

Mitől borzonganak a kutyák?

Fajfelismerés vizsgálata kutya-robot interakciók tanulmányozásával

Készítő:

Roszik Sára

Biológus MSc, 2. évfolyam
Eötvös Loránd Tudományegyetem
Etológia Tanszék
HUN-REN-ELTE Összehasonlító
Etológiai Kutatócsoport

Témavezető:

Dr. Miklósi Ádám

egyetemi tanár
Eötvös Loránd Tudományegyetem
Etológia Tanszék
HUN-REN-ELTE Összehasonlító
Etológiai Kutatócsoport

TARTALOMJEGYZÉK

1. ÖSSZEFOGLALÓ	1
2. BEVEZETŐ, CÉLKITŰZÉSEK	2
3. MÓDSZEREK	5
3.1. Alanyok	5
3.2. Ágensek	5
3.3. Kísérleti elrendezés	6
3.3.1. Kísérleti csoportok.....	6
3.3.2. A kísérlet menete.....	7
3.3.3. Megfigyelési teszt	7
3.3.4. Direkt megközelítés teszt	9
3.3.5. Deszenzitizáció	10
3.4. Adatelemzés	10
3.4.1. Viselkedési adatok elemzése	10
3.4.2. A gazdák véleményének elemzése.....	12
4.1. A viselkedési adatok elemzésének eredményei	14
4.2. A gazdák véleményének elemzésének eredményei	15
6. SZERZŐI HOZZÁJÁRULÁS	19
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	20
8. IRODALOM	21

1. ÖSSZEFOGLALÓ

A fajtársak és más élőlények felismerése különböző szociális kontextusokban alapvető fontosságú, adaptív viselkedés. A fajfelismerési mechanizmusok összetettsége miatt azonban vitatott, mit tekintenek az állatok élőlénynek, fajtársnak. Kutatásunkban családi kutyák spontán viselkedését vizsgáltuk ismeretlen, semleges viselkedő ágensekkel való találkozáskor. A családi kutyák meglévő szociális tapasztalataira alapozva azt vártuk, hogy az alanyok gyakrabban mutatnak félelemre, agresszióra utaló viselkedést, amikor egy négylábú, állatszerű robottal vagy egy segédpincér robottal találkoznak, mint amikor egy fajtárssal vagy egy emberrel. A két robottal való találkozáskor a négylábú robot esetén vártunk gyakoribb félelmi, agresszív reakciót, tekintve, hogy az állatszerűbb robot egyértelmű kategorizációja nehezebb a kutyák számára. Minden alany két ágenssel találkozott külön-külön, amelyek kétszer 1 perces mozgássort mutattak be. Eredményeink alapján több kutya mutatott agresszív viselkedést a négylábú robottal szemben, ami megegyezett a predikciónkkal. Félelmi viselkedésben viszont nem találtunk különbséget a két robottal szemben. A segédpincér robottal és az emberrel való találkozáskor nem adódott különbség sem félelem, sem agresszió tekintetében. A négylábú robot jelenlétében való félelmet részben a robot kutyaszerűsége, részben az általa keltett zaj okozhatta.

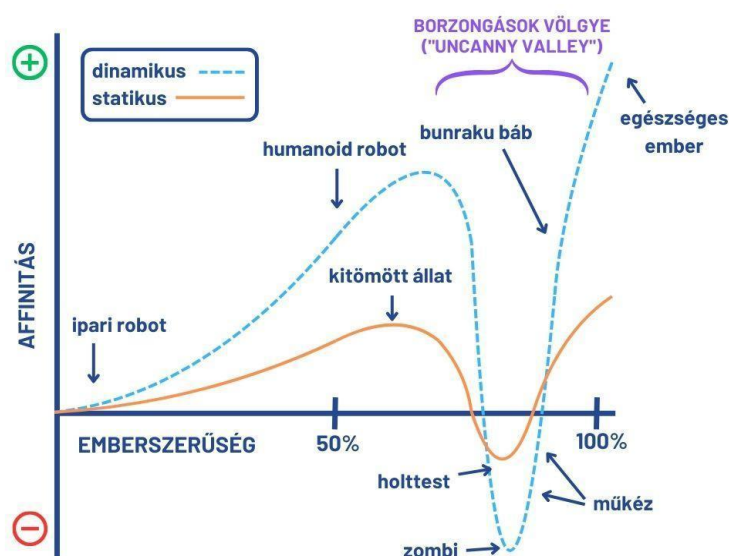
Kutatásunk elsőként tett kísérletet, hogy kutya-robot interakciók tanulmányozásával vizsgáljunk fajfelismerést. A felismerési mechanizmusok mélyebb megértéséhez további kísérletek szükségesek, melyekben az ágens kutyához való hasonlóságát célzottan változtatjuk.

2. BEVEZETŐ, CÉLKITŰZÉSEK

A fajtársak és más élőlények felismerése alapvető ahhoz, hogy a fajok egyedei megfelelő viselkedési válasszal reagáljanak interakciók esetében. (Oliveira & Bshary, 2021). A fajtársak felismerése a fajon belüli (intraspecifikus) interakciók, például párválasztás, utódgondozás és rokonszelekció során játszik szerepet (Jacot és mtsai., 2010; Phelps és mtsai., 2006; Barnard & Fitzsimons, 1988). Más fajok képviselőinek hatékony felismerése pedig a fajok közötti (interspecifikus) interakciók esetén előnyös – többek között a ragadozó és a zsákmány detektálásában, illetve a potenciális kompetitor vagy kooperátor fajok egyedeivel való találkozáskor (Ishii & Shimada, 2010; Kelley & Magurran, 2003, Orivel és mtsai., 1997; Bagnères és mtsai., 1991). A fajfelismerés kiemelt jelentőségű olyan esetekben, amikor a fajon belül nagymértékű a küllemi variancia (Autier-Dérian és mtsai., 2013), és az adott faj szociális, csoportos életmódot folytat (Oliveira & Bshary, 2021). Ilyen a kutya (*Canis familiaris*) is, amely a domesztikáció következtében a legváltozatosabb megjelenésű háziállattá vált (Autier-Dérian és mtsai., 2013), és a fajon belüli és fajok közötti interakciókban való részvétel is alapvető fontosságú számukra (Miklósi & Topál, 2013). Az interaktánsok felismerése történhet vizuális, akusztikus és/vagy kémiai jelek segítségével (Siniscalchi és mtsai., 2018), melyek alapján az állatnak kategorizálnia kell az adott élőlényt (Autier-Dérian és mtsai., 2013), például fajtárs, potenciális társ, csoporttárs, rokon (Mateo, 2004).

Feltehető azonban, hogy a felismerési kategóriák megléte és száma az adott fajok evolúciójának, ökológiai tényezőinek a függvénye, illetve egyedfejlődési hatások nyomán alakul ki (Mateo, 2004). Tisztázatlan, mennyi kategóriát tud elkülöníteni egy adott faj tagja, azokon belül specifikusan felismer-e egyedeket (Wiley, 2013), illetve, hogy két különböző ivart egy fajba sorol-e (Mendelson & Shaw, 2012). Kutyáknál például a korábbi kutatások kimutatták, hogy felismerik a saját fajuk képviselőit fotó alapján (Autier-Dérian és mtsai., 2013), különbséget tesznek kutyák és emberek között portréképek alapján (Bunford és mtsai., 2020), el tudják különíteni a gazdájuk hangját más emberekéétől (Gábor és mtsai., 2019), és képesek különbséget tenni fajtársak és emberek között szag alapján (Wells és mtsai., 2000). Az azonban, hogy a felismerést milyen jellegek irányítják, nem tisztázott (Gábor és mtsai., 2019). Az emberi fajfelismerés vizsgálatra egy potenciális megközelítés a „borzongások völgye” (angolul: ‘uncanny valley’; a továbbiakban: BV) hipotézis. Az elmélet szerint az emberek pozitívan reagálnak a humán jellegű ágensekre egy bizonyos pontig – amikor már nagyon hasonlítanak az emberre, de nehezen ítékelhető meg, élők vagy élettelenek (Mori, 1970). A reakciók ekkor jelentős mértékben negatívvá válnak, és az ágens elkerülő, ambivalens

