

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY**

SITUÁCIA TESNEJ PREHRY V TEÓRIÍ FLOW

Diplomová práca

**Bratislava
2013**

Bc. Ján Cimra

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY**

SITUÁCIA TESNEJ PREHRY V TEÓRIÍ FLOW

Diplomová práca

Študijný program : Kognitívna veda
Študijný odbor: 9.2.11. kognitívna veda
Školiace pracovisko: FMFI.KZVI – Katedra základov vyučovania informatiky
Školiteľ: RNDr. Michal Winczer, PhD.

**Bratislava
2013**

Bc. Ján Cimra



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Ján Cimra
Študijný program: kognitívna veda (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: 9.2.11. kognitívna veda
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský

Názov: Situácia tesnej prehry v teórii Flow
Cieľ: Cieľom tejto práce je posúdiť vplyv herných situácií známych ako Near miss na duševný stav, ktorý definoval Mihályi Csíkszentmihályi ako Flow. Pokúsime sa overiť hypotézu, že prítomnosť situácie Near miss, na rozdiel od situácie čistej prehry bude mať pozitívny vplyv na hráčov stav Flow.
Anotácia: Klasická výzva pre umelú inteligencia je vytvoriť silného protihráča pre hru, v ktorej nedominujú počítače alebo ľudia. Ako diplomovú prácu som chcel pôvodne naprogramovať inteligentného protihráča pre hru, v ktorej je tvorba dokonalého protihráča triviálna. Hlavná myšlienka bola vytvoriť protihráča, ktorý má dokonalú kontrolu nad priebehom hry a môže sa rozhodnúť, kedy bude hráč prehrávať a kedy vyhrávať a to tak, aby motivácia hráča pokračovať v hre bola čo najvyššia

Kľúčové slová: Flow, Near miss, DDA (dynamic difficulty adjustment), motivácia

Vedúci: RNDr. Michal Winezer, PhD.
Katedra: FMFI.KZVI - Katedra základov a vyučovania informatiky
Vedúci katedry: doc. RNDr. Zuzana Kubincová, PhD.

Spôsob prístupnosti elektronickej verzie práce:
bez obmedzenia

Dátum zadania: 28.05.2012

Dátum schválenia: 28.05.2014

prof. RNDr. Pavol Zlatoš, PhD.
garant študijného programu


študent


vedúci práce

Podakovanie

Chcem poďakovať predovšetkým svojmu školiteľovi RNDr. Michalovi Winczerovi, PhD., celému pedagogickému zboru FMFI UK, ktorý prispel k rozvoju mojich schopností a všetkým participantom, ktorý boli ochotný zúčastniť sa experimentov.

Abstrakt

Flow je duševný stav v ktorom je osoba vykonávajúca nejakú aktivitu plne sústredená, zameraná a užívajúca si danú aktivitu. V podstate je to úplné ponorenie sa do vykonávanej aktivity. Mihály Csíkszentmihályi tvrdí, že Flow je absolútne sústredená motivácia.

Predpokladá sa, že situácie známe ako Near miss, podporujú túžbu hrať hru a to aj v kontexte hazardných hier, kde je pravdepodobnosť výhry rovnaká v každom kole. Niektoré herné zariadenia, napríklad herné automaty sú prispôsobené tak, aby situácia Near miss (napríklad zobrazenie 2 z 3 výherných symbolov) nastávala častejšie ako je štatisticky pravdepodobné.

Cieľom tejto práce je zakomponovať situácie Near miss do Csíkszentmihályiho teórie zaoberajúcej sa stavom Flow. Po teoretickom návrhu riešenia tohto problému uvádzame experimenty, ktorých výsledky poukazujú na pozitívny vplyv situácií Near miss na hráčov stav Flow.

Abstract

Flow is the mental state of operation in which a person performing an activity is fully immersed in a feeling of energized focus, full involvement, and enjoyment in the process of the activity. In essence, flow is characterized by complete absorption in what one does. Proposed by Mihály Csíkszentmihályi, this positive psychology concept has been widely referenced across a variety of fields.

Near misses are widely believed to encourage future play, even in games of chance where the probability of winning remains constant from trial to trial. Some commercial gambling systems, particularly instant lotteries and slot machines, are contrived to ensure a higher frequency of near misses than would be expected by chance alone.

