



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Gazdaság és Társadalomtudományi Kar
Kognitív Tudományi Tanszék

Érzelmekre utaló viselkedésjegyek egy robotban?



Készítette: **Kis Anna**
Kognitív tanulmányok MSc I.

Konzulens: *Gácsi Márta*
Tudományos főmunkatárs
ELTE Etológia Tanszék

Tudományos Diákköri Konferencia
Budapest, 2010

Tartalom

| | |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Tartalom | 2 |
| Táblázat- és ábrajegyzék | 3 |
| 1. Bevezetés | 4 |
| 1.1 Szociális robotok | 4 |
| 1.2. „Hátborzongató völgy” | 4 |
| 1.3. Etológia és robotika | 6 |
| 1.3.1. A kutya mint modell | 6 |
| 1.3.2. A kutya viselkedésén alapuló robotikai modellek | 7 |
| 1.4. Robotérzelmek | 9 |
| 1.5 Célkitűzések | 12 |
| 2. Módszer | 13 |
| 2.1 A vizsgálat előkészítése | 13 |
| 2.1.1 Az emócióra utaló viselkedésmintázat etogramja | 13 |
| 2.1.2. A tesztvideók elkészítése | 14 |
| 2.2 A vizsgálat menete | 15 |
| 2.2.1 Alanyok | 15 |
| 2.2.2. A kérdőív | 15 |
| 2.3 Adatelemzés | 16 |
| 3. Eredmények | 18 |
| 3.1. Szabad válasz kérdőív | 18 |
| 3.1.1. Érzelmek tulajdonítása | 18 |
| 3.2. Feleletválasztásos kérdőív | 19 |
| 3.2.1. Találati sikeresség | 19 |
| 3.2.2. Hibamintázat | 19 |
| 3.2.3. Kutyával való tapasztalat hatása | 20 |
| 3.2.4. Összehasonlítás a szabad választ igénylő kérdőívvel | 21 |
| 4. Diskusszió | 22 |
| 5. Összefoglaló | 25 |
| 6. Irodalom | 26 |
| 7. Függelék | 30 |
| 8. Köszönetnyilvánítás | 32 |

Táblázat- és ábrajegyzék

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ábra A „háborzongató völgy” | 5 |
| 2. ábra A kutya Idegen Helyzet Tesztben mutatott viselkedése alapján készült fuzzy modell szimuláció kezelő felülete | 8 |
| 3. ábra A gazda hazaérkezését és egy vendég fogadását bemutató videófelveleken látható robot | 9 |
| 4. ábra Már létező szociális robotok | 10 |
| 5. ábra Kätšyri és mtsai, 2003 (balra) valamint a Bartneck, 2001 (jobbra) általt használt mesterséges fejek illetve arcok | 11 |
| 6. ábra Az iCat elnevezésű játékrobot | 11 |
| 7. ábra A kísérlet során bemutatott videofelveleken szereplő robot | 14 |
| 8. ábra A szabad válaszok megoszlása a különböző kategóriák között az egyes videók esetében | 18 |
| 9. ábra A sikeres találatok százalékos aránya a különböző videofelvelelek esetében . | 19 |
| 10. ábra A sikeres találatok százalékos aránya az egyes videók esetében a feleletválasztós illetve a szabad választ igénylő kérdőívekben | 21 |
| 1. táblázat A különböző belső állapotokat bemutató videók | 15 |
| 2. táblázat A Robotot ábrázoló videók konfúziós mátrixa | 20 |
| 3. táblázat A Kuttyát ábrázoló videók konfúziós mátrixa | 20 |

1. Bevezetés

A robotika viszonylag fiatal, napjainkban is erősen formálódó és gyorsan fejlődő tudományterület. A manapság leginkább elfogadott „robot” definíció a Karel Čapek által 1920-ban bevezetett jelentést veszi alapul (Čapek 1920). Eszerint a robotok bizonyos feladat(ok) *önálló* végrehajtására alkalmas műszaki szerkezetek, amelyek más eszközökkel ellentétben *autonóm* ágensnek tekinthetők (Thrun 2004).

1.1. Szociális robotok

A modern robotikán belül speciális helyet foglalnak el a szociális robotok. A téma aktualitását mi sem bizonyítja jobban, minthogy világszerte számos kutatócsoport¹ foglalkozik ezzel a kérdéskörrel, a legváltozatosabb megközelítéseket alkalmazva. A tökéletesen működő humán–robot interakció ugyan egyelőre még elérhetetlen célnak tűnik, azonban a szociális robotok már napjainkban is a legkülönfélébb munkaköröket töltik be: múzeumi tárlatvezetés (Nourbakhsh 1999), recepció és turinform (Gockley et al. 2005), oktatás (Billard 2003), idős emberek segítése (Pineau 2003), társ és játék (Arkin et al. 2003), házikedvenc, asszisztens (Severinson-Eklundh et al. 2003) stb. A tendencia pedig egyértelműen arra mutat, hogy a jövőben az emberek robotokkal osztják meg a munkahelyüket, környezetüket, otthonukat. A robotoknak tehát alkalmassá kell válniuk az emberekkel való hatékony szociális interakcióra, bizonyos mértékben ismerniük kell a viselkedési szabályait, be kell illeszkedniük különböző szociális kontextusokba (Pineau 2003). Ez egyrészt rendkívül sok napjainkig megoldatlan tervezési és kutatási kihívást körvonalaz (Krieger et al. 2000; Beckers et al. 1994), másrészt etikai, pszichológiai és társadalmi kérdéseket, aggályokat vet fel (Asaro 2007).

1.2. „Hátborzongató völgy”

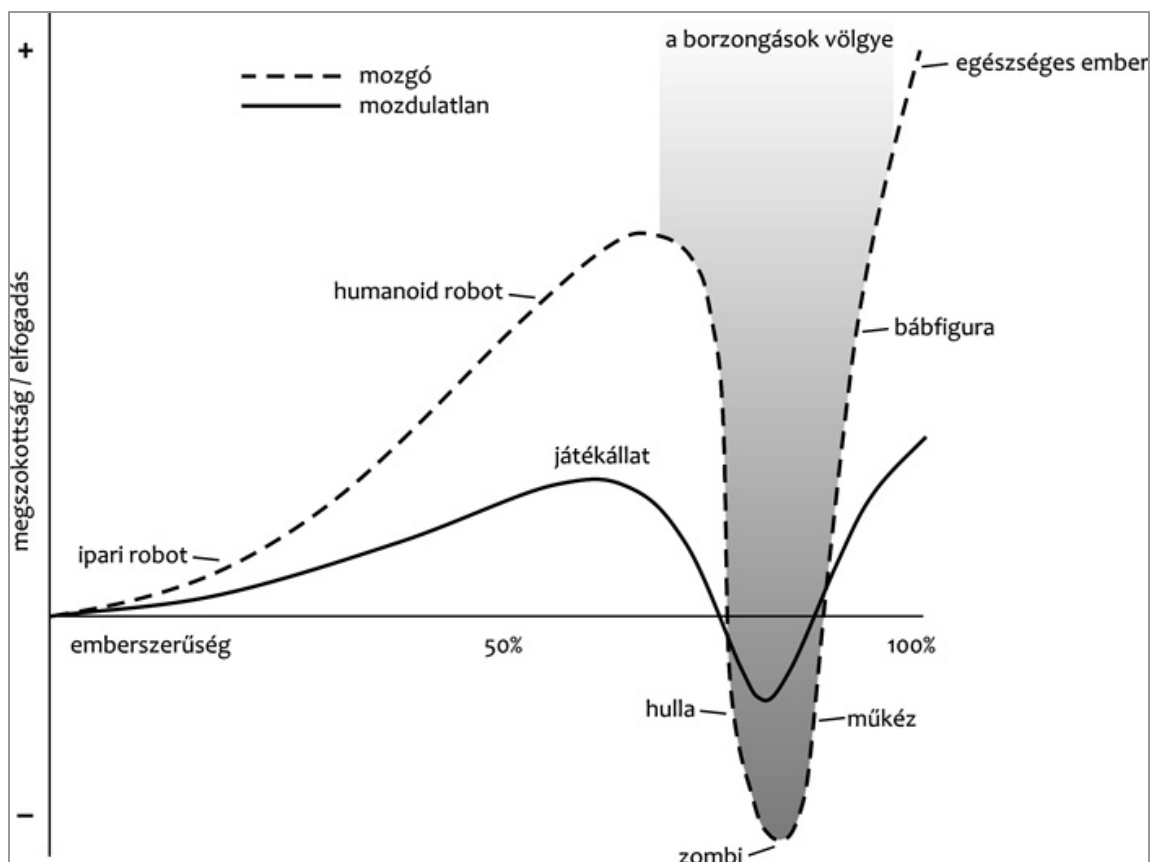
Az egyik ilyen nagy tervezési kihívás, hogy hogyan nézzen ki egy szociális robot. Kézenfekvőnek tűnik, hogy az emberhez minél inkább hasonlatos humanoid robot tervezése lenne a legmegfelelőbb. Hiszen így például kihasználhatjuk az ember antropomorfizáló hajlamát, azaz azt a tényt, hogy emberi jellemzőket tulajdonít állatoknak és

¹ Lásd például:

<http://robotic.media.mit.edu/>; <http://www.lirec.org/>; <http://roboticslab.uc3m.es/roboticslab/>;
<http://www.ieee-ras.org/>; <http://www.lego.com/eng/education/mindstorms/default.asp>;
<http://www.pleoworld.com/Home.aspx>; <http://www.intuitiveautomata.com/>;
<http://www.athomaz.com/?p=349>; <http://hubolab.kaist.ac.kr/KHR-3.php>; <http://www.pal-robotics.com/>;
<http://www.sparkytherobot.co.uk/sparky/Welcome.html>

tárgyaknak, amennyiben azok hozzá hasonló fizikai vagy viselkedésbeli megjelenést mutatnak (Serpell 2003).

