)

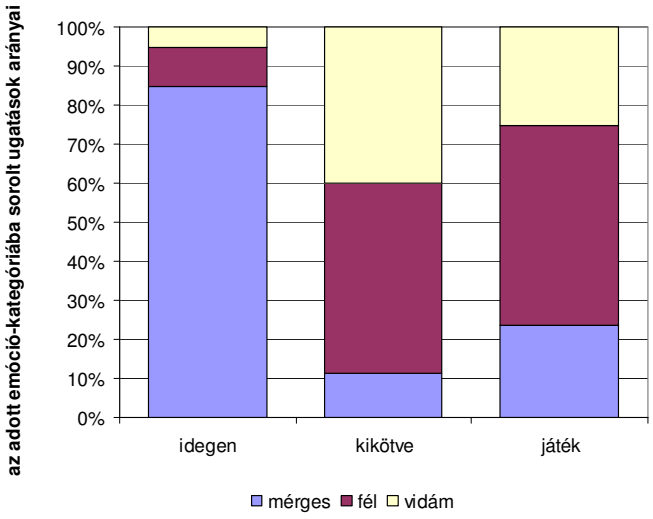
A második alkísérletben az alanyok feladata az ugató kutya motivációs állapotának („hangulatának”) meghatározása volt. Itt is három, előzetesen felajánlott kategóriából

(mérges, fél, vidám) kellett választaniuk. Az eredmények elemzésének első lépéseként külön-külön az egyes korcsoportokban megvizsgáltuk, hogy vajon függ-e az emocionális kategorizáció megoszlása attól, hogy a három helyzet közül melyikben ugatott a kutya. Minthogy az előző alkísérletben nem találtunk semmilyen hatását a kutyás tapasztalatnak, a kutyatartókat és a kutyát nem tartókat a korcsoportokon belül összevontuk ehhez az elemzéshez. χ^2 tesztekkel elemeztünk olyan kontingencia táblákat, amelyekben a hangulati besorolás volt a sorokban, és az ugatás felvételi szituációja az oszlopokban. Minden korcsoportban szignifikáns összefüggést találtunk a kontextusok és az emocionális értékelés megoszlása között (6 évesek: $\chi^2(3)=37.09$, $P<0.001$; 8 évesek: $\chi^2(3)=106.80$, $P<0.001$; 10 évesek: $\chi^2(3)=41.97$, $P<0.001$; felnőttek: $\chi^2(3)=108.70$, $P<0.001$, 27. ábra).

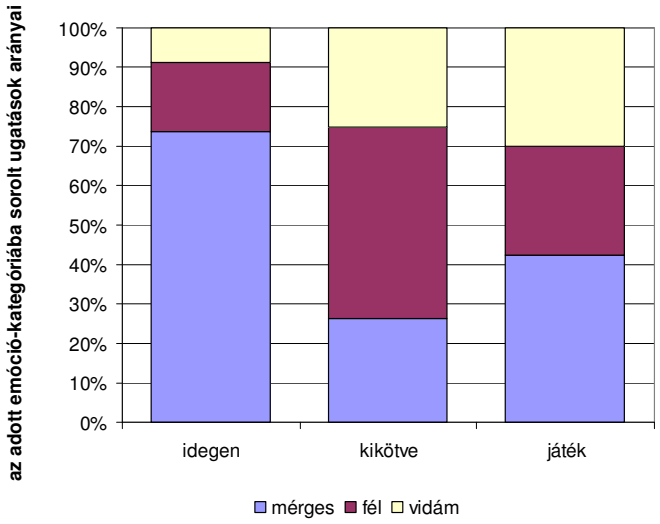
6 évesek



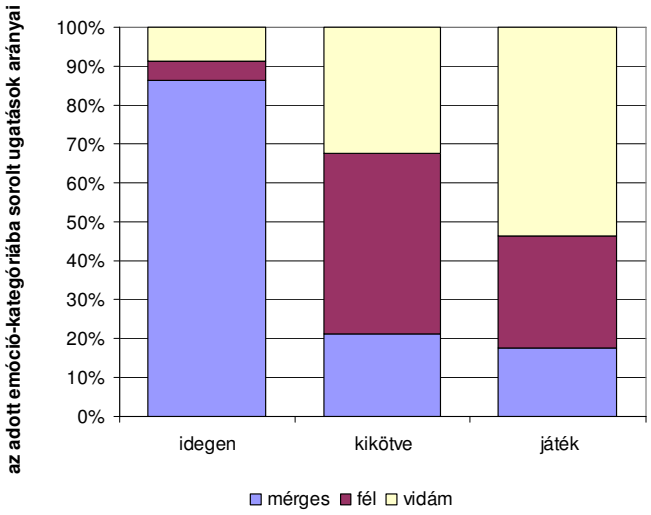
8 évesek



10 évesek



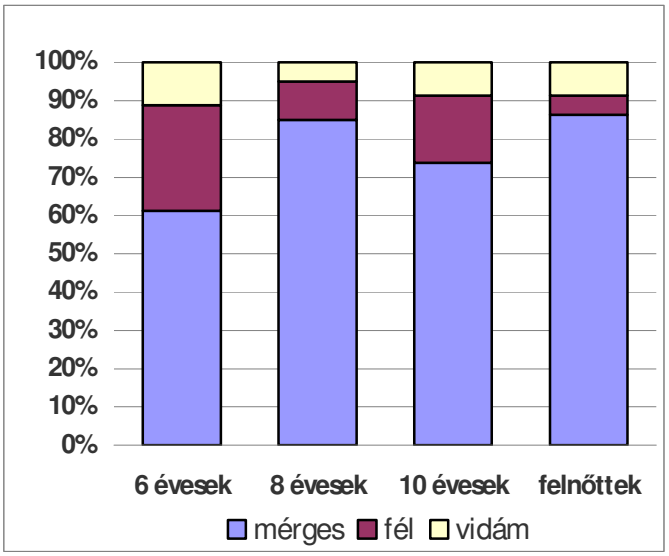
Felnőttek



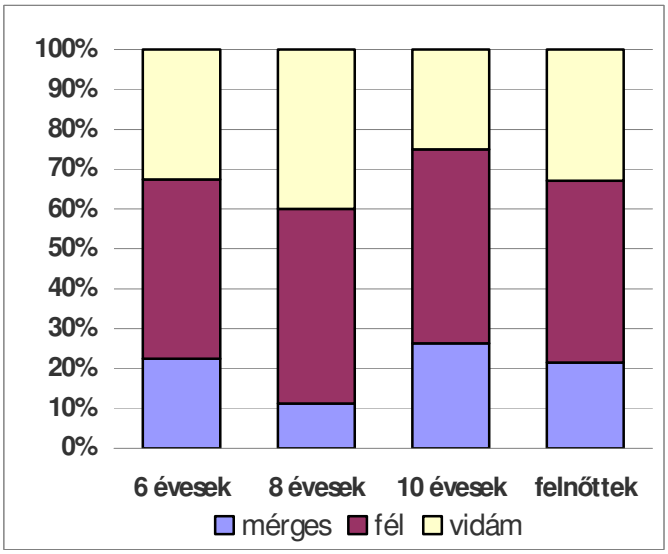
27. ábra. A hangulati besorolás megoszlása az ugatások felvételi helyzete szerint az egyes korcsoportokban

Összehasonlítottuk továbbá különböző korcsoportokba tartozó alanyok motivációs állapot értékeléseit, külön elemezve az eltérő helyzetekben rögzített ugatásokat. Ebben az esetben is kontingencia táblákat elemeztünk teszt segítségével, most a korcsoportok szerepeltek az oszlopokban, és az emocionális kategóriák a sorokban. Úgy találtuk, hogy az idegen, illetve játékos helyzetben rögzített ugatások esetében a hangulati értékelés megoszlása és az alanyok kora között összefüggés volt, a kikötve ugatásoknál azonban nem találtunk összefüggést (idegen: $\chi^2(6)=21.48$, $P<0.01$; kikötve: $\chi^2(6)=7.82$, $P=0.25$ NS; játék: $\chi^2(6)=28.73$, $P<0.001$, 28. ábra).

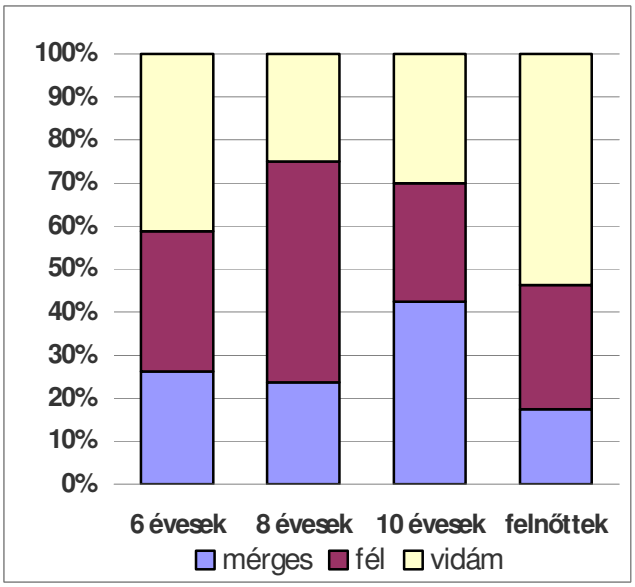
Idegen helyzet



Kikötve helyzet



Játékos helyzet



28. ábra. A hangulati besorolások megoszlása az egyes korcsoportokban, a különböző helyzetekben rögzített ugatások külön grafikonokon ábrázolva

Az idegen ugatásokat a legtöbb alany mérgesnek, míg a kikötve helyzetben felvett hangmintákat félősnek kategorizálta. A gyerekek a felnőtteknél többször sorolták az idegen ugatásokat a félős kategóriába. Talán a játékos ugatások megítélésében találtuk a

legszembetűnőbb eltéréseket a gyerekek illetve a felnőttek értékelései között. A hatévesek szerint a játékos helyzetben ugató kutyák 41 százaléka volt vidám, míg 32 százalékuk félt. A nyolcévesek a legtöbb játékos kutyát félősnek, a tízévesek inkább mérgesnek gondolták. Csak a felnőttek sorolták ezen ugatásokat a vidám kategóriába az esetek több, mint felében.

Értékelés

Úgy találtuk, hogy az összes korcsoportok tagjai (a hatéves kutyát nem tartók kivételével) képesek voltak az ugatásokat a helyes felvételi helyzet kategóriájába sorolni a véletlennél nagyobb valószínűséggel. Az alanyok teljesítménye korukkal javult. A hangulati értékeléskor minden korcsoportban függött a vélt motivációs állapotok megoszlása az ugatás felvételi helyzetétől. A korcsoportok hangulati besorolásai között az idegen és a játékos ugatások esetében találtunk különbséget, a kikötve ugatásoknál nem.

A szituációk meghatározásának korral történő fejlődése élesen különbözik a hangulati értékelés során kapott eredményektől, ahol nem különböztek jelentősen a korcsoportok. Ez a tanulás hatása lehet. Míg az alapvető érzelmek felismerése genetikailag rögzült lehet, e motivációs állapotok valós eseményekhez kapcsolása tanulást igényelhet. A kutyát tartók és nem tartók teljesítménye – hasonlóan korábbi kísérleteink eredményeihez – egyáltalán nem különböztek. Linnankoski és munkatársai (1994) ugyancsak azt találták, hogy a makákó hangok felismerésében nem voltak sikeresebbek azok a gyerekek, akik valamilyen háziállatot tartottak otthon.

A hangulati értékelés esetében a gyerekek alacsonyabb arányban tulajdonítottak pozitív emóciókat a kutyáknak. Míg a felnőttek a játékos ugatások több mint felét vidámnak gondolták, a gyermekek esetében ez az arány csak 25-40 százalék. Másrészről viszont a gyerekek is legtöbbször agresszívnek gondolták az idegen embert ugató kutyát, illetve

félősnek a kikötve helyzetben rögzített ugatást. Az adatok jellegéből fakadóan e különbségek statisztikai igazolására nem volt módunk. Az agresszió gyakori megjelenése a gyerekek hangulati értékelésében azt valószínűsíti, hogy e motivációs állapot felismerése már igen fiatal korban is nagy jelentőséggel bír. A vokális jelzések agresszív töltetének felismerése valószínűsíthetően fontos szociális képesség, amely alapfeltétele a csoport hierarchiájához való alkalmazkodásnak és így a túlélés illetve szaporodási siker maximalizálásának is. Így az evolúció során azok az emberek, akik jobban voltak képesek a vokális jelzéseik alapján meghatározni társaik agresszív belső állapotát, sikeresebbek lehettek azoknál, akik erre kevésbé voltak képesek.