Aim of this thesis is to incorporate situations known as Near miss to Csíkszentmihályi's Flow theory. Theoretical proposal of our solution is followed by presentation of our experiments. The results of these experiments indicates positive effect of Near miss situation to one's Flow.

Predhovor

Ako tému bakalárskej práce som si pred dvoma rokmi zvolil tvorbu inteligentného protihráča pre hru Stratego. Klasická výzva pre umelú inteligenciu je vytvoriť silného protihráča pre hru, v ktorej nedominujú počítače alebo ľudia. Ako diplomovú prácu som chcel pôvodne naprogramovať inteligentného protihráča pre hru, v ktorej je tvorba dokonalého protihráča triviálna. Hlavná myšlienka bola vytvoriť protihráča, ktorý má dokonalú kontrolu nad priebehom hry a môže sa rozhodnúť, kedy bude hráč prehrávať a kedy vyhrávať a to tak, aby motivácia hráča pokračovať v hre bola čo najvyššia. Pri štúdiu problematiky som narazil na Csíkszentmihályiho teóriu Flow a na spôsob dizajnovania hier na základe dynamickej zmeny obtiažnosti (DDA). Hľadal som spôsob, ako tieto systémy zlepšiť, resp. ako nájsť herné situácie, ktoré prispievajú k motivácii hrať hru. Počas hrania istej počítačovej hry proti svojmu kamarátovi som si všimol, že v určitej situácii sa výrazne (a počuteľne) zmení jeho dýchanie a sústredenie sa na hru. Stávalo sa to vždy, keď mal výhru takmer na dosah. Po dlhšom hľadaní som našiel niekoľko vedeckých štúdií, zaoberajúcich sa situáciou zvanou Near miss. Všetky tieto štúdie sa týkali hazardu a hracích automatov. Skúsenosť s funením môjho kamaráta mi dodala motiváciu preveriť vplyv týchto situácií na hry, ktoré nie sú hazardné.

Obsah

PodĎakovanie	4
Abstrakt.....	5
Abstract.....	6
Predhovor.....	7
Obsah	8
Úvod.....	10
1 Teoretická časť.....	11
1.1 Flow	11
1.2 Flow v hrách	17
1.3 Situácia Near miss	25
1.4 Vplyv a vnímanie situácie Near miss	26
1.5 Fyziológia prežívania situácie Near miss	31
1.6 Dopamín.....	37
1.7 Dopamín a túžba po odmene	39
2 Cieľ	40
3 Praktická časť.....	41
3.1 Situácia Near miss v teórií stavu Flow	41
3.2 Materiály a metódy (experiment 1)	43
3.2.1 Účastníci experimentu	43
3.2.2 Experimentálna úloha	43
3.2.3 Priebeh experimentu	44
3.3 Analýza získaných dát (experiment 1).....	45
3.3.1 Pedspracovanie údajov	45
3.3.2 Kategorizácia kôl	46
3.3.3 Štatistická analýza.....	46
3.4 Výsledky (experiment 1)	47
3.4.1 Reakčné časy.....	47
3.4.2 Subjektívne hodnotenie.....	49
3.5 Materiály a metódy (experiment 2)	51
3.5.1 Účastníci experimentu	51

3.5.2	Experimentálna úloha	51
3.5.3	Priebeh experimentu	52
3.6	Analýza získaných dát (experiment 2).....	53
3.7	Výsledky (experiment 2)	54
Diskusia		55
Experiment 1		55
Experiment 2		56
Záver		57
Zoznam literatúry		58

Úvod

Zo širšieho pohľadu sa táto práca zoberá návrhom hry, alebo umelej inteligencie pre hru s dôrazom na motiváciu hráča pokračovať v hre. Konkrétne rozoberieme duševný stav ktorý Mihályi Csíkszentmihályi definoval ako Flow [1], spôsob tvorby hier s využitím dynamickej zmeny obtiažnosti (DDA [2]) a fenomén známy ako Near miss [10]. Pokúsime sa zakomponovať fenomén Near miss do teórie stavu Flow a ukázať pozitívny vplyv týchto situácií na hráčovú motiváciu v hre pokračovať. Za týmto účelom budeme pozorovať vzťah správania hráčov so situáciami Near miss. Najskôr budeme sledovať okamžitú reakciu hráča na tieto situácie, neskôr celkový vplyv počtu výskytov tejto situácie na hráčovú túžbu po hraní hry.