A humanoid robotok azonban nem feltétlenül a legmegfelelőbb szociális robotok. Ennek egyik oka a „hátborzongató völgy” („uncanny valley”) néven híressé vált jelenség (Mori 1970), melynek lényege, hogy egy bizonyos határon túl az emberekhez való hasonlósági fok növekedésével meredeken esik a robotok iránt érzett vonzalom. A jelenséget az 1. ábra illusztrálja: azt láthatjuk, hogy miként alakul egy mozgó illetve mozdulatlan tárgy elfogadottsága az emberszerűség függvényében. Mivel könnyen belátható, hogy a jelenlegi technológiák használatával az ember tökéletes mását nem vagyunk képesek elkészíteni, ügyelnünk kell arra, hogy a robotok ne legyenek annyira emberszerűek, hogy viszolygást váltsanak ki a velük interakcióba lépő felhasználókból. Így kiküszöbölhető, hogy egy antropomorf robot, amely a majdnem teljesen emberszerű, de még megkülönböztethető tőle, az emberek számára félelmetessé vagy taszítóvá váljon, annak okán, hogy a robot bár emberszerű, de érezhetően valami nincs rendben vele mintha fogyatékos, őrült vagy zombi volna.



1. ábra A „hátborzongató völgy”. Forrás: Miklósi 2010

A kezdetekben pusztán gondolkísérlet formájában híressé vált elméletet később tényleges kísérleti adatokkal is alátámasztották: egyes esetekben néhány robottal lefedve a skála lényegi pontjait, máskor képernyőn animált, egymásba átalakuló fotókkal (Walters et al. 2004).

A humanoid robotok másik nagy hátránya, hogy képességeiket tekintve túlzott elvárásokat ébresztenek a velük interakcióba lépő emberben. Mivel hamar kiderül, hogy a robotok ezeknek az elvárásoknak nem képesek megfelelni, a felhasználó csalódott, elégedetlen lesz, így az emberszerű megjelenés végső soron fordított hatást vált ki, mint amire tervezték (Mori 1970).

1.3. Etológia és robotika

A fentiek értelmében a szociális robotra érdemes lenne inkább mint új, önálló „fajra” tekinteni. Így ahhoz, hogy a robot emberrel szembeni viselkedése természetes legyen, olyan nem-humán modellre van szükségünk, amely hatékony interspecifikus interakcióra képes az emberrel. Ezért a szociális robotok viselkedését érdemes inkább etológiai, mint pszichológiai alapokra helyezni.

Az interspecifikus szociális interakció – amelyet jelen esetben a robot és az ember viszonylatában értelmezünk – a kognitív etológia egyik „szakterülete”. Az etológiai megközelítésmód lényege a viselkedés elemi egységekre bontása. Ez lehetővé teszi a viselkedés matematikai módszerekkel való leírását, ami megkönnyíti a robotfejlesztő programozók dolgát, akik ezeket az adatokat közvetlenül felhasználhatják az algoritmusok írásához. Továbbá rengeteg felhalmozott tudás áll rendelkezésünkre az ember állatokkal való szociális kapcsolatáról, interakcióiról, ami lehetővé teszi a tudományos alapokon nyugvó interspecifikus interakciós modellek felállítását.

1.3.1. A k u t y a m i n t m o d e l l

A kutyának rendkívül részletes szakirodalma van ez etológiában. Ennek oka többek között, hogy a kutya speciális evolúciós története és szociokognitív képességei miatt a kutya–ember interakció hatékonysága kiemelkedik az interspecifikus interakciók sorából. A kutya–ember viszony több mint tízezer éves közös múltra tekint vissza, és a kutya a komplex emberi környezethez alkalmazkodva meglepően hatékony emberrel való interspecifikus együttműködési készségeire és kommunikációs képességekre tett szert (Topál et al. 2009).

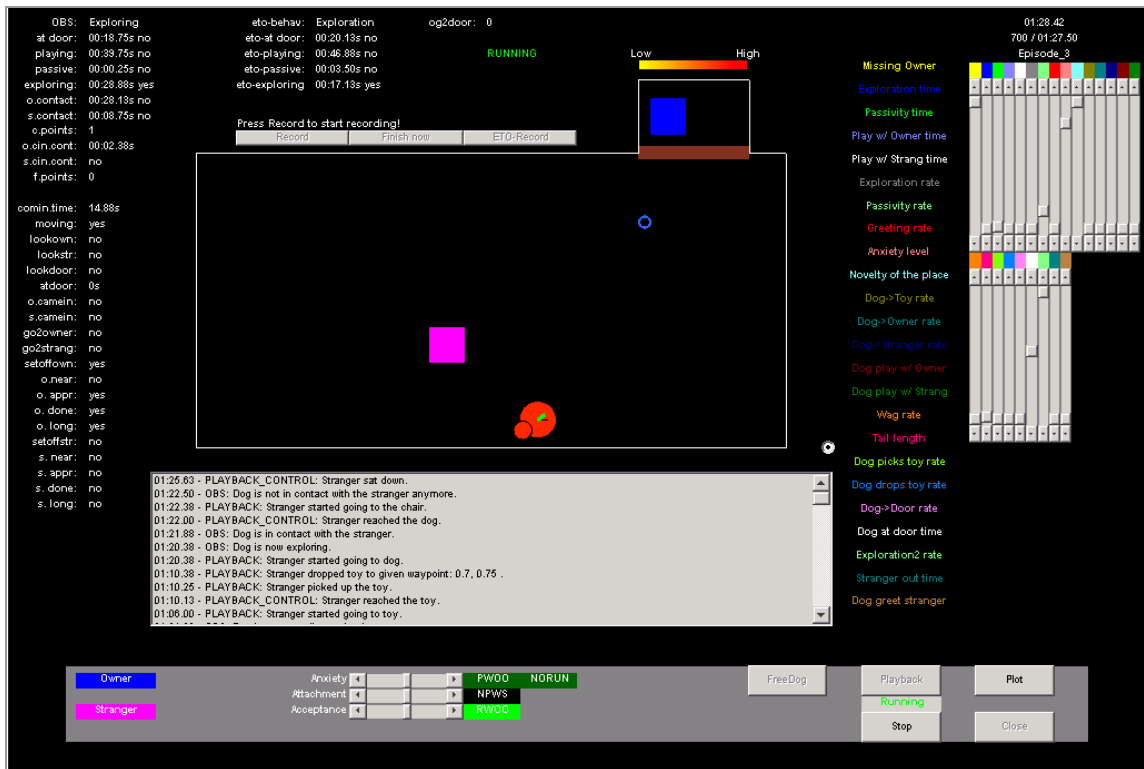
Ráadásul a robotok és a kutyák létjogosultsága többé-kevésbé megfeleltethető. A robot – egyszerű definíciója szerint – egy mesterséges autonóm ágens, amelyet az ember hoz létre saját munkájának megkönnyítése érdekében. A kutyafajtákat pedig az ember szelekcióval hozta létre hasonló célokra (például nyájak terelése és védelme). Így bizonyos szemszögből nézve a kutya tekinthető az első (biológiai) robotnak (Miklósi 2010).

Mindezek alapján a kutya ideális modellként szolgálhat a humán–robot interakciók megtervezéséhez. A kutya jellemző viselkedésformáinak etológiai módszerekkel történő számszerűsítése pedig képes könnyen felhasználható adatokat szolgáltatni a robotok viselkedését programozó informatikusoknak.

1.3.2. A kutya viselkedésén alapuló robotikai modellek

Bár a robotikában még kevésbé elterjedt az etológiai eredményeken alapuló modellek használata, az utóbbi pár évben több a kutya szociális viselkedését alapul vevő vizsgálat is publikálásra került. Egy újonnan kifejlesztett, a humán–robot interakció leírására szolgáló fuzzy modell (Kovács et al. 2009) például egy olyan klasszikus tesztet (Idegen Helyzet Teszt) vesz alapul, amelyet a pszichológiában az anya–gyerek kötődési kapcsolat, az etológiában pedig a gazda és kutyája közti kötődés vizsgálatára alkalmaznak (Ainsworth & Wittig 1969). A kutya esetében részletes adatok állnak rendelkezésünkre az Idegen Helyzet Tesztben mutatott viselkedésről, ráadásul ebben a szituációban kimutatható, hogy a kutyák hasonló, jellegzetes viselkedésmintázatot mutatnak a gazdájuk felé, mint a csecsemők az édesanyjuk felé (Topál et al. 1998). Ezen számszerűsített viselkedési adatok alapján készült el az a fuzzy modell, mely szemléltethető egy 2D-s szimuláció formájában (2. ábra), de akár alkalmas egy robot viselkedésének irányítására is.

Az Idegen Helyzet Tesztben mutatott viselkedéselemeken alapuló modell megalkotását követően kidolgozásra került egy Szociális Interakció Teszt (Korcok 2009), mely célja további egyszerű szociális helyzetekre jellemző viselkedésmintázatok alapvető viselkedési elemekre bontása és számszerűsítése a kutya esetében.



2. ábra A kutya Idegen Helyzet Tesztben mutatott viselkedése alapján készült fuzzy modell szimuláció kezelő felülete. *Forrás: Oláh & Zsuga 2008*

Egy másik etológiai alapokon nyugvó vizsgálat (Dag Sverre Syrdal et al. 2010) távlati célkitűzése, hogy egy virtuális ágens különböző – egymásra fizikailag nem hasonlító – embodimentekben (pl. 3D robot illetve 2D rajzfilmfigura) történő megvalósulása esetén is megőrizze identitását. Ez úgy érhető el, hogy az ágens a viselkedése alapján ismerhető fel. Az első lépés egy segítőkutya és kerekesszékes gazdája viselkedésének megfigyelése és részletes leírása volt abban a hétköznapi helyzetben, hogy a tulajdonos hazaérkezik, majd vendéget fogad. Azt itt leírt viselkedéselemek (üdvözlés, felszolgálásban való segítség, búcsú stb.) alapján készült el az a videó, amelyen az 3. ábrán látható robot szerepel ugyanebben a helyzetben. Ezt a videót vetítették le a szerzők alanyok egy csoportjának annak érdekében, hogy megvizsgálják mennyire sikeresen tudtak egy hétköznapi helyzetnek (hazaérkezés és vendégfogadás) megfelelő szociális viselkedést megjeleníteni a robotban. A kísérleti alanyoknak a videó megnézése után egy 1–5 skálán kellett különböző szempontok szerint jelölniük, hogy a robot hogyan viselkedett a gazdájával, illetve az idegennel. (A feltett kérdések szándékosan antropomorfak voltak, hiszen a szerzők a felhasználóban – nézőben – keltett képzeteket vizsgálták.) Az alanyok úgy ítélték meg, hogy a robot barátságosabb volt a gazdával, mint az idegennel, és hűségesebb irányta, valamint jobban vágyott a jelenlétére. Az idegen közelében idegesebben, féltékenyebben és ijedtebben viselkedett, mint a gazda közelében, és jobban vágyott arra,

hogy az idegen elmenjen. Mind a gazda, mind az idegen felé egyforma mértékben tanúsított azonban kíváncsiságot és segítőkészséget.



3. ábra A gazda hazaérkezését és egy vendég fogadását bemutató videófelvételeken látható robot

1.4. Robotérzelmek

Mint már említettük a szociális robotoknak funkciójukból adódóan interakcióba kell lépniük különböző emberekkel. Ahhoz, hogy ez az interakció az emberek számára természetesnek (vagy legalábbis kevésbé zavarónak) hasson, elengedhetetlen hogy a robot képes legyen az adott helyzetnek megfelelően viselkedni és releváns érzelmeket mutatni (Bartneck et al. 2004).

Láthattuk, hogy a már létező szociális robotok eltérő szerepkörök betöltésére lettek tervezve. Ennek megfelelően az is változó, hogy milyen kapacitásokkal, képességekkel, azaz hány szabadsági fokkal² rendelkeznek, és milyen akciókat képesek végrehajtani. Így nagyon különböző a fizikai megjelenésük (embodiment) is (4. ábra). Ezért természetesen az érzelmeik kifejezésére sem létezhet egy egységesen minden robotra alkalmazható módszer, hanem azt a robot egyedi képességeihez és funkciójához kell igazítani.

² Szabadsági fok (*def*): azon független változók száma, amelyek meghatározása szükséges ahhoz, hogy egy rendszer állapotát teljes egészében leírjuk (Pennestri et al. 2005). Ebben az esetben a robotok olyan képességeit/funkcióit értjük alatta, amelyek mozgása/változtatása önállóan programozható (pl. képes helyváltoztatásra, van feje, arca, képes hangot adni stb.).

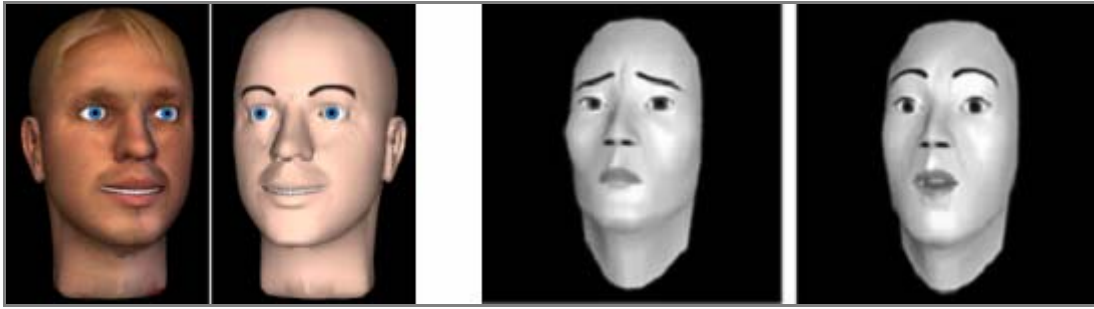


4. ábra Már létező szociális robotok:

Sage (Nourbakhsh 1999); *Roboreceptionist* (Gockley et al. 2005); *Nursebot Pearl* (Pineau 2003); *Cero robot* (Severinson-Eklundh et al. 2003)

A robotok érzelm kifejezésével foglalkozó kutatások ezidáig főképp az arckifejezéseket tanulmányozták, annak ellenére, hogy a legtöbb már létező, és funkcionáló szociális robot esetében az arckifejezés, mint szabadsági fok nem létezik. Ezek a gépezetek többségükben pusztán különböző sebességű mozgásra, térbeli pozíció változtatására, hangadásra, vagy esetleg valamilyen „testrész” mozdítására képesek.

Az arckifejezésekkel kapcsolatos kutatások olyan problémákkal foglalkoznak, mint például Kätsyri és munkatársai (Kätsyri et al. 2003), akik kimutatták, hogy egy általuk kifejlesztett mesterséges fej (5. ábra) arckifejezései alapján az alanyok kevésbé voltak képesek érzelmeket felismerni, mint egy valódi arc alapján. Cañamero és mtsai szintén erre a következtetésre jutottak emberi arcokról készült fényképek valamint egy 3D LEGO robot arckifejezéseinek összehasonlításakor (Canamero & Fredslund 2000). Azonban más mesterséges arcok (5. ábra) alkalmazása esetén ezzel ellentétes eredmények is születtek (Bartneck 2001).



5. ábra Kätšyri és mtsai, 2003 (balra) valamint a Bartneck, 2001 (jobbra) általt használt mesterséges fejek, illetve arcok

Egy másik ilyen jellegű kutatás (Bartneck et al. 2004) azt vizsgálta, hogy van-e annak szerepe az érzelemfelismerésben, hogy 2D-ben vagy 3D-ben látja az alany ugyanazt az ingert. A 3D helyzetben az alany egy iCat nevű kis játékrobotot (6. ábra) látott, míg a 2D helyzetben ugyanennek a robotnak a fényképét miközben az különböző érzelmi töltetű arckifejezést mutatott be. Eredményeik szerint az alanyok egyformán jól ismerték fel az alapérzelmeket mind a 2D mind a 3D helyzetben.



6. ábra Az iCat elnevezésű játékrobot

A pszichológiában a szintén túlsúlyban lévő arckifejezéssel foglalkozó kutatások mellett már napvilágot láttak olyan eredmények is, melyek az érzelemfelismerés és a testhelyzet, valamint a mozgás kapcsolatát vizsgálják. Az alanyok képesek például egy próbabábu különböző testhelyzetei alapján egy listából kiválasztani, hogy milyen érzelmet fejez ki (Coulson 2004). Szintén sikerrel választják ki a jellemző érzelmet, amennyiben egy arc nélküli embert vagy akár egy fénypontokból álló egyszerűsített alakot³ látnak mozgás közben (Atkinson et al. 2004). Véleményünk szerint a robotikában ezen két utóbbi – jelenleg kevésbé kutatott – paraméter, tehát a testhelyzet és a mozgás a legfontosabb eszköze az érzelemkifejezésnek mivel ezen szabadsági fokokkal szinte az összes szociális robot rendelkezik; így a funkcionális robotokban ezek kombinálásával lehet hatékony érzelemkifejezést megvalósítani. Fontos azonban emlékezni arra, hogy a robotok emberszerűségének növekedésével csökken a felhasználók von-

³ Demóvideó a <http://www.perceptionweb.com/perception/misc/p5096/feapl.mov> címen érhető el.

zalma, így az ilyen jellegű kutatásoknak a pszichológiában használatos humanoid modellek (pl. próbabábu, fényfoltokból álló egyszerűsített emberi alak) helyett sok esetben érdekesebb az ember-állat interakciót alapul venniük. Természetesen a nagyon ősi viselkedési homológiáknak köszönhetően számos közös pont található az emberi és az állati emocionális reakciók között (pl. a félelem menekülést/elkerülést vált ki; a mélyebb hang haragot, a magasabb félelmet tükröz; stb.), így a nem humanoid robotok viselkedésrepertoárja is tartalmazhat olyan elemeket, amelyek az emberre is jellemzőek.

1.5 Célkitűzések

A jelen kísérletet is magában foglaló vizsgálatsorozat távlati célja, hogy segítse olyan virtuális ágensek létrejöttét, amelyek az emberrel természetes módon képesek interakcióba lépni. Az itt bemutatandó kísérlet a robotok érzelmkifejezésére fókuszál, ami elengedhetetlen ahhoz, hogy egy humán partnerrel való szociális interakció természetesnek hasson.

Hipotézisünk szerint az emberi környezethez több szempontból sikeresen alkalmazkodott kutya megfigyelésével lehetséges olyan viselkedésmintázatok leírása, amelyek alapján programozott robotok akcióiból az emberek képesek felismerni, hogy az milyen érzelmet fejez ki. Mivel a szociális robotok a funkciójuktól függően nagyon eltérő embodimenttel rendelkezhetnek a kutya viselkedését is fontos az egyes szabadsági fokokra lebontva elemezni, így a robot képességeihez alkalmazkodva adhatjuk meg azokat a releváns viselkedéselemeket, amelyek az adott belső állapot kimutatásához minimalisan szükségesek.

Az itt bemutatásra kerülő vizsgálat célja összehasonlítani, hogy milyen mértékben ismerik fel az emberek az érzelmeket egy kutya és egy robot esetében, amennyiben minkét esetben hasonló viselkedésjegyeket figyelhetnek meg. Korábbi vizsgálatok (Csepreghy 2010) alapján feltételezzük, hogy az emberek képesek különböző belső állapotokat tulajdonítani a kutyáknak, így jelen vizsgálat legfontosabb kérdése, hogy az emberek képesek-e egy robotnak is belső állapotokat tulajdonítani.

2. Módszer

A vizsgálat során az alanyok összesen tíz videofelvételt néztek végig, amelyeken öt esetben egy kutya, öt esetben egy robot akcióit lehetett megfigyelni ugyanabban a semleges laboratóriumi környezetben. A videók bemutatását követően egy kérdőív segítségével mértük fel, hogy az alanyok hogyan interpretálták a felvételeket.

2.1 A vizsgálat előkészítése

2.1.1 Az emócióra utaló viselkedésmintázat etogramja

A vizsgálatot megelőzően a kutya viselkedése alapján készítettünk el egy etogramot, amelyben rögzítettük, hogy az általunk a későbbi tesztben vizsgált belső állapotokra (örül, fél, figyel, szomorú és dühös) milyen viselkedésmintázat jellemző. Ez azt jelenti, hogy minden egyes belső állapotra megadtuk, hogy a kutya rendelkezésre álló „kapacitásai” (törzs, fej, végtag, farok, hangadás stb.) milyen akciókat hajtanak végre, illetve állapotot vesznek fel (lásd *Függelék*). A belső állapotokra jellemző viselkedésmintázatokat korábbi tesztszituációk alapján írtuk le: örül – pl. gazda üdvözlése (Topál et al. 1998); fél – pl. fenyegető idegen (Vas et al. 2005); figyel – pl. az aktív/passzív gazdát nézi pl. (Korcsok 2009); szomorú – pl. gazda otthagya a kutyát, és elmegy (Topál et al. 1998); dühös – pl. elveszik a kutya csontját (Persa 2008) (Kis 2009).

Bár a viselkedéskutatás kezdetei óta (Darwin 1872) többen érvelnek az állati emóciók megléte mellett (Morris et al. 2008; Bekoff 2009), és az ELTE Etológia Tanszékén is folytak kérdőíves vizsgálatok annak feltárására, hogy milyen érzelmek figyelhetők meg a kutyánál (Csepreghy 2010), az általunk mintaként alkalmazott szituációk egyikében sem tudhatjuk, hogy ténylegesen mit *érez* a kutya. Ebben a speciális esetben azonban ennek nincs is jelentősége, csupán annak, hogy egy releváns kontextusban a kutya (illetve a későbbiekben a robot) olyan viselkedésformákat mutasson, amelyeket a felhasználó bizonyos érzelmekkel, belső állapotokkal képes és hajlamos azonosítani. Tehát a robotika szempontjából például nem releváns kérdés az, vajon a kutya valóban érez-e büntudatot (Hecht 2010), vagy csupán olyan viselkedésformákat mutat megfelelő helyzetekben, amelyek hatására a gazda ezt hiszi. Valójában a robotok esetében épp az a célunk, hogy a felhasználók érzelmeként értelmezzék a robotba programozott viselkedésmintázatokat annak ellenére, hogy közben nyilvánvalóan tudják, hogy egy robot nem képes ténylegesen örömet, félelmet stb. érezni.

2.1.2. A tesztvideók elkészítése

Az egyes szabadsági fokokra lebontott etogram alapján készítettük el azokat a felvételeket, melyeken egy semmilyen élőlényre nem hasonlító robot (7. ábra) illetve egy kutya mutatja be azokat a viselkedésmintázatokat, amelyek az adott belső állapotra jellemzőek. Természetesen figyelembe kellett vennünk, hogy az adott robot embodiment milyen mértékben képes az adott viselkedéselemeket végrehajtani. Valamint a videók felvételének körülményeiből adódóan a kutya sem mutatta be a teljes etogramot.

A kísérletben alkalmazott people-bot jellegű robotot a lengyelországi Wroclawi Műszaki Egyetem munkatársai (Mariusz Janiak, Lukasz Malek, Robert Muszynski és Krzysztof Tchon) fejlesztették. Képes helyváltoztatásra (görgőkön), forgásra, az egyik karjának (és három ujjának) mozgatására valamint hangadásra. A tetején elhelyezett monitor nem tekinthető „fejnek”, mert önállóan (a testtől függetlenül) nem mozgatható, szeme, arca nincs. Előzetesen felvett hangok adására alkalmas.

A videókon szereplő kutya egy három éves belga juhász kan, amely gazdája jeleire és viselkedésére reagálva mutatta be azt a viselkedéssorozatot, ami a felvételekre került. A hangok közül egy helyzetben (szomorú) egy másik kutya hangja lett a videofelvételre keverve, a másik két helyzetben a tesztkutya adta ki a hangokat.



7. ábra A kísérlet során bemutatott videofelvételeken szereplő robot⁴

Mind a robotról, mind a kutyáról ugyanabban a laboratóriumban (és ugyanabból a kameraállásból) készült el az az öt-öt felvétel, amit az alanyoknak levetítettünk. Ezeken a felvételeken a roboton illetve a kutyán kívül semmi más nem volt látható (pl. a féle-

⁴ A robotot más etológiai kísérletekben is részt vett már pl. Lakatos et al. 2010.

lem vagy az öröm oka, forrása), így kizártuk annak a lehetőségét, hogy a kontextus alapján lehessen azonosítani a felvételre jellemző belső állapotot. Az alábbiakban az 1. táblázatban összefoglaljuk, hogy mi látszott az egyes felvételeken, illetve a videókat egy screenshot sorozat illusztrálja a *Függelékben*.

1. táblázat A különböző belső állapotokat bemutató videók. (A kutya illetve a robot *viselkedése* a vizuális modalitást írja le, a *hang* oszlopban jelöltük, amennyiben akusztikus modalitás is tartozott az adott felvételhez.)

| | Kutya viselkedése | Robot viselkedése | Hang |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Örül | közelebb jön | közelebb jön | Van – magas, szaggatott |
| | magasan csóválja a farkát | felemeli a kezét, mozgatja az ujjait | |
| | oldalazó mozgás | forog – nem teljesen | |
| Fél | kúszva, lesunyt füllel közelít | közel jön | Nincs |
| | nyalja a szája szélét | | |
| | majd elmegy | majd hátrál, elfordul, elmegy | |
| Figyel | a kamera felé fordul | a kamera felé fordul | Nincs |
| | majd megközelíti, és ránéz | megközelíti, szembefordulva megáll | |
| Szomorú | leül, lefekszik | hátramegy, kissé elfordul | Van – mélyebb, elnyújtott |
| | majd lehajtja a fejét | leengedi a kezét | |
| Dühös | vicsorogva ugat | | Van – mély, hangos, szaggatott |
| | csóválja a farkát | magasan mozgatja az egyik kezét | |
| | közeledik | közeledik | |

2.2 A vizsgálat menete

2.2.1 A l a n y o k

Összesen 50 személy vett részt a kísérletben (42 nő és 8 férfi, életkoruk 14 és 50 év között mozgott). A kísérlet több (9–28 fős) csoportban zajlott. Az alanyok a vizsgálat céljáról és hipotéziseiről semmit sem tudtak előzetesen, továbbá a kísérletet vezető személy sem szolgáltatott semmilyen specifikus információval.

2.2.2. A k é r d ő í v

A tíz rövid videót (robot: 9–24 mp; kutya: 5–28 mp) úgy rendeztük sorba, hogy az alanyok először az öt robotos, majd az öt kutyás felvételt láthatták meghatározott (örül–fél–figyel–szomorú–dühös) sorrendben. A robotos videók azért kerültek előre, mert így elkerülhettük, hogy a vélhetően könnyebben felismerhető kutyás videók segítséget jelentsenek a robotos videók nézésekor. (A belső állapotok sorrendjének randomizálására jelen elemszám mellett nem volt lehetőségünk.) Egymás után kétszer vetítettük le ezt a

videosorozatot, mindkét alkalommal egy-egy kérdőívet kellett az alanyoknak kitöltenie, minden egyes videó megtekintése után válaszolva a feltett kérdésekre.

Az első kérdőívben az alanyok semmilyen instrukciót nem kaptak arra vonatkozóan, hogy mit fognak látni, hanem szabadon kellett leírniuk a véleményüket (*szabad választásos teszt*). A videók másodszori megnézése során minden egyes videofelvételre vonatkozóan hat válaszlehetőséget adtunk meg az alanyoknak (*feleletválasztós teszt*). A kérdőívek kitöltésének sorrendjét az indokolta, hogy a *szabad választásos teszt* előtt nem adhattunk információt arról, hogy a videók (szándékaink szerint) érzelmeket mutatnak be, és ez a *feleletválasztós tesztből* egyértelműen kiderült volna.

Szabad választásos teszt

Az alábbiakban tíz rövid videót fogsz látni. Kérjük írd le röviden, szerinted mi történik a videón!

- 1.....
.....
2.....
.....stb.

Feleletválasztós teszt

Kérjük válaszd ki, hogy az alábbiak közül melyik belső állapottal jellemeznéd leginkább a videót!

1.
a) mérges b) figyelmes c) fél d) boldog e) szomorú f) egyik sem
2.
a) mérges b) figyelmes c) fél d) boldog e) szomorú f) egyik sem stb.

2.3 Adatelemzés

A *szabad választásos teszt* elemzése során négy kategóriába soroltuk a válaszokat.

1 pont, ha az alany pusztán formálisan leírta a megfigyelhető konkrét viselkedést (pl. közelebb jött);

2 pont, ha valamilyen speciális viselkedést nevezett meg (pl. madarakat etet);

3 pont, ha valamilyen belső állapotra utaló viselkedést használt, a konkrét belső állapot megnevezése nélkül (pl. elmenekül),

4 pont, ha a belső állapotot megnevezi (pl. örül).

A kategóriákba sorolásra számolt kódolók közötti egyezés (Cohen's kapp) 6 kérdőív (összesen 60 kérdés) alapján 0,84-nek adódott.

A fenti pontszámokat felhasználva hasonlítottuk össze külön-külön az öt belső állapotra, hogy a robotot illetve a kutyát ábrázoló videók esetében mennyire hajlamosak az alanyok belső állapotra utaló meghatározásokat adni abban az esetben, ha semmilyen előzetes instrukciót nem kapnak arra vonatkozóan, hogy mit fognak látni (Mann-Whitney teszt).

Abban az esetben, ha az alanyok valamilyen belső állapotra utaló viselkedést vagy valamilyen belső állapotot neveztek meg (tehát 3 vagy 4 pontot kaptak) megvizsgáltuk, hogy a valós belső állapotot találták-e el (helyes válasz: 1 pont; helytelen válasz: 0 pont). Ezeket az adatokat a későbbiekben a feleletválasztós teszttel való összehasonlításkor használtuk fel.

A *feleletválasztós teszt* értékelése során a helyes találatokra 1, míg a helytelen találatokra 0 pontot adtunk. (Ritkán bár, de előfordult, hogy valaki két választ jelölt meg, és közte volt a helyes is, ez esetben 0,5 pontot kapott.) Ezeket a pontszámokat hasonlítottuk a véletlenszinthez minden egyes videofelvétel esetében (binomiális teszt; véletlenszint $0,167 \approx 1/6$; a véletlenszint a hat válaszlehetőség – örül, fél, figyel, szomorú, dühös, egyik sem – alapján került megállapításra).

Abban az esetben, ha valaki nem a helyes választ jelölte meg, megvizsgáltuk az egyes videofelvételekre lebontva, hogy mik azok a jellegzetes hibák, amit az alanyok többsége elkövet.

Azon öt videó esetében, amelyen a kutya szerepelt, megvizsgáltuk, hogy van-e különbség a válaszokban az alanyok azon két csoportja között, akik aktívan foglalkoznak a kutyájukkal (N=31; 24 nő és 7 férfi), illetve akiknek nincs kutyájuk, vagy ugyan van kutya a családban, de nem foglalkoznak vele aktívan (N=19; 18 nő és 1 férfi) (χ^2 teszt).

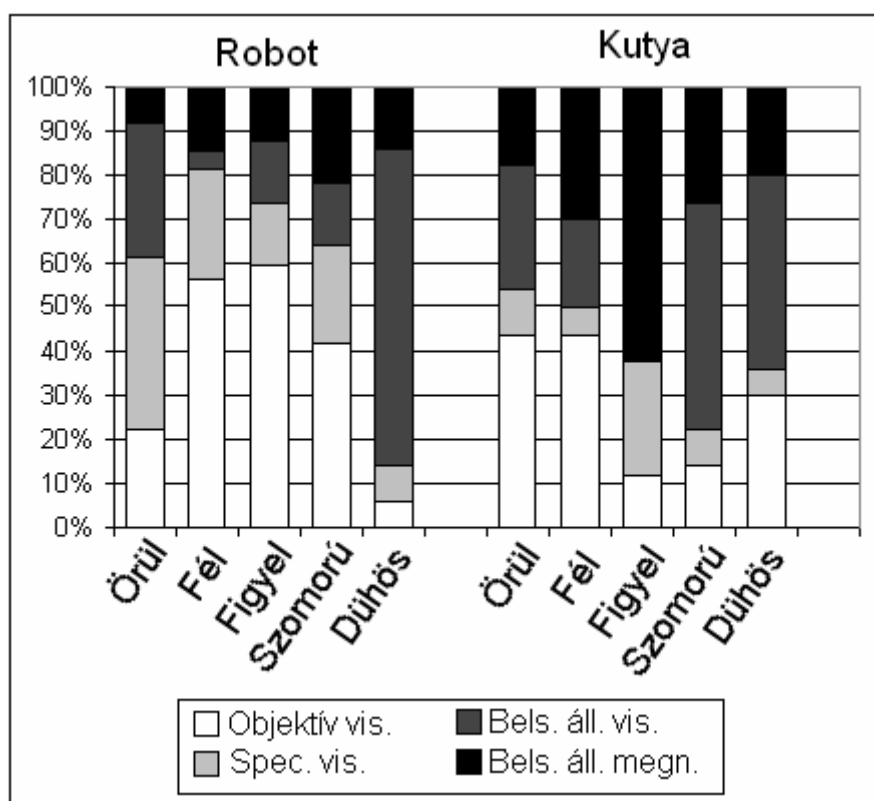
Összehasonlítottuk továbbá mind a tíz videó esetében a szabad választ igénylő és a feleletválasztós tesztben a helyes válaszok arányát (χ^2 teszt).

3. Eredmények

3.1. Szabad válasz kérdőív

3.1.1. Érzelmek tulajdonítása

A szabad válasz kérdőívre adott jellemzések között minden videó esetében megjelentek belső állapotok. A 8. ábrán láthatjuk részleteiben, hogy az egyes videókat milyen arányban jellemezték az alanyok formális viselkedésleírással (1), illetve valamilyen speciális (2), vagy valamilyen belső állapotra utaló (3) viselkedés, vagy konkrét belső állapotot (4) megnevezésével. A „örül” és a „dühös” videók esetében nem volt különbség a kutya és robot között ($U=1052,5$; $p=0,126$ és $U=1171,5$; $p=0,696$). A „fél”, a „figyel” és a „szomorú” felvételeknél a kutya esetében inkább megjelentek különböző belső állapotok (fél: $U=936,5$; $p=0,043$; figyel: $U=423,5$; $p<0,001$; szomorú: $U=804,5$; $p=0,002$).

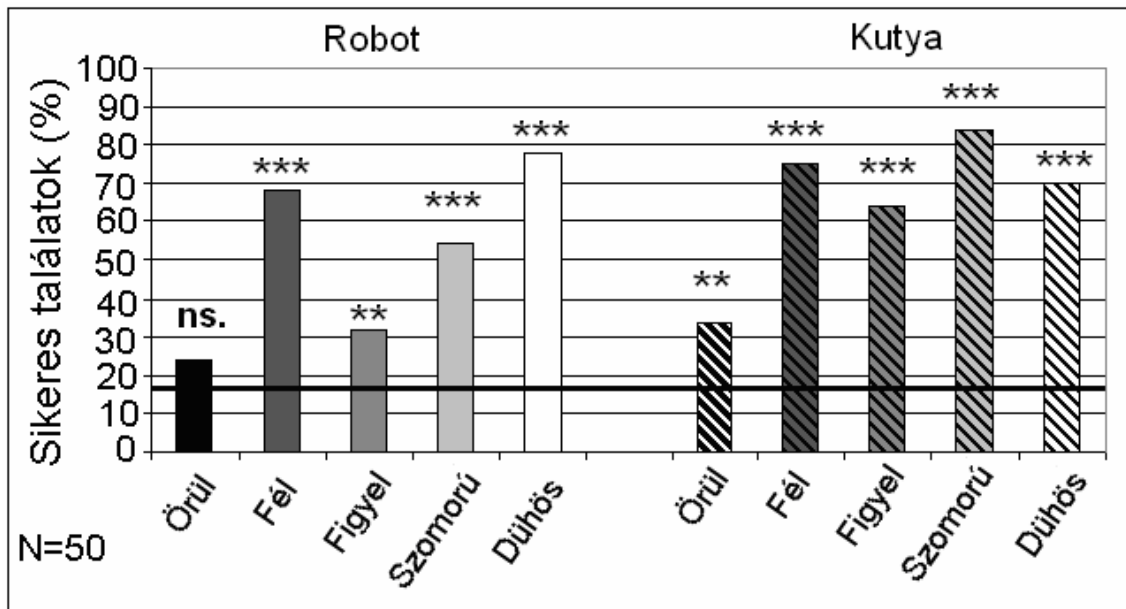


8. ábra A szabad válaszok megoszlása a különböző kategóriák között az egyes videók esetében

3.2. Feleletválasztásos kérdőív

3.2.1. Találati sikeresség

Megvizsgáltuk, hogy az alanyok hány százaléka választotta a felkínált hat lehetőség (örül, fél, figyel, szomorú, dühös, egyik sem) közül az általunk megjeleníteni próbált belső állapotot. A 9. ábrán az egyes videofelvételekre lebontva látható ez a találati sikeresség. Az alanyok mind az öt belső állapotot véletlen szint fölött azonosították azon videók esetében, amelyeken a kutya szerepelt (Binomiális teszt; véletlenszint: 0,167; örül: $p=0,001$; fél: $p<0,001$; figyel: $p<0,001$; szomorú: $p<0,001$; dühös: $p<0,001$). Abban az esetben, amikor a robot szerepelt a videókban, akkor az alanyok az ötből négy belső állapotot azonosították véletlenszint fölött (Binomiális teszt; véletlenszint: 0,167; örül: $p=0,119$; fél: $p<0,001$; figyel: $p=0,006$; szomorú: $p<0,001$; dühös: $p<0,001$).



9. ábra A sikeres találatok százalékos aránya a különböző videofelvételek esetében

3.2.2. Hiba mintázat

Megvizsgáltuk továbbá, hogy azokban az esetekben, amikor az alanyok helytelen választ jelöltek meg, akkor jellemzően melyik másik belső állapotot választották az egyes videók esetében. A 2. és 3. táblázatban a konfúziós mátrixot közöljük a robotra illetve a kutyára vonatkozóan.

2. táblázat A *Robotot* ábrázoló videók konfúziós mátrixa. (Az adatok az összes válasz százalékában vannak megadva. Az oszlopok a videókat jelölik, a sorok az alanyok által adott válaszokat.) Fekete háttérrel jelöltük a leggyakoribb, szürke háttérrel a második leggyakoribb választ.

| Robot (N=50) | Örül | Fél | Figyel | Szomorú | Dühös |
|--------------|------|-----|--------|---------|-------|
| Örül | 24 | 2 | 6 | 12 | 8 |
| Fél | 2 | 68 | 2 | 10 | 0 |
| Figyel | 56 | 8 | 34 | 4 | 8 |
| Szomorú | 0 | 8 | 4 | 54 | 0 |
| Dühös | 2 | 0 | 10 | 4 | 78 |
| Egyik sem | 16 | 14 | 44 | 16 | 6 |

3. táblázat A *Kutyát* ábrázoló videók konfúziós mátrixa. (Az adatok az összes válasz százalékában vannak megadva. Az oszlopok a videókat jelölik, a sorok az alanyok által adott válaszokat.) Fekete háttérrel jelöltük a leggyakoribb, szürke háttérrel a második leggyakoribb választ.

| Kutya (N=50) | Örül | Fél | Figyel | Szomorú | Dühös |
|--------------|------|-----|--------|---------|-------|
| Örül | 32 | 2 | 4 | 0 | 6 |
| Fél | 0 | 74 | 0 | 6 | 10 |
| Figyel | 68 | 4 | 64 | 2 | 6 |
| Szomorú | 0 | 4 | 6 | 84 | 0 |
| Dühös | 0 | 0 | 2 | 0 | 68 |
| Egyik sem | 0 | 16 | 24 | 8 | 10 |

Jellemző hibamintázatot találtunk az örömet kifejező videók esetében: a robotot bemutató videóra adott válaszok 56%-ában (a hibás válaszok 74%-ában), a kutyát bemutató videóra adott válaszok 68%-ában (a hibás válaszok 100%-ában) a „figyel”-t jelölték meg az alanyok jellemző belső állapotként. A többi videó esetében a leggyakrabban abból adódott a hibás válasz, hogy az alanyok nem ismerték fel, hogy milyen belső állapotot látnak, és az „egyik sem” választ jelölték meg.

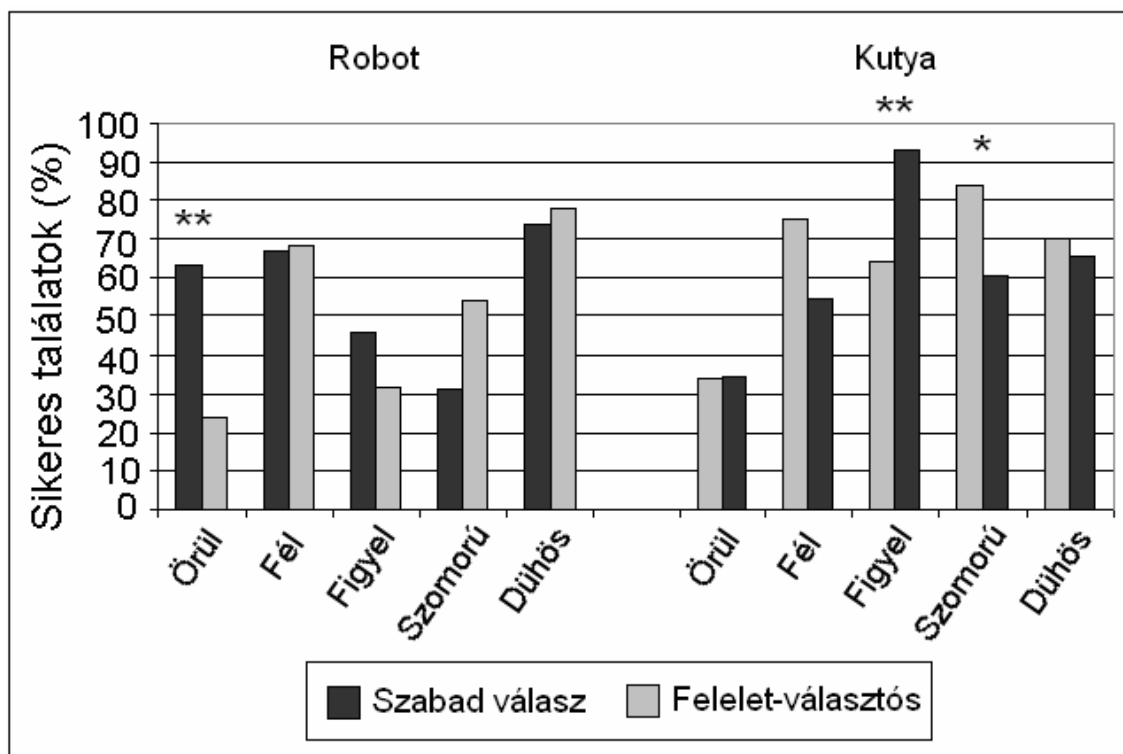
3.2.3. Kutyával való tapasztalat hatása

A kutyás tapasztalattal rendelkező alanyok (N=31) a kutyás videók közül az öt belső állapotból négyet azonosítottak véletlenszint fölött (Binomiális teszt; örül: $p=0,062$; fél: $p<0,001$; figyel: $p<0,001$; szomorú: $p<0,001$; dühös: $p<0,001$), míg a kutyás tapasztalattal nem rendelkezők (N=19) mind az ötöt (Binomiális teszt; örül $p=0,004$; fél: $p<0,001$; figyel: $p<0,001$; szomorú: $p<0,001$; dühös: $p<0,001$). Ugyanakkor a két csoport között egyik belső állapot felismerésének tekintetében sem volt különbség (χ^2 teszt; örül:

$\chi^2=0,535$; $p=0,465$; fél: $\chi^2=0,069$; $p=0,791$; figyel: $\chi^2=0,009$; $p=0,923$; szomorú: $\chi^2=0,082$; $p=0,668$; dühös: $\chi^2=0,079$; $p=0,776$).

3.2.4. Összehasonlítás a szabad választ igénylő kérdőívvel

Megvizsgáltuk, hogy abban az esetben, ha az alanyok a szabad választ igénylő kérdőívben valamilyen belső állapottal vagy belső állapotra utaló viselkedéssel jellemezték a látott videót (3 vagy 4 pont), akkor ezt a belső állapotot helyesen állapították-e meg. A helyes válaszok arányát azután helyzetenként csoportszinten összehasonlítottuk a feleletválasztós teszt eredményével (10. ábra). Egyes videók esetében a szabad válasz tesztben teljesítettek jobban az alanyok (robot, örül: $\chi^2=7,66$; $p=0,006$; kutya, figyel: $\chi^2=9,867$; $p=0,002$), míg más esetben a feleletválasztós tesztben (kutya, szomorú: $\chi^2=5,007$; $p=0,025$), azonban többnyire nem különbözött a helyes válaszok aránya (robot, fél: $\chi^2=0,006$; $p=0,937$; robot, figyel: $\chi^2=0,393$; $p=0,531$; robot, szomorú: $\chi^2=1,683$; $p=0,195$; robot, dühös: $\chi^2=0,05$; $p=0,823$; kutya, örül: $\chi^2=0,014$; $p=0,904$; kutya, fél: $\chi^2=2,484$; $p=0,115$; kutya, dühös: $\chi^2=0,061$; $p=0,806$).



10. ábra A sikeres találatok százalékos aránya az egyes videók esetében a felelet-választós illetve a szabad választ igénylő kérdőívekben

4. Diszkusszió

Az itt bemutatott vizsgálat célja az volt, hogy összehasonlítsuk, miként ismerik fel az emberek az érzelmeket egy kutya és egy robot esetében, amennyiben mindkét esetben közel ugyanazokat a viselkedésjegyeket figyelhetik meg.

Vizsgálatunkat megelőzően korábbi kísérleti tapasztalatok alapján elkészítettünk egy egyszerű etogramot, amely a kutya által mutatott különböző belső állapotokra jellemző viselkedésmintázatokat tartalmazza az egyes testrészekre/képességekre, ún. „szabadsági fokokra” lebontva. Ezen etogram alapján – a releváns és a helyzetben praktikusan alkalmazható viselkedési elemek használatával – készítettük el azokat a videókat, amelyekben egy kutya, illetve egy robot ugyanarra az öt belső állapotra jellemző viselkedésmintázatokat mutatott. Ezt követően kétféle módszerrel vizsgáltuk, hogy mennyire ismerhetők fel az egyes belső állapotok a videók alapján. Ezen eredményeket ugyan (mind a kutya, mind a robot esetében) nehéz volna az emberi érzelmek felismerésével foglalkozó vizsgálatokhoz hasonlítani – mivel ez utóbbiakban akár 0 és 90% között is változhat a találati sikeresség 1/6-os véletlenszint mellett (Coulson 2004) – azt elmondhatjuk, hogy az alanyok mind szabad választ igénylő, mind a feleletválasztós tesztben többnyire helyesen (legalábbis véletlenszint fölött) ismerték fel az ábrázolni kívánt belső állapotot.

A szabad választásos kérdések esetében a már említett helyes belső állapotra utaló válaszok mellett nagy arányban voltak jelen olyan válaszok, amelyekben egyáltalán nem szerepelt belső állapotra utaló viselkedés. Valószínűsíthető, hogy amennyiben a robot, illetve a kutya által bemutatott viselkedésjegyeket az alanyok nem kontextusból kiragadva látják, akkor jobb teljesítményt értek volna el. Korábbi vizsgálatok eredményei alapján tudjuk, hogy a kontextusnak fontos szerepe van a viselkedésmintázatok antropomorf értelmezésében: amennyiben például egy kutya–ember interakciót látnak az alanyok, képesek konzisztensen interpretálni azt (Morris et al. 2000), azonban amennyiben a kontextust eltávolítjuk, akkor az értelmezés koránt sem egységes (Bahlig-Pieren & Turner 1999). A kontextus szerepe abban is megnyilvánul, hogy amennyiben alapérzelmeket kifejező emberi arcokat tőlük eltérő érzelmet sugalló kontextusba helyezünk, akkor az alanyok hajlamosak a kontextusra alapozni a választásukat (Ligovanli et al. 2006; Carroll & Russell 1996) .

A kontextus nélküli, és mesterséges környezetben rögzített felvételek értelmezése különösen megnehezítette az alanyok dolgát az örömet kifejező videók esetében. Az itt tapasztalt viszonylag gyengébb teljesítmény véleményünk szerint azzal magyarázható, hogy a videofelvételek készítése során kénytelenek voltunk valamelyest eltérni az előre rögzített etogramtól, mert technikai okokból sem a kutya sem a robot nem kerülhetett olyan közel a kamerához, ahogy azt az üdvözlés szituációjában tette volna. Ezen tapasztalatok alapján új videofelvételek elkészítését tervezzük, amelyeken eltérő technikai megoldások (pl. más kameraállás, fejkamera) alkalmazásával lehetővé válik az etogram pontosabb követése. Továbbá a kontextusból kiragadott videók mellett olyan felvételek tesztelését is tervezzük, amelyeken – a kutya és a robot esetében is standardizált módon – jelen van a releváns kontextus is, azaz azonos helyzetekben kutya-ember és robot-ember interakciók zajlanak.

Az érzelmek felismerésében az akusztikus modalitásnak is fontos szerepe van (De Silva et al. 1997; Huang et al. 1998). A vizsgálatunk során használt videók közül a félelemhez technikai okokból nem tudtuk az etogramnak megfelelő hanghatást rendelni, így a nézők csak a vizuális modalításra támaszkodhattak ezen belső állapotok felismerésekor. Mivel azonban korábbi kísérletek eredményeiből tudjuk, hogy az emberek képesek például különböző szituációkban rögzített kutyahangokat helyesen jellemezni az érzelmi töltet szempontjából (Pongrácz et al. 2005), feltehetőleg amennyiben a későbbiekben sikerül pótolnunk a hiányzó hanghatásokat, úgy az alanyok teljesítménye még tovább javítható. További fontos szempont, hogy így a vizuális és akusztikus modalitások külön-külön is tesztelhetővé válnának.

Az itt bemutatott vizsgálatból az is kiderült, hogy az általunk vizsgált érzelmek/belső állapotok felismerését a kutyát bemutató videók esetében nem befolyásolja, hogy az alany rendelkezik-e intenzív kutyás tapasztalattal. Ez elsőre meglepőnek tűnhet, azonban egybecseng korábbi eredményekkel, miszerint azon alanyok, akik tartanak otthon kutyát, és azok akik nem, egyformán sikeresek abban, hogy egy ugatás meghallgatása után megállapítsák, hogy az milyen szituációban lett felvéve, illetve, hogy milyen érzelmi töltet jellemző rá (Pongrácz et al. 2005), sőt teljesítményüket intenzív tréninggel sem lehet tovább növelni (Huszár 2009).

A kutyával való tapasztalaton kívül más olyan háttérváltozókra, amelyek esetleg hatással lehetnek az érzelemfelismerésre – például nem (Biele & Grabowska 2006), életkor (Sullivan & Ruffman 2004) – egyelőre nem volt lehetőségünk kontrollálni, mivel az alanyok nagy része nő volt, és fiatal felnőtt. A későbbiekben tervezett nagyobb elem-

számú vizsgálat azonban lehetőséget ad majd ezen és számos más (például robotokkal való tapasztalat) független változó hatásának vizsgálatára.

Jelen vizsgálat eredményei alapján megbizonyosodtunk arról, hogy egy korábbi – a kutyát különböző szituációban vizsgáló – etológiai tesztek alapján készült belső állapotokra vonatkoztatott etogram jól használható a robotok emocionális viselkedésének meghatározása céljára. Bár a testben használt videófelvevételek elkészítése során a robot viselkedését még távirányítással szabályoztuk, időközben már megszületett az a mérnöki algoritmus, amely alkalmazásával egy robot autonóm módon is képes lehet az etogram által meghatározott viselkedésmintázatok bemutatására (Szabó et al. 2010). A továbbiakban ezen etológiai keretrendszer kiterjeszhető az itt használaton kívül más, eltérő képességekkel rendelkező robotokra (virtuális ágensekre) is, másrészt a modell továbbfejlesztésével a különböző belső állapotok kevert előfordulása, illetve egymás utáni dinamikája is tesztelhető.

Eredményeink összegzéseként elmondhatjuk, hogy kimutattuk, hogy felnőtt emberek képesek különböző belső állapotokat pusztán az ágens (kutya, illetve robot) egyszerű viselkedése alapján felismerni. Ez a kutya esetében nem meglepő, hiszen számos korábbi kísérlet eredményei alapján tudjuk, hogy a konvergens evolúció következtében az ember és a kutya kölcsönösen jól értelmezi egymás szociális jelzéseit (Hare & Tomasello 2005), sőt az ember hajlamos olyan másodlagos érzelmeket is tulajdonítani a kutyának (Horowitz 2009), amelyek tényleges meglétét a tudomány kétségbe vonja. Egy semmilyen élőlényre nem hasonlító robotról azonban nincs okunk eleve feltételezni, hogy rendelkezik különböző belső állapotokkal. Így bár tudjuk azt, hogy az ember hajlamos antropomorf módon érzelmeket tulajdonítani élettelen dolgoknak (Serpell 2003), mégis figyelemre méltó eredmény, hogy kontextusból kiragadott viselkedésmintázatok esetében a megfigyelők jelentős része képes volt az általunk megjeleníteni kívánt belső állapotot tulajdonítani a robotnak.

5. Összefoglaló

Az érzelmek/belső állapotok viselkedésbeli megnyilvánulásainak tanulmányozása mind a pszichológia, mind az etológia fontos részét képezi. Ezen kutatások eredményei a szociális robotok fejlesztésében is fontos szerepet játszanak, hiszen a modern társrobotokkal szemben elvárás, hogy képesek legyenek természetes módon interakcióba lépni az emberrel.

Jelen vizsgálatot megelőzően a kutya viselkedését alapul véve létrehoztunk egy etogramot, amelyben az egyes testrészekre/képességekre, ún. „szabadsági fokokra” lebontva jelennek meg különböző belső állapotokra (örül, fél, figyel, szomorú és dühös) utaló viselkedéssjegyek. Ezen etogram alapján készítettük el azokat a videofelvételeket, amelyeken egy kutya, illetve egy robot mutatja be (a robot embodiment fizikai korlátait figyelembe véve) ugyanazokat a viselkedéskombinációkat – anélkül, hogy a felvételen bármilyen kontextus látható lenne.

A videókat végignéző felnőtt alanyok (N=50) a kérdőíves kikérdezéskor mind a feleltválasztós, mind a szabad választ igénylő tesztben többnyire sikeresen ismerték fel, hogy milyen belső állapot volt jellemző az általuk látott videókra. Ez alapján elmondhatjuk, hogy a kutya szociális viselkedésformáit alapul véve, annak egyes elemi egységeit felhasználva sikerült oly módon megjeleníteni a robot belső állapotát, hogy az emberek egy kontextus nélküli helyzetben is képesek voltak érzelmet tulajdonítani akár egy élettelen robotnak is.

6. Irodalom

Ainsworth M & Wittig B (1969) Attachment and exploratory behavior of one-year-olds in a strange situation. *Determinants of infant behavior* :111– 136

Arkin RC, Fujita M, Takagi T & Hasegawa R (2003) An ethological and emotional basis for human–robot interaction. *Robotics and Autonomous Systems* 42:191-201

Asaro P (2007) Robots and responsibility from a legal perspective. *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, Workshop on RoboEthics* 14

Atkinson AP, Dittrich WH, Gemmell AJ & Young AW (2004) Emotion perception from dynamic and static body expressions in point-light and full-light displays. *Perception* 33:717 – 746

Bahlig-Pieren Z & Turner DC (1999) Anthropomorphic interpretations and ethological descriptions of dog and cat behavior by lay people. *Anthrozoos: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals* 12:205-210

Bartneck C (2001) How Convincing is Mr . Data’s Smile : Affective Expressions of Machines. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 11:279-295

Bartneck C, Reichenbach J & Breemen AV (2004) In Your Face, Robot! The Influence of a Character’ s Embodiment on How Users Perceive Its Emotional Expressions. *Proceedings of Design and Emotion*

Beckers R, Holland O & Deneubourg J (1994) From local actions to global tasks: Stigmergy and collective robotics. *Artificial life IV*

Bekoff M (2009) Animal emotions, wild justice and why they matter: Grieving magpies, a pissy baboon, and empathic elephants. *Emotion, Space and Society* 2:82-85

Biele C & Grabowska A (2006) Sex differences in perception of emotion intensity in dynamic and static facial expressions. *Experimental brain research. Experimentelle Hirnforschung. Expérimentation cérébrale* 171:1-6

Billard A (2003) Robota: Clever toy and educational tool. *Robotics and Autonomous Systems* 42:259-269

Canamero L & Fredslund J (2000) How does it feel? Emotional interaction with a humanoid lego robot. *Intelligent Agents: The Human in the Loop*.

Carroll JM & Russell JA (1996) Do facial expressions signal specific emotions? Judging emotion from the face in context. *Journal of personality and social psychology* 70:205-218

- Coulson M** (2004) Attributing Emotion to Static Body Postures: Recognition Accuracy, Confusions, and Viewpoint Dependence. *Journal of Nonverbal Behavior* 28:117-139
- Csepreghy C** (2010) Kutya emóciók viselkedésbeli megnyilvánulása. Szakdolgozat *Szegedi Egyetem Ökológia Tanszék*
- Darwin C** (1872) *The expression of emotion in man and animals*. Murray, London
- De Silva LC, Miyasato T & Nakatsu R** (1997) Facial emotion recognition using multimodal information. *Proc. IEEE Int. Conf. on Info., Comm. and Sig. Proc.,(Singapore)* 1:397-401
- Gockley R, Bruce A, Forlizzi J, Michalowski M, Mundell A, Rosenthal S, Sellner B, Simmons R, Snipes K & Schultz AC** (2005) Designing Robots for Long-Term Social Interaction. *International Conference on Intelligent Robots and Systems*
- Hare B & Tomasello M** (2005) Human-like social skills in dogs?. *Trends in cognitive sciences* 9:439-444
- Hecht JE** (2010) Anthropomorphism and "guilty" behavior in the dog, *Canis familiaris*. MSc Thesis *Royal (Dick) School of Veterinary Studies Easter Bush Veterinary Centre*
- Horowitz A** (2009) Disambiguating the "guilty look": Salient prompts to a familiar dog behaviour. *Behavioural Processes* 81:447-452
- Huang TS, Chen LS, Tao H, Miyasato T & Nakatsu R** (1998) Bimodal emotion recognition by man and machine. *ATR Workshop on Virtual Communication Environments* :14-16
- Huszár Z** (2009) Meg lehet-e tanulni kutyául?. Tudományos Diákköri Dolgozat. *ELTE Etológia Tanszék*
- Kis A** (2009) Menhelyi kutyák ember elleni agressziójának etológiai vizsgálata prediktív viselkedési tesztek kidolgozása céljából Tudományos Diákköri Dolgozat. *ELTE Etológia Tanszék*
- Korcsok B** (2009) A kutya-ember közötti szociális interakció vizsgálata az etorobotika szemszögéből. Tudományos Diákköri Dolgozat. *ELTE Etológia Tanszék*
- Kovács S, Vincze D, Gácsi M, Miklósi Á & Korondi P** (2009) Interpolation based Fuzzy Automaton for Human-Robot Interaction. *9th IFAC Symposium on Robot Control Nagarakawa Convention Center*
- Krieger MJ, Billeter JB & Keller L** (2000) Ant-like task allocation and recruitment in cooperative robots. *Nature* 406:992-995
- Kätsyri J, Klucharev V, Frydrych M & Sams M** (2003) Identification of synthetic and natural emotional facial expressions. *International Conference on Audio-Visual Speech Processing (AVSP 2003)* :3-7

- Lakatos G, Ferencz V, Konok V, Janiak M, Malek L, Muszynski R, Tchou K & Miklósi Á** (2010) Dogs' comprehension of pointing signals presented by a robot. *Canine Science Forum*
- Ligovanli K, Tzavaras A & Vosniadou S** (2006) Context Effects on Facial Emotion Recognition. *Proceedings of the Second European Conference on Emotion* :124-125
- Miklósi Á** (2010) Kutya, ember, robot: avagy az etorobotika születése. *Magyar Tudomány* 2:175-182
- Mori M:** (1970) The uncanny valley. *Energy* 7:33–35
- Morris P, Doe C & Godsell E** (2008) Secondary emotions in non-primate species? Behavioural reports and subjective claims by animal owners. *Cognition & Emotion* 22:3-20
- Morris P, Fidler M & Costall A** (2000) Beyond Anecdotes: An Empirical Study of "Anthropomorphism". *Society and Animals* 8:151-165
- Nourbakhsh I** (1999) An affective mobile robot educator with a full-time job. *Artificial Intelligence* 114:95-124
- Oláh M & Zsuga S** (2008) A kutya kötődésének modellezése fuzzy algoritmusok segítségével. Tudományos Diákköri Dolgozat. *BME*
- Pennestri E, Cavacece M & Vita L** (2005) On the Computation of Degrees-of-Freedom: A Didactic Perspective. *Proceedings of International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*
- Persa E** (2008) Családi kutyák emberre irányuló agresszív viselkedésének elemzése. Szakdolgozat. *ELTE Etológia Tanszék*
- Pineau J** (2003) Towards robotic assistants in nursing homes: Challenges and results. *Robotics and Autonomous Systems* 42:271-281
- Pongrácz P, Molnár C, Miklósi Á & Csányi V** (2005) Human listeners are able to classify dog (*Canis familiaris*) barks recorded in different situations. *Journal of comparative psychology (Washington, D.C. : 1983)* 119:136-144
- Serpell JA** (2003) Anthropomorphism and Anthropomorphic Selection—Beyond the "Cute Response". *Society and Animals* 11:83-100
- Severinson-Eklundh K, Green A & Hüttenrauch H** (2003) Social and collaborative aspects of interaction with a service robot. *Robotics and Autonomous Systems* 42:223-234
- Sullivan S & Ruffman T** (2004) Emotion recognition deficits in the elderly. *International Journal of Neuroscience* :1-56

Syrdal Dag Sverre, Koay Kheng Lee, Gácsi M, Walters ML & Dautenhahn Kerstin (2010) Video Prototyping of Dog-Inspired Non-verbal Affective Communication for an Appearance Constrained Robot. *9th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*

Szabó C, Róka A, Gácsi M, Miklósi Á, Baranyai P & Krondi P (2010) An Emotional Engine Model Inspired by Human-Dog Interaction.

Thrun S (2004) Toward a Framework for Human-Robot Interaction. *Human-Computer Interaction* 19:9-24

Topál J, Miklósi Á, Csányi V & Dóka Antal (1998) Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): A new application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *Journal of Comparative Psychology* 112:219-229

Topál J, Miklósi Á, Gácsi M, Dóka Antall, Pongrácz P, Kubinyi E, Virányi Z & Csányi V (2009) The Dog as a Model for Understanding Human Social Behavior. *Advances in the Study of Behavior* 39:71-116







Vas J, Topál J, Gacsi M, Miklósi Á & Csányi V (2005) A friend or an enemy? Dogs' reaction to an unfamiliar person showing behavioural cues of threat and friendliness at different times. *Applied Animal Behaviour Science* 94:99-115

Walters ML, Syrdal D. S., Dautenhahn K., Te Boekhorst R & Koay K. L. (2004) Avoiding the Uncanny Valley: Robot Appearance, Personality and Consistency of Behavior in an Attention-Seeking Home Scenario for a Robot Companion. *Autonomous Robots* 24:159–178

Čapek K (1920) RUR, Rossums's Universal Robots. *Mineola: Dover Publications*

7. Függelék

Az alábbi táblázatban bemutatunk két videót azok közül a felvételek közül, amelyeket az alanyok a teszt során láthattak. A két videó azonos belső állapotot (szomorú) mutat be a robot illetve a kutya esetében. A táblázatban egy-egy screenshot található a videó elejéről, közepéről és végéről.

| Robot, szomorú | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| Videó eleje | Videó közepe | Videó vége |
| Kutya, szomorú | | |
|  |  |  |
| Videó eleje | Videó közepe | Videó vége |

Az alábbiakban közöljük azt a táblázatot, amely a különböző belső állapotokra jellemző viselkedéselemeket tartalmazza a kutya esetében (testrészekre lebontva). Ez szolgált a kísérlet során használt videók alapjául. (Dölttel szedtük azokat a viselkedéselemeket, amelyeket jelen vizsgálatban a robot esetén nem tudtunk alkalmazni.)

| BELSŐ ÁLLAPOT | "TESTRÉSZ"/képesség | | | | HANG |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| | TEST | FEJ | VÉGTAG | JELZŐ (farok) | |
| (Relevanciája részben a kontextustól függ) | CT: céltárgy M: méret M/I: mozgás/irány | P: pozíció S: szem | G: gazda P: pozíció MM: mozgásmintázat I: intenzitás | P: pozíció M/I: mozgás/irány I: intenzitás | AH: Alaphang HN: Hangnem R: Ritmus |
| Happiness | CT: közel M: nagy M/I: közeledik | <i>P: magas/emelt S: nyitva, hunyorog</i> | <i>G: hozzáér MM: közelít-távolít I: gyors</i> | P: magas M/I: vízszintes I: mérsékelt/magas | AH: alacsony HN: magas R: közepes |
| Despair | CT: távol M: kicsi M/I: nincs | <i>P: lehorgasztva S: csukva</i> | <i>G: hozzáér P: behúzva MM: nincs I: nincs</i> | P: alacsony M/I: nincs I: nincs | AH: alacsony HN: alacsony R: alacsony |
| Fear | CT: közel M: mérsékelt M/I: elkerül vagy merev | <i>P: magas-alacsony felváltva S: fűrésző</i> | <i>G: hozzáér P: behúzva MM: közelít-távolodik I: lassú-gyors</i> | <i>P: behúzva M/I: vízszintes, remegő I: magas-alacsony</i> | <i>AH: közepes HN: alacsony R: magas</i> |
| Anger | CT: közel M: nagy | <i>P: odafordul S: nyitva, nem pislog</i> | P: magas MM: közeledik-távolodik I: változó | P: magas M/I: vízszintes/előre I: mérsékelt | AH: alacsony HN: közepes R: alacsony |
| Attention | CT: mérsékeltlen közel M: mérsékelt M/I: a céltárgy felé fordul/mozog | <i>P: megemelkedett, néz S: nyitva, pislog</i> | <i>P: megemelkedett MM: nincs I: nincs</i> | <i>P: magas M/I: vízszintes I: alacsony</i> | — |

8. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni Faragó Tamásnak, Ferenczy Tamásnak és Ferenczy Mártonnak a videók technikai előkészítését; Konok Veronikának a kérdőívek elemzése során nyújtott segítséget; Kubinyi Enikőnek és Pongrácz Péternek az adatgyűjtés lehetővé tételét az általuk tartott kurzusokon; Kis Tamásnak a dolgozat gondos átolvasását. A kutatás a LIREC (FP7-215554) anyagi támogatásával zajlott.