Összefoglaló értékelés

A disszertációban a kutyák vokális jelzéseinek funkcióját vizsgáltuk a kutya-ember illetve a kutya-kutya kommunikációban, elemezve e kommunikációs forma „adó” és „vevő” oldali jellegzetességeit is. A kutyák ugatásai a felvételi szituációk szerint kategorizálhatóak, és a különböző egyedek hangjelzései számítógépes módszerrel megkülönböztethetőek. Az algoritmus átlagosan 43 százalékban (a véletlen egyezést kiküszöbölni hivatott korrekció után 30 százalékban) találta el a hangjelzések megfelelő kontextus kategóriáját. Az általunk alkalmazott osztályozó szoftver eredményessége hasonlónak mutatkozott az emberek egy másik kísérletben mutatott teljesítményhez az idegen és az őrző-védő szituációkban (a kísérletben résztvevő emberek számára is ez volt a legkönnyebben megkülönböztethető, Pongrácz et al., 2005). A séta és a labda szituációkban a számítógépes program felülmúlta az emberek teljesítményét, de a játék és kikötve kontextusokban az emberek jobb felismerési teljesítményt nyújtottak. Itt fontos megjegyeznünk, hogy a két kísérlet metodikájában rejlő alapvető különbségek miatt az eredmények statisztikai összehasonlítására nem volt lehetőségünk.

Az eredmények azt mutatják, hogy a kutyák hangjelzései tartalmazhatnak kontextus-specifikus jellemzőket, amint azt megállapították számos más fajjal kapcsolatban is. (pl. szurikáta: Manser et al., 2002; fehérbarkójú cerkóf, Seyfarth et al., 1980) Ez a jelenség nehezen magyarázható a korábban a kutyák ugatását vizsgáló kutatók körében általánosnak mondható érveléssel, amely szerint a domesztikáció során az ugatás elvesztette azon funkcióját, hogy információt szolgáltasson a hangot adó egyed motivációs állapotáról, esetleg a külső környezet valamely eleméről, vagy lehetővé tegye a kutya egyedi azonosítását. (például Tembrock, 1976, Cohen & Fox, 1976). Yin (2004) mutatott rá először, hogy egyes szituációkban a kutyák hangjelzései akusztikusan különböznek, és a hangjelzés akusztikus

jellemzői az aktuális kontextustól és feltételezhetően a motivációs állapottól függnek. A számítógépes program eredményei mindenképpen azt valószínűsítik, hogy a kutyák ugatásai kontextus-specifikus jelzések.

A számítógépes szoftver 52 százalékos pontossággal volt képes kategorizálni az egyedek hangjelzéseit (a korrigált eredmény sem különbözik számottevően ettől – 50 százalék). Az eredmények azt mutatják, hogy a szoftver sikeresebben kategorizálta az egyedek hangjelzéseit a séta, a kikötve, a labda és játék kontextusokban, de a különbség nem volt szignifikáns. Egy hasonló feladatban az emberek nem tudnak megbízhatóan különbséget tenni különböző egyedek ugatásai között. (Molnár et al., 2006, lásd később).

Az egyedfelismerő feladatban az algoritmus hatékonyabban ismerte fel a labda, a kikötve, a séta és a játék szituációkban hallatott ugatásokat, ellentétben az idegen és az őrző-védő kontextusokkal, amelyeknél a sikerességi ráta alacsonyabb volt. A kontextus kategorizáló feladatnál az algoritmus sikeresebb volt az idegen és az őrző-védő hangjelzések kategorizálásában, és viszonylag kevésbé volt sikeres a kikötve, a játék és a séta helyzetekben rögzített ugatások csoportosításában. Ez a két eredmény arra utal, hogy az idegen és az őrző-védő ugatások kevésbé egyedspecifikusak, a többi szituáció esetében így könnyebb különbséget tenni az egyedek között.

Az emberek és a számítógépes algoritmus teljesítményének összehasonlítása hasznos lehet arra, hogy megértsük milyen mechanizmusok működhetnek az emberi teljesítmény hátterében hangminta kategorizáláskor, noha a teljesítményük csak korlátozottan hasonlítható össze, a két kísérlet módszertani különbözősége miatt. Lényeges különbség a számítógépes analízis és az emberekkel végzett teszt között, hogy az emberek egyszerre több vakkantást hallottak ugyanabból a felvételből, de a szoftver egyidejűleg mindig csak egy vakkantást használt a kategorizációkor. Ez még hangsúlyosabbá teszi bizonyos szituációk esetén a számítógép előnyét az emberek teljesítményével szemben. Mivel az emberek bevonásával

végzett kísérleteinkben azt tapasztaltuk, hogy az ugatások közti szünetek is hatással vannak az emberi döntéshozásra a kutyák motivációs állapotát illetően (a vakkantások között eltelt rövid szünetek miatt az ilyen ugatásokat agresszívként értékelték, míg az ugatások közt eltelt hosszabb időszakokat félelmetesnek, kétségbeesettnek vagy boldognak ítélték), elképzelhető, hogy ezt az akusztikus jellemzőt döntően a kutya motivációs állapota befolyásolja (ezen keresztül pedig eltérő lehet a feltételezhetően különböző motivációs állapotokat előidéző helyzetekben). A kikötve felvett és a játékos ugatásokat értékelve az emberek magasan túlszárnyalták a számítógép eredményeit. Ennek esetleg az lehet az oka, hogy e szituációkban az emberek jobban támaszkodnak az ugatások közti szünetekre, míg a számítógépnek erre nem volt lehetősége.

Egy másik különbség az emberi és a számítógépes tesztek között, hogy a számítógépes algoritmus a kísérlet első fázisaként megtanulta a kutya ugatásainak jellemzőit, míg az emberek csak az előzetes tapasztalataikra hagyatkozhattak, és nem volt lehetőségük tanító hangmintákat tanulmányozni. Az előzetes tanítás elősegítheti a hallgató sikerességi rátáját a játék, a labda és a séta szituációk esetében, mert ezek a kontextusok kevésbé egységesek. További kísérlet szükséges annak kiderítéséhez, hogy az emberi teljesítmény fokozható-e előzetes tanítással. A megszerzett információk szerint a számítógép jelentősen jobban teljesített az egyed kategorizálásában, míg a szituációs csoportosító feladatokban az emberekéhez hasonló szinten teljesített. Ez azt mutatja, hogy az előzetes tanítás jelentősen befolyásolhatja az egyed-kategorizációs képességeket.

A leglényegesebb különbség a számítógépes algoritmus és az emberek között, hogy a számítógép megbízhatóan különbséget tudott tenni az egyedek között, míg az emberek nem. Ez azt jelentheti, hogy vannak ugyan egyéni különbségek a kutyaugatások között, de az embereknek nehézséget jelent ezek felismerése és alkalmazása. Egy másik tanulmányban megállapítottuk, hogy a kutyák képesek különbséget tenni a különböző egyedek ugatásai

között. A három tanulmány alapján feltételezzük, hogy egyéni megkülönböztető jellemzői vannak ugyan a kutyaugatásoknak, de ezek a jellegzetességeket előzetes tanulás nélkül csak az azonos fajhoz tartozók észlelik, az emberek nem.

A számítógépes kategorizáló algoritmusok összevetése az emberek teljesítményével alapvető fontosságú, mert esetenként rávilágíthat a komputerizált módszer hiányosságaira is. Vincent Janik (1999) összehasonlította három, általánosan használt kategorizáló algoritmus és a naiv emberek teljesítményét egy tesztben, amelyben palackorrú delfinek (*Tursiops truncatus*) azonosító füttyjelzéseit kellett egymástól megkülönböztetniük. Az emberek jobban teljesítettek, mint a számítógépes programok.

Véleményünk szerint a számítógép teljesítménye a kontextus-specifikus és egyed-specifikus akusztikus jellemzők különbözőségén alapszik. Ha ezek a jellemzők adott szituációkban véletlenszerűen változtak volna, akkor sem a számítógépes algoritmus, sem az emberek nem ismerték volna fel őket a véletlen választás eredményességénél nagyobb arányban. Megjegyzendő, hogy a tanulmányban ajánlott akusztikus paraméterek egy speciális kísérlet eredményei. E jellemzők, amelyeket az EDS rendszerrel találtunk, alkalmasabbak voltak a kategorizációra, mint a „hagyományos" jellemzők, amelyeket a hangelemző irodalom használ. Mindazonáltal az általunk talált jellemzők értelmezése igen bonyolult. (Bővebben az EDS jellemzők és a hagyományos jellemzők szisztematikus összehasonlításáról lásd: Pachet & Roy, 2007).

Módszertani szempontból a fejlett gépi tanulásos algoritmus, amely állati hangok rendszerezésére és analizálására használható, új lehetőséget kínál az állati kommunikáció megértéséhez. Kutatásunk ezt az új lehetőséget vázolja fel. Fontosnak tartjuk hangsúlyozni, hogy az általunk használt módszer teljesen automatikus (kivéve a hangminták különálló vakkantásokra való szabdalását). A tanító fázis hangjainak felvételi kontextusa és az ugató kutyák egyedi azonosítói ismertek voltak a program számára, de ezen túl az értékelési

folyamat során semelyik fázisnál nem adtunk az algoritmusnak információt, amely segítette volna a hangjelzések kategorizációját. Ez azt jelenti, hogy e folyamat felhasználható bármely más mintacsoportosító probléma megoldásához, a kezelt minta pedig bármilyen, digitalizálható jelzés lehet. Szintén a torzításmentes eredményt garantálja, hogy a kutatók alkalmas hangtani jellemzőket érintő prekoncepciói nem játszanak szerepet a csoportosító jellemzők kialakításakor, és ezáltal olyan új struktúrák fedezhetők fel, amelyek máshogy rejtve maradtak volna. A megszerzett ígéretes eredmények alapján kijelenthető, hogy a gépi tanulásos megközelítés érdemes arra, hogy az etológiai kutatások új eszköze legyen.

Az ugatás kontextusfüggő és egyedi jellegzetességeit is érzékelni tudják más kutyák. Egy, a habituáció-diszhabituáció paradigmán alapuló vizsgálatban a kutyák különbséget tudtak tenni ugyanazon kutya idegent ugató és kikötött hangjai között. Ugyanígy megkülönböztették az azonos helyzetben felvett ugatásokat, ha azok más-más egyedektől származtak. Maros és munkatársai (2008) kimutatták azt is, hogy a megszokottól eltérő kontextusban rögzített ugatást hallva nem csak hosszabb ideig tekintenek a kutyák a hangszóró irányába, de változás következik be a szívfrekvencia-varianciájukban is. Minthogy a kutyák képesek megkülönböztetni a legalább e két helyzetben rögzített ugatásokat, feltételezhetjük, hogy a vakkantás sorozatok bizonyos mértékű kontextuális tartalommal is bírnak számukra. Az ugatás feltételezhetően sokkal komplexebb szerepet tölt be a kutyák közötti kommunikációban, mint azt korábban feltételezték. E kísérletet laboratóriumi környezetben végeztük, ahol igyekeztünk kiszűrni minden zavaró tényezőt. Annak vizsgálatára, hogy a felfedezett jelenség valóban része a kutya természetes viselkedésének, egy újabb kísérletet javaslunk, amelyben a kutyák a természetes környeztükben, a lakóhelyükön, az utca irányából hallják az ugatásokat. Fontosnak tarjuk továbbá azt is megvizsgálni, hogy a kutyák képesek-e különbséget tenni az ismerős és az ismeretlen kutyák ugatásai között. E kérdés vizsgálatára

azonos helyzetben, ismerős és ismeretlen alanyoktól rögzített ugatások lejátszását javasoljuk, egyrészt a kutya természetes környezetében, a kertben, másrészt a laborban. Ez utóbbi esetben a habituáció-diszhabituáció kísérleti paradigma alkalmazása esetén igen figyelmesen kell eljárni a habituációnál használt hangok forrását illetően. Ha ugyanis a habituációra egy ismerős vagy ismeretlen kutya ugatásait használjuk fel, majd a diszhabituációra egy másik ismerős vagy ismeretlen állatét, akkor csak azt mutathatjuk ki újra, amit már kimutattunk: a kutyák képesek két kutya ugatásai között különbséget tenni. Ezért a habituációhoz három (esetleg több) eltérő, de azonos ismertségi kategóriába eső állat hangjait kell felhasználnunk. Ha az alany habituálódik, majd egy másfajta ismertségű kutya hangjaira újra nő a reakciója, akkor állíthatjuk, hogy képes a két hangtípus között különbséget tenni.