1 Teoretická časť

1.1 Flow

Flow je duševný stav, v ktorom je osoba vykonávajúca nejakú aktivitu plne sústredená, zameraná a užívajúca si danú aktivitu. V podstate je to úplné ponorenie sa do vykonávanej aktivity. Mihályi Csíkszentmihályi tvrdí, že Flow je absolútne sústredená motivácia [1]. Je to cielené ponorenie sa, ktoré za pomoci činnosti emócií prináša úžasný zážitok pri práci, či učení sa.. V stave Flow nie sú emócie iba prítomné, ale sú v harmónii s vykonávanou úlohou. Znudenie, nechut' a apatia k nejakej činnosti sú pravým opakom stavu Flow. Charakteristickým znakom tohto mentálneho stavu je spontánna radosť, extáza pri plnení činnosti, ale aj hlboké zameranie sa iba na vykonávanú úlohu, neuvedomujúc si ani len seba alebo svoje pocity. Csíkszentmihályi pomenoval tento stav Flow (z angl. „prúd“) na základe mnohých rozhovorov, v ktorých mnohí použili pri opisovaní tohto stavu metaforu „vody ktorá ich nesie v prúde“.

Csíkszentmihályi zdefinoval [1] deväť faktorov, ktoré musia byť prítomné pre dosiahnutie stavu Flow:

- Jasný cieľ. Ich úroveň pritom musí predstavovať pre človeka výzvu, ktorej dosiahnutie kladie nároky na jeho schopnosti.
- Intenzívna koncentrácia
- Primeraná obťažnosť úlohy, šanca úspešne ju dokončiť
- Jednoznačná, okamžitá spätná väzba
- Pocit kontroly
- Vnútorná motivácia
- Pocit hlbokého zaujatia úlohou, bez toho, aby sme cítili zvláštnu námahu. Splynutie činnosti a vedomia, z mysle sú vypudené ostatné myšlienky.

- Mizne starosť o vlastné ja. Človek si neuvedomuje telesné potreby ako hlad alebo únavu. Stav Flow pritom vedie k osobnému rastu.
- Zmena vnímania času.

Tieto faktory sa môžu objaviť i nezávisle, ale iba ich kombinácia prináša zážitok, ktorý Csíkszentmihályi pomenúva ako Flow.

Mihály Csíkszentmihályi začal so svojimi kolegami skúmať stav Flow po tom, ako bol fascinovaný umelcami, ktorí sa dokázali tak ponoriť do svojej práce, že necítili potrebu jesť, piť, dokonca ani spať. Pôvod tohto výskumu teda tkvie v snahe pochopiť tento fenomén. Výskum stavu Flow začína v osemdesiatych a deväťdesiatych rokoch minulého storočia v Taliansku na čele s Csíkszentmihályim a jeho tímom. Výskumníci, ktorí sa v tom čase zaoberali výskumom pozitívnych zážitkov v prostredí, akým sú školy či podnikateľská sféra sa tiež začali zaujímať o stav Flow. Teória stavu Flow bola vo veľkej miere použitá v psychologických teóriách Maslowa a Rogersa. So stavom Flow je možné sa stretnúť v rôznych kultúrach v rôznych časových obdobiach. Učenie budhizmu a taoizmu hovorí o stave mysle popisovanom ako „akcia v neakcii“ alebo „robenie bez robenia“ ktorý nápadne pripomína stav Flow. Tento stav tiež popisujú hinduistické filozofické texty ako Ashtavakra Gita a jóga vedomostí alebo Bhagavad-Gita. Historické pramene naznačujú, že Michelangelo bol v stave Flow počas maľovania stropu Sixtínskej kaplnky. Uvádza sa, že maľoval nepretržite niekoľko dní a bol tak zabraný do práce, že si nerobil prestávky ani na jedlo alebo spanie. Maľoval, až pokiaľ od vyčerpania neodpadol. Potom sa zobudil svieži a znova začal maľovať až do úplného vyčerpania [25].

V každom momente je pre každého človeka k dispozícii veľké množstvo informácií. Psychológovia zistili, že myseľ dokáže spracovávať iba obmedzený počet informácií naraz. Csíkszentmihályi uvádza, že toto množstvo je 126 bitov informácií za sekundu. Môže sa to zdať ako vysoké číslo, ale jednoduché, každodenné činnosti obsahujú pomerne veľa informácií. Rozhovor s iným človekom vyťažší myseľ asi štyridsiatimi bitmi informácií za sekundu, čo je jedna tretina kapacity. Preto je problém vykonávať inú činnosť počas rozhovoru [26]. Z väčšej časti (s výnimkou základných telesných pocitov, ako je hlad a bolesť, ktoré sú vrodené), sú ľudia schopní rozhodnúť sa, na čo chcú zamerať svoju pozornosť. Ak je však človek v stave Flow, je úplne zabraný do jednej úlohy a toto sústredenie

nie je vynútené vôľou. Človek stráca vnímanie všetkého ostatného – času, ľudí vo svojom okolí, rôznych typov rozptýlenia, dokonca aj základných telesných potrieb. Dochádza k tomu pravdepodobne preto, že mozog nemôže alokovať viac „prostriedkov“ na pozornosť (informaticky povedané).

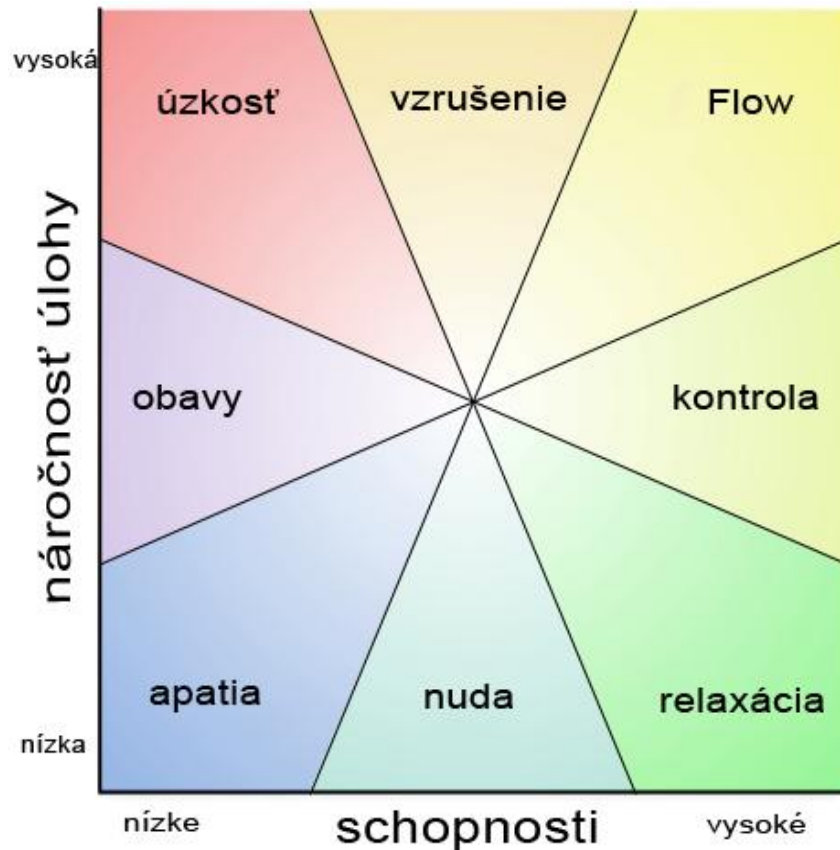
Nikto sa nemôže dostať do stavu Flow cielene. Proste sa to stane. Do stavu Flow sa človek môže dostať pri vykonávaní nejakej aktivity, najľahšie ak človek vykonáva túto aktivitu z vlastnej vôle pre svoje vlastné účely. Pri pasívnych činnostiach ako je sledovanie televízie Flow dosiahnuť nemožno. Rovnako Flow nie je možné dosiahnuť pri nútenej alebo nepríjemnej činnosti – akou môže byť napríklad písanie diplomovej práce.

V neskoršej teórii o stave Flow [2] sú podmienky, ktoré musia byť splnené, aby sa človek do tohto stavu dostal, preformulované takto:

- Osoba musí byť zapojená do činnosti s jasným cieľom a možnosťami pokroku
- Činnosť musí mať jasnú a okamžitú spätnú väzbu. To umožňuje osobe prispôbiť svoj výkon meniacim sa požiadavkám činnosti.
- Osoba musí mať dobrú rovnováhu medzi požiadavkami činnosti a svojimi schopnosťami. Musí cítiť istotu, že je schopný túto činnosť podľa požiadaviek vykonať.

Tieto podmienky sú však prepojené, nakoľko rovnováha medzi požiadavkami a schopnosťami vyžaduje, aby osoba vykonávajúca činnosť vedela, ako je úspešná v jej vykonávaní. Takže odozva na schopnosti osoby môže byť považovaná za kľúčovú podmienku pre dosiahnutie stavu Flow.

V roku 1997, Csikszentmihalyi publikoval nasledovný graf:



Obrázok 1: graf reprezentujúci možné psychické stavy na základe pomeru schopností a náročnosti úlohy. Z Finding flow: The psychology of engagement with everyday life, New York: Basic Books, Csikszentmihalyi, M., 1997

Tento graf zobrazuje vzťah medzi vnímaním požiadaviek a vlastných schopností. Ukazuje aj ďalší aspekt stavu Flow: dosiahnutie tohto stavu je pravdepodobnejšie, ak je náročnosť požiadavky viac ako priemerná (nad stredom grafu) a schopnosti osoby sú tiež nad priemerom. Stred grafu predstavuje priemernú náročnosť a priemerné schopnosti osoby v kontexte jeho každodenných úloh. Čím ďalej od stredu sa nachádzame, tým väčšia je intenzita daného stavu – Flow, znudenie či frustrácia. Udržať sa v stave Flow znamená vyhnúť sa stavom ako je apatia, nuda či úzkosť. Apatia sa dostaví pri nízkej náročnosti úlohy a nízkych schopnostiach jedinca. Vtedy záujem o vykonávanie danej činnosti klesá na minimum. Nuda je mierne odlišný stav v tom aspekte, že schopnosti sú vyššie a osoba

vykonávajúca činnosť túži po náročnejšej úlohe. Úzkosť nastáva, ak náročnosť úlohy prevyšuje schopnosti. Do stavu Flow sa teda dostávame, ak sú schopnosti a náročnosť v rovnováhe, nie však príliš nízke.

Csikszentmihalyi predpokladá, že ľudia so špecifickými povahovými črtami dosiahnu stav Flow jednoduchšie ako iný. Medzi tieto črty patrí zvedavosť, vytrvalosť, nízky egocentrizmus a radosť z vykonávania úlohy len pre svoje vlastné potreby. O týchto ľuďoch Csikszentmihalyi tvrdí, že majú takzvanú autotelickú povahu (z gréckeho *autotelēs*, aut + telos, self + goal).

Csikszentmihalyi vo svojej knihe [1] tiež tvrdí, že stav Flow môže dosiahnuť aj skupina ľudí vykonávajúca jednu činnosť. Skupina však podľa neho musí spĺňať tieto podmienky:

- Kreatívny priestor: stoličky, nástenky, graf, ale žiadne stoly, aby skupina pracovala v pohybe.
- Paralelná, organizovaná práca.
- Zameranie skupiny na cieľ.
- Rozvoj existujúceho (prototypov).
- Zvýšenie efektívnosti prostredníctvom vizualizácie.
- Využívať rozdiely medzi účastníkmi ako prínos, nie vnímať ich ako prekážku.

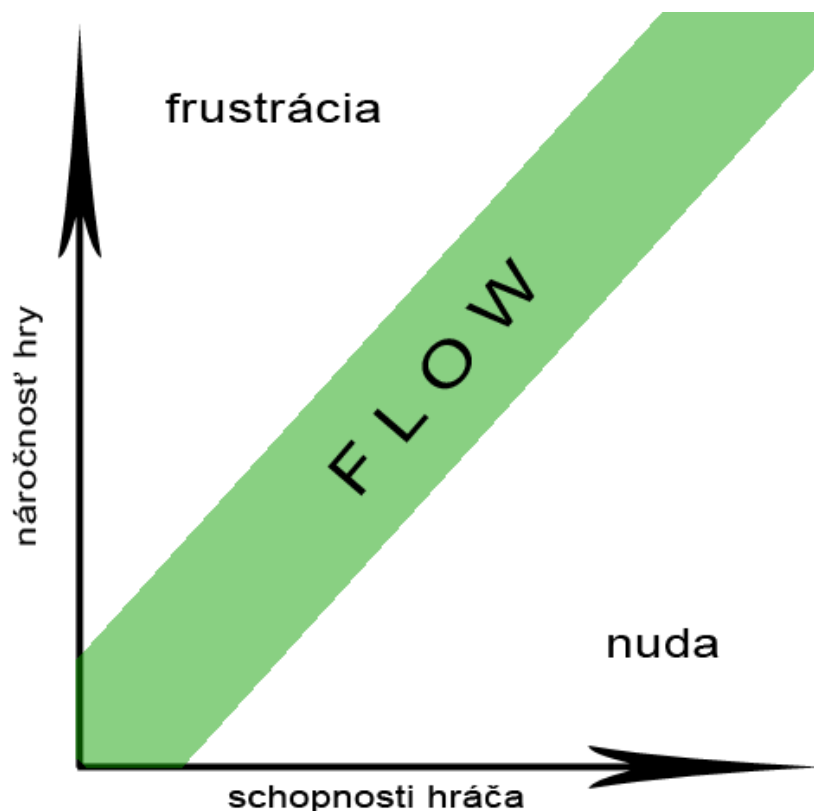
Csikszentmihalyi vo svojej knihe tvrdí, že vyšší čas v stave Flow robí náš život šťastnejším a úspešnejším. Avšak, empirický dôkaz o tomto tvrdení neposkytuje. Nie je totiž možné skúmať kauzálne dôsledky stavu Flow, pretože je veľmi ťažké dosiahnuť tento stav „na želanie“. Rovnako zložitá je presne definovať, či sa človek v danom čase v stave Flow nachádza alebo nie. Argumentuje však tým, že osobný rozvoj a rast prináša pocit šťastia a v stave Flow k tomuto rastu dochádza. Človek v stave Flow sa snaží zvládnuť zadanú úlohu. Pre udržanie sa v tomto stave musí vyhľadávať stále náročnejšie výzvy. Snaha zvládnuť tieto výzvy zvyšuje jeho schopnosti. Človek zažívajúci tento stav má potom pocit osobného rastu, schopnosti a výkonnosti. Dôkaz o vyššej výkonnosti v stave Flow však nie je zrejmý. Stav

Flow môže prispieť k vyššiemu výkonu, na druhú stranu vysoký výkon môže mať za následok vstup do stavu Flow. V dlhodobom horizonte môže stav Flow viesť k vyšším výkonom, nakoľko tento stav pozitívne koreluje s vyššou motiváciou vykonať úlohu správne.

Stav Flow však môže mať na jedinca aj negatívny vplyv. V jeho prítomnosti sa môže zvyšovať miera závislosti. Zdá sa tiež, že súvisí v s rizikovým správaním, čo môže mať napríklad v športe ako je horolezectvo závažné až fatálne dôsledky. Z fyziologického hľadiska môže stav Flow viesť k stresovej odpovedi, pre ktorú je príznačná vyššia hladina kortizolu či zníženiu variability srdcovej frekvencie.

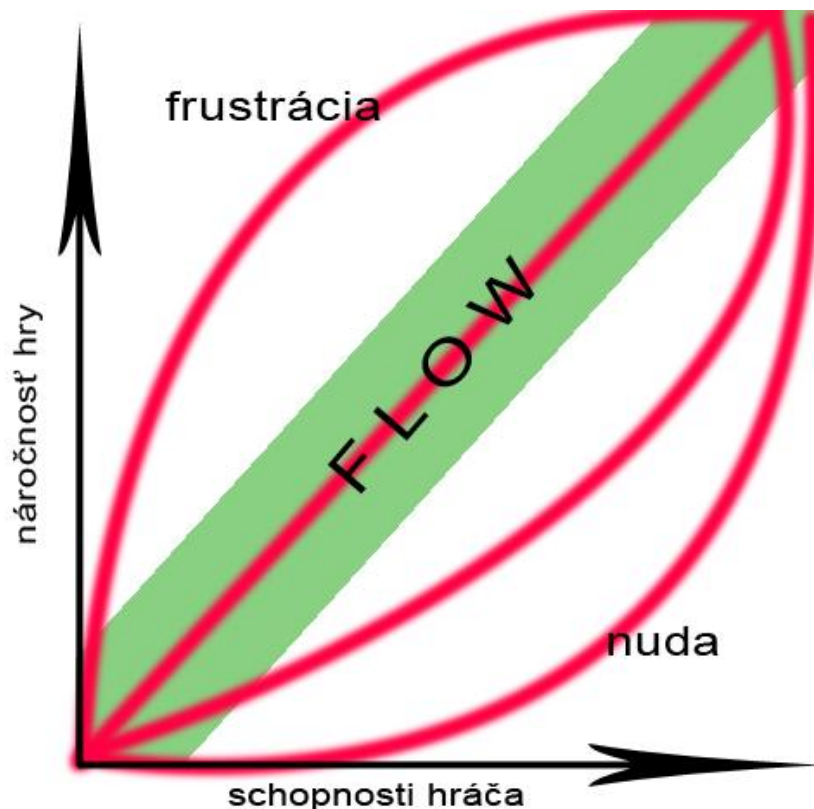
1.2 Flow v hrách

Využitie stavu Flow je veľmi široké, od vzdelávania cez činnosti ktoré vyžadujú zručnosť ako je šport alebo hranie na hudobný nástroj až po hranie hier. Nás zaujíma najmä hranie. Flow je jedným z hlavných dôvodov, prečo ľudia hrajú hry. Hlavným cieľom hry je totiž vytvoriť zábavu prostredníctvom vnútornej motivácie, ktorá sa vzťahuje k stavu Flow. Prostredníctvom vhodného pomeru schopností a náročnosti hry je zvýšená hráčova pozornosť a motivácia. To znamená, že stav Flow pomáha podporovať príjemný zážitok z hry a nabáda hráča v hre pokračovať. Dizajnéri hier si dávajú vo svojich hrách záležať na takej implementácii, ktorá zvyšuje pravdepodobnosť toho, že sa hráč dostane do stavu Flow. Zážitok z hry je potom obohacujúci bez ohľadu na celkové skóre alebo úspešnosť v hre. Hráč nie je odmeňovaný za výhru, ale za to, že sa k výhre približuje zlepšovaním svojich schopností. Aby sme zvýšili šancu, že hráč sa pri hraní hry dostane do stavu Flow, musí náročnosť hry rásť tak rýchlo ako hráčova schopnosť hrať hru – znázorníme na grafe (Obrázok 2) ktorý je výsekom Csíkszentmihályiho.



Obrázok 2: Graf reprezentujúci stav Flow podľa toho, ako ho zadefinoval Csikszentmihalyi

Tento model však predpokladá, že každý hráč sa bude zlepšovať rovnako rýchlo. V skutočnosti však budú hrať hru rôzni hráči. Niektorý sa rýchlo zoznámia so základmi, ale budú mať problém dosiahnuť najnáročnejšie úlohy v hre, iným zas bude dlhšie trvať kým získajú základy, potom sa však rýchlo stanú veľmi skúsenými a aj najnáročnejšie časti hry pre nich nebudú výzvou. Na grafe (Obrázok 3) sú zobrazené príklady možných kriviek schopností rôznych hráčov. Každá čiara reprezentuje jedného hráča a jeho zlepšovanie schopností v priebehu hrania hry. Os náročnosť hry môžeme považovať aj za znázornenie priebehu hry, nakoľko náročnosť hry sa musí postupne zvyšovať. Cez diagonálu grafu prechádza ideálny hráč, ktorého schopnosti sa zvyšujú priamo úmerne k náročnosti hry. Ostatné čiary reprezentujú reálnych hráčov.



Obrázok 3: Graf, ktorý reprezentuje teoretické možnosti vývoja schopností hráčov

Aby sme zvýšili šancu dosiahnuť stav Flow pre každého hráča, bude sa musieť náročnosť hry meniť dynamicky podľa toho, ako sa hráčovi darí. Tento prístup sa nazýva Dynamická herná obťažnosť alebo dynamic difficulty adjustment (DDA), či dynamic game balancing (DGB) [3].

DDA je proces automatickej zmeny parametrov, scenárov a správania sa hry v reálnom čase, na základe hráčových schopností tak, aby sa predišlo nude či frustrácií. Cieľom DDA je, zabezpečenie vhodnej náročnosti hry počas celej doby hrania. Tradične rastie obťažnosť v hrách lineárne v priebehu hry. