

Emergencia komunikácie v laboratóriu: triadická interakcia

Veronika Kundlová, Ľudovít Malinovský, Kristína Rebrová, Matej Sedláček

Centrum pre kognitívnu vedu, KAI FMFI UK, Univerzita Komenského v Bratislave

Mlynská dolina, 84248 Bratislava

Email: kristina.rebrova@fmph.uniba.sk

Abstrakt

Problém zavádzania v evolúcii jazyka spočíva v tom, že nevieme vysvetliť dôveryhodnosť lacných správ, ktoré sú pre ľudský jazyk typické. Potenciálnym riešením je potreba kolektívneho zavádzania a vytvorenie softistikovanejšej formy komunikácie. V príspevku popíšeme experimenty, v ktorých ľudské subjekty v oddelených miestnostiach vytvárali nové komunikačné formy prostredníctvom takzvaných komunikačných hier v zdieľanom virtuálnom prostredí. V našom príspevku predvedieme návrh triadickej komunikačnej hry, ktorý zatiaľ nebol nikdy realizovaný. Konkrétne ide o adaptáciu tichej komunikačnej hry, upravenú pre troch hráčov: dvoch komunikujúcich partnerov a odpočúvača, ktorý sa snaží prelomiť ich komunikačný kód. Hlavnou motiváciou pre vytvorenie triadickej komunikačnej hry je možnosť sledovať a skúmať nárast komplexnosti komunikačného kódu v prípade, že správy odpočúva tretia strana. V neposlednom rade, získané výsledky z experimentov s ľuďmi hrajúcimi sa našu triadickú hru môžeme konfrontovať s výsledkami z výpočtového modelu zavádzania ako spoločnej akcie prezentovanom na predošlých ročníkoch konferencie KUZ.

1 Úvod

Za vrchol evolúcie života sa považuje vznik komplexného a kultúrne závislého dorozumievacieho prostriedku, ľudského jazyka (Szathmáry a Smith, 1995). Vznik jazyka úzko súvisí s potrebou koordinovať úsilie skupiny jednotlivcov za účelom osobného, či skupinového prospechu, z ktorej vyplýva aj potreba zdieľať vnútorné stavy s ostatnými členmi skupiny (Tomasello, 2009). Schopnosť odhadnúť vnútorný stav iného jedinca, takzvaná teória mysle, sa s najväčšou pravdepodobnosťou vyvíjala v spojitosti s jazykom pod tlakom kooperatívno-kompetitívneho prostredia (Malinovský, 2011). Jednou z najhlavnejších tém pri skúmaní evolúcie ľudského jazyka je prechod od jednoduchších spôsobov komunikácie k plnohodnotnému ľudskému jazyku vyznačujúcemu sa zložitou morfológiou a syntaxou, arbitrárnym priradením medzi symbolmi a významami a kultúrnym spôsobom prenosu na ďalšiu generáciu.

Vzhľadom na to, že evolúciu celkovo nemožno skúmať priamym experimentom, dominantnou metodológiou v tejto oblasti sú výpočtové modely a simulácie. Ďal-

ším zaujímavým spôsobom skúmania určitých aspektov emergencie jazyka sú experimenty na báze takzvaných jazykových hier s ľudskými subjektami v laboratóriu. Základom takýchto hier je, že probandi, ktorí tvoria, tím sedia v odlišných miestnostiach a komunikujú spolu v reálnom čase pomocou obmedzených prostriedkov tak, aby nemohli používať žiaden už existujúci jazyk, morseovku a podobne. Cieľom tímu je dorozumieť sa, skoordinať sa a vykonať správne akcie (napríklad pohybom avatara po obrazovke). Pod tlakom obmedzených prostriedkov a bodovania za úspešnosť v zadanej úlohe účastníci experimentu vytvárajú nové komunikačné formy a významy.

Napriek tomu, že primárny účel jazyka je koordinácia komunikujúcich jedincov, pri skúmaní evolúcie jazyka nemožno zanedbať aj situácie, kedy aktéri nejednajú v spoločnom záujme alebo dochádza k interakcii medzi spolupracujúcim tímom a nepriateľskou treťou stranou, a nastáva potreba komunikačnej formy umožňujúcej zavádzanie. Na rozdiel od komunikácie u zvierat, ktoré za hodnovernosť svojich signálov platia určitú cenu v zmysle náročnosti komunikačného aktu (Zahavi, 1993), je ľudský jazyk veľmi lacný a dôveryhodnosť hovorcu musí teda byť vyhodnocovaná iným spôsobom (Maynard Smith, 1994).

Ako je možné, že jazyk je v skutočnosti plný zavádzania, inotajov, narážok, dvojzmyslov i klamania? Významy v jazyku sú na rôznych úrovniach postavené na metafore, no napriek tomu im rozumieme aj v zdanlivo nejasných kontextoch. Mnohé teórie považujú jazyk za výsledok boja (sociálnych) skupín (Pagel, 2012) a zdôrazňujú význam súčasnej evolúcie rituálov a jazyka (Knight, 1998) spolu so zavádzaním a ohováraním. Podľa paradoxu rozprávania v kódach (Code-talker paradox Baker, 2008) jazyk neslúži len na komunikáciu, ale aj na zabránenie komunikácie. Ak teda vysielame nejakú správu a nechceme pri tom zdôrazňovať jej dôležitosť náročnými gestami ako zvieratá, potrebujeme na komunikáciu jazyk s viacerými úrovňami významu a možnosťou ukryť informáciu tak, aby správu nepochopili všetci, iba vybraní jedinci.

Malinovský a Farkaš (2012) navrhujú skúmať úlohu a charakter zavádzania v jazyku na báze triadickej komunikačnej hry. Základný princíp tlaku na emergenciu komunikácie a vlastnosti vzniknutej komunikačnej formy je pri triadickej interakcii prítomnosť tretej strany, ktorá zachytáva komunikáciu dvoch hráčov v tíme a pôsobí na nich antagonisticky. Výsledky z triadickej interakcie medzi simulovanými agentami na báze umelých neuróno-

vých sietí a učenia posilňovaním ukazujú, že za prítomnosti tretej nepriateľskej strany medzi agentami vzniká komplexná interakcia (Malinovský, 2014). Potreba oklamať nepriateľa podporuje vznik efektu červenej kráľovnej (Van Valen, 1973), podľa ktorého je konštantná adaptácia, a adaptácia na predošlé adaptácie seba a ostatných, nutnou súčasťou evolúcie. Ako spomína už Malinovský (2013), výzvou v oblasti skúmania emergencie jazyka je porovnať správanie sa a vlastnosti výpočtového modelu s výsledkami obdobných experimentov na ľuďoch. V našom príspevku navrhujeme novú triadickú komunikačnú hru ako základ pre experimenty s ľuďmi. Triadická komunikácia patrí celkovo medzi fenomény, ktoré zatiaľ nie sú v psychológii veľmi rozšírené, no majú veľký potenciál (Hill a McGrath, 2008). Podľa našich informácií ide celkovo o prvý návrh triadickej komunikačnej hry.

2 Emergencia komunikácie v laboratóriu

Koncept takzvaných jazykových hier zaviedol Steels (2003) v oblasti kognitívnej robotiky. V jeho experimentoch vzniká prostredníctvom hrania hier medzi dvoma a viacerými agentami komunikačný systém, akýsi protojazyk. Hlavným mechanizmom vzniku jazyka medzi agentami je stelesnená komunikácia a sociálno-kultúrne vyjednávanie. Podobne ako prenos jazyka v rámci jednej populácie jedincov skúmal Steels a Belpaeme (2005) aj evolúciu jazyka u generácii agentov.

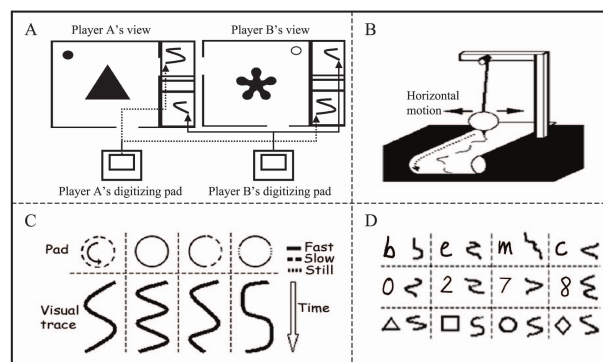
Napriek tomu, že drvivá väčšina ľudskej komunikácie prebieha prostredníctvom zaužívaných – konvenčných prostriedkov, problém vzájomného porozumenia intencii medzi interagujúcimi ľuďmi je skôr otázkou neverbálnych stelesnených mentálnych procesov (De Ruiter a spol., 2007) a je vhodné skúmať medziľudskú komunikáciu v situáciách, kde nie je možné používať jazyk ani iné konvenčné prostriedky.

2.1 Stelesnená hra s neštandardným komunikačným médiom

Ako prvý predstavil Galantucci (2005) komunikačnú hru pre ľudí, ktorá nie je závislá na žiadnom existujúcom jazyku, či už prirodzenom alebo umelo vytvorenom experimentátorom a teda simuluje vznik jazyka v laboratóriu. Pri tejto hre sa dvojica hráčov, ktorí sa navzájom nevidia hrajú videohru s dvoma postavami, v ktorej zdieľajú virtuálny priestor a každý z hráčov ovláda jedného agenta (avatera). Virtuálny priestor hry tvorí štvorica miestností označených symbolmi. Hráči sa môžu v každom kroku nachádzať v jednej z nich, kde vidia, akým symbolom je označená a môžu sa presunúť do susedných dvoch miestností. Navzájom sa vidia len v prípade, že sa nachádzajú v rovnakej miestnosti. Výsledným cieľom hry je, aby hráči vedeli po dohode umiestniť svojich avatarov do rovnakej miestnosti tak, aby každý hráč vykonal maximálne jeden presun do inej miestnosti. Inými slovami, musia si

odkomunikovať, v ktorej miestnosti sa ktorý nachádza, a dohodnúť sa, v ktorej sa stretnú. Na vytvorenie komunikačného protokolu alebo jazyka majú hráči spravidla mnoho pokusov. Tiež majú predtým, než začnú komunikovať, možnosť „poprechádzať sa“ po miestnostiach hry.

Pre zamedzenie používania konvenčnej komunikácie medzi hráčmi použil Galantucci špeciálne komunikačné médium, konkrétne išlo o pohyblivú podložku a magnetický stylus (pero), pomocou ktorých nemohli probandi komunikovať ani len morseovkou. Dizajn komunikačného média je schematicky zobrazený na obrázku 1. Každý z hráčov ovláda avatara pomocou klávesnice a komunikuje so svojím partnerom pomocou digitalizačnej podložky a stylusu (A), no signál, ktorý si posielajú, má spojitý charakter a pripomína výstup zo seismografu. Tým pádom sa rovnaký tvar, napríklad kruh, premietne do výsledku rôzne v závislosti od rýchlosti kreslenia (C) a konvenčné tvary ako čísla alebo písmená splývajú (D) a stávajú sa nepoužiteľnými pre zmysluplnú komunikáciu.



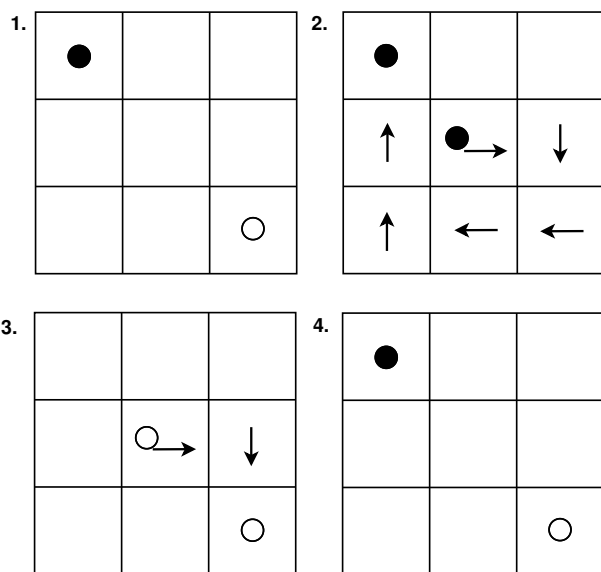
Obr. 1: Schematické zobrazenie komunikácie z Galantucciho experimentu.

Experiment Galantucci (2005) ukázal, že vzniknuté komunikačné systémy vznikajú rôznymi spôsobmi, či už priamo pri používaní alebo pomocou takzvaných pomenovávacích procedúr. Ďalej, že takéto komunikačné systémy vznikajú na princípe skúposti a teda vyhraňujú významy symbolov jednoznačne a ekonomicky, s čím tiež súvisí ďalšia vlastnosť a to, že vzniknuté symboly sú dobre perceptuálne rozlíšiteľné, ľahko použiteľné a odolné voči variáciám.

2.2 Tichá komunikačná hra

De Ruiter a spol. (2007) vytvorili koncept takzvanej *tichej komunikačnej hry* (tacit communication game, TCG), v ktorej je na rozdiel od predošlého prípadu vopred stanovená úloha odosielateľa (signalizátor) a prijímateľa (recipient). Podobne ako v predošlom prípade hra pozostáva z virtuálneho priestoru s miestnosťami (3x3 polia) a avatarmi hráčov (geometrické tvary), avšak v tomto prípade hráči vidia celú „hraciu plochu“ a komunikujú len prostredníctvom pohybu na nej, nemajú k dispozícii žiaden

ďalší komunikačný kanál. Na začiatku hry dostane signalizátor informáciu o cieľovej konfigurácii, v ktorej sa na konci hry majú avatari hráčov nachádzať, ďalej dostane možnosť pohybovať sa po hracej ploche v konkrétnom časovom limite. Množina pohybov, respektíve akcií, ktoré má signalizátor k dispozícii sú pohyby do 4 smerov (hore, dolu, doľava, doprava), ďalej zastavenie sa a ohlásenie konca ťahu. Akcie signalizátora vidí recipient v reálnom čase a na ťah sa dostáva buď po uplynutí času alebo po tom, čo signalizátor pošle signál o konci jeho ťahu. Úlohou recipienta je na základe pohybovej informácie od signalizátora zaujať pozíciu v cieľovej konfigurácii (poloha a natočenie geometrického tvaru avatara). Jedno kolo TCG ilustrujeme na obrázku 2.



Obr. 2: Schematické zobrazenie tichej komunikačnej hry (TCG) v štyroch fázach. 1. signalizátor vidí cieľovú konfiguráciu; 2. signalizátor vykoná pohyb; 3. recipient vykoná pohyb; 4. výsledná konfigurácia – zhoda s cieľovou.

Po skončení ťahu recipienta dostávajú obaja hráči informáciu o úspechu alebo neúspechu herného kola, pričom za úspešné kolo sú hráči odmenení a celkovo sú motivovaní odohrať počas herného času najviac úspešných hier. Podobne ako v predošlej hre vykonáva dvojica takýchto kôl niekoľko desiatok. Veľmi pozitívnym výsledkom štúdie bolo, že až 83% párov probandov bolo schopných úspešne vytvoriť komunikačný systém (De Ruiter a spol., 2010). De Ruiter a spol. (2007) zdôrazňujú, že napriek tomu, že komunikácia neprebíha explicitne, ide v tejto hre o vznik komunikácie, nie len kooperácie, čo overili na základe kontrolných experimentov.

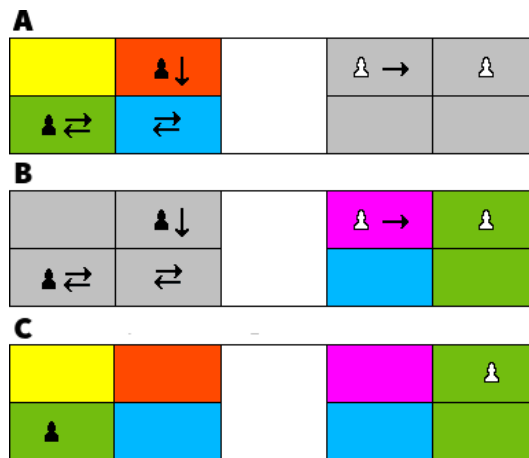
Z výsledkov (De Ruiter a spol., 2007) vyplýva, že úspešní hráči si spravidla vyvinuli systém signálov, ktorý možno považovať za meta jazyk. V praxi sa napríklad signalizátor pred tým, než prišiel na svoju cieľovú pozíciu, presunul na cieľovú pozíciu druhého hráča a chvíľu na nej počkal alebo opakovaným pohybom niektorým smerom

naznačil cieľové natočenie. Zaujímavé je, že vysielateľ na zakódovanie informácie použil ten istý repertoár akcií ako na samotnú akciu v hre, čiže recipient musel odlíšiť, kedy signalizátor vykonáva komunikačnú akciu a kedy sa už presúva na miesto.

2.3 Stelesnená komunikačná hra

Ďalším významným predstaviteľom hier zameraných na emergenciu jazyka je takzvaná *stelesnená komunikačná hra* (embodied communication game, ECG) (Scott-Phillips a spol., 2009). Táto hra podobne ako dve predošlé spočíva v pohybe avatarov na štvorcovej mriežke s 4 možnými umiestneniami. Sada možných akcií je totožná s TCG, ide teda čisto o komunikáciu pomocou jednoduchých akcií s hlavným rozdielom, že každý hráč má svoj vlastný hrací plán. Podobne ako v Galantucciho experimente nemajú hráči definované role signalizátora a recipienta a pohybujú sa súčasne, nie po ťahoch.

Polia hracích plánov ECG sú odlíšené farebne a farby polí sa môžu dokonca aj opakovať. Cieľom hráčov je dostať sa na políčko rovnakej farby bez ohľadu na to, na akej pozícii je na ich hracom pláne. Počas hry vidí každý hráč farby svojho hracieho plánu, no nevie, akej farby sú polia hracieho plánu jeho spoluhráča. Túto informáciu dostane každý hráč až na konci kola ako spätnú väzbu o úspešnosti daného kola. Priebeh jedného kola schematicky zobrazuje obrázok 3.



Obr. 3: Schematické zobrazenie stelesnenej komunikačnej hry (ECG). A) hra z pohľadu čierneho hráča; B) hra z pohľadu bieleho hráča; C) výsledná spoločná akcia a kontrola zhody farby.

Úspech probandov pri ECG bol síce menší než pri TCG, ale tiež platí, že všetky páry, čo boli úspešné, si počas hrania hry vytvorili vlastný komunikačný kód. Zaujímavé je, že podobne ako pri experimentoch s emergenciou jazyka pomocou jazykových hier u simulovaných agentov (Steels a Belpaeme, 2005), aj u ľudí vznikali pre farby políčok postupne najprv jednoduché a neskôr zložitejšie kódy. Prednostne si však hráči, podobne ako u

TCG, volili farby s jednoduchším kódom, čo je v súlade s teóriou kognitívnej ekonómie pri kategorizácii (Rosch, 1999).

3 Triadická tichá komunikačná hra

Výpočtový model zavádzania ako spoločnej akcie, v ktorom je interakcia medzi simulovanými agentami modelovaná práve na základe TCG a ECG, a výsledky experimentov s ním (Malinovský, 2013, 2014) ukazujú výrazný vplyv tretej strany na vzniknutý komunikačný systém. Na základe spomínaných jazykových (komunikačných) hier a tohto modelu navrhujeme zaviesť triadickú interakciu do tichej komunikačnej hry (TCG). Experimenty na báze nami navrhovanej hry nám umožnia otestovať spomínaný formálny model triadickej hry na ľuďoch a overiť vhodnosť našej minimálnej reprezentácie agenta pre emergenciu komunikácie.

Napriek tomu, že pôvodný výpočtový model vystihuje skôr stelesnenú komunikačnú hru (ECG), rozhodli sme sa ako východisko pre našu hru použiť tichú komunikačnú hru (TCG). Hlavným dôvodom je vyššia úspešnosť hráčov v TCG a tiež zložitnosť respektíve jednoduchosť priebehu a cieľov hry. Ďalším dôležitým faktorom je možnosť vyhodnotenia úspešnosti hier a komunikačnej formy, ktorá medzi hráčmi vzniká. V neposlednom rade, pôvodný výpočtový model zavádzania ako spoločnej akcie možno osadiť do nami navrhovanej hry a výsledky simulácií konfrontovať s výsledkami experimentov s ľuďmi.

3.1 Tretí hráč v tichej komunikačnej hre

Metódy a štruktúra dyadickej TCG sú dobrým základom pre vytvorenie tichej komunikačnej hry pre troch hráčov. Tak ako v TCG aj v našej hre vystupujú dvaja hráči vo vopred (náhodne) stanovenej roli signalizátora (**S**) a recipienta (**R**). Našu hru možno chápať ako rozšírenie TCG. Tretím hráčom v hre je odpočúvač – eavesdropper (z angličtiny), označený písmenom **E**. V našej hre budeme tohto hráča nazývať eštebák. Úlohou eštebáka je odpočúvať komunikáciu medzi hráčmi **S** a **R** a zistiť, na akej cieľovej konfigurácii sa tím hráčov snaží dohovieť. Rovnako ako pri TCG sa pohybujú všetci hráči po rovnakom hernom pláne a striedajú sa po ťahoch.

Ako prvý je na ťahu signalizátor. Tak ako v TCG najprv dostáva zadanie cieľovej konfigurácie. Ďalej má príležitosť vykonať svoje pohyby. Ťah signalizátora končí po uplynutí časového limitu alebo keď dá hráč znamenie, že skončil. **R** sleduje **S** a keď sa dostane na ťah, snaží sa umiestniť avatara na pláne do zadanej konfigurácie (poloha na hernom pláne). Hlavný rozdiel oproti pôvodnému scenáru je, že súčasne s recipientom príde na ťah tretí hráč – eštebák. **E** rovnako ako **R** sleduje **S** a snaží sa rozlúštiť kód, pod ktorým si tím hráčov odovzdáva informácie. **E** sa teda na konci svojho ťahu snaží skončiť na rovnakom poli ako **R**.

Podobne ako v pôvodnej TCG majú **R** aj **E** obmedzený čas, v ktorom musia v svojom kole zaujať výslednú konfiguráciu (tento časový limit je značne menší než u hráča **S**). Naša triadická tichá hra čerpá zo skutočnosti, že komunikáciu medzi tromi stranami možno považovať za najtriviálnejšiu variantu komunikácie typu broadcast (Malinovský a Farkaš, 2012), teda signalizátor posiela správy, ktoré môže prijímať ktokoľvek. Triadická TCG teda vystihuje typickú situáciu z kryptografie, kedy jedna strana používa zavádzanie pre utajenie komunikovaných informácií (Malinovský a Farkaš, 2012).

Jedným z hlavných problémov takto navrhovanej hry môže byť situácia, kedy si tím hráčov nevytvorí spoločný jazyk, pretože nedostane kvôli interferencii od eštebáka príležitosť a dostatok spätnej väzby vytvoriť si komunikačný systém. Podobne aj šifry a kódy v kryptografii vznikajú v uzatvorenom prostredí a až potom sú testované v nechránenom prenose informácií. Pre tento účel sme v našej triadickej TCG vyhradili dve herné fázy, ktoré sú charakteristické hlavne tým, či v nich vystupuje alebo nevystupuje tretí hráč – eštebák.

3.2 Priebeh hry

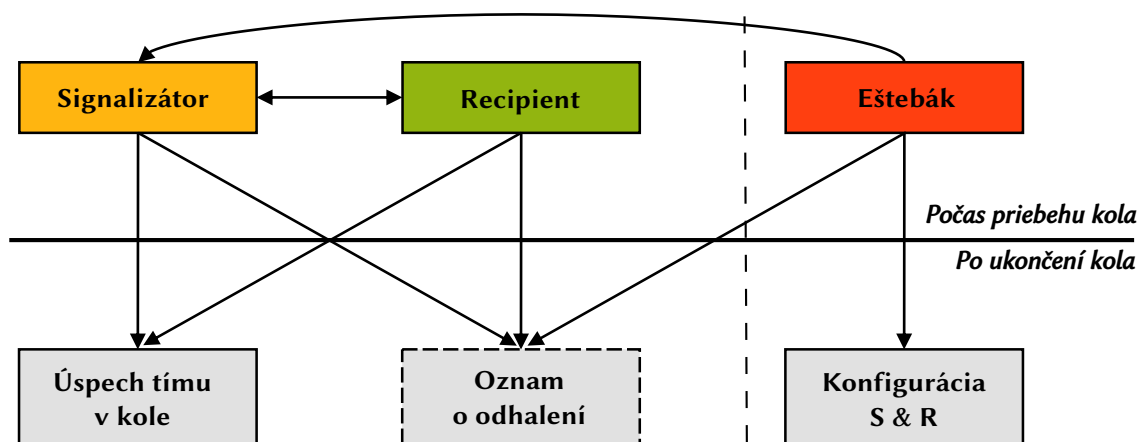
Fázy triadickej TCG znázorňujeme na obrázku 4. Z hľadiska cieľa a obsahu rozdeľujeme fázy do troch kategórií, a to: **inicializácia hry**, ktorá prebieha vždy raz na začiatku hry; **fáza komunikácie**, kde interagujú len **S** a **R** a vytvárajú si komunikačný systém (kód); a **fáza zavádzania**, kde do hry vstupuje **E** a snaží sa odhaliť kód, ktorý vytvorili **S** a **R**.

Hráči **S** a **R** majú počas ktorejkoľvek fázy zavádzania možnosť vrátiť sa do fázy komunikácie, kde ich nesleduje **E**, aby si upravili svoj dorozumievací systém v prípade, že boli odhalení. Na prechode medzi fázami sa musia hráči zhodnúť jednohlasne, no každý z nich má možnosť takýto prechod navrhnúť prostredníctvom tlačidla v hernom rozhraní. Obrázok 4 zobrazuje možné fázy hry a stavové prechody medzi nimi. Hlavným obmedzením pre stredanie kôl a fáz je v našej hre čas. Hráči majú spolu 40 minút na to, aby úspešne vytvorili kód a otestovali ho v prítomnosti eštebáka.

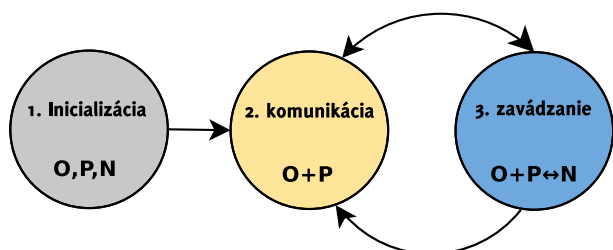
Aby boli **S** a **R** motivovaní ukončiť fázu komunikácie a otestovať svoj komunikačný systém, počas tejto fázy nedostávajú žiadne body. Komunikačnú fázu teda môžeme chápať aj ako tréning. Hráči teda získavajú bodové ohodnotenie len vo fáze zavádzania.

3.3 Viditeľnosť hráčov a spätná väzba

Obrázok 5 ilustruje vzájomnú viditeľnosť hráčov v hre ako aj informácie, ktoré dostávajú hráči v jednotlivých rolách po skončení ťahu. Hráč **S** vidí okrem svojho pohybu aj pohyb **R** a jeho výslednú konfiguráciu, čiže bezprostredne vidí, či boli v komunikačnej hre úspešní. Rovnako hráč **R** vidí pohyby **S** a výslednú konfiguráciu oboch. Po ukončení jedného kola dostávajú obaja hráči spätnú



Obr. 5: Graf vzájomnej viditeľnosti jednotlivých hráčov. Šípky naznačujú vzájomnú viditeľnosť. v spodnej časti znázorňujeme spätnú väzbu pre hráčov po skončení kola.



Obr. 4: Fázy hry. Po inicializácii prechádza hra do fázy komunikácie, kde hrajú len **S** a **R**. Z tejto môže hra prejsť do fázy zavádzania kedy hrajú všetci traja hráči a naspäť.

väzbu o ich úspechu alebo neúspechu pri zaujatí cieľovej konfigurácie.

Vo fáze zavádzania dostávajú navyše **S** a **R** informáciu o tom, či bol ich kód prelomený, čo znamená, že hráča **E** vlastne nikdy „nevidia“. **E** vidí pohyby **S**, no nevidí pohyb **R**, s ktorým jedná paralelne. Po skončení kola dostáva **E** k dispozícii informáciu o konfigurácii, ktorú **S** a **R** zaujali.

Ďalšou formou spätnej väzby je informácia o odhalení komunikačného kódu. Táto informácia sa vyhodnocuje priebežne na konci každého kola na základe vzorca (algoritmu) popísaného v 3.4. V prípade, že v danom kole došlo k „prelomeniu šifry“, na konci kola sa táto informácia zobrazí všetkým trom hráčom. Tým, že hráči **S** a **R** nevedia v akej konfigurácii skončil hráč **E** a dostávajú spätnú väzbu o úspešnosti ich taktiky v nepravidelných intervaloch a nie bezprostredne po každom pokuse, možno chápať tento systém odmeny ako paralelu učenia posilňovaním (Doya, 2000).

3.4 Detekcia prelomenia kódu a ďalšie parametre

Iniciálne parametre ako je časový limit pre celú hru ako aj pre jednotlivé kolá, v ktorých hráči vykonávajú svoje pohyby, sme stanovili na základe pôvodnej tichej komunikačnej hry (De Ruiter a spol., 2007). Tabuľka 1 zobrazuje

konkrétne hodnoty z experimentov de Ruitera a kolegov spolu s hodnotami navrhnutými pre našu triadickú hru. Vzhľadom na to, že v našej hre rozlišujeme v princípe dva herné stavy (s eštebákom a bez neho) a predpokladáme, že hráči budú v mnohých prípadoch nútení modifikovať či úplne zmeniť svoj komunikačný systém, alokovali sme pre celú hru väčšie množstvo času.

Parameter	TCG	TTCG
celá hra	40 min	80 min
prvá komunikačná fáza	—	20 min
max. ťah S	5s	60s
max. ťah R a E	5s	10s

Tab. 1: Časové limity v klasickej dyadickej TCG (z De Ruiter a spol. (2010)) a triadickej TCG (TTCG).

Cieľom limitu pre dĺžku trvania jedného ťahu v hernom kole je motivovať hráčov konať promptne a nezdržovať sa.¹ Keďže hlavnú komunikačnú snahu vyvíja hráč **S**, maximálna dĺžka jeho ťahu je značne dlhšia ako u hráčov **E** a **R**. Rizikovým faktorom pri modeli hry, kde si hráči môžu sami zvoliť, kedy prechádzajú od nebodovanej fázy komunikácie do bodovanej fázy zavádzania je, že sa hráči „zaseknú“ na prídlhú dobu v prvej fáze komunikácie. Aby sme sa takejto situácii vyhli, rozhodli sme sa limitovať aj dĺžku tejto hernej fázy.

Ako sme spomenuli už vyššie, inováciou v našej hre je, že všetci hráči dostávajú informáciu o odhalení od hry externe. Našou hlavnou motiváciou pre zavedenie tohto postupu je zamedzenie situácii, kedy bude **E** v hre úspešný len náhodou. Rozhodli sme sa teda zisťovať, či došlo k odhaleniu na základe vopred stanoveného vzorca, respektíve algoritmu. Ako prvý mechanizmus, ktorý použijeme aj v pilotnom experimente, bude limit na počet za sebou idúcich úspešných odhalení výslednej konfigu-

¹Napriek tomu, že je pre hráčov výhodné vykonávať pohyby rýchlo a pomerne často testovať svoj jazyk vo fáze zavádzania, predpokladáme, že si mnoho dvojíc túto skutočnosť spočiatku neuvedomí.

rácie **S** a **R**, ktorý nazývame prah odhalenia komunikácie (POK). Pre pilotný experiment sme zvolili $POK = 5$. Mechanizmom oddeleného oznamovania o prelomení kódu predchádzame jednorázovým náhodným výhram eštebáka, ktoré by sa mohli hráčom **S** a **R** javiť ako mylná informácia o čase odhalenia (aj keď **E** v skutočnosti ich jazyku nerozumie). Mohlo by teda dôjsť k tomu, že sa hráči okamžite po prvej výhre **E** rozhodnú vrátiť do fázy bezpečnej komunikácie a zmeniť svoj jazyk aj v prípade, že by to v skutočnosti nebolo potrebné.

3.5 Bodové ohodnotenie hráčov

Hlavnou motiváciou hráčov v našej hre je získať čo najvyššie skóre. De Ruiter a spol. (2007) dávali probandom finančnú odmenu, pričom tímy, ktoré získali najviac bodov, získali aj najväčšiu sumu peňazí. Pri realizácii nášho experimentu plánujeme použiť (podľa našich možností) veľmi podobný princíp. Na rozdiel od pôvodnej hry musíme v našej hre motivovať aj tretieho hráča **E**. Podobne ako **S** a **R**, budú aj hráči v úlohe eštebáka súťažiť skôr medzi sebou, aj keď v hre hrajú proti komunikujúcemu páru.

Body, ktoré sa spočítavajú do výsledného herného skóre, môžu v triadickej TCG získať všetci hráči len vo fáze zavádzania a to nasledujúcim spôsobom:

Hráči signalizátor a recipient:

- získavajú 10 bodov za každé kolo, kde sa im podarí dostať sa do cieľovej konfigurácie,
- strácajú 100 bodov ak sa v danom kole ukázalo, že boli odhalení.

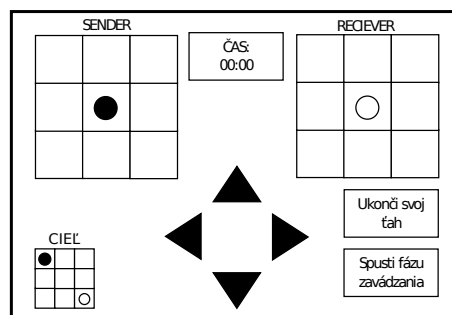
Hráč eštebák:

- získava 5 bodov za každé kolo, kde sa mu podarí dostať sa do rovnakej konfigurácie ako **R**,
- získava ďalších 50, ktoré môže získať za každé kolo, ak sa v danom kole ukázalo, že odhalil svojich protihráčov.

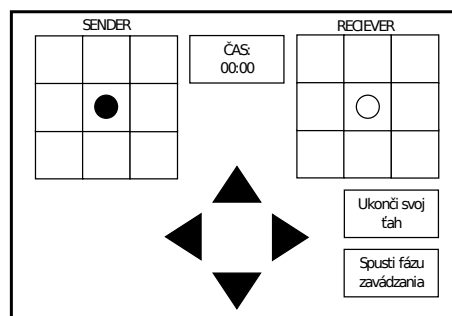
3.6 Implementácia a užívateľské rozhranie

Pre jednoduchosť administrácie sme sa rozhodli zvoliť ako prostriedok na hranie našej hry štandardný webový browser. Probandi vidia zdieľané prostredie prispôbené podľa svojej roly, informácie o odmene a ovládacie prvky. Obrázok 6 zobrazuje náčrt užívateľského rozhrania pre signalizátora, obrázok 7 pre signalizátora a obrázok 8 pre eštebáka.

Pri tvorbe grafického rozhrania sme sa opäť inšpirovali klasickou TCG. Prvým rozdielom je, že **S** a **R** sú zastúpení novými avatarmi, a to konkrétne kruhmi rozdielnej farby. Hráč **E** má avatara s iným tvarom, a to

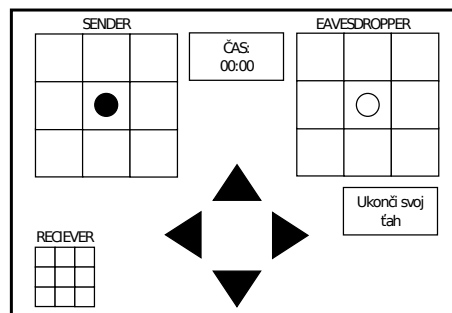


Obr. 6: Náčrt grafického prostredia pre signalizátora



Obr. 7: Náčrt grafického prostredia pre recipienta

krížikom ako zobrazujeme na obrázku 8. Ďalším rozdielom oproti klasickej TCG popísaným v kapitole 3.3 je vzájomná viditeľnosť hráčov ako vidíme na obrázku 5. Navyše pribúda niekoľko nových tlačidiel, napríklad tlačidlo na zahájenie prechodu medzi hernými fázami (z komunikačnej do zavádzacej a naspäť).



Obr. 8: Náčrt grafického prostredia pre eštebáka

4 Záver

V príspevku sme predstavili návrh novej komunikačnej hry založenej na tichej komunikačnej hre, takzvanú triadickú tichú komunikačnú hru (TTTCG). Najcharakteristickejšou inováciou nášho návrhu je prídanie tretieho hráča, takzvaného eštebáka (**E**), ktorý sleduje interakciu medzi dvoma partnerskými hráčmi signalizátorom a recipientom, a snaží sa odhaliť ich komunikačný kód. Hráči signalizátor a recipient majú možnosť svoju komu-

nikáciu zveľaďovať a trénovať bez prítomnosti hráča E. V tomto prípade, však, nemajú možnosť získavať v hre body. Podobne ako pri TCG, hlavnou motiváciou hráčov v TTCG je skutočnosť, že najúspešnejší získavajú najväčšiu odmenu. Tímy hráčov S a R a jednotlivci E teda súťažia skôr medzi sebou, aj keď ich úlohou je poraziť druhú stranu. Medzi hlavné ciele sledované pomocou takejto hry je skúmanie vplyvu tretej strany na komplexnosť vzniknutej komunikačnej formy a súčasne možnosť konfrontovať pôvodný výpočtový model zavádzania ako spoločnej akcie s výsledkami experimentov s ľuďmi.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol za podpory grantovej agentúry VEGA v rámci grantovej úlohy 1/0898/14 a grantovej agentúry KEGA v rámci grantovej úlohy 076UK-4/2013 a s podporou študentského grantu od firmy Nuabi, s.r.o. Ďalej za finančnú podporu ďakujeme Ludovítovi Malinovskému. V neposlednom rade ďakujeme Martinovi Takáčovi za spätnú väzbu a dobré tipy.

Literatúra

- Baker, M. C. (2008). *The Atoms of Language: The Mind's Hidden Rules of Grammar*. Basic Books.
- De Ruiter, J. P., Noordzij, M., Newman-Norlund, S., Hagoort, P. a Toni, I. (2007). On the origin of intentions. *Attention & Performance XXII*, str. 593–610.
- De Ruiter, J. P., Noordzij, M. L., Newman-Norlund, S., Newman-Norlund, R., Hagoort, P., Levinson, S. C. a Toni, I. (2010). Exploring the cognitive infrastructure of communication. *Interaction Studies*, 11(1):51–77.
- Doya, K. (2000). Reinforcement learning in continuous time and space. *Neural Computation*, 12(1):219–245.
- Galantucci, B. (2005). An experimental study of the emergence of human communication systems. *Cognitive science*, 29(5):737–767.
- Hill, L. B. a McGrath, J. M. (2008). Communication within the triadic context: Intercultural prospects I. *Intercultural Communication Studies*, 17:52–67.
- Knight, C. (1998). Ritual/speech coevolution: a solution to the problem of deception. V *Approaches to the Evolution of Language: Social and Cognitive Bases*, str. 68–91. Cambridge University Press, Cambridge.
- Malinovský, L. (2011). Modelovanie biologicko-kultúrnej koevolúcie jazyka a teórie mysle. V *Kognice a umělý život XI*, str. 133–140. Slezská univerzita, Opava.
- Malinovský, L. (2013). Výpočtový model zavádzania ako spoločnej akcie. V *Kognitivní věda a umělý život*, str. 157–166. Slezská univerzita, Opava.
- Malinovský, L. (2014). Broadcasting to the enemy: deception as a solution in evolution of language. V *Evolution Of Language: Proceedings Of The 10Th International Conference Evolang 10*, str. 169–176. World Scientific Publishing, Singapore.
- Malinovský, L. a Farkaš, I. (2012). Triadická interakcia v emergencii komunikácie. V *Kognice a umělý život XII*, str. 137–142. Agentura Action M, Prague.
- Maynard Smith, J. (1994). Must reliable signals always be costly? *Animal behaviour*, 47(5):1115–1120.
- Pagel, M. (2012). War of words: the language paradox explained. *New Scientist*, 216(2894):38–41.
- Rosch, E. (1999). Principles of categorization. *MIT Press, Cambridge, MA*.
- Scott-Phillips, T. C., Kirby, S. a Ritchie, G. R. (2009). Signalling signalhood and the emergence of communication. *Cognition*, 113(2):226–233.
- Steels, L. (2003). Evolving grounded communication for robots. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(7):308–312.
- Steels, L. a Belpaeme, T. (2005). Coordinating perceptually grounded categories through language: A case study for colour. *Behavioral and brain sciences*, 28(04):469–489.
- Szathmáry, E. a Smith, J. M. (1995). The major evolutionary transitions. *Nature*, 374(6519):227–232.
- Tomasello, M. (2009). *The cultural origins of human cognition*. Harvard University Press.
- Van Valen, L. (1973). A new evolutionary law. *Evolutionary theory*, 1:1–30.
- Zahavi, A. (1993). The fallacy of conventional signalling. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 340(1292):227–230.