E kísérlet eredményeinek publikálása során a lektorok azt a kritikát fogalmazták meg, hogy értékelhetetlenné teheti az eredményeket a gazda jelenléte a kísérlet során. A bírálók véleménye szerint felmerülhet, hogy nem a kutyák, hanem gazdájuk ismerte fel az eltérő helyzetekben illetve eltérő kutyáktól rögzített ugatások közötti különbségeket, a kutyák pedig a gazda viselkedésének megváltozására reagáltak (okos Hans-hatás). E kritika cáfolatára egy kiegészítő kísérletet végeztünk el, amelybe húsz kutyát vontunk be, és azonos helyzetben, de eltérő egyedektől rögzített ugatásokat használtunk fel stimulusként. Az eljárás megegyezett az eredeti kísérlettel, azzal a különbséggel, hogy ebben az esetben a gazdák zenét hallgattak a kísérlet közben egy fejhallgatón keresztül, így ők nem hallhatták a lejátszott ugatásokat. Egy-egy ugatás lejátszása végén a kísérletvezető egy felvillanó fénnyel figyelmeztette a gazdát arra, hogy véget ért a lejátszás, és hívja vissza a kutyáját abban az esetben, ha az elmozdult közben. Eredményeink megegyeztek az eredeti kísérlet eredményeivel. Az ismétléseknek szignifikáns hatásuk volt a hangszóró irányába történő orientáció időtartamára (ismételt méréses ANOVA: $F(3,84)=6.70$), $P=0.001$). A kutyák az első három hangfelvétel lejátszása során habituálódtak (első-harmadik hangra mutatott orientáció, Bonferoni post hoc: $P=0.003$),

majd diszhabituálódtak a negyedik hang hallatán (harmadik-negyedik hangra mutatott orientáció, Bonferoni post hoc: P=0.017). Ezen eredmények is azt erősítik meg, hogy a kutyák valóban képesek diszkriminálni az azonos helyzetben, eltérő kutyáktól felvett ugatások között, még abban esetben is, ha a gazdájuk nem hallja a hangot, így reagálni sem tud az általa esetlegesen felfedezett különbségekre.

Minthogy feltételezésünk szerint az ugatás az ember és a kutya közötti kommunikációban is fontos szerepet játszik, megvizsgáltuk, hogy az emberek milyen típusú információt képesek az ugatást hallva leszűrni. Összehasonlítottuk olyan emberek teljesítményét, akik kutyákkal kapcsolatos tapasztalataikban különböztek: teszteltünk mudis gazdákat (mert a lejátszott hangmintákon csak mudik szerepeltek, a fajták közötti illetve a testméretből adódó hangadási különbségek kiküszöbölésére), egyéb kutyák gazdáit és olyan embereket, akiknek a kísérlet időpontjában és előtte sem volt kutyájuk. Kimutattuk, hogy az emberek a véletlen választás esetén elvárthoz képest jelentősen nagyobb sikerességgel határozzák meg helyesen a hallott hang kontextusát. Úgy találtuk, hogy a kutyákkal kapcsolatos személyes tapasztalatok nem növelik az alanyok által helyesen kategorizált hangok számát. Sem a hangfelvételeken szereplő mudi fajtát birtokló gazdák, sem az egyéb fajtájú kutyák gazdái nem teljesítettek jobban a tesztben, mint nem-kutyás társaik. Az emberek viszonylag jó pontossággal meg tudják állapítani az ugatások felvételi kontextusát, ha azokat az idegen, az őrző-védő és a kikötve helyzetekben rögzítettük. A játék, a séta és a labda szituációkban azonban a teljesítményük kevésbé volt jó. Az idegen, az őrző-védő és a kikötve ugatásokat 45-50 százalékos pontossággal kategorizálták, míg a játék, a séta és a labdát kérő hangjelzéseket mindössze 30 százalékos pontossággal azonosították helyesen. Ezek az eredmények egybevágnak korábbi, számítógépes kísérletünk tapasztalataival, hiszen a kategorizáló program ugyancsak az előbbi szituációknál volt igazán sikeres. Azt a következtetést

vonhatjuk le ezen eredményekből, hogy az utóbbi kontextusokban a különböző egyedek hangjelzései kevésbé hasonlítanak egymásra. Ennek egyrészt az lehet az oka, hogy nem hatott jelentős szelekció az akusztikus jellemzőikre, illetve a kutyák motivációs állapota ezekben a szituációkban nagyon variábilis. Ezzel ellentétben, az idegen és az őrző-védő ugatások, amelyeknél az agresszió dominálhat, és a kikötve (kétségbeesett) hangjelzések jellemzően hasonlóak a különböző egyedeknél.

A kutyák belső állapotát a helyzetek többségében egyöntetűen voltak képesek az alanyok meghatározni, ugyancsak tekintet nélkül kutyás tapasztalataikra. Az agresszióra adott pontszámok az alanyok mindhárom csoportjában az idegent ugató és az őrző-védő helyzetben volt a legmagasabb. A kikötött kutyák ugatásának értékelésekor a félelemre és az agresszióra adták a legmagasabb értékeket. A játékos helyzetben ugató kutyák hangjait pontozva a játékosságra jelentősen magasabb pontszámokat adtak, mint a félelemre vagy a kétségbeesésre. A hallott hangok akusztikai jellegzetességei és az emocionális értékelés összefüggéseit vizsgálva azt találtuk, hogy leginkább a gyors, mély és atonális hangokat vélték az alanyok agresszívnak, a lassú ritmusú magas hangokat kétségbeesettebbnek, míg a tonálisakat inkább játékosnak és vidámnak gondolták. Meg kell jegyeznünk, hogy a kísérlet során az öt emocionális kategóriát (agresszió, félelem, kétségbeesés, játékosság, vidámság) nem azért alkalmaztuk, mert feltételezzük, hogy e belső állapotok mindegyikét át képesek a kutyák élni. Minthogy a kísérlet alanyai emberek voltak, úgy véljük, hogy számukra könnyebb volt antropomorf hangulatokat pontozni, és így összetettebb képet tudtak alkotni a kutyák motivációs állapotáról. Ez utóbbi eredményeket egy újabb kísérlettel is alátámasztottuk, amikor mesterségesen, különálló vakkantásokból előállított ugatás sorozatok értékelésére kértük meg az alanyokat. Azt találtuk, hogy az alanyok vélekedése szerint az agresszív kutyák gyorsan, mélyen és atonálisan, a félelemmel teltek és a kétségbeesettek magasan és tonálisan, a játékosak és a vidámak pedig lassan és magasan ugatnak.

Az emberek teljesítményének értékelésekor azonban nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy a kutyák belső állapotát nem tudjuk ellenőrizni. Mindössze a kommunikációs helyzet körülményeit tudjuk befolyásolni. Így nem is állíthatjuk, hogy az emberek sikeresen határozták meg a kutyák motivációs állapotát, helyesebb annyit mondanunk, hogy az alanyok egységesen alkottak képet a kutyák ő általuk vélt valószínű belső állapotáról abban az esetben, amikor azonos kontextusban rögzített ugatást játszottunk le nekik. E probléma megértéséhez vegyük az idegent ugató helyzet példáját. Protokollunk szerint a kísérletvezető (21-24 éves férfi), akivel azelőtt nem találkoztak a kutyák, megközelítette a kert kerítését, ahol a kutya lakott, eközben pedig felvette a kutyák ugatását. Bár a helyzet minden esetben azonos volt, nem lehetünk biztosak benne, hogy minden kutya azonos motivációs helyzetbe került a kísérletvezető látványára. Szükségesnek érzünk egy olyan kísérletet a jelenség további vizsgálatára, amikor a kerítés előtt nem egy fiatal férfi, hanem egy nő, egy gyermek, egy kutya vagy macska jelenik meg, miközben kizárjuk, hogy a háttérben feltűnjön valami, ami elvonhatja a kutya figyelmét. Hasonló nehézség lehet a „kikötve" helyzet értékelésekor. Minthogy semmilyen objektív eszköz nem állt a rendelkezésünkre a kutyák tényleges belső állapotának megállapítására, szándékoltan nem zártunk ki a mintából egyetlen ugatást sem. Vélhetően így az embereknek lejátszott, kikötve felvett hangminták között nem csupán vélhetően félelemmel telt, de akár agresszív ugatások is voltak. Hasonlóan előfordult olyan játékosként definiált felvételi helyzet, amelyben a kutya meglehetősen mélyen, gyors ritmusban ugatott, amelyről az alanyok többsége azt a következtetést vonta le, hogy a kutya agresszív. Bár tudatában voltunk ennek, a protokoll előírásainak megfelelően kénytelenek voltunk az erre az ugatásra adott válaszokat is a játékos ugatások közé kódolni. Ennek fényében talán még figyelemre méltóbb, hogy mégis találtunk határozott egyezéseket az emberek ítéletében, pusztán a szituációkat figyelembe véve.

Ezek, illetve az előző kísérlet eredményei sok tekintetben egybecsengenek számos faj valószínűsíthetően különböző belső állapotokban hallatott hangjainak konvergens jellemzőivel (Morton, 1977). Mint korábban írtuk, több madár és emlősfaj estében is kimutatták, hogy agresszív motivációs állapotot kiváltó kontextusokban hangjaik általában mélyek és atonálisak, míg „barátságos" belső állapotban és szubmisszív helyzetben magas és tonális hangokat adnak. Eredményeink alapján valószínűsíthető, hogy az emberek megőrizték képességüket, hogy a hallott hang tonalitása és frekvenciája alapján képet alkossanak a hangot adó állat belső állapotáról. A mélyebb hangokat agresszívnak, a magasakat kétségbeesettebbnek, játékosnak és vidámnak vélik. A tonalitás szerepét is sikerült kimutatnunk: az atonális hangok inkább agresszívnak, a tonálisak játékosnak-vidámnak „minősülnek".

A mély hangok vélhetően azért kapcsolódnak az agresszív belső állapothoz, mert, „őszinte" jelzéseket feltételezve, jól becsülhető segítségükkel a hangot adó egyed testmérete és ezen keresztül ereje, így egy esetleges összecsapás lehetséges kimenetele is. A magas és tonális hangok általában a fiatal egyedekre jellemzőek, és a velük szemben az agresszió valószínűségének csökkenését, valamint a gondoskodó viselkedést válthatják ki.

Az ugatás egyik legjellegzetesebb tulajdonsága, hogy nem folyamatos, mint a vonítás, hanem ismétlődő vakkantás sorozatokból áll. Ez a jellegzetessége megnöveli az általa átvihető információ mennyiségét, hiszen a vakkantások közötti szünetek hosszának illetve a sorozatok hosszúságának változtatásával módosítható a jelzés üzenettartalma. Az emberek e paraméterre is érzékenyek, hiszen csupán e jellegzetesség változtatásával megváltozott a kutyák belső állapotáról alkotott elképzelésük. Azokat az ugatásokat, amelyekben a vakkantások gyors ritmusban követték egymást (tehát közöttük kevés idő telt el), azokat agresszívnak vélték, míg a lassabb ritmusú ugatás esetében kevéssé agresszívnak, inkább kétségbeesettnek vagy

játékosnak vélték az ugató kutyát (a lejátszott hangmintákat ebben az esetben tíz különböző kutya ugatásaiból vágtuk össze, Pongrácz et al, 2006).

A repetitív jelleg miatt az ugatás értelmezhető az úgynevezett tónusos kommunikáció (tonic communication) elmélet keretein belül is (Schleidt, 1973). Az elmélet szerint az ismétlődő jelzések úgymond analóggá teszik a digitális jeleket, miközben megőrzik a digitális jelleg előnyeit is. A digitális jelek, bár kevéssé érzékenyek a környezeti tényezőkre, így kisebb valószínűséggel értelmezik félre őket, önmagukban nem alkalmasak a vevő egyed viselkedési válaszának „finomhangolására". Ismétlésükkel viszont növelni lehet a viselkedési válasz amplitúdóját, illetve időtartamát. Számos állatfaj esetében kimutatták, hogy ismétlődő jelzéseik megváltozott erősségű választ váltanak ki a vevő egyedekben. A mézelő méhek (*Apis mellifera*) vibrációs tánca tónusosan hat a többi dolgozó kereső magatartására a kaptáron belül (Schneider et al., 1986). Számos ürgefaj ismétlődő vészkiáltásai hosszabb ideig tartó éberséget váltanak ki a vevőkből (például kaliforniai ürge, *Spermophilus beecheyi*, Loughry & McDonough, 1988; Richardson ürge, *Spermophilus richardsonii*, Sloan & Hare, 2004)

Eredményeink azt mutatják, hogy az emberek nem képesek megbízhatóan megkülönböztetni a kutyákat ugatásuk alapján (kivéve, ha legalább öt vakkantás hallanak, és azokat idegen helyzetben rögzítették). A sikerességük átlagosan 65-70 százalékos, miközben a véletlen szint 50 százaléknál van, a kutyás tapasztalat ezt nem befolyásolja jelentősen. Az atonálisabb ugatások esetében jobban teljesítettek, mint a tonálisabbakat hallva, a vakkantások frekvenciája nem, de a felvételi helyzete hatással van a teljesítményükre.

Más állati hangoknál több esetben is úgy találták, hogy a tonális hangok alkalmasabbak az egyedi megkülönböztetésre (pl. Rendall et al., 1998), e vizsgálatokat azonban olyan hangjelzésekkel végezték, amelyek általában igen tonálisak, tehát a hangszálak egyenletes,

szabályos rezgése alakítja ki őket, és a zaj másodlagos szerepet tölt be bennük. Ezzel ellentétben a kutyaugatás alapvetően atonális hangadási forma, ahol az energia nagy része a kaotikus, irreguláris rezgésekbe koncentrálódik. A 20. ábrán látható vakkantás-szonogrammokon alig fedezhetőek fel harmonikus elemek, így az alanyok meglehetősen alacsony diszkriminációs sikeressége illeszkedik más vizsgálatok eredményeihez.

Ellentétben másokkal, mi úgy találtuk, hogy a kevésbé tonális ugatások esetében némileg növekedett a sikeresség. Fitch (2002) szerint némi instabilitás a hangszalagok rezgésében növelheti az egyedi felismerhetőséget, mivel kiemelheti a formantfrekvenciákat. Ez a hangszálak nem lineáris dinamikájának adaptív értéket is kölcsönözhet. Ez a hipotézis azonban megint csak nehezen alkalmazható az ugatásra, lévén, hogy Fitch alapvetően tonális hangok vizsgálatából született eredmények alapján vonta ezt le. A zajos komponensek aránya az egyes kutyák ugatásában azonban egyedfüggő akusztikus bélyeg lehet, ilyenformán alkalmas lehet arra, hogy ezt felismerve megkülönböztethetővé váljanak az egyedek. E hipotézis vizsgálatához azonban további vizsgálatok szükségeltetnek.

Úgy találtuk, hogy az idegen helyzetben rögzített ugatásokat hallva voltak a résztvevők a legsikeresebbek. Ennek oka talán az, hogy ebben a helyzetben magas lehet a kutyák arousal szintje. Már egy viszonylag csekély változás az arousal szintben is jelentős változásokat indukálhat a gége alatti légnyomásban, amely befolyásolhatja a hangszálak rezgését, így a hallható ugatás minőségét. Egy másik vizsgálatunkban egy számítógépes algoritmus segítségével kimutattuk, hogy idegen helyzetben a kutyák ugatása jobban sztereotipizált, és a program az idegen ugatások alapján kevésbé sikeresen volt képes az egyedeket azonosítani. Ez a két eredmény ellentétben áll egymással, az ellentmondás feloldásához további vizsgálatok szükségesek.

Az első alkísérletben volt különbség a különböző típusú kutyás tapasztalattal rendelkező alanyok eredményei között, a másodikban nem. Minthogy azonban egyik csoport

teljesítménye sem haladta meg a megbízható diszkriminációhoz szükséges 1,0-s szintet, az első kísérletben talált különbség valószínűleg nem tekinthető valós különbségnek. Egyik másik kísérletünkben sem találtunk jelentős különbségeket a kutyások és a nem kutyások eredményei között.

Az ugatást hallgató emberek vizuális tapasztalatainak esetleges hatását is megvizsgáltuk. Ekkor vak és látó emberek teljesítményét hasonlítottuk össze, hiszen a születésüktől vakok tesztelésekor biztosak lehetünk abban, hogy még sohasem láttak kutyát. Eredményeink szerint nem különbözött a teljesítményük jelentősen látó társaikétól. Nem találtunk szignifikáns különbséget a látó és a nem látó emberek találati sikerességében, amikor a hallott ugatás valószínű felvételi szituációját kellett megjelölniük. A kutyák lehetséges belső állapotát is hasonlóképp határozták meg. Természetesen a születésüktől vak emberek is hallottak már kutyát életük során, így a tanulás szerepét nem tudjuk teljes mértékben kizárni. A vizuális információ hiánya mindazonáltal megfosztja őket a kommunikációs helyzetekről a látó emberek rendelkezésére álló emlékek nagy részétől. Ez a körülmény nagy valószínűség szerint csökkentené sikerességüket, ha a tanult ismeretek domináns szerepet játszanának a kutyaugatás értelmezésében. Egy olyan kísérlet lenne az ideális e jelenség vizsgálatára, amelynek alanyai olyan személyek, akik még soha nem találkoztak kutyával. Ilyen kísérleti csoportot talán néhány természeti nép kivételével nem lehet találni.

Minthogy az információ túlnyomó része vizuális, a vak emberek jelentős hátrányt szenvednek a látókkal szemben. A hallás számukra így sokkal nagyobb jelentőséggel bír, egyes kutatók úgy vélik, hogy az idegrendszer plaszticitása folytán ezért a megmaradó érzékek továbbfejlődhetnek, mintegy kompenzálva a látás kiesése jelentette hiányosságot (Lassard et al., 1998). Néhány tanulmány eredménye azt valószínűsíti, hogy a vak emberek nagyobb sikerességgel képesek különbséget tenni a hallott hangok között, illetve jobban képesek azt lokalizálni, mint a látók. Voss és munkatársai (2004) kimutatták, hogy a vakok

(közöttük azok is, akik csak néhány évvel a kísérlet előtt vesztették el a látásukat) jobban teljesítenek a letakart szemű látóknál, amikor egy halk hangot kellett azonosítani, hangos alapzaj mellett. Hasonló eredményre jutottak egy korábbi kísérletükben Lassard és munkatársai (1998), ahol azt is kimutatták, hogy a vakok különösen sikeresebbek a látóknál, amikor csak az egyik fülükkel érzékelt hangokra támaszkodhatnak a hang irányának meghatározásakor. Továbbá azok a látássérült emberek, akik perifériális látásuk néhány százalékát megőrizték, rosszabbul teljesítettek a tesztben, mint a teljesen vakok. Ezt az eredményt a kutatók a kompenzációs hipotézisük megerősítéseként értelmezték.

Az emberek kutyaugatás-értékelő képességének egyedfejlődését vizsgálva összehasonlítottuk a hat-, nyolc- és tízéves gyerekek illetve a felnőttek tesztben mutatott képességét. Azt találtuk, hogy bár az életkorral nőtt a helyesen kategorizált ugatások száma, a hatéves, kutyát nem tartó gyerekek kivételével minden csoport tagjai több hangot soroltak a valós szituáció-kategóriába, mint az a véletlen választás esetén várható lett volna. A hangulati értékeléskor minden korcsoport tagjai különbséget tettek az idegent ugató, a kikötött és a játékos kutyák hangulata között. Az idegen illetve a játékos helyzet megítélésében a korcsoportok között különbségeket mutattunk ki. Hasonlóan a többi kísérletünk eredményeihez, ebben a tesztben sem tudtunk különbséget kimutatni a kutyatartók és a kutyát nem tartók teljesítménye között. Ez a sokszorosan megerősített tény azt valószínűsíti, hogy a kutyával való együttélés során az emberek nem jutnak olyan mennyiségű többletinformációhoz, amely jelentős hatással volna eredményeikre. E jelenség nem feltétlenül erősíti feltételezésünket, miszerint az emberek bizonyos mértékű genetikailag rögzült képességgel rendelkeznek arra, hogy az állati hangokat hallva, azok akusztikai jellemzői alapján képet alkossanak az állat feltételezhető belső állapotáról. A kutyával nem rendelkezők hasonló teljesítménye annak a következménye is

lehet, hogy mindennapi életük során ők is sok ugató kutyával találkoznak, így alkalmuk nyílhat a tanulásra.

Ezt a vélekedést azonban gyengítik Linnankoski és munkatársainak (1994) eredményei, akik úgy találták, hogy a gyerekek az általuk feltételezhetően még sosem hallott makákó hangokat is képesek egyöntetűen kategorizálni a mögöttük rejlő emóciók alapján. Ebből arra következtethetünk, hogy az alapvető érzelmek akusztikus kódolása hasonló lehet a legtöbb emlősfaj esetében, ahogy azt Morton (1977) valószínűsíti, és a gyermekek ezeket az akusztikus jellegzetességeket a fajtól függetlenül képesek felismerni. Számos vizsgálat megerősítette, hogy a gyerekek képesek érzelmi töltetet tulajdonítani olyan hangoknak is, amelyek nem érthetők számukra. Afrikai (németül nem beszélő) és német gyerekek is hasonló érzelmi jelleget tulajdonítanak egy felolvasott német nyelvű szövegnek, az olvasó hanglejtését alapul véve (Breitenstein et al., 2001). Ha gyors volt a felolvasás, boldognak vagy félelemmel telinek vélték, míg ha lassú, akkor inkább szomorúnak gondolták. A folyamatosan változó hangmagasságú beszédet vidámként, mérgesként, illetve félősként azonosítják, ellentétben az állandó hangmagasságú beszéddel, amelyet a szöveg értelmezhetőségétől függetlenül szomorúnak vélnek. Ezek az eredmények a ritmus, és a frekvencia szerepét jelzik az emóciók értelmezésében. A ritmus és a hangmagasság váltakozásának szerepe egybevág a mi eredményeinkkel, amikor a mesterségesen előállított vakkantás sorozatokat hallva az alanyok belső állapotról alkotott képét alapvetően befolyásolta a vakkantások közötti szünetek hossza illetve az ugatás frekvenciája. Korábbi kísérleteinkben kimutattuk, hogy a felnőtt alanyok számára is nehézséget okoz a játékos ugatások helyes megítélése, és kevéssé egyöntetűen társítanak hozzájuk lehetséges motivációs állapotokat is. Hasonló eredményeket kaptunk a gyerekek esetében is. Ennek oka az lehet, hogy az állatok játékos viselkedése számos, eltérő motivációs hátterű magatartáselemet foglal magában (például predációs viselkedéselemeket vagy a szexuális magatartásra jellemző magatartáselemeket), így valószínűsíthető, hogy e

viselkedés közben hallatott hangjuk emocionális töltete is sokszínű. Ez a jellegzetesség megnehezíti az ugatás helyes kategorizációját.

Míg az érzelmi értékelést elemezve nem tudtunk kimutatni egyértelmű, az életkorral változó trendet a korcsoportok között, az eltalált helyzetek számát tekintve az életkor növekedésével az alanyok egyre sikeresebbé váltak a tesztben. Ez arra utal, hogy a szituációk azonosításában jelentős szerepe van a tapasztalatnak. Eredményeink alapján azt gondoljuk, hogy az alapvető érzelmeket már a hatéves gyerekek is képesek beazonosítani az ugatásokat hallva, de a kommunikációs kontextus hozzákapcsolása a felismert emóciókhoz az idősebb korosztályok számára könnyebb.

Ahhoz, hogy egy kommunikációs jel betöltse funkcióját, tehát a jelet adó egyed számára adaptív módon változtassa meg a vevő egyed viselkedésének valószínűségi mintázatát (Slater, 1985), arra van szükség, hogy a jelnek belső állapot-, esetleg kontextusfüggő jellegzetességei legyenek. Ezen túl szükséges, hogy a vevő egyed biztonsággal legyen képes a jelből meghatározni az adó egyed motivációs állapotát, esetleg felismerje a külső környezet bizonyos elemeire utaló információt (pl. Hauser, 1996, 2000). Kísérleteinkben kimutattuk, hogy a kutyaugatás megfelel e feltételeknek, hatékony rendszerként szolgálhat mind a kutyák közötti, mind a kutya és az ember közötti kommunikációban.

A kutya és legközelebbi rokona, a farkas életmódja mára igen különbözővé vált. Mivel a kutya és vadon élő rokonai életmódjában az ember közelsége a döntő különbség, elképzelhető, hogy vokális repertoárjuk különbségeit okozhatta maga a domesztikációs folyamat. Az ember, miközben háziasította, és különféle célokra szelektálta a kutya ősét, kiválogatta azokat az egyedeket, amelyek a tőlük elvárt feladatokat a legjobban hajtották végre. Így a kutyák egyes tulajdonságait az ember szándékosan alakította céljainak megfelelően (Clutton-Brock, 1995, Feddersen-Petersen, 2000). A kutya és az ember

együttélése megkívánta a hatékony együttműködést, ami pontos kommunikációt feltételez. Ezért feltételezhető, hogy az ember azokat a kutyákat szaporította tovább, amelyek képesek voltak kommunikálni vele, megkönnyítve ezzel a munkavégzést. Ennek a kommunikációnak lehetett hatékony eleme az ugatás. Ily módon azok a kutyák, amelyek többféleképpen tudtak ugatni, és ezeket az ugatástípusokat egy-egy belső állapothoz, és ezen keresztül kontextushoz tudták kapcsolni, szelekciós előnyt élvezhettek kevésbé vokális társaikkal szemben.

Melyek az emberhez közeli életmód azon elemei, amelyek hatással lehettek az ugatás evolúciós fejlődésére? A kutyák életkörülményeik folytán sokkal kisebb területet birtokolnak, mint a farkasok. Ezt a kis területet sokkal gyakrabban „fenyegetik" betolakodók, mint a farkasét. Korábban láttuk, hogy a farkasok is ugatnak territoriális fenyegetettség közben, így ebben a kommunikációs helyzetben az ugatás gyakoriságának növekedése részben a stimulusok frekvenciájának növekedésével magyarázható. Ez a viselkedés folyamatos megerősítést nyerhet, amikor egy kerítés mellett elhaladó járókelő, miközben ugat a rezidens kutya, továbbmegy, mintegy elhagyja a kutya territóriumát. Ezzel a kutya „sikeresen" alkalmazta az ugatást, mint a behatoló elriasztásának eszközét. Az idegen személy megugatására hathatott tehát pozitív szelekció: a kutya feladata lehetett a tábort fenyegető idegenek, vadállatok jelzése az embernek. Számos munkakutya feladatának fontos része ma is az ugatással történő jelzés az ember felé, gondoljunk csak az őrkutyákra, a mentőkutyákra vagy a vadászkutyákra. Fox (1976) szerint a szociális interakciók gyakoriságának növekedése szelekciós tényezőként hat a csoportot alkotó egyedek kommunikációs képességeinek kifinomultabbá válására. A pontosabb információt átadni és felfogni képes egyedek hatékonyabban működhetnek együtt, mint kevésbé kommunikatív társaik, így szelekciós előnyhöz juthatnak azokhoz képest. Tehát a gyakori interakciókat eredményező szociális környezet valószínűleg mindkét kommunikáló fél – az adó és a vevő – kommunikatív képességeit fejleszti.

Kísérleteink számos általános kutatás-módszertani ismerettel szolgáltak. Mindeddig igen kevesen alkalmazták az embert alanyként az állati hangjelzések kommunikatív funkcióinak vizsgálatában (viszont lásd Owren & Nicastro, 2003; Linnankoski et al., 1994). Az emberek vizsgálatakor pontosabb képet alkothatunk reakcióikról, mint az állatok esetében. Az alanyok szóban tudnak válaszolni a kísérletvezető kérdéseire, és számos zavaró hatás is kizárható, hiszen a kísérlet megkezdése előtt a kísérletvezető pontosan tudja tájékoztatni őket arról, hogy hogyan kell viselkedniük a teszt során. Ez különösen fontos az olyan, a zavarásokra különösen érzékeny kísérleti módszerek alkalmazásakor, mint például a szívfrekvencia-mérés. Az állat mozgásából adódó műtermékek a regisztrátumon sokszor megnehezíthetik a mért adatok értelmezését. Az ELTE Etológia Tanszéken dolgozó kollégáink jelenleg is végeznek olyan kísérleteket, amelyekben a kutyaugatás hallatán az emberek szívfrekvenciájában megjelenő reakciókat vizsgálják (Takács et al., publikálatlan adat).

A kutya ideális alanynak bizonyult az állati vokális kommunikációs rendszerek általános jellegzetességeinek vizsgálatához. Még a városi környezetben is számos hozzáférhető egyedet lehet találni, így az összetett vizsgálatokhoz szükséges speciális kísérleti csoportok mérésekor is összegyűjthető a statisztikai elemzéshez szükséges számú alany. A kutyák ugatása, komplex és változatos rendszer lévén modellként szolgálhat az állati kommunikáció alapvető szabályainak kutatásában.

Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy kutatásaink során kimutattuk, hogy a kutyaugatás egy igen komplex, kontextusfüggő vokális kommunikációs rendszer, amely nemcsak a kutyák, de az emberek számára is értelmezhető.

Köszönetnyilvánítás

Ez a dolgozat nem születhetett volna meg számos ember segítsége nélkül, akiknek itt köszönetet mondok. Igyekeztem minél több emberre visszaemlékezni, akik segítettek a munkám során, mégis biztos vagyok benne, hogy sokakat kifelejtettem, őtőlük előre is elnézést kérek.

Legnagyobb hálával témavezetőmnek, Pongrácz Péternek tartozom, akivel már 2002-óta együtt dolgozunk. Szakmai tanácsaival és segítőkészségével pótolhatatlan módon járult hozzá a munka sikeréhez.

Hasonlóan hálás vagyok Miklósi Ádámnak, az ELTE Etológia Tanszék vezetőjének, aki időről időre, objektív szemlélőként hasznos tanácsokkal szolgált, amelyek nagyban előmozdították a kutatásunk fejlődését.

Minhogy az akusztikus kommunikáció vizsgálatához elengedhetlenül szükséges többféle technikai eszköz hozzáértő kezelése, Dóka Antal hozzájárulása a hangfelvevő eszközök és számítógépes programok üzemeltetéséhez elengedhetetlen volt. Köszönöm ezentúl Dóka Antal teoretikus tanácsait, és azt, hogy nem veszítette el a gyűrűket abban a kínos szituációban.

Köszönettel tartozom családomnak, feleségemnek, Molnár Andreának, anyámnak, apámnak, húgomnak, akik mindvégig segítették kutatómunkámat.

Bár az ELTE Etológia Tanszék munkatársai közül csak néhány embert említek név szerint, valójában nagyon sokuknak vagyok hálás, kisebb-nagyobb segítségükért. Sokan közülük részt vettek az ugatások értékelésében, mások a kutyájukat hozták be a tesztekre, megint mások statisztikai és kódolási szakértelmükkel segítették a munkánkat. Külön köszönöm Gácsi Mártának, hogy lehetőséget biztosított a Top Mancs kutyaiskolában az ugatások felvételére, és a leendő alanyokkal való ismerkedésre.

Kutatásaink kezdetén el sem tudtunk volna indulni, ha Zsebők Sándor nem bocsátja nagylelkűen rendelkezésünkre saját maga által írt hangelemző programját, amelyet az igényeinknek megfelelően módosított is.

Pongrácz Celeste mindig alapos angol anyanyelvi lektora volt tudományos közleményeinknek, köszönet illeti érte.

A felvételeken szereplő illetve a viselkedési tesztekben résztvett kutyák gazdái nagy áldozatot hoztak, amikor segítették munkánkat, közülük is különösen Bodnár Ildikónak, Wenzel Katalinnak és Pentz Katalinnak szeretném megköszönni, akik kutyáit számos alkalommal vizsgáltuk. Hasonlóan hálás vagyok Balázs Zsófiának, aki amellett, hogy sokszor állt sok kutyájával a rendelkezésünkre, segített más mudisokkal felvennünk a kapcsolatot.

A vak emberek vizsgálatához sokat segített Szabó Tiborné, a Magyar Vakok és Gyengénlátók Országos Szövetségének alelnöke. A gyerekek vizsgálatához elengedhetetlen volt Csinos Erikának, a Mákvirág Óvoda vezetőjének, Plutzer Margitnak, a Gyöngyszem Óvoda vezetőjének, Tóth Bélánénak, az Ady Endre Általános Iskola igazgatójának, Kozel Tibornénak, a Zrínyi Miklós Általános Iskola igazgatójának illetve Forgács Annának, a Tátra Téri Általános Iskola igazgatójának hozzájárulása.

Az Európai Unió Marie Curie kutatói ösztöndíja jóvoltából alkalmam nyílt 2005-ben fél évet a Sussexi Egyetem pszichológiai tanszékén dolgozni. Ez idő alatt Karen McComb és David Reby irányította a munkámat, köszönöm a segítségüket.

Levélváltásaink során szívélyesen segítette a munkánkban felmerülő nehézségek leküzdését Tobias Riede, Marc Hauser, Eiji Yumoto, Karl-Heinz Frommolt és Marcos Gridi-Papp, akiknek hálás vagyok.

Idézett irodalom

Abraham, R. L. (1974) Vocalizations of the mallard (*Anas platyrhynchos*). *The Condor* 76, 401-420.

Arenz, C. L. & Leger, D. W. (2000) Antipredator vigilance of juvenile and adult thirteen-lined ground squirrels and the role of nutritional need. *Animal Behaviour*, 59, 535-541.

Au, W. W. (1994) Comparison of sonar discrimination: dolphin and an artificial neural network. *Journal of Acoustical Society of America*, 95, 2728-2735.

Au, W. W., Andersen, L. N., Rasmussen, R., Roitblat, H. L. & Nachtigall, P. E. (1995) Neural network modeling of a dolphin's sonar discrimination capabilities. *Journal of Acoustical Society of America*, 98, 43-50.

Bard, S. C., Hau, M., Wikelski, M. & Wingfield, J. C. (2002) Vocal distinctiveness and response to conspecific playback in the spotted antbird, a neotropical suboscine. *The Condor*, 104, 387-394.

Barlow, W., Lai, N. Y. & Azen, S. P. (1991). A comparison of methods for calculating a stratified kappa. *Statististics in Medicine*, 10, 1465-1472.

Bee, M. A., Kozich, C. E., Blackwell, K. J. & Gerhardt, H. C. (2001) Individual variation in advertisement calls of territorial male green tree frogs, *Rana clamitans*, implications for individual discrimination. *Ethology*, 107, 65-84.

Beeman, K. (1997) Digital signal analysis, editing, and synthesis. In: Hopp, S. L., Owren, M. J. & Evans, C. S. (eds.) Animal Acoustic Communication. Springer, New York

Bergeron, B. P. (2003) Bioinformatics Computing. New York: Prentice-Hall

Berk, S., Doehring, G. D. & Bryans, B. (1983) Judgments of vocal affect by language-delayed children. *Journal of Communication Disorders*, 16, 49-56.

Bleicher, N. (1963) Physical and behavioral analysis of dog vocalizations. *American Journal of Veterinary Research*, 24, 415-427

Blumstein, D. T. (2002) The evolution of functionally referential alarm communication: multiple adaptations; multiple constraints. *The Evolution of Communication* 3, 135-147

Bogacz, R. & Brown, M. W. (2003) Comparison of computational models of familiarity discrimination in the perirhinal cortex. *Hippocampus*, 13, 494-524.

Breitenstein, C., Van Lancker, D. & Daum, I. (2001) The contribution of speech rate and pitch variation to the perception of vocal emotions in a German and an American sample. *Cognition & Emotion*, 15, 57-79.

Bugnyar, T., Kijne, M. & Kotrschal, K. (2001) Food calling in ravens: are yells referential signals? *Animal Bahaviour*, 61, 949-958

Burghardt, T. & Calic, J. (2006) Analysing animal behaviour in wildlife videos using face detection and tracking. *IEEE Proceedings - Vision, Image, and Signal Processing*, 153, 305-312.

Burghardt,T., Thomas, B., Barham, P. J. & Calic, J. (2004) Automated visual recognition of individual African penguins. *Proceedings of Fifth International Penguin Conference*, September 2004.

Cabral, G., Pachet, F. & Briot, J. (2005) Automatic X traditional descriptor extraction: The case of chord recognition. *Proceedings of the 6th International Conference on Music Information Retrieval*, London, U.K., September 2005.

Calic, J., Campbell, N., Calway, A., Mirmehdi, M., Burghardt, T., Hannuna, S. & Kong, C. (2005) Towards intelligent content based retrieval of wildlife videos. *Proceedings of the Sixth WIAMIS*, April 2005

Ceugniet, M. & Izumi, A. (2004) Vocal individual discrimination in Japanese monkeys. *Primates*, 45, 119-128.

Cheney, D. L. & Seyfarth, L. M. (1986) The recognition of social alliances by vervet monkeys. *Animal Behaviour*, 34, 1722-1731.

Cheney, D. L. & Seyfarth, R. M. (1982) How vervet monkeys perceive their grunts: field playback experiments. *Animal Behaviour*, 30, 739-751.

Clements, M. (1997) Digital signal acquistion and representation. In: Hopp, S. L., Owren, M. J. & Evans, C. S. (eds.) Animal Acoustic Communication. Springer, New York

Clutton-Brock, J. (1995) Origins of the dog: domestication and early history. In: Serpel, J. (ed.) The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people. Cambridge: Cambridge University Press

Cohen, J. A. & Fox, M. W. (1976) Vocalization in wild canids and possible effects of domestication. *Behavioural Processes*, 1, 77-92

Cortopassi, K. A. & Bradbury, J. W. (2000) The Comparison of Harmonically Rich Sounds using Spectrographic Cross-correlation and Principal Coordinates Analysis. *Bioacoustics*, 11, 89-127

Coscia, E. M., Phillips, D. P. & Fentress, J. C. (1991) Spectral analysis of neonatal wolf *Canis lupus* vocalizations. *Bioacoustics* , 3, 275-293

Crockford, C. & Boesch, C. (2003) Context-specific calls in wild chimpanzees, *Pan troglodytes verus*: analysis of barks. *Animal Behaviour*, 66, 115-125

Csányi, V. (1994) Etológia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest

Darwin, C. R. (1872) The expression of the emotions in man and animals. London: John Murray

Defréville, B., Roy, P., Rosin, C. & Pachet, F. (2006) Automatic Recognition of Urban Sound Sources. *Proceedings of the 120th AES Conference*

Donga, S. & Clayton, D. F. (2009) Habituation in songbirds. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92, 183-188

Dusenbery, D. B. (1992) Sensory Ecology: How Organisms Acquire and Respond to Information. New York: Freeman

Ehter, G. & Riecke, S. (2002) Mice and humans perceive multiharmonic communication sounds in the same way. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 99, 479-482

Eisenberg, J. F., Collins, R. L. & Wemmer, C. (1975) Communication in the Tasmanian Devil (*Sarcophilus harrisii*) and a survey of autitory communication in the Marsupialia. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 37, 379-399

Ekman, P., Friesen, W. V., & Ellsworth, P. (1982) What emotion categories or dimensions can observers judge from facial behavior? In P. Ekman (Ed.), *Emotion in the human face* (pp. 39-55). New York: Cambridge University Press

Enggist-Dueblin, P. & Pfister, U. (2002) Cultural transmission of vocalization in ravens, *Corvus corax*. *Animal Behaviour*, 64, 831-841

Evans, C. S. & Evans, L. (1999) Chicken food calls are functionally referential. *Animal Behaviour*, 58, 307-319

Falls, J. B. (1992) Playback: a historical perspective. In: McGregor, P. K. (ed.) Playback and studies of animal communication. Plenum Press, New York

Feddersen-Petersen, D. U. (2000) Vocalization of European wolves (*Canis lupus lupus L.*) and various dog breeds (*Canis lupus f. familiaris*). *Arch. Tierz, Dummerstorf*, 43, 387-397

Fielding, A. H. (1999) Machine learning methods for ecological applications. New York: Kluwer Academic Publishers.

Fischer, J. (1998) Barbary macaques categorize shrill barks into two call types. *Animal Behaviour*, 55, 799-807.

Fitch, T. W. & Hauser, M. D. (1995) Vocal production in nonhuman primates: acoustics, physiology, and functional constraints on 'honest' advertisement. *American Journal of Primatology*, 37, 191-219.

Fitch, W. T. & Hauser, M. D. (2004) Unpacking „honesty": vertebrate vocal production and the evolution of acoustic signals. In: Simmons, A., Fay, R. R., Popper, A. N. (eds.) Acoustic communication. Springer handbook of auditory research. Springer, New York

Fitch, W. T., Neubauer, J. & Herzel, H. (2002) Calls out of chaos. The adaptive significance of nonlinear phenomena in mammalian vocal production. *Animal Behaviour*, 63, 407-418.

Fourier, J. (1822) Théorie Analytique de la Chaleur, Paris

Fox, M. W. (1970) A comparative study of the development of facial expression in canids. *Behaviour*, 36, 49–73

Frommolt, K-H., Goltsman, M. E. & MacDonald, D. W. (2003) Barking foxes, *Alopex lagopus*: field experiments in individual recognition in a territorial mammal. *Animal Behaviour*, 65, 509-518

Frommolt, K-H., Kruchenkova, E. P. & Russig, H. (1997) Individuality of territorial barking in Arctic foxes, *Alopex lagopus. Proceedings Supplements,* 2, 66-70.

Gerhardt, H. C. (1983) Communication and Environment. In: Animal Behaviour Vol. 2 Communication (Ed.: Holliday, T. P., Slater, P. J. B.). Blackwell Science Publishers, Oxford

Gerhardt, H. C. (1991) Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. *Animal Behaviour*, 42, 615-635

Gerhardt, H. C. (1992) Conducting playback experiments and interpreting their results. In: McGregor, P. K. (ed.) Playback and studies of animal communication pp. 59-77. New York: Plenum Press

Gerhardt, H. C. (1997) Acoustic signals of animals: recording, field measurement, analysis, and description. In: Hopp, S. L., Owren, M. J., Evans, C. S. (eds.) Animal Acoustic Communication. Springer, New York

Gifford, G. W., Hauser, M. D. & Cohen, Y. E. (2003) Discrimination of functionally referential calls by laboratory-housed rhesus macaques: Implications for neuroethological studies. *Brain, Behavior and Evolution*, 61, 213-224.

Goldman, J. A., Phillips, D. P. & Fentress, J. C. (1995) An acoustic basis for maternal recognition in timber wolves (*Canis lupus*)? *Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 1970-1973

Gougoux, F., Lepore, F., Lassonde, M., Voss, P., Zatorre, R. J. & Belin, P. (2004) Neuropsychology: Pitch discrimination inthe early blind. *Nature*, 430, 309.

Gould, J. S. (1977) Ontogeny and Phylogeny. Belknap Press of Harvard University Press

Gridi-Papp, G. (2003) Sound Ruler. http://soundruler.sourceforge.net/index.html

Gros-Louis, J. 2004. The function of food-associated calls in white-faced capuchin monkeys, *Cebus capucinus*, from the perspective of the signaller. *Animal Behaviour*, 67, 431-440.

Hailman, J. P. (1977) Optical Signals: Animal Communication and Light. Bloomington: Indiana University Press.

Hatzivassiloglou, V., Duboué, P. A. & Rzhetsky, A. (2001) Disambiguating proteins, genes, and RNA in text: a machine learning approach. *Bioinformatics*, 17, Suppl. 1, 97-106.

Hauser, M. D. (1996) The evolution of communication. MIT Press, Cambridge

Hauser, M. D. (1998) Functional referents and acoustic similarity: field playback experiments with rhesus monkeys. *Animal Behaviour*, 55, 1647-1658.

Hauser, M. D. (2000) A primate dictionary? Decoding the function and meaning of another species'vocalizations. *Cognitive Science*, 24, 445-475.

Heltai, M., Szemethy, L., Lanszky, J. & Csányi, S. (2000) Returning and new mammal predators in Hungary: the status and distribution of golden jackal (*Canis aureus*), raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and raccoon (*Procyon lotor*) in 1997-2000. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 26, 95-102

Holekamp, K. E., Boydston, E. E., Szykman, M., Graham, I., Nutt, K. J., Birch, S., Piskiel, A. & Singh, M. (1999) Vocal recognition in the spotted hyaena and its possible implications regarding the evolution of intelligence. *Animal Behaviour*, 58, 383-395.

Hollyday, T. P. & Slater, P. J. B. (eds.) (1983) Animal behaviour Vol. 2 – Communication. Blackwell Science Publishers, Oxford

Huxley J. S. (1923) Courtship activities in the Red Throated Diver (*Colymbus stellatus Pontopp.*); together with a discussion of the evolution of courtship in birds. *Journal of Linnean Society (Zool,)* 35, 253-292.

Janik, V. M. (1999) Pitfalls in the categorization of behaviour: a comparison of dolphin whistle classification methods. *Animal Behaviour*, 57, 133-143.

Janik, V. M. (2000) Whistle matching in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Science*, 289, 1355-1357.

Johnson-Laird, P. (1990) Ways of Communicating. Cambridge: Cambridge University Press

Johnstone, R. A. & Grafen, A. (1993) Dishonesty and the handicap principle, *Animal Behaviour*, 46, 759-764.

Jouventin, P. & Aubin, T. (2002) Acoustic systems are adapted to breeding ecologies: individual recognition in nesting penguins. *Animal Behaviour*, 64, 747-757.

Kajikawa, S. & Hasegawa, T. (2000) Acoustic variation of pant hoot calls by male chimpanzees: a playback experiment. *Journal of Ethology*, 18, 133-139.

Kimura, D. (1993) Neuromotor mechanisms in human communication. Oxford: Oxford University Press

King, R. D. & Sternberg, M. J. E. (1990) Machine learning approach for the prediction of protein secondary structure. *Journal of Molecular Biology*, 216, 441-457.

King, R. D., Hirst, J. D. & Sternberg, M. J. E. (1993) New approaches to QSAR: Neural networks and machine learning. *Perspectives in Drug Discovery and Design*, 1, 279-290.

King, R. D., Muggleton, S., Lewis R. A. & Sternberg, M. J. E. (1992) Drug design by machine learning: The use of inductive logic programming to model the structure-activity relationships of trimethoprim analogues binding to dihydrofolate reductase. *Proceeding of the National Academy of Sciences USA*, 89, 11322-11326.

Kohavi, R. & Sommerfield, D. (1995) Feature Subset Selection Using the Wrapper Method: Overfitting and dynamic search space topology, *First International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-95)*

Koza, J. (1992) Genetic Programming: on the programming of computers by means of natural selection. Cambridge, MA: MIT Press

Krebs, J. R. & Davies, N. B. (1991) Behavioural Ecology. Blackwell Sci. Publ., London

Kremliovsky, M., Kadtke, J., Inchiosa, M. & Moore, P. (1998) Characterization of dolphin acoustic echo-location data using a dynamical classification method. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 8, 813-823.

Lambrechts, M. & Dhondt, A. (1995) Individual voice discrimination in birds. *Current Ornithology*, 12, 115-139.

Lambrechts, M. M. (1992) Male quality and playback in the great tit. In: McGregor, P. K. (ed.) Playback and studies of animal communication. Plenum Press, New York

Lampe H. M. (1991) The response of male redwings *Turdus iliacus* to playback of conscecific songs with or without the terminating twitter. *Ornis Scandinavica*, 22, 137-142.

Leger, D. W. & Owings, D. H. 1978. Responses to alarm calls by California ground squirrels: effects of call structure and maternal status. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, **3**, 177–186.

Lehner, P. N. (1978) Coyote vocalizations: a lexicon and comparisons with other canids. *Animal Behaviour*, 26, 712-722.

Lessard N, Paré M, Lepore F & Lassonde M. (1998) Early-blind human subjects localize sound sources better than sighted subjects. *Nature*, 395, 278-80.

Linnankoski, I., Laakso, M., Aulanko, R., & Leinonen, L. (1994) Recogniton of emotions in macaque vocalizations by children and adults. *Language and Communication*, 14, 183-192.

Loughry, W. J. & McDonough, C. M (1988) Calling and vigilance in California ground squirrels: a test of the tonic communication hypothesis. *Animal Behaviour*, 36, 1533-1540.

Macedonia, J. M. & Evans, C. S. (1993). Variation among mammalian alarm call systems and the problem of meaning in animal signals. *Ethology*, 93, 177-197.

Macmillan, N. A. & Creelman, C. D. (1991) Signal detection: A user's guide. New York: Cambridge University Press

Manser, M. B., Seyfarth, R. M. & Cheney, D. L. (2002) Suricate alarm calls signal predator class and urgency. *Trends in Cognitive Science*, 6, 55-57

Maros, K., Pongrácz, P., Bárdos, Gy., Molnár, Cs., Faragó, T. & Miklósi, Á. (2008) Dogs can discriminate barks from different situations. *Applied Animal Behaviour Science*, 114, 159-167.

Martin, P. & Bateson, P. (1986) *Measuring behavior*. Cambridge: Cambridge University Press

McComb, K., Moss, C., Durant, S. M., Baker, L. & Sayialel, S. (2001) Matriarchs as repositories of social knowlege in African elephants. *Science*, 292, 491-494.

McComb, K., Moss, C., Sayialel, S. & Baker, L. (2000) Unusually extensive networks of vocal recognition in African elephants. *Animal Behaviour*, 59, 1103-1109.

McComb, K., Reby, D., Baker, L., Moss, C. & Sayialel, S. (2002) Long-distance communication of acoustic cues to social identity in African elephants. *Animal Behaviour*, 65, 317-329.

McConnell, P. B. & Baylis, J. R. (1985) Interspecific communication in cooperative herding: acoustic and visual signals from human shepherds and herding dogs. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 67, 302-382.

McConnell, P. B. (1990) Acoustic structure and receiver response in domestic dogs, *Canis familiaris*. *Animal Behaviour*, 39, 897-904

McCowan, B., Hanser, S. F. & Doyle, L. R. (1999) Quantitative tools for comparing animal communication systems: information theory applied to bottlenose dolphin whistle repertoires. *Animal Behaviour*, 57, 409-419

McDonald, D. W. & Carr, G. M. (1995) Variation in dog society: between source dispersion and social flux. In: Serpell, J. (ed.) The domestic dog: its evolution, behaviour, and interactions with people. Cambridge Univ. Press, Cambridge

McGregor, P. K. & Horn, A. G. (1992) Strophe length and response to playback in great tits. *Animal Behaviour*, 43, 667-676

McGregor, P. K. (1992a) Design of playback experiments: the Thornbridge Hall NATO ARW Consensus. In: McGregor, P. K. (ed.) Playback and studies of animal communication. Plenum Press, New York

McGregor, P. K. (1992b) Quantifíing responses to playback: one, many, or composite mulivariate measures? In: McGregor, P. K. (ed.) Playback and studies of animal communication. Plenum Press, New York

McGregor, P. K. (2000) Playback experiments: design and analysis. *Acta Ethologica*, 3, 3-8

McKee Shriner, W. (1998) Yellow-bellied marmot and golden-mantled ground squirrel responses to heterospecific alarm calls. *Animal Behaviour*, 55, 529-536

Miksis, J. L., Connor, R. C., Grund, M. D., Nowacek, D. P., Tyack, P. L. (2001) Cardiac responses to acoustic playback experiments in the captive bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Journal of Comparative Psychology 115, 227-232

Miller, C. T. & Hauser, M. D. (2004) Multiple acoustic features underlie vocal signal recognition in tamarins: antiphonanal calling experiments. *Journal of Comparative Psychology*, 190, 7-19.

Mitchell, T. M. (2005) Using machine learning and cognitive modeling to understand the fMRI measured brain activation underlying the representations of words and sentences. *Proceedings of Collaborative Research Computational Neuroscience Workshop*

Molles, L. E. & Vehrencamp, S. L. (2001) Neighbour recognition by resident males in the banded wren, *Thryothorus pleurostictus*, a tropical songbird with high song type sharing. *Animal Behaviour*, 61, 119-127.

Molnár, Cs., Kaplan, F., Roy, P., Pachet, F., Pongrácz, P., Dóka, A. & Miklósi Á (2008) Classification of dog barks: a machine learning approach. *Animal Cognition*, 11, 389-400

Molnár, Cs., Pongrácz, P., Dóka, A. & Miklósi, Á. (2006) Can humans discriminate between dogs on the base of the acoustic parameters of barks? *Behavioural Processes*, 73, 76-83.

Molnár, Cs., Pongrácz, P., Dóka, A. & Miklósi, Á. (2009a) Seeing with ears: Sightless humans' perception of dog bark provides a test for structural rules in vocal communication. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, in press.

Molnár, Cs., Pongrácz, P., Dóka, A. & Miklósi, Á. (2009b). Dogs discriminate between barks: The effect of context and identity of the caller. *Behavioural Processes*, in press.

Monceaux, J., Pachet, F., Amadu, F., Roy, P. & Aymeric, Z. (2005) Descriptor-based spatialization. *Proceedings of AES Conference*

Morton, E. S. & Owings, D. H. (1998) Animal Vocal Communication: A New Approach. Cambridge: Cambridge University Press.

Morton, E. S. (1977) On the occurence and significance of motivation-structural rules in some bird and mammal sounds. *American Naturalist*, 111, 855-869

Mueller, H. C. (1971) Displays and vocalizations of the sparrow hawk. *Wilson Bulletin* 83, 249-254

Muggleton, S., King, R. D. & Sternberg, M. J. E. (1992) Protein secondary structure prediction using logic. *Protein Engineering*, 5, 647-657.

Nicastro, N. & Owren, M. J. (2003) Classification of domestic cat (*Felis catus*) vocalization by naive and experienced human listeners. *Journal of Comparative Psychology*, 117, 44-52

Obach, M., Wagner, R., Werner, H. & Schmidt, H-H. (2001) Modeling population dynamics of aquatic insects with artificial neural networks. *Ecological Modeling*, 146, 207-217.

Ohl, F. (1996) Ontogeny of vocalization in domestic dogs, breed standard-poodle (*Canis lupus f. familiaris*). *Zool. Beitr. N. F.* 37, 199-215

Owren, M. J. & Rendall, D. (1997) An affect-conditioning model of non-human primate vocal signaling. In: Owings, D. H., Beecher, M. D., Thompson, N. S. (eds.) Perspectives in ethology Vol. 12. Communication pp. 299-346. New York: Plenum Press

Owren, M. J. & Rendall, D. (2003) Salience of caller identity in rhesus monkey (*Macaca mulatta*) coos and screams: perceptual experiments with human (*Homo sapiens*) listeners. *Journal of Comparative Psychology*, 117, 380-390

Pachet, F. & Roy, P. (2007). Exploring billions of audio features. *Eurasi, Proceedings of CBMI 07*

Pachet, F. & Zils, A. (2004) Automatic Extraction of Music Descriptors from Acoustic Signals. *Proceedings of ISMIR 2004*

Pepperberg, I. M. (1992) What studies on learning can teach us about playback design. In: McGregor, P. K. (ed.) Playback and studies of animal communication. Plenum Press, New York

Pochon, R., Brun, P. & Mellier D. (2006) Développement de la reconnaissance des émotions chez l'enfant avec trisomie 21. *Psychologie française*, 51, 381–390

Pongrácz, P., Molnár, Cs. & Miklósi, Á. (2009) Barking in family dogs: An ethological approach. *The Veterinary Journal*, doi:10.1016/j.tvjl.2008.12.010

Pongrácz, P., Molnár, Cs., Miklósi, Á. & Csányi, V. (2005) Human listeners are able to classify dog barks recorded in different situations. *Journal of Comparative Psychology*, 119, 136-144.

Pongrácz, P., Molnár, Cs., Miklósi, Á. & Csányi, V. (2006) Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 228-240.

Price, E. O. (1999) Behavioral development in animals undergoing domestication. *Applied Animal Behaviour Science*, 65, 245–271.

Pye, J. D. & Langbauer Jr., W. R. (1997) Ultrasound and infrasound. In: Hopp, S. L., Owren, M. J., Evans, C. S. (eds.) Animal Acoustic Communication. Springer, New York

Qi, Y., **Hillman, R. E.** (1997) Temporal and spectral estimations of harmonics-to-noise ratio in human voice signals. *Journal of Acoustical Society of America*, 102, 537-543.

Reby, D. & McComb, K. (2003a) Anatomical contraints generate honesty: acoustic cues to age and weight in the roars of red deer stags. *Animal Behaviour*, 65, 519-530.

Reby, D. & McComb, K. (2003b) Vocal communication and reproduction in deer. *Advances in Ethology*, 33, 231-264.

Recknagel, F. (2001) Applications of machine learning to Ecological Modeling. *Ecological Modeling*, 146. 303-310.

Rendall, D., Rodman, P. S. & Emond, R. E. (1996) Vocal recognition of individuals and kin in free-ranging rhesus monkeys. *Animal Behaviour*, 51, 1007-1015.

Rendall, D., Seyfarth, R. M., Cheney, D. L. & Owren, M. J. (1999) The meaning and function of grunt variants in baboons. *Animal Behaviour*, 57, 583-592.

Riede, T. & Fitch, T. (1999) Vocal tract length and acoustics of vocalization in the domestic dog (*Canis familiaris*). *The Journal of Experimental Biology*, 2002, 2859-2867.

Riede, T., Herzel, H., Hammerschmidt, K. Brunnberg, L. & Tembrock, G. (2001) The harmonics-to-noise ratio applied to dog barks. *Journal of Acoustical Society of America*, 110, 2191-2197.

Riede, T., Hetzel, H., Mehwald, D., Seidner, W., Trumler, E., Böhme, G. & Tembrock, G. (2000) Nonlinear phenomena in the natural howling of a dog-wolf mix. *Journal of Acoustical Society of America*, 108, 1436-1442.

Röder, B., Teder-Sälejärvi, W., Sterr, A., Rösler, F., Hillyard, S. A. & Neville, H. J. (1999) Improved auditory spatial tuning in blind humans. *Nature*, 400, 162-166.

Samuel, D. E. (1971) Vocal repertoires of sympatric barn and cliff swallows. *Auk*, 88, 839-855.

Schassburger, R. M. (1993) Vocal Communication in the Timber Wolf, Canis lupus, Linnaeus: Structure, Motivation, and Ontogeny. Berlin: Paul Parey Scientific Publishers, Main Serials QL750 .Z4 Suppl. no.30.

Schleidt, W. M. (1973) Tonic communication: continual effects of discrete signs in animal communication systems. *Journal of Theoretical Biology*, 42, 359-386.

Schleiter, I. M., Obach, M., Borchardt, D. & Werner, H. (2001) Bioindication of chemical and hydromorphological habitat characteristics with benthic macro-invertebrates based on Artificial Neural Networks. *Aquatic Ecology*, 35, 147-158.

