

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 tézisek

Molnár Csaba

Témavezető: Dr. Pongrácz Péter

ELTE Etológia Tanszék

1117. Budapest Pázmány Péter sétány 1/c

2009

Bevezetés

Az állatok által kiadott vokális jelzések akusztikus jellemzői függhetnek az állatok aktuális motivációs állapotától, testalkatától, fiziológiai állapotától és az őket érő külső környezeti hatásoktól, így a környezet bizonyos elemeitől. Minthogy a jelzést kiadó állatnak nem érdeke az, hogy a jelzéseit félreértsék, az ellentétes belső állapotok általában ellentétes hangtani jellemzőkkel bíró hangjelzések kiadására sarkallják az adókat. Számos gerinces, madár- és emlősfajnál megfigyelhető, hogy agresszív kontextusokban hangjaik alacsony frekvenciájúak (mélyek), hangzásuk pedig atonális. Ezzel szemben szubmisszív és „barátságos” szituációkban magas és tonális hangzású hangokat adnak ki. Bizonyos állati hangok esetében felmerül a referencialitás lehetősége, tehát, hogy a hang nélkül utal a környezet egy adott elemére, hogy eközben az állatok belső állapota változatlan marad.

Ha megvizsgáljuk a kutyafélék (*Canidae*) családjába tartozó ragadozók hangrepertoárjait, azt találjuk, hogy a kutya (*Canis familiaris*) és vadon élő rokonai, a farkas (*C. lupus*), a róka (*Vulpes vulpes*) és társaik által kiadott hangjelzések közül az ugatás előfordulásában van a legnagyobb különbség. Míg a vadon élő kutyafélék viszonylag ritkán, és pontosan definiált kontextusokban ugatnak, addig a kutya gyakran, és a legkülönbébb szituációkban hallatja ezt a hangot. Az ugatás ily gyakorivá válását a múltban főként neutrális hatásokkal igyekeztek magyarázni, és azt feltételezték, hogy a domesztikáció során az ugatás elvesztette specifikus kommunikatív szerepét. Az utóbbi évtizedben néhány kutató mindazonáltal felvetette, hogy a kutyák emberekhez közeli életmódja támasztotta megváltozott szelekciós környezet hatott az ugatásra, amely esetleg az ember és a kutya közötti kommunikációban is szerepet játszik.

Néhány tanulmány megállapításai szerint a kutyák ugatása motivációs állapot- és kontextusfüggő, amely felveti annak a lehetőségét, hogy az ugatást halló vevő egyedek (legyenek azok kutyák vagy akár az ember) specifikus információt képesek leszűrni a hangot hallva. E két feltételnek kell (a hangot adó és vevő oldalán) teljesülnie ahhoz, hogy az ugatás hatékony kommunikációs rendszerként működjön. A kutatócsoportunkat megelőzően tudomásunk szerint senki publikált kutatási eredményeket, hogy az ugatás potenciális címzettjei milyen típusú információt képesek az ugatás hallatán leszűrni. Kutatásaink során számos kísérletet végeztünk, amelyekben azt vizsgáltuk, hogy a kutyák és az ember milyen módon képesek érzékelni az ugatásban esetlegesen kódolt kontextuális és egyedfüggő jellegzetességeket.

Egy formabontó, az etológiai akusztikai kutatásokban eddig ritkán alkalmazott számítógépes módszert alkalmazva elemeztük az ugatás kategorizálhatóságát a felvétel kontextusa és az ugató kutya egyedi jellege alapján. E vizsgálat jelentősége túlmutat a kutyaugatás akusztikus vizsgálatán, hiszen felveti e módszer egyéb etológiai alkalmazásainak lehetőségét. A felhasznált algoritmus ugyanis mindenféle digitalizálható jelzés elemzésére és kategorizálására használható a jövőben.

Célkitűzések

1. kísérlet. A kutyaugatás gépi tanulásos algoritmuson alapuló kategorizációja

Ebben a vizsgálatban azt a célt tűztük ki, hogy egy, hangokat azok akusztikai jellegzetességei alapján kategorizálni képes számítógépes program segítségével megvizsgáljuk, vajon a különböző helyzetekben, illetve különböző kutyáktól rögzített ugatások csoportosíthatók-e, illetve a felállított kritériumrendszer alapján a program képes-e a véletlen választás esetén várt sikerességnél jobb eredménnyel besorolni a megfelelő kategóriákba a számára ismeretlen ugatásokat. Pozitív eredmény esetén kijelenthetjük, hogy a kutyaugatások jellegzetességei kontextusfüggők, illetve az egyedi azonosítást lehetővé tévő elemeket is tartalmaznak.

2. kísérlet. Kutyák ugatásokra mutatott reakcióinak vizsgálata egy habituációs tesztben

Az ugatás kutyák közötti kommunikációban betöltött szerepének vizsgálata volt a célunk ebben a tesztben. Ahhoz, hogy az ugatás kommunikatív szerepet játszasson, a vevő egyednek meg kell tudnia különböztetni az eltérő helyzetekben, illetve különböző egyedektől rögzített ugatásokat. E vizsgálatok első lépéseként a laborban vizsgáltuk meg, hogy két gyakran előforduló kontextusban rögzített, illetve azonos helyzetben, de más-más kutyáktól származó ugatásokat meg tudnak-e különböztetni egymástól a kutyák.

3. kísérlet. Kutyákkal kapcsolatos különböző jellegű tapasztalattal bíró emberek teljesítményének összehasonlítása egy ugatásértékelési tesztben

Míthogy hipotézisünk szerint az ugatás a domesztikáció során, az emberrel való hatékonyabb együttműködés érdekében diverzifikálódott a kutyákban, meg kell vizsgálnunk, hogy az emberek milyen típusú információt képesek leszűrni az ugatás hallatán a felvétel kontextusáról, illetve milyen kép alakul ki bennük az ugató kutya belső állapotáról. Elképzelhető továbbá, hogy az ember

esetleges ugatásértékelő teljesítményének háttérében bizonyos öröklött tényezők is szerepet játszanak. Ha ez így van, akkor a kutyákkal kapcsolatos tapasztalatok feltételezhetően csak másodlagos szerepet játszanak egy tesztben mutatott teljesítmény során. Ennek vizsgálatához eltérő jellegű, kutyákkal kapcsolatos tapasztalattal bíró emberek teljesítményét hasonlítjuk össze.

4. kísérlet. Képesek-e az emberek az ugatásuk alapján különbséget tenni a kutyák között?

Számos más állathanggal végzett vizsgálat eredményei arra utalnak, hogy a tonális (csengő hangzású) akusztikus jelzések alkalmasabbak lehetnek az egyedi megkülönböztetésre, mint az atonális hangok. Ennek háttérében az áll, hogy a hangok egyedi jellegét az állatok felső légútjának anatómiai jellegzetességeinek különbsége adja. A hangszálak által rezgésbe hozott levegő áthalad a felső légúton, eközben bizonyos komponensei felerősödnek. Ezeket a sávokat formantoknak nevezzük, és ezek elhelyezkedése egyedről egyedre eltér. Atonális hangoknál – amilyen általában az ugatás is – a formantok nem olyan kifejezettek, így várhatóan kevés támpontot nyújtanak az egyedi megkülönböztetéshez. E kísérletben azt teszteljük, hogy az emberek a halott hang alapján képesek-e megkülönböztetni a kutyákat.

5. kísérlet. Látók és nem látók teljesítményének összehasonlítása egy ugatásértékelési tesztben

E kísérletet két kérdés megválaszolása érdekében végeztük el. Több teszt eredményei is azt valószínűsítik, hogy a vak emberek hallása kifinomultabb a látókénál, főként a térbeli hallásukat igénybe vevő feladatokban teljesítenek a látóknál jobban. Tudomásunk szerint azonban nem végeztek még állathang értékelési kísérleteket nem látó alanyok bevonásával, így arról nem tudunk semmit, hogy egy ilyen vizsgálatban hogyan teljesítenek. A másik célunk az volt, hogy egy olyan kísérleti csoport kutyahang-értékelési képességét teszteljük, akiknek a lehető legkevesebb kutyákkal kapcsolatos tapasztalata van. Természetesen a születésük óta vakoknak is vannak akusztikus emlékeik a kutyákról, de a magyarországi körülmények között úgy gondoljuk, hogy ők a legmegfelelőbb alanyok a tapasztalat hatásának vizsgálatára.

6. kísérlet. Egy ugatásértékelési tesztben mutatott teljesítmény életkorfüggése

Más emberek érzelmi állapotának érzékelését már számos tanulmány vizsgálta különböző életkorú gyerekeknél. Egy vizsgálatban kimutatták, hogy a gyermekek képesek a számukra ismeretlen makákó hangok mögött rejlő valószínűsíthető motivációs állapotot is azonosítani. Kutyaugatással nem végeztek még ilyen kísérletet. Célunk az volt, hogy e képesség életkorfüggését vizsgáljuk meg a hat-, nyolc, illetve tízéves korosztályban.

Módszerek

1. kísérlet. A kutyaugatás gépi tanuláson alapuló kategorizációja

A Sony párizsi kutatóközpontjában Frédéric Kaplan és munkatársai által kifejlesztett számítógépes program képes önállóan, emberi beavatkozás nélkül felismerni azokat a hangtani jellegzetességeket, amelyek segítségével a beletáplált ismeretlen elemek csoportosíthatók egy adott szempont szerint. E vizsgálatban 6646 vakkantást elemeztünk. A folyamat első, tanulási fázisában az algoritmus elemezte az ismert kontextusban vagy ismert kutyától rögzített ugatások több mint százötven jellemzőjét, majd úgynevezett evolúciós lépések során ezekből kiválasztotta azokat, amelyek segítségével a legjobb csoportosítás végezhető el. A második fázisban ismeretlen ugatásokon futtattuk a programot, a feladata pedig az volt, hogy besorolja azokat az előzetesen kialakított szituáció kategóriába, illetve egy korábban megismert kutyához kösse azokat.

2. kísérlet. Kutyák ugatásokra mutatott reakcióinak vizsgálata egy habituációs tesztben

Laborkörülmények között megvizsgáltuk azt, hogy a kutyák képesek-e különbséget tenni az azonos kutyától, eltérő helyzetben, illetve különböző kutyáktól, azonos helyzetben rögzített ugatások között. A felhasznált ugatásokat egyrészt akkor vettük fel, amikor a kutyák a kísérletvezetőre, mint idegen személyre ugattak, másrészt akkor, amikor a kutyákat a gazdájuk kikötötte egy fához, majd magukra hagyta egy parkban. A kísérlet során az úgynevezett habituáció-diszhabituáció-paradigmát alkalmaztuk, amelyet gyakran használnak annak megállapítására, hogy az alany különbséget képes-e tenni két stimulus között. A teszt első szakaszában azonos kutyáktól, egyféle helyzetben (de eltérő napokon) felvett ugatásokat játszottunk le háromszor. Az alanyok elvárt reakciója ekkor a habituáció volt. Ezt követően az adott alkísérletben vizsgált kérdésnek megfelelő szempontból „más típusú” ugatást játszottunk le (tehát vagy a kontextusa vagy az ugató kutya tért el az előzőektől), miközben a kutyák hangfal irányába történő orientációinak időtartamát mértük. Az adatokat a kontrollcsoport eredményeivel hasonlítottuk össze, ahol mind a négy stimulus mindkét szempontból megegyezett.

3. kísérlet. Kutyaikkal kapcsolatos különböző jellegű tapasztalattal bíró emberek teljesítményének összehasonlítása egy ugatásértékelési tesztben

Mudi fajtájú kutyáktól hat különböző szituációban rögzített ugatásokat játszottunk le muditulajdonosoknak, kutyás gazdáknak és olyan önkénteseknek, akiknek soha nem volt kutyájuk. A hat helyzet között a 2. kísérletben megismert „idegen” és „kikötve” mellett volt őrző-védő gyakorlat, sétához készülődés, labda „kérés” és a kutya és gazdája között zajló birkózásszerű játék. Az első alkísérletben az ugató kutya feltételezhető motivációs állapotát kellett jellemezniük a résztvevőknek. Ehhez 1-től 5-ig kellett értékelniük öt emóciót, az agressziót, a félelmet, a kétségbeesést, a játékosságot és a vidámságot. A második alkísérletben a felvétel rögzítésének helyzetét kellett megtippelniük. A felajánlott hat szituációból kellett kiválasztaniuk a megfelelőt. A motivációs állapotról alkotott kép és a hallott hang akusztikus jellemzőinek vizsgálatához korrelációs tesztek végeztünk néhány hangtani paraméter, és az adott hangra adott emocionális pontszámok között.

4. kísérlet. Képesek-e az emberek az ugatásuk alapján különbséget tenni a kutyák között?

Ebben a kísérletben ugatás párokat játszottunk le az előző kísérletben megismert csoportoknak. Feladatuk az volt, hogy eldöntsék, vajon a hallott hangminták azonos vagy különböző kutyáktól származtak-e. Az első alkísérletben egy-egy vakkantásból álltak a lejátszott párok. Minthogy ekkor a frekvencia és a tonalitás diszkriminációs képességre gyakorolt hatását teszteltük, e két kritérium alapján válogattuk a lejátszandó vakkantásokat. A második alkísérletben öt-öt vakkantásból álló sorozatokat állítottunk párba. Ekkor a variábilis vakkantásközi intervallum meglétének, illetve hiányának hatását és a felvételi helyzet hatását vizsgáltuk. A lejátszott ugatásokat idegen, labdát „kér” és kikötve helyzetekben rögzítettük, majd kétszer játszottuk le őket a résztvevőknek: egyrészt a valós vakkantásközi intervallumokkal másrészt kiegyenlített intervallumokkal. Az eredmények értékeléséhez a hasonló feladatoknál bevett szignálérzékelési elméletet alkalmaztuk.

5. kísérlet. Látók és nem látók teljesítményének összehasonlítása egy ugatásértékelési tesztben

E kísérletben a 3. kísérletben ismertetett módszert változtattuk meg, hogy illeszkedjen a nem látó alanyok speciális adottságaihoz. Itt is a fenti hat helyzetben rögzített ugatásokat használtunk stimulusként, és hasonlóan két alkísérletet végeztünk el, amelyek közül az elsőben az ugató kutyák motivációs állapotait kellett az alanyoknak értékelniük, míg a másodikban a lehetséges helyzetek valamelyikébe kellett a hallott ugatást besorolniuk. A protokollt úgy változtattuk meg, hogy ebben az esetben nem az alanyok maguk töltötték ki a válaszaikat rögzítő kérdőíveket, hanem a kísérletvezető tette ezt meg helyettük. Ebben a kísérletben csak olyan alanyokat teszteltünk, akiknek

sohasem volt kutyájuk. Három csoportba soroltuk őket: a születésük óta vakok, az életük során látásukat veszítették és a látók csoportjába.

6. kísérlet. Egy ugatásértékelési tesztben mutatott teljesítmény életkorfüggése

Ebben a kísérletben a gyerekek igényeinek megfelelően változtattuk a belső állapotot jellemző, illetve az ugatások felismerését vizsgáló protokollt. Hat, nyolc és tízéves gyerekeket, valamint felnőtteket teszteltünk, kutyásokat és kutyát nem tartókat minden korcsoportban. A felhasznált ugatásokat az idegen, a kikötve és a játék helyzetekben rögzítettük. Az első alkísérletben három emóció közül kellett az alanyoknak választaniuk, ezek a mérges, a félős és a vidám voltak. A döntésüket három, egyértelműen mérges, félős és vidám embert ábrázoló fényképpel segítettük, amelyekre az alanyok rámutathattak, ha kívánták. A második alkísérletben a három szituáció közül kellett egyet mondaniuk. A kísérletvezető a teszt során végig törekedett arra, hogy az alanyok ne felejtsek el a választható kategóriákat.

Eredmények

A számítógépes algoritmus a véletlen választás esetén elvárt szintnél sikeresebben volt képes kategorizálni az ismeretlen ugatásokat mind azok felvételi szituációja, mind az ugató kutyák egyedi jellegzetességei alapján. Az idegen és az őrző-védő ugatások esetében a szituáció meghatározásában volt kifejezetten sikeres, emellett viszont az ugató kutya azonosításában viszonylag gyengén teljesített. Ezzel szemben a labda és a játékos ugatások elemzésekor a szituáció meghatározása okozott nehézséget a számítógépes program számára, de a kutyát meglehetősen pontosan volt képes azonosítani.

A habituációs kísérletben kimutattuk, hogy a kutyák képesek csupán a hallott hang alapján különbséget tenni az azonos kutyától, de két eltérő szituációban (idegen és kikötve) rögzített ugatások között. Hasonlóan meg tudják különböztetni az azonos helyzetekben, de eltérő kutyáktól felvett ugatásokat.

Az eltérő kutyával kapcsolatos tapasztalattal rendelkező emberek ugatásértékelési tesztben mutatott teljesítménye között nincs jelentős különbség. Kimutattuk, hogy az alanyok mindhárom csoportja a véletlen választás esetén várható sikerességnél nagyobb arányban sorolja a hallott

ugatásokat a megfelelő szituáció kategóriákba, és a kutyák motivációs állapotáról is hasonló képet alkotnak. A hallott ugatások néhány akusztikus jellemzője (a frekvencia, a tonalitás és a vakkantások közötti intervallum) hatással van az emocionális állapotról alkotott elképzeléseikre.

Az emberek – negyedik kísérletünk eredményei szerint – nem képesek két ugatásról megbízhatóan eldönteni, hogy azok egy vagy két kutyától származnak-e. Nem javítja sikerességüket számottevően az sem, ha nem egy-egy, hanem öt-öt vakkantást hallanak. Sikerességük némileg nő, ha atonális ugatást kell megítélniük, illetve ha idegen helyzetben felvett ugatások között kell különbséget tenniük. Az eltérő jellegű kutyás tapasztalattal bíró emberek teljesítményében e kísérletben sem találtunk különbséget.

A nem látó és a látó alanyok teljesítménye között nem találtunk számottevő különbséget egy ugatásértékelési testben. Hasonló arányban kategorizálták helyesen az ugatásokat felvételi szituációjuk alapján, illetve az ugató kutyák lehetséges belső állapotát is hasonlóképpen jellemezték.

A hat éves, kutyát nem tartó gyermekek kivételével minden csoport tagjai a véletlen választás esetén elvárható sikeresség felett határozták meg a hallott ugatások felvételi helyzeteit utolsó kísérletünk eredményei szerint. A kutyás tapasztalat egyik korcsoportban sem volt hatással az alanyok teljesítményére. Az eltalált szituációk száma a korról nőtt. A kutyák lehetséges motivációs állapotát hasonlóan jellemezték az alanyok.

Értékelés

A számítógépes algoritmussal végzett vizsgálataink eredménye alapján valószínűsíthető, hogy a kutyaugatás mind kontextusfüggő, mint egyedi jellegzetességekkel rendelkezik, ellenkező esetben ugyanis a program nem lett volna képes a véletlennél nagyobb sikerességgel kategorizálni őket. Minthogy a szituáció-kategorizáló algoritmus az idegen és az őrző-védő ugatásoknál volt sikeres, feltételezhető, hogy ezekben a helyzetekben egységesebb a kutyák ugatása, valószínűleg azért, mert egy belső állapot, az agresszió dominálja hangjaikat. Másrészt az egyedfelismerő algoritmus a játékos ugatásoknál teljesített jól, amelyből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy ezekben a helyzetekben sokrétűbb a kutyák ugatása, feltételezhetően azért, mert kisebb szelekciós kényszer hatott az egységes hangzású ugatások kifejlődésére.

E kontextus- és egyedfüggő jellegzetességeket képesek érzékelni a kutyák, amelyek a tesztben különbséget tettek az ugatások között, azok felvételi helyzete, illetve az ugató kutya egyedi jellegzetességei alapján. Az emberek ezzel szemben, úgy tűnik, csak a kontextusfüggő tulajdonságokat képesek azonosítani az ugatásban, viszont nem különbözik a kutyás alanyok és a kutyát nem tartók teljesítménye. Ennek háttérében az lehet, hogy a nem kutyás alanyoknak is elegendő lehetőségük nyílik arra, hogy megtanulják azonosítani a kutyaugatásokat, de egyúttal arra is utalhat, hogy az emberek e képessége nem csupán tanult, hanem genetikailag rögzült elemeken is nyugszik. Ezt erősíti az is, hogy a születésük óta nem látó alanyok és a hatéves gyerekek is képesek bizonyos sikerességgel azonosítani a helyzeteket.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy vizsgálataink eredményei alapján az ugatás egy hatékony kommunikációs rendszernek tűnik mind a kutyák közötti, mind a kutya és az ember közötti kommunikációban.

Publikációk

Az értekezés alapjául szolgáló közlemények

Molnár Cs, Pongrácz P, Dóka A & Miklósi Á 2009. 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. Impact factor: 1.760

Molnár Cs, Pongrácz P, Dóka A & Miklósi Á 2009. Dogs discriminate between barks: The effect of context and identity of the caller. *Behavioural Processes*, in press. Impact factor: 1.684

Molnár Cs, Kaplan F, Roy P, Pacht F, Pongrácz P, Dóka A & Miklósi Á 2008. Classification of dog barks: a machine learning approach. *Animal Cognition* 11, 389-400. Impact factor: 2.699

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. Impact factor: 1.684

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. Impact factor: 1.517

Az értekezéshez szorosan nem csatlakozó közlemények

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. Impact factor: 1.755

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. Impact factor: 1.404

Pongrácz P, Molnár Cs & Miklósi Á 2006. Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans. *Applied Animal Behaviour Science* 100, 228-240. Impact factor: 1.404

Összesített impact factor: 13.907.

Köszönetnyilvánítás

Hálás vagyok témavezetőmnek, Pongrácz Péternek az áldozatos szakmai segítségéért. Hasonló köszönettel tartozom Miklósi Ádámnak, az ELTE Etológia Tanszék vezetőjének és Dóka Antalnak is. Családom, feleségem, Molnár Andrea, anyám, apám, húgom segítése is elengedhetetlen volt szakmai munkám során, köszönöm nekik. Hálás vagyok a hangfelvételeken ugató kutyák (legfőképpen mudik) gazdáinak, hogy rendelkezésünkre bocsátották kutyáikat. Hálás vagyok Udvardyné Tóth Lillának áldozatos segítségéért. Köszönöm Pongrácz Celeste-nek, hogy angol nyelvű közleményeink nyelvtani hibáit kijavította és Gácsi Mártának, hogy a Top Manes kutyaiskolában lehetőséget biztosított a hangfelvételek elkészítésére. Megköszönöm a Vakok Állami Intézete és a Magyar Vakok és Gyengénlátók Országos Szövetsége vezetőinek hozzájárulását vizsgálatainkhoz, illetve azon iskolák és óvodák együttműködését, ahol a gyermekeket teszteltük.