viselkedést vált ki (Moosa & Ud-Dean, 2010; 1. ábra), amely mögött a félelem és düh belső állapotok feltételezhetőek (Wang és mtsai., 2015; Ho és mtsai., 2008). Ilyen „borzongást” válthat ki például egy zombi, egy holttest vagy egy valósághű humanoid robot látványa (Sierra Rativa és mtsai., 2022). A jelenséget makákókon is vizsgálták (Steckenfinger & Ghazanfar, 2009), és a kutatók szerint egy lehetséges evolúciós magyarázat, hogy az abnormális, potenciálisan fertőzést hordozó egyedek elkerülése, illetve a fajtársak felismerése és preferálása adaptív viselkedés (Wang és mtsai., 2015; Lewkowicz & Ghazanfar, 2012; Moosa & Ud-Dean, 2010). Egy másik magyarázat szerint a BV kiváltó oka az ellentmondás lehet, hogy két, egyébként különálló felismerési kategória (pl. „ember” és „robot”) átfed (Tinwell és mtsai., 2011).



1. ábra. A „borzongások völgye” (“uncanny valley”) hipotézis grafikus megjelenítése. A rajz Mori (1970) ábrája alapján készült.

Több mint 50 éves múltja ellenére a BV hipotézist gyakorlati úton alig tesztelték, és az eddigi kutatások ellentmondásos eredményei nem támasztják alá megbízhatóan (Wang és mtsai., 2015). Ennek egyik oka, hogy a modell kialakítása elnagyolt: függő változóként az érzelmi reakció töltetét (pozitív/negatív), független változóként a fajtárs-szerűség mértékét határozza meg, amelyek nehezen kvantifikálhatók (Tinwell és mtsai., 2011). Továbbá a koncepció erősen emberközpontú (Mara és mtsai., 2022), így jelenlegi, kutyákkal történő kutatásunkban a borzongások völgye hipotézist kiindulási ötletként használtunk, és egy ennél általánosabb megközelítésre törekedtünk a fajfelismerés vizsgálatakor.

Abból indultunk ki, hogy a fajfelismerésnek mérhető különbségben kell megnyilvánulnia fajtársakra és nem fajtársakra adott viselkedési reakciók összehasonlításakor (Mendelson & Shaw, 2012), és kutya-robot interakciók életszerű helyzetben való vizsgálatával igyekeztünk

mélyebb betekintést nyerni a kutyák fajfelismerési viselkedésébe. Családi kutyák spontán reakcióit hasonlítottuk össze négy különböző, ismeretlen ágenssel – egy fajtárrsal (1), egy négylábú, kutyaszerű robottal (2), egy segédpincér robottal (3) és egy emberrel (4) – való találkozáskor. A robotok esetén gyakoribb félelemre és agresszióra utaló viselkedési reakciókat vártunk, mint a fajtárrsal, illetve az emberrel szemben. A két robottal való találkozás összehasonlításakor a négylábú robot irányába vártunk gyakoribb félelmi és agresszív reakciót, mivel feltételeztük, hogy alanyaink számára a négylábú robot kategorizációja a kutyához hasonlóbb kinézet és viselkedés miatt nehezebb lesz, és ez ambivalens viselkedésben fog megnyilvánulni. A kérdéseket, hipotéziseket és predikciókat az 1. táblázat részletezi.

Kérdések	1.) Van-e különbség a kutyák viselkedésében, amikor egy <u>négylábú robottal vagy egy ismeretlen fajtárrsal találkoznak</u> , amelyek közel azonos viselkedéssort hajtanak végre?	2.) Van-e különbség a kutyák viselkedésében, amikor egy <u>négylábú robottal vagy egy segédpincér robottal találkoznak</u> , amelyek közel azonos viselkedéssort hajtanak végre?	3.) Van-e különbség a kutyák viselkedésében, amikor <u>egy segédpincér robottal vagy egy ismeretlen emberrel találkoznak</u> , amelyek közel azonos viselkedéssort hajtanak végre?
Nullhipotézis (H0)	A kutyák hasonlóan viselkednek a két különböző ágenssel szemben.		
Alternatív hipotézis (HA)	A kutyák eltérően viselkednek a két különböző ágenssel szemben élőség (élő/élettelen), szociális szerep (állatszerű/nem állatszerű, fajtárs/nem fajtárs) vagy egyéb tulajdonság (pl. zajosság) tekintetében, mivel az ágensek eltérő jellegei miatt más felismerési kategóriába teszik azokat.		
Predikciók	1.) A kutyák nagyobb mértékű félelmet (pl. elkerülés), illetve agressziót (pl. agresszív vokalizáció) mutatnak a négylábú robot irányába, mint az ismeretlen fajtárs felé.	2.) A kutyák nagyobb mértékű félelmet (pl. elkerülés), illetve agressziót (pl. agresszív vokalizáció) mutatnak a négylábú robot irányába, mint a segédpincér robot felé.	3.) A kutyák nagyobb mértékű félelmet (pl. elkerülés), illetve agressziót (pl. agresszív vokalizáció) mutatnak a segédpincér robot irányába, mint az ember felé.

1. táblázat. A kutatás kérdései, hipotézisei és predikciói.

3. MÓDSZEREK

3.1. Alanyok

Vizsgálatunk alanyai olyan családi kutyák voltak ($N=89$), amelyek rendszeresen járnak gazdáikkal szociális környezetbe (étterembe, irodába, bevásárlóközpontba) (átlagéletkor $\pm$ SD = 4,63 + 3,08 év, tartomány: 0,7–13 év; 45 szuka [36 ivartalanított], 44 kan [37 ivartalanított]). A regisztráció online zajlott, közösségi oldalakon keresztüli hirdetéssel. A részvétel önkéntes alapon, anyagi kompenzáció nélkül történt, a gazdák beleegyező nyilatkozatot írtak alá a viselkedésteszt előtt. Az egyéni változókat – ivar, életkor, fajta, méret, tréningezettség szintje, szociális környezetben szerzett tapasztalat, robotokkal szerzett tapasztalat – a lehető legnagyobb mértékben kiegyenlítettük.

3.2. Ágensek

A viselkedéstesztokban négyféle ágens – egy Unitree Go1 típusú robot, egy Biscce nevű segédpincér robot, egy terápiás kutya (életkor = 7,6 év, szuka [ivartalanított]) és egy nő, három közül (átlagéletkor $\pm$ SD = 24,4 + 1,97 év, tartomány: 22,6-26,5 év) vett részt (2. ábra). A Unitree Go1 négy lábú, állatra emlékeztető robot, amelyet többféle célból fejlesztettek, pl. felderítés, járőrözés és kisebb tárgyak szállítása. Főként alumínium-ötvözetből készült műanyag elemekkel, fejlett kamera- és érzékelő-funkciókkal, beépített mesterségesintelligencia-rendszerrel, valamint négy, dinamikusan mozgatható lábbal rendelkezik. Biscce a HUN-REN-ELTE Összehasonlító Etológiai Kutatócsoport saját tervezésű segédpincér robotja, állat-inspirálta jellegekkel és henger alakú testtel. LiDAR-ral felszerelt Robotnik RB1 alapról áll, felső része tálcás rendszert és ultrahang-érzékelőket tartalmaz. Nyaki komponense fejmozgást tesz lehetővé, testét moduláris, műbőrscsíkból készült borítás fedi.

A terápiás kutya kiválasztásakor alapvető szempont volt, hogy a Unitree robothoz hasonló méretű és színű legyen. Az emberi ágensek esetén törekedtünk, hogy a testmagasságuk (átlag $\pm$ SD = 161,7 + 4,9 cm, tartomány: 156-165 cm) és Biscce magassága (120 cm) között minél kisebb legyen az eltérés, és a kísérletek során mindegyikük Biscce-hez hasonló színű ruhát viselt.



2. ábra. A kutatáshoz használt ágensek: a) ismeretlen fajtárs; b) Unitree Go1; c) Biscee és d) ismeretlen ember.

3.3. Kísérleti elrendezés

3.3.1. Kísérleti csoportok

A tesztelt $N=89$ kutyát három kísérleti csoportba soroltuk, csoportonként 30, ill. 29 egyeddel. A négy ágens közül minden alany csak kettővel találkozott; vagy a Unitree robottal és az ismeretlen kutyával, vagy a Unitree robottal és Biscee-vel, vagy Biscee-vel és az ismeretlen emberrel. Erre a megoldásra azért volt szükség, mert korábbi tapasztalatok alapján a kutyák érdeklődése hamar lecsökken az új ágensek irányába (habituáció), ha egymás után többel is találkoznak, illetve ebben az esetben az ágensek sorrendje is fontos tényezővé vált volna. Két ágens esetében a kutyák érdeklődése közel azonosnak tekinthető, bár a sorrendhatást így sem lehet kizárni (l. adatelemzés).

A találkozásokra külön-külön került sor, előre meghatározott, pszeudorandom sorrendben. Az egyes kísérleti csoportokban kiegyenlítettük, az alanyok melyik ágenssel találkoztak először. A Biscee-ember kísérleti csoportban a három nő egyformán sokszor szerepelt ágensként.

3.3.2. A kísérlet menete

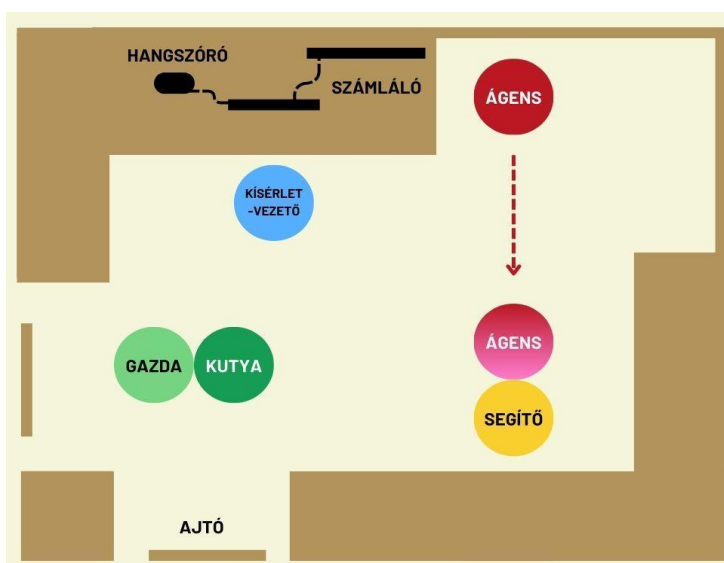
A vizsgálatok az Etológia Tanszék megfigyelő helyiségében történtek, egy kísérletvezető és egy segítő közreműködésével. A viselkedésteszteket megelőzően a segítő elindította a kamerákat. A kísérletvezető a megfigyelő helyiségbe vezette a gazdát és az alanyt. Ágens ekkor még nem volt jelen. A kutya póráz nélkül, szabadon felderíthetett a szobában (exploráció), amíg a kísérletvezető részletes tájékoztatást adott a gazdának a vizsgálat menetéről. A gazdának a teszt alatt végig a kijelölt helyen kellett állnia, egyik kezével stabilan tartva maga előtt a pórázt, másik kezével a csuklóját fogva. Erre azért volt szükség, mert a tesztek erejéig mindig minden kutyára ugyanazt a pórázt tettük fel, egységesítve ezzel, hogy mekkora távolságra mozoghatnak a kijelölt ponttól. Ha a kutya körbetekerte a pórázt, a gazda vele foroghatott a tengelye körül, hogy kitekerje. Abban az esetben, ha a kutya kérdően ránézett, semleges hangon annyit kérdezhetett: „Na, mi lesz?” Máskülönben passzívnak kellett maradnia, hogy ne befolyásolja az alany viselkedését. Erős félelmi reakció (pl. menekülés az ajtó felé, gazda mögé bújás), illetve agresszió (pl. támadás, fogcsattogtatás) esetén a kísérletvezető azonnal megszakította a tesztet, illetve az „Elég!” mentőszó használatával a gazda is bármikor dönthetett a befejezés mellett.

A beleegyező nyilatkozat aláírása után a gazda már a standard pórázt csatolta vissza a kutyára, és a kísérletvezetővel átvonultak az arra kijelölt várakozó helyiségbe, amíg az első ágens elfoglalta a helyét. A kutyák külön-külön találkoztak a két ágenssel, kétszer – így alanyonként négy tesztre került sor. Az ágensek minden esetben nagyjából 1 perces, előre meghatározott viselkedéssort hajtottak végre. Életszerű környezet imitálása érdekében a tesztek alatt egy hangszóróból irodai háttérzajt játszottunk le. Az ágensek egymás után mindig cserélődtek, így a blokkok között 2-3 perces szüneteket tartottunk. Ezalatt a kísérletvezető a várakozó helyiségben meghatározott tesztlap alapján kérte a gazdát, hogy sorolja fel az ágensnek három olyan tulajdonságát, amely a véleménye szerint kiválthatta a félelmi/agresszív reakciót a kutyából – ha az mutatott ilyet az adott teszt során. Ezalatt a segítő előkészítette a következő ágenszt, és jelzett, ha mehettek vissza a következő tesztre. A blokkok közötti szünetekben jutalomfalat használata tilos volt.

3.3.3. Megfigyelési teszt

Az ágensekkel való első találkozás egy megfigyelési teszt volt. A gazda a kutyával és a kísérletvezetővel belépett a kísérleti helyiségbe, mindenki elfoglalta a kijelölt helyét (3. ábra). A kísérletvezető laptopról elindította a számlálót, amely jól láthatóan ki volt vetítve a segítő számára is, aki az ágenszt irányította. Az első 10 másodpercben a bemutatott ágens mozdulatlan

volt. A következő 10 másodpercben egyhelyben végzett mozgást, fizikai képességeinek megfelelően, majd 10 másodpercig forgott a tengelye körül. Mivel a terápiás kutya kézjelekre végezte a feladatát, a segítő a robotok és az ember irányításakor is hasonló kézmozgást tett. A forgást követően az ágens megközelítette a segítőt, megállt előtte, és a segítő megérintette a fejét – ember esetén a vállát. A terápiás kutya számára szükség volt a dicsérő gesztusra a motiváció fenntartásához, így a jobb összehasonlítás érdekében a robotok és az ember esetén is ezt alkalmaztuk. A tesztblokk zárásaként az ágens és a segítő 10 másodpercig mozdulatlanul álltak egymással szemben (2. táblázat).



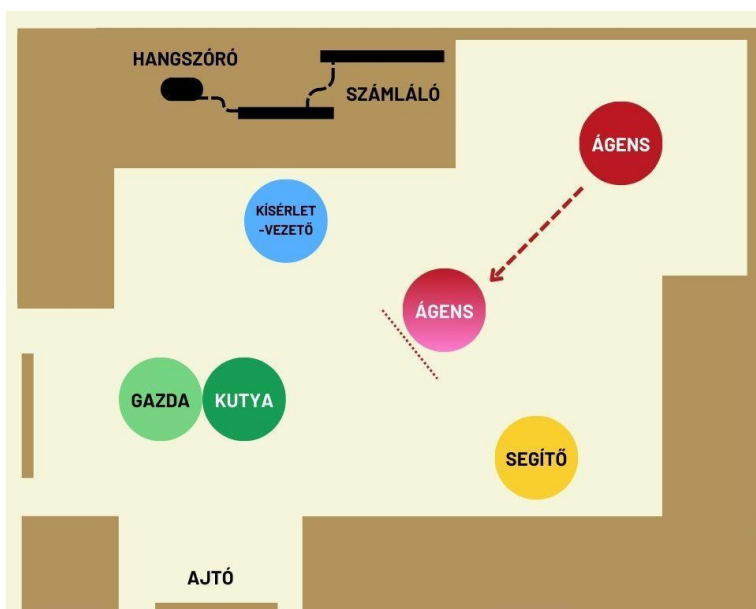
3. ábra. A kísérleti helyiség elrendezése a megfigyelési tesztnél.

Időtartam	Terápiás kutya	Unitree	Biscee	Ember
10 mp	egyhelyben állás			
10 mp	lefekvés-felkelés egyhelyben	le-fel mozgás egyhelyben	fej lehajtása és felemelése, majd a test enyhe jobbra-balra mozgatása egyhelyben	
10 mp	tengely körüli forgás			
-	egyenes vonalban haladás a segítő felé, a segítő megsimítja az ágens fejét	egyenes vonalban haladás a segítő felé, a segítő megérinti az ágens fejét		egyenes vonalban haladás a segítő felé, a segítő megérinti az ágens vállát
10 mp	egyhelyben állás a segítő előtt			

2. táblázat. Az ágensok által bemutatott viselkedéssor a megfigyelési tesztben.

3.3.4. Direkt megközelítés teszt

Az alany második találkozása az ágenssel egy direkt megközelítés teszt volt. A kijelölt pozíciók elfoglalása (4. ábra) és a számláló indítása után a bemutatott ágens 10 másodpercig mozdulatlanul állt az alannal szembeni sarokban. Ezt követően viszonylag lassú, egyenletes sebességgel haladva megközelítette az alanyt, 1-1,5 méter távolságra. A kijelölt végponton megállt, enyhén elfordult, és 10 másodpercig mozdulatlan maradt. A terápiás kutya-Unitree kísérleti csoport esetén a kezdeti 10 másodperc mozdulatlan várakozás után az ágens és a segítő egymás mellett haladva közelítették meg az alanyt. A kijelölt végponthoz érve egymás felé fordultak, és 10 másodpercig mozdulatlanok maradtak (3. táblázat). A különbség oka a másik két csoporthoz képest, hogy a terápiás kutyát kísérnie kellett a gazdájának. Hogy a körülmények minél jobban egyezzenek, a Unitree robotot is kísértük.



4. ábra. A kísérleti helyiség elrendezése a direkt megközelítés tesztnél.

Időtartam	Terápiás kutya	Unitree	Biscee	Ember
10 mp	egyhelyben állás			
-	egyenes vonalban haladás az alany felé a segítő kíséretében, majd a segítő felé fordulás	egyenes vonalban haladás az alany felé, majd enyhe elfordulás		
10 mp	egyhelyben állás a segítőre nézve	egyhelyben állás		

3. táblázat. Az ágensek által bemutatott viselkedéssor a direkt megközelítés tesztben.

3.3.5. Deszenzitizáció

Amennyiben az alany félelmi vagy agresszív reakciót mutatott valamelyik robot vagy ember felé, a kísérletvezető döntése vagy a gazda kérése alapján az utolsó teszt után deszenzitizáltuk a kutyát az ágensre. Robotok esetén (Unitree: N=51 alanynál; Bisce: N=22 alanynál) a segítő a sarokba állította az ágenst, mozdulatlan pozícióban, a kutyának háttal. Az alany belépett a gazdával az ajtón, aki feladatokat kért tőle. Ekkor már használhatott jutalomfalatot. A kutya folyamatos foglalkoztatása, dicsérete és jutalmazása mellett csökkentették a távolságot az ágenstől. A gazda meg is érinthette a mozdulatlan robotot, jelezve a kutyának, hogy az nem jelent fenyegetést. Ember esetén (N=3 alanynál) a folyamat hasonlóan zajlott, azzal a különbséggel, hogy az ágens odafordulhatott a kutyához, amely megszagolhatta, illetve interakcióba léphettek egymással (pl. a kutya megsimogatása). A terápiás kutya esetén a potenciális sérülésveszély elkerülése érdekében (pl. a két kutya esetleges agresszív interakciója) nem történt deszenzitizáció.

3.4. Adatelemzés

3.4.1. Viselkedési adatok elemzése

A viselkedésteszt során rögzített videók kódolását Microsoft Excelben végeztem. A munkalapon vezetem az alanyok nevét a tesztekkel, illetve a mért viselkedési változókat (a teljes listát definíciókkal a 4. táblázat foglalja össze). Minden tesztnél 1-gyel jelöltem, ha az adott viselkedés jelen volt, 0-val, ha nem volt jelen.

Név	Definíció	Mérték
A gazda megközelítése	Az alany a gazda felé mozog, miközben a gazdára vagy az ágensre orientál. Vagy az alany a teszt teljes időtartama alatt laza pórázon a gazda közelében marad.	igen (1) / nem (0)
Ajtó megközelítése	Az alany a bejárat ajtó felé mozog és orientál, közben húzva a pórázt.	igen (1) / nem (0)
Ágens megközelítése	Az alany az ágens felé mozog és orientál, közben húzva a pórázt.	igen (1) / nem (0)

Hátrálás	Az alany hátrafelé, de nem a gazda irányába mozog, miközben az ágensre orientál.	igen (1) / nem (0)
Gazdára nézés	Az alany a gazda arcára néz, közvetlenül azután, hogy az ágensre nézett.	igen (1) / nem (0)
Nyüsztés	Rövid, ismétlődő, magas frekvenciájú, tonális hangadás.	igen (1) / nem (0)
Izgatott ugatás	Viszonylag magas frekvencián, de nem fejhangon való ugatás.	igen (1) / nem (0)
Agresszív ugatás	Alacsony frekvenciájú, zajos ugatás.	igen (1) / nem (0)
Morgás	Alacsony frekvenciájú, szünetekkel tagolt, zajos vokalizáció-sorozat.	igen (1) / nem (0)
Kaffogás	Alacsony frekvenciájú léghang, amelyet a kutya enyhén nyitott szájjal ad ki.	igen (1) / nem (0)

4. táblázat. A kódolt viselkedési változók a hozzájuk tartozó részletes definíciókkal.

A statisztikai elemzést és az adatok vizualizálását RStudio szoftverrel (4.4.1. verzió) végeztük. A három kísérleti csoport adatait külön-külön elemeztük, és a csoportokon belül összehasonlítottuk az alanyok viselkedését a két ágenssel való találkozáskor. A mért változók közül a hátrálást és az ajtó megközelítését egy félelem, a morgást, a kaffogást és az agresszív ugatást pedig egy agresszió nevű binomiális változóban egyesítettük: ha a felsorolt viselkedési változók közül bármelyik megjelent a kódolás során, a változó értéke 1 lett, ha egyik sem jelent meg, 0. Az adatok kétértékű kimenete miatt a binomiális általánosított lineáris kevert modellcsaládba (GLMM) tartozó logisztikus kevert modellt használtuk mindkét kísérleti csoport esetén. A modell illesztésekor a független változók minden esetben az ágens, illetve az ágensekkel való találkozási sorrend lettek, valamint ezek interakciója. A modellszelekció backward elimination módszerrel történt. A végső modellekben kizárólag az ágens maradt, a sorrend (mind interakcióban, mind főhatásként) kiesett a modellből. Hogy kontrolláljuk az alanyok közötti varianciát, a modell tartalmazta a kutyák nevét mint random hatást.

3.4.2. A gazdák véleményének elemzése

A gazdák véleményének kiértékelésekor csak azokat a kutyákat vettem figyelembe, amelyek tesztelésekor a kísérletvezető félelmi vagy agresszív reakciót látott a kutyán valamely ágens irányába, így feltette a gazdának a tesztlapon szereplő nyitott kérdést. Az elemzéskor összesítettem a gazdák leggyakrabban előforduló válaszait, és csoportosítottam azokat (5. táblázat). Az adatokat Microsoft Excel táblázatban foglaltam össze, amelyben a változókhoz alanyonként 0 vagy 1 értéket rendeltem, aszerint, hogy megjelent-e a kutya tesztlapján az adott kategóriákba tartozó válasz vagy sem.

Feltett kérdés: „Mit gondol, miért mutatott kutyája félelmet/agressziót az adott ágens irányába? Kérjük, soroljon fel maximum három olyan tulajdonságot, ami Ön szerint a kutya viselkedésének legvalószínűbb kiváltója lehetett.”		
Az elemzésben használt változó neve	Jellemző válaszok	Mérték
Zajosság	• hangos/zajos volt • dobogó/dübögő hang (Unitree)	igen (1) / nem (0)
Mozgás	• furcsán/természetellenesen mozgott • hirtelen indulás/ megmozdulás	igen (1) / nem (0)
Küllem	• furcsa kinézet/forma • lába van (Unitree) • nagy (Biscee) • állatszerű/élőlényszerű • kutyaszerű, de mégsem (Unitree)	igen (1) / nem (0)
Szemből közelítés (csak a 2. tesztnél)	• szemből közelítés • közel jött	igen (1) / nem (0)
Ismeretlenség	• ismeretlen • új/idegen dolog	igen (1) / nem (0)

5. táblázat. A gazdának feltett kérdés az ágens potenciálisan félelmet/agressziót kiváltó tulajdonságaival kapcsolatban, a leggyakoribb válaszokkal és csoportosításukkal.

A kiértékelést csak a két robotra tudtam elvégezni. A terápiás kutyát és az embert ki kellett zárnom az elemzésből az elhanyagolható válaszmennyiség miatt (terápiás kutya: $N=5$; ember: $N=3$), valamint, mert a gazdák nem az ágens valamely tulajdonságával indokolták a reakciót, hanem a kutyájukéval (korábbi reaktivitás), a kísérleti elrendezéssel (nem mehettek oda az ágenshez, illetve az nem fordított rájuk figyelmet), vagy azzal, hogy a robottal való előzetes találkozás befolyásolta a kutyájuk viselkedését.

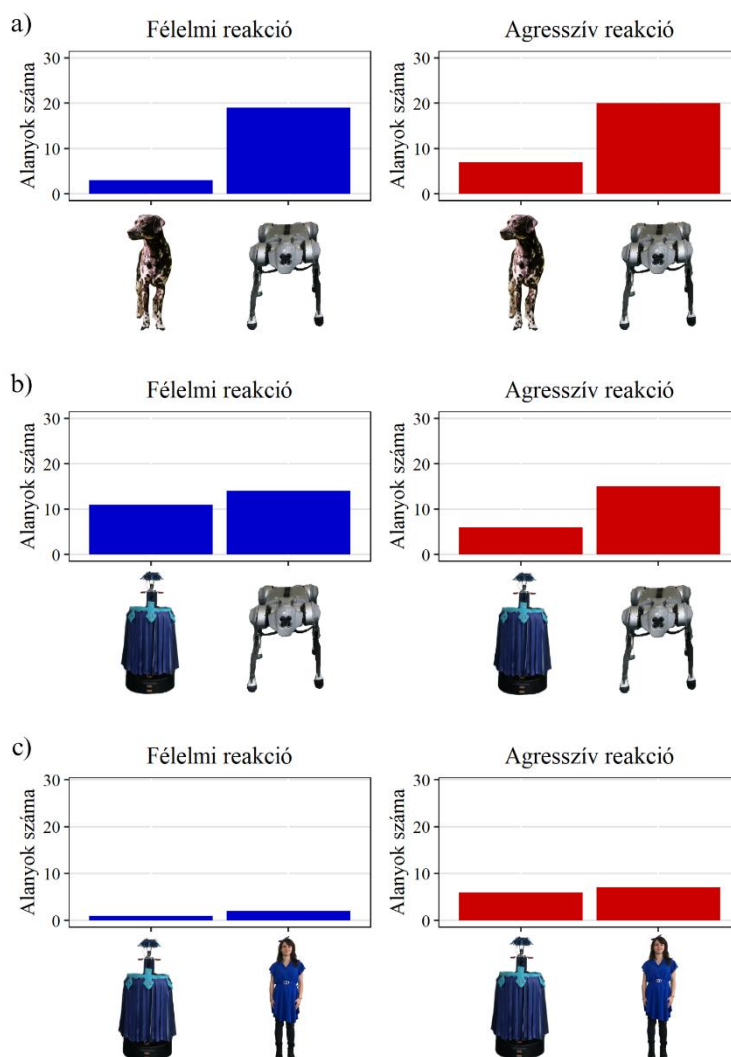
A statisztikai számításokhoz és az adatok vizualizálásához RStudio szoftvert (4.4.1. verzió) használtam. Az elemzés során összehasonlítottam, hogyan befolyásolta a két robot, hogy a zajosság, a mozgás, a küllem, a szemből közelítés és az ismeretlenség megjelent-e a gazdák válaszaiban vagy sem. Az elemzés ezen részéhez ugyancsak a binomiális általánosított lineáris kevert modellcsaládba (GLMM) tartozó logisztikus kevert modelleket alkalmaztam, mivel az adatok kimenete minden esetben két értéket vett fel. Továbbá ez a modelltípus hatékonyan képes kezelni az elemszámbeli eltéréseket, súlyozott értékekkel való számítással. Ez jelen esetben fontos tényező volt a két robot összehasonlíthatósága szempontjából, mivel válaszadók száma az egyéni különbségekből és a kísérleti elrendezésből fakadóan különböző volt. A kísérletvezetők a Unitree robot esetén $N=43$, Biscee esetén $N=14$ kutyánál ítélték meg félelmi vagy agresszív reakciót és tették fel a gazdának a vonatkozó kérdést.

A zajosságot, a mozgást, a küllemet, a szemből közelítést és az ismeretlenséget egy modellben kezelve vizsgáltam az ágensek (Unitree, Biscee) hatását a válaszadás valószínűségére nézve, hogy kiderüljön, általánosságban melyik robotnál soroltak fel gyakrabban tulajdonságokat a gazdák. Majd külön modellekben összehasonlítottam, milyen gyakran említik a gazdák a zajosságot, a mozgást, a küllemet, a szemből közelítést és az ismeretlenséget (függő változók) a két robot esetén (független változók). Random hatásként minden modellbe beépítettem a kutyák nevét, hogy kontrolláljam az alanyok közti varianciát. A fent említett első modell egyes részeihez, illetve az eredmények vizualizálásához ChatGPT-t is használtam segítségként.

4. EREDMÉNYEK

4.1. A viselkedési adatok elemzésének eredményei

A viselkedési adatokra illesztett logisztikus kevert modellek a terápiás kutya-Unitree csoportban statisztikailag szignifikáns és pozitív hatást mutattak a félelemre ($\beta = 20,94$, 95% CI [19,51, 22,37], $p < 0,001$), illetve az agresszióra ($\beta = 20,29$, 95% CI [11,75, 28,84], $p < 0,001$). A Unitree-Biscee csoportban ugyancsak szignifikáns és pozitív hatás adódott az agresszióra ($\beta = 2,05$, 95% CI [0,23, 3,86], $p = 0,027$), míg a félelem esetén nem találtunk szignifikáns hatást ($\beta = 1,4$, 95% CI [-0,70, 2,79], $p = 0,240$). A Biscee-ember kísérleti csoportban nem adódott szignifikáns hatás sem a félelemre ($\beta = 0,73$, 95% CI [-1,73, 3,19], $p = 0,561$), sem az agresszióra ($\beta = 0,77$, 95% CI [-1,76, 3,29], $p = 0,551$) (5.ábra). Az egyes modelleket leíró részletes eredmények a 6. táblázatban találhatók.



5. ábra. A félelmi, illetve agresszív reakciót mutatott alanyok száma a) a terápiás kutya-Unitree, b) a Unitree-Biscee és c) a Biscee-ember kísérleti csoport esetén.

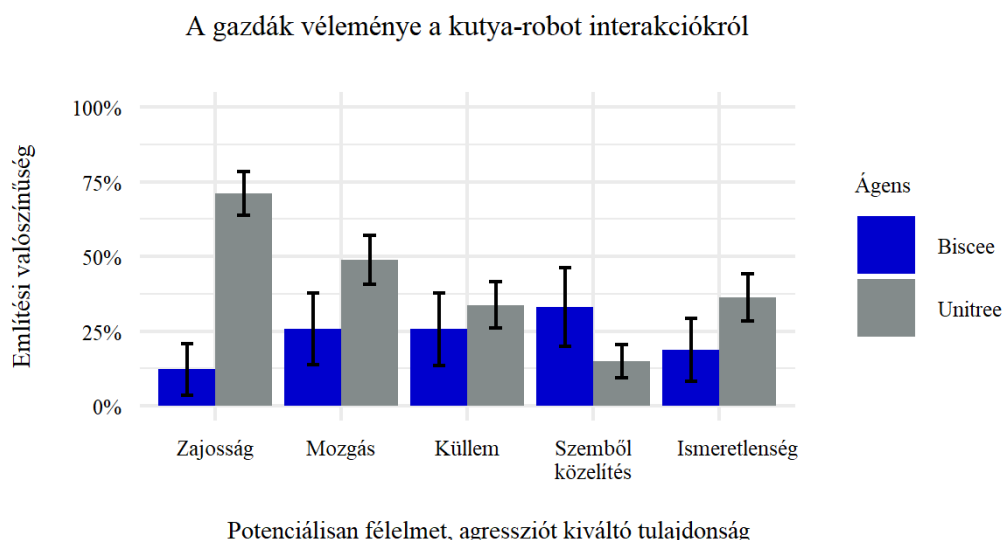
Kísérleti csoport	Változó	Feltételes R ²	Marginális R ²	Intercepthez tartozó ágens	Intercept értéke	Intercept 95% CI	Intercept p-érték
Terápiás kutya-Unitree	Félelem	1,00	0,08	Terápiás kutya	-11,15	[-14,49, -7,81]	< 0,001***
	Agresszió	1,00	0,07	Terápiás kutya	-10,38	[-15,63, -5,12]	< 0,001***
Unitree-Biscee	Félelem	0,81	0,02	Biscee	-1,62	[-4,04, 0,80]	0,190
	Agresszió	0,52	0,15	Biscee	-2,05	[-3,76, -0,33]	0,019*
Biscee-ember	Félelem	NA	0,04	Biscee	-3,33	[-5,33, -1,34]	0,001***
	Agresszió	0,96	$1,67 \times 10^{-3}$	Biscee	-7,56	[-12,48, -2,64]	0,003*

6. táblázat. A modellek teljes magyarázóerejére és a fix hatásokra vonatkozó eredmények (feltételes és marginális R²), az intercepteket jellemző adatokkal. Jelmagyarázat: *** p<0,001; * p<0,05.

A 95%-os konfidencia-intervallumok (CI) és a p-értékek számítása minden esetben Wald-féle z-eloszlás közelítéssel történt. A találkozások sorrendje a terápiás kutya-Unitree és a Unitree-Biscee csoportnál nem okozott szignifikáns hatást, a modellszelekció során kiesett a modelltől. A Biscee-ember kísérleti csoportnál agresszió esetében szintén nem adódott sorrendhatás, míg félelem esetében igen (p = 0,035). Ennél a kísérleti csoportnál azonban a viselkedési adatok alapján mindössze 3 kutya mutatott félelmet, és a random hatás varianciája 0 lett. Így a statisztikai modell nem tudta megbízhatóan megbecsülni a paramétereket.

4.2. A gazdák véleményének elemzésének eredményei

Az adatokra illesztett logisztikus kevert modellben az Unitree robot szignifikáns pozitív hatást gyakorolt a válaszok előfordulására ($\beta = 2,86$, 95% CI [1,15, 4,58], p = 0,001). A modell teljes magyarázóereje (feltételes R²) 0,24, mérsékelt. A fix hatásokra vonatkozó rész (marginális R²) 0,17. A modell interceptje Biscee-nél és a zajosságnál található, értéke -1,97 (95% CI [-3,53, -0,41], p = 0,013). A Unitree robot hatása ugyancsak szignifikáns és pozitív volt a zajosság említésére ($\beta = 3,11$, 95% CI [0,17, 6,05], p = 0,038). A mozgás, küllem, szemből közelítés és az ismeretlenség esetén nem adódott szignifikáns különbség a két robot között. A 95%-os konfidencia-intervallumok (CI) és a p-értékek számítása minden esetben Wald-féle z-eloszlás közelítéssel történt. Az eredmények grafikus megjelenítése a 6. ábrán látható.



6. ábra. Az ágensek potenciálisan félelmet/agressziót kiváltó tulajdonságainak említési valószínűsége a gazdák szerint a két robot, a) Unitree és b) Biscce esetén.

5. DISZKUSSZIÓ

Vizsgálatunk célja az volt, hogy családi kutyák spontán viselkedését hasonlítsa össze négy különböző ismeretlen ágenssel való találkozáskor, jobban megismerve a fajfelismerés mögötti mechanizmusokat. Feltételeztük, hogy a kutyák eltérően viselkednek különböző ágensekkel szemben élőség (élő/élettelen), szociális szerep (állatszerű/nem állatszerű, fajtárs/nem fajtárs) vagy egyéb tulajdonság (pl. zajosság) tekintetében – ennek megfelelően különbséget figyelhetünk meg az azokkal szembeni viselkedésükben. Azt vártuk, hogy a kutyák gyakrabban mutatnak félelmi reakciót (pl. elkerülés), illetve agressziót (pl. agresszív vokalizáció), amikor robotokkal (állatszerű Unitree Go1, illetve segédpincér funkciójú Biscce) találkoznak, szemben azzal, amikor egy fajtárssal (közepes termetű terápiás kutya) vagy egy emberrel (átlagos termetű nő). Amikor a kutyák két eltérő megjelenésű robottal találkoztak, azt vártuk, hogy a négylábú robot esetén mutatnak gyakrabban félelmi és agresszív viselkedést. A viselkedéstanulmányok eredményei agresszió tekintetében alátámasztották a hipotéziseinket és a predikcióinkat a négylábú robotra vonatkozólag. A kutyák a terápiás kutya-Unitree és a Unitree-Biscce kísérleti csoportban gyakrabban hallattak agresszív ugatást, morgást és kaffogást a Unitree robottal szemben, mint a két másik ágens jelenlétében. A kutyák a terápiás kutya-Unitree csoportban ugyancsak gyakrabban hátráltak, illetve közelítették meg az ajtót a robot jelenlétében, amelyet félelmi reakcióként értékeltünk. A Unitree-Biscce csoport esetén

nem adódott különbség a félelemi viselkedés tekintetében. A Biscce-ember kísérleti csoportban egyik ágens sem váltott ki gyakoribb félelmi, illetve agresszív viselkedést.

A kapott eredményeink a négy lábú Unitree robot esetén arra utalnak, hogy a kutyák más felismerési kategóriába helyezik azt, mint a fajtársat, az ágenssel szembeni nagymértékű agresszió pedig mindkét kísérleti csoport esetén arra enged következtetni, hogy potenciális veszélyforrásként érzékelték. Azonban, hogy pontosan milyen felismerési kategóriába sorolták a robotot, sok szempontból kérdéses. A kutyák viselkedésében az agresszió általában más élőlényekkel szemben nyilvánul meg, intraspecifikus és interspecifikus interakciók formájában, amikor valamilyen forrásért folyik a vetélkedés. Ez történhet például dominanciával, territorialitással és birtoklással kapcsolatos kontextusban (Schilder és mtsai., 2019, Borchelt, 1983). De a félelemből adódó defenzív agresszió (Schenkel, 1967) is kiválthatja a támadó viselkedést (Borchelt, 1983), például, amikor a kutyának nincs lehetősége menekülni egy veszélyes helyzetből. A félelem és az agresszió tehát nehezen választható teljesen külön egymástól. Ez kutatásunk egyik limitációja is, hiszen elképzelhető, hogy a viselkedési változóinkkal nem sikerült kielégítően reprezentálnunk ezeket a belső állapotokat. Fontos megemlíteni, hogy a félelem sokszor viselkedési passzivitással jár, mely jelenség jellemzően dermedt testhelyzetben nyilvánul meg (Hatzimoysis, 2014). Ezt kutyáknál is megfigyelhető stressz esetén (Rooney és mtsai., 2016). Ugyancsak elképzelhető, hogy Biscce alkalmazása nem nyújtott megfelelő alapot a négy lábú robottal, illetve az emberrel történő összehasonlításra. A kutyák az emberi életterekben rendszeresen találkozhatnak nagyobb méretű, viszonylag lassú sebességgel guruló objektumokkal (pl. babakocsi, kézikocsi, takarítókocsi, kültéri gurulós kuka). Nem zárható ki annak a lehetősége, hogy Biscce felismerése valamilyen tárgyi kategóriába esett, illetve, hogy az Unitree-vel szemben mutatott félelmi és/vagy agresszív viselkedés abból az ambivalens helyzetből adódott, hogy egyes kutyák számára nehézséget okozott a robot kategorizációja.

Noha megfigyeléseink alapján pontos magyarázatot nem tudunk adni a viselkedések okait és befolyásoló tényezőit illetően, az eredmények a gazdák véleményét illetően némi segítséget nyújthatnak a helyzet értékelésében. A Unitree robot növelte a válaszadás valószínűségét, a gazdák tehát a négy lábú robot esetén gyakrabban neveztek meg potenciálisan félelmet/agressziót kiváltó tulajdonságokat. Továbbá, a Unitree esetében gyakrabban válaszolták, hogy a robot zajossága befolyásolhatta a kutyájuk viselkedését. Az eredmények ebben a tekintetben egybeesnek a hipotézisünkkel, miszerint az alanyok nemcsak élőség vagy szociális szerep tekintetében tehetnek különbséget az ágensek között, hanem egyéb tulajdonság is meghatározó lehet. A kutyák az emberi környezetben hozzá vannak szokva

bizonyos zajokhoz (pl. TV, forgalom) (Blackwell és mtsai., 2013), mégis gyakori és komoly probléma, hogy elkerülést, stresszt váltanak ki belőlük az olyan erőteljes hangok, mint például a vihar vagy a tűzijáték (Overall és mtsai., 2019). Ezt a jelenséget a szakirodalom zajérzékenységnek nevezi (Lopes és mtsai., 2018). A robot által keltett mesterséges zaj mint befolyásoló tényező egy potenciális magyarázat a szignifikáns viselkedésbeli különbségekre. Felmerül a lehetőség, hogy a mért félelem egy része a zavaró ingerforrás elkerülésére utal, nem pedig a fajfelismerés nehézségeire.

Összefoglalva, vizsgálatunk során a családi kutyák különbséget mutattak a viselkedésükben, amikor egy fajtárssal és egy négylábú robottal találkoztak, részleges különbséget mutattak két eltérő robottal való találkozáskor, és nem mutattak különbséget egy segédpincér robottal és egy emberrel való találkozáskor. Arra vonatkozólag, hogy a különbségtételek milyen szempontok szerint valósultak meg, illetve, hogy mi volt az oka a hasonlóságoknak, további kutatásokra van szükség, amelyekbe többféle ágenszt és kísérleti csoportot is bevonunk.

Kísérleti elrendezésünk módosításával a kutya-robot, illetve állat-robot interakciók ígéretes kutatási irányt jelenthetnek a fajfelismerés vizsgálatában. A robotok segítségével lehetőség nyílt az egyes jellegek (pl. szag, hang) szerepét külön-külön, jól kontrollált körülmények között vizsgálni. Egy-egy adott robot tulajdonságait szisztematikusan is lehetne változtatni, illetve az alanyoknak olyan ágensekre adott viselkedését összehasonlítani, amelyek egy bizonyos szempontból hasonlóak, de egyéb tulajdonságaikban eltérőek (pl. egyforma hang, eltérő küllem). Ezáltal jobban átláthatóvá válna az egyes jellegek hatása, valamint a felismerésben betöltött szerepük fontossága, azaz a jellegek hierarchiája. Mivel az emberrel való interakciók releváns interspecifikus kapcsolatot jelentenek a kutyák számára, a humanoid robotok bevonása is érdekes lehetőség, ha a kutatók kifejezetten az ember felismerésének mentális folyamataira kíváncsiak.

6. SZERZŐI HOZZÁJÁRULÁS

- Részt vettem a viselkedésteszték levezetésében és a hozzá tartozó adatrögzítésben, kísérletvezetőként, segítőként és ágensként is.
- Kódoltam az összes kutya viselkedését a tesztek során felvett videókról, és részt vettem az ezt megelőző próbakódolásban is.
- Kiértékeltem a Unitree-Biscee és a Biscee-ember kísérleti csoport viselkedési adatait, a statisztikai eredményekről ábrákat készítettem.
- Kiértékeltem a gazdák véleményét az ágensek potenciális félelmet/agressziót kiváltó tulajdonságairól, az eredményekről ábrákat készítettem.

TDK munkám a HUN-REN-ELTE Összehasonlító Etológiai Kutatócsoport tagjaival együttműködve valósult meg. A kutatás kidolgozásáért, irányításáért és a kutatási protokoll megírásáért Kovács Tímea és Csepregi Melitta PhD hallgatók, valamint Dr. Gácsi Márta feleltek. A tesztekhez az alanytoborzást és az időpontegyeztetést a gazdákkal Kovács Tímea és Csepregi Melitta végezte. Kovács Tímea továbbá előkészítette a viselkedési adatok kódolását a próbakódolás levezénylésével. A próbakódolásban, illetve a viselkedésteszték lebonyolításában rajtam kívül Kovács Tímea, Csepregi Melitta, Temesi Andrea, Dr. Korcsok Beáta, Kertész Kitti és Szűcs Veronika vettek részt, kísérletvezetői és segítői szerepben egyaránt. A Biscee-ember kísérleti csoportban rajtam kívül Kertész Kitti és Csepregi Melitta voltak ágensek. Az egyik kísérleti csoport esetén Szép Sára is közreműködött segítőként, Penny nevű terápiás kutyájával. A viselkedési adatokra Kovács Tímea segített megfelelő statisztikai modellt illeszteni, és a terápiás kutya-Unitree kísérleti csoport adatait ő elemezte R statisztikai szoftverrel. A gazdák véleményének elemzésekor az illesztett statisztikai modell egy részéhez ChatGPT-t is használtam segítségként. A TDK dolgozat elkészítését Dr. Miklósi Ádám felügyelte, aki a kutatás koncepcióalkotásában, módszertanában és felügyeletében vett részt.

Ezúton nyilatkozom, hogy TDK konferencián korábban nem értem el helyezést. Ha a jelen BTDK Konferencia előtt másik TDK konferencián helyezést érek el, arról a BTDK szervezőit még a konferencia előtt értesítem, a nyertes pályamunkát eljuttatom hozzájuk.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen TDK dolgozat nem jöhetett volna létre a HUN-REN-ELTE Összehasonlító Etológiai Kutatócsoport összehangolt munkája nélkül. Külön köszönet illeti Kovács Tímeát, Dr. Gácsi Mártát és Csepregi Melittát, a kutatás vezetőit, akikhez bármikor fordulhattam szakmai útmutatásért. Köszönöm Temesi Andreának, Dr. Korcsok Beátának, Kertész Kittinek és Szűcs Veronikának, akik remek csapattagok voltak mind a tesztelés, mind a próbakódolás során. Köszönöm Szép Sárának, aki Penny nevű terápiás kutyájával közreműködött a kutatásban. Köszönöm a résztvevő gazdáknak. Nem utolsósorban pedig köszönöm a témavezetőmnek, Dr. Miklósi Ádámnak, aki támogatta a kutatás megvalósulását, felügyelte a TDK dolgozatom elkészítését, és mindenben maximálisan számíthattam a segítségére.

8. IRODALOM

- Autier-Dérian, D., Deputte, B. L., Chalvet-Monfray, K., Coulon, M., & Mounier, L. (2013). Visual discrimination of species in dogs (*Canis familiaris*). *Animal cognition*, 16, 637–651.
- Bagnères, A. G., Killian, A., Clement, J. L., & Lange, C. (1991). Interspecific recognition among termites of the genus *Reticulitermes*: evidence for a role for the cuticular hydrocarbons. *Journal of Chemical Ecology*, 17, 2397–2420.
- Barnard, C. J., & Fitzsimons, J. (1988). Kin recognition and mate choice in mice: the effects of kinship, familiarity and social interference on intersexual interaction. *Animal Behaviour*, 36(4), 1078–1090.
- Blackwell, E. J., Bradshaw, J. W., & Casey, R. A. (2013). Fear responses to noises in domestic dogs: Prevalence, risk factors and co-occurrence with other fear related behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 145(1-2), 15–25.
- Borchelt, P. L. (1983). Aggressive behavior of dogs kept as companion animals: classification and influence of sex, reproductive status and breed. *Applied Animal Ethology*, 10(1-2), 45–61.
- Bunford, N., Hernández-Pérez, R., Farkas, E. B., Cuaya, L. V., Szabó, D., Szabó, Á. G., ... & Andics, A. (2020). Comparative brain imaging reveals analogous and divergent patterns of species and face sensitivity in humans and dogs. *Journal of Neuroscience*, 40(43), 8396–8408.
- Gábor, A., Kaszás, N., Miklósi, Á., Faragó, T., & Andics, A. (2019). Interspecific voice discrimination in dogs. *Biologia Futura*, 70(2), 121–127.
- Hatzimoysis, A. (2014). Passive fear. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 13(4), 613–623.
- Ho, C. C., MacDorman, K. F., & Pramono, Z. D. (2008). Human emotion and the uncanny valley: a GLM, MDS, and Isomap analysis of robot video ratings. In *Proceedings of the 3rd ACM/IEEE international conference on Human robot interaction* (pp. 169–176).
- Ishii, Y., & Shimada, M. (2010). The effect of learning and search images on predator–prey interactions. *Population ecology*, 52, 27–35.
- Jacot, A., Reers, H., & Forstmeier, W. (2010). Individual recognition and potential recognition errors in parent–offspring communication. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 64, 1515–1525.
- Kelley, J. L., & Magurran, A. E. (2003). Learned predator recognition and antipredator responses in fishes. *Fish and Fisheries*, 4(3), 216–226.
- Lewkowicz, D. J., & Ghazanfar, A. A. (2012). *The development of the uncanny valley in infants. Developmental Psychobiology*, 54(2), 124–132.
- Lopes Fagundes, A. L., Hewison, L., McPeake, K. J., Zulch, H., & Mills, D. S. (2018). Noise sensitivities in dogs: an exploration of signs in dogs with and without musculoskeletal pain using qualitative content analysis. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 324253.

- Mara, M., Appel, M., & Gnambs, T. (2022). Human-like robots and the uncanny valley. *Zeitschrift für Psychologie*.
- Mateo, J. M. (2004). Recognition systems and biological organization: the perception component of social recognition. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 729–745). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Mendelson, T. C., & Shaw, K. L. (2012). The (mis) concept of species recognition. *Trends in ecology & evolution*, 27(8), 421–427.
- Miklósi, Á., & Topál, J. (2013). What does it take to become “best friends”? Evolutionary changes in canine social competence. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(6), 287–294.
- Moosa, M. M., & Ud-Dean, S. M. (2010). Danger avoidance: An evolutionary explanation of uncanny valley. *Biological Theory*, 5, 12–14.
- Mori, M. (1970). The uncanny valley. *Energy*, 7, 33–35.
- Oliveira, R. F., & Bshary, R. (2021). Expanding the concept of social behavior to interspecific interactions. *Ethology*, 127(10), 758–773.
- Orivel, J., Errard, C., & Dejean, A. (1997). Ant gardens: interspecific recognition in parabiotic ant species. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 40, 87–93.
- Overall, K. L., Dunham, A. E., Scheifele, P., & Malowski, K. S. (2019). Fear of noises affects canine problem solving behavior and locomotion in standardized cognitive tests. *Applied Animal Behaviour Science*, 221, 104863.
- Phelps, S. M., Rand, A. S., & Ryan, M. J. (2006). A cognitive framework for mate choice and species recognition. *The American Naturalist*, 167(1), 28–42.
- Schenkel, R. (1967). Submission, its features and function in the wolf and the dog. *Am. Zoologist*, 7 (1967), pp. 319–329.
- Rooney, N. J., Clark, C. C., & Casey, R. A. (2016). Minimizing fear and anxiety in working dogs: A review. *Journal of Veterinary Behavior*, 16, 53–64.
- Schilder, M. B., van Der Borg, J. A., & Vinke, C. M. (2019). Intraspecific killing in dogs: Predation behavior or aggression? A study of aggressors, victims, possible causes, and motivations. *Journal of Veterinary Behavior*, 34, 52–59.
- Sierra Rativa, A., Postma, M., & van Zaanen, M. (2022). The uncanny valley of a virtual animal. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 33(2), e2043.
- Siniscalchi, M., d’Ingeo, S., Minunno, M., & Quaranta, A. (2018). Communication in dogs. *Animals*, 8(8), 131.
- Steckenfinger, S. A., & Ghazanfar, A. A. (2009). Monkey visual behavior falls into the uncanny valley. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(43), 18362–18366.

- Tinwell, A., Grimshaw, M., & Williams, A. (2011). The Uncanny Wall. *International Journal of Arts and Technology*, 4(3), 326.
- Wang, S., Lilienfeld, S. O., & Rochat, P. (2015). The uncanny valley: Existence and explanations. *Review of General Psychology*, 19(4), 393–407.
- Wells, D. L., & Hepper, P. G. (2000). The Discrimination of Dog Odours by Humans. *Perception*, 29(1), 111–115.
- Wiley, R. H. (2013). Specificity and multiplicity in the recognition of individuals: implications for the evolution of social behaviour. *Biological Reviews*, 88(1), 179–195.