Schneider, S. S., Stamps, J.A. & Gary, N. E. (1986) The vibration dance of the honeybee. I. Communication regulating foraging on two time scales. *Animal Behaviour,* 34, 377-385.

Schott, D. (1975) Quantitive analysis of the vocal repertoire of sqirrel monkeys (*Saimiri sciureus*). *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 38, 225-250.

Seyfarth, R. M., Cheney, D. L. & Marler, P. (1980) Monkey responses to three different alarm calls: Evidence of predator classification and semantic communication. *Science*, 210, 801-803.

Seyfarth, R., & Cheney, D. (1990). The assessment of Vervet monkeys of their own and another species alarm calls. *Animal Behaviour*, 40, 754-764.

Shettleworth, S. J. (1998) Cognition, Evolution, and Behavior. Oxford Univ. Press, Oxford

Slabbekoorn, H. & ten Cate, C. (1998) Multiple parameters in the territorial coo of the collared dove: interactions and meaning. *Behaviour*, 135, 879-895.

Slabbekoorn, H., ten Cate, C. (1999) Collared dove responses to playback: Slaves to the Rhythm. *Ethology* 105, 377-391

Slater, P. J. B. (1985) An intruduction to ethology. Cambridge Univ. Press, Cambridge

Sloan, J. L. & Hare, J. F. (2004) Monotony and the Information Content of Richardson's Ground Squirrel (*Spermophilus richardsonii*) Repeated calls: Tonic Communication or Signal Certainty? *Ethology*, 110, 147-156.

Slobodchikoff, C. N., Kiriazis, J., Fischer, C. & Creef, E. (1991) Semantic information distinguishing individual predators in the alarm calls of Gunnison's prairie dogs. *Animal Behaviour*, 42, 713-719.

Smith, W. J. (1977). The Behaviour of Communicating. Cambridge, Massachussetts: Harvard University Press.

Stockwell, D. R. B. (2006) Improving ecological niche models by data mining large environmental datasets for surrogate models. *Ecological Modeling*, 192. 188-196.

Teixidor, P. & Byrne, R. W. (1999) The 'whinny' of spider monkeys: individual recognition before situational meaning. *Behaviour*, 136, 279-308.

Tembrock, G. (1968) Land mammals. In: Webeok, T. (ed.) Anomal communication. Indiana Univ. Press, Bloomington.

Tembrock, G. (1976) Canid vocalizations. *Behavioural Processes*, 1, 57-75.

Tokuda, I., Riede, T., Neubauer, J., Owren, M. J. & Herzel, H. (2002) Nonlinear analysis of irregular animal vocalizations. *Journal of the Acoustical Society of America*, 111, 2908-2919.

Trehub, S. E. (1973) Infants' sensitivity to vowel and tonal contrasts. *Developmental Psychology*, 9, 91-96.

Trut, L.N. (2001) Experimental studies in early canid domestication. In: Ruvinsky, A. & Sampson, J (eds.) The genetics of the dog 15–41. CABI Publishing, New York

van Dommelen, W. A. (1990) Acoustic parameters in human speaker recognition. *Language and Speech*, 33, 256-272.

Vilà, C., Savolainen, P., Maldonado, J. E., Amorim, I. R., Rice, J. E., Honeycutt, R. L., Crandall, K. A., Lundeberg, J. & Wayne R. K. (1997) Multiple and Ancient Origins of the Domestic Dog. *Science*, 276, 1687-1689.

Voss, P., Lassonde, M., Gougoux, F., Fortin, M., Guillemot J. & Lepore, F. (2004) Early- and Late-Onset Blind Individuals Show Supra-Normal Auditory Abilities in Far-Space. *Current Biology*, 14, 1734-1738.

Weiss, D. J. & Hauser, M. D. (2002) Perception of harmonics in the combination long call of cottonpop tamarins, *Saguinus oedipus*. *Animal Behaviour*, 64, 415-426.

Witten, I & Eibe, F. (1999) Data Mining. Morgan Kaufmann Publishers: New York

Yin, S. & McCowan, B. (2004) Barking in domestic dogs: context specificity and individual identification. *Animal Behaviour*, 68, 343-355.

Yin, S. (2002) A new perspective on barking in dogs (*Canis familiaris*). *Journal of Comparative Psychology*, 116, 189-193.

Yumoto, E. & Gould, W. J. (1982) Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. *Journal of the Acoustical Society of America*, 71, 1544-1550.

Yumoto, E., Sasaki, Y. & Okamura, H. (1984) Harmonics-to-noise ratio and psychophysical measurement of the degree of hoarseness. *Journal of Speech and Hearing Research*, 27, 2-6.

Zboray, G. (1997) Összehasonlító anatómiai előadások XII. Eötvös Kiadó, Budapest

Zboray, G. (ed.) (1998) Összehasonlító anatómiai praktikum. Nemzeti Tankönyvkiadó

Zeifman, D. M. (2001) An ethological analysis of human infant crying: answering Tinbergen's four questions. *Developmental Psychobiology*, 39, 265-285.

Zhang, L., Samaras, D., Klein, N., Tomasi, D., Cottone, L., Leskovjan, A., Volkow, N. & Goldstein, R. (2005) Exploiting Temporal Information in Functional Magnetic Resonance Imaging Brain Data. *Proceedings of MICCAI,* 679-687.

Zhang, L., Samaras, D., Tomasi, D., Volkow, N. & Goldstein, R. (2005) Machine Learning for Clinical Diagnosis from Functional Magnetic Resonance Imaging. *IEEE Proceedings of CVPR*, 1211-1217.

Zuberbühler, K. (2000a) Interspecies semantic communication in two forest primates. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 267, 713-718.

Zuberbühler, K. (2000b) Referential labeling in Diana monkeys. *Animal Behaviour*, 59, 917-927.

Zsebők, S. (2003) ACMS hangelemző program. http://tinyurl.com/lo9wbg

Összefoglalás

Kutatásunkban az ember és a kutya illetve a kutyák közötti akusztikus kommunikáció különböző aspektusait vizsgáltuk. A kommunikáció alapvető jellegzetességeinek megfelelően megvizsgáltuk, hogy a kutyák ugatásai eltérőek-e különböző kontextusokban és az egyes egyedek ugatásai között vannak-e hangtani különbségek. A hangot érzékelő „vevő" vizsgálata során arra kerestük a választ, hogy az ugatást halló ember és kutya képes-e különbséget tenni csupán a hallott hang alapján a felvételi szituációk között, illetve meg tudja-e különböztetni a hallott egyedeket.

Első kísérletünkben egy úgynevezett gépi tanulásos módszert alkalmaztunk. E számítógépes program képes a belé taplált ugatások kontextusára utaló illetve egyedre jellemző tulajdonságait felismerni, és ezek alapján egy új, ismeretlen hangot a korábban megadott kategóriák valamelyikébe besorolni. Eredményeink szerint a szoftver sikeresen, a véletlen választás esetén elvárható szintnél nagyobb eredményességgel sorolta az ugatásokat a megfelelő kontextus- és egyedi kategóriákba. Ez véleményünk szerint arra utal, hogy a kutyaugatás rendelkezik kontextusfüggő és egyedre jellemzően különböző hangtani jellegzetességekkel.

A következő vizsgálatunkban az ugatás kutyák közötti kommunikációban betöltött szerepét vizsgáltuk. A habituáció-diszhabituációs kísérleti paradigmát alkalmazva kutyáknak azonos egyedektől, de különböző helyzetekben, illetve eltérő egyedektől, de azonos helyzetben rögzített ugatásokat játszottunk le, és a hallott hangra mutatott reakciójukat vizsgáltuk. Az alanyok különbséget tettek a két helyzetben felvett, és az eltérő kutyáktól rögzített ugatások között is.

További kísérleteink során azt vizsgáltuk, hogy az emberek milyen jellegű információt képesek a kutyaugatást hallva leszűrni. Kimutattuk, hogy az emberek, előzetes kutyás tapasztalataiktól függetlenül a véletlen választás esetén elvárt sikerességnél magasabb arányban képesek a hallott hangot a helyes szituáció-kategóriába sorolni. A kutyáknak tulajdonított belső állapotról egyöntetű képet alkotnak, és a belső állapotra vonatkozó döntésüket az ugatás néhány alapvető akusztikai jellegzetessége (a frekvencia, a tonalitás illetve a vakkantások között eltelt időtartam) befolyásolja. Ezek az akusztikai jellegzetességek megfeleltethetők számos más gerinces faj ellentétes motivációs állapotban hallatott hangjainak tulajdonságával, amely arra utalhat, hogy az ember e képessége homológ lehet az állatok hallott hang alapján történő belső állapot értékelésével.

Kimutattuk, hogy az emberek, előzetes kutyával kapcsolatos tapasztalatuktól függetlenül nem képesek a két vakkantásról, illetve kétszer öt vakkantásból álló sorozatról eldönteni, hogy azokat egy vagy két kutyától rögzítettük. E tekintetben találtuk a legjelentősebb különbséget az ember illetve a számítógép és a kutyák képességei között. Kimutattuk továbbá, hogy nincs szükség a vizuális tapasztalatra ahhoz, hogy az emberek képesek legyenek a halott hang alapján meghatározni a felvétel kontextusát és a kutya valószínű belső állapotát, minthogy erre eredményeink szerint a születésük óta vak emberek is képesek, és teljesítményük nem különbözik a látókétól. Az ember kutyahang értékelő képességének egyedfejlődését vizsgálva megállapítottuk, hogy már a hatéves gyermekeknél sem különbözik a kutyatartók és a kutyát nem tartók teljesítménye. A sikeresen kategorizált ugatások száma az életkor előrehaladtával nő.

Kutatásaink eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy a kutyaugatás egy hatékony kommunikációs rendszer mind a kutyák közötti, mind a kutya és az ember közötti kommunikációban.

Summary

In my research I studied various aspects of dog-dog and dog-human acoustic communication. According to basic concept of communication I studied whether dog barks emitted in different situations and by different individuals had different acoustic traits. By studying receivers' responses I investigated if dogs and humans were able to distinguish among barks recorded in different contexts or from different individuals.

In my first experiment I applied a machine learning approach. This software is able to recognize the context specific and individual specific features of barks input and, on the basis of this knowledge, categorize unfamiliar barks into classes. According to our results the software was able to classify new barks into the adequate categories with efficiency higher than expected by chance. In our opinion this suggests that barks have context specific and individual specific acoustic features.

In my next investigation I studied the communicative role of bark in dog-dog communication. Applying the 'habituation-recovery' paradigm I played barks for dogs in the laboratory. The played material consisted of barks recorded from the same individuals in different situations in one experiment and barks from different individuals in the same situation in the other experiment. The dogs' orientation responses were recorded and analyzed. The results showed that subjects distinguished between barks recorded in different contexts and from different individuals as well.

In my following experiments I studied what kind of information the humans could gain by listening to barks. I showed that humans were able to categorize barks into the adequate context categories with a higher accuracy than expected by chance and they described the possible motivational states of dogs similarly. The performances of people with different type

of experiences with dogs were not different. I showed that the subjects' decisions about motivational states of barking dogs were affected by a few basic acoustic features of barks (e.g. mean frequency, tonality, and time interval between two individual barks). This role of acoustic features in the judging of inner states is similar to differences in vocal signals of individuals of several vertebrate species having opposite motivational states. This finding might suggest that this ability of people is homologous with the similar ability of animals.

I showed that people, independently form their previous experience with dogs, were not able to discriminate between two individual barks (or two bark sequences consisting 5-5 individual barks) and decide whether they were recorded from the same or different dogs. I found the most significant differences between humans' abilities and the abilities of dogs or computers. Furthermore I showed that blind people with no visual experiences with dogs were able to categorize the heard barks into context categories and describe the motivational states of dogs similarly to sighted subjects. When studying the ontogenesis of human ability for evaluation of barks I showed that even in the six years old age group the performances of subjects owned a dog and those not owned one were not different. The performances of subjects got better with their age.

Summarizing the results of my study I showed dog bark is an effective communicative system in the dog-dog and dog-human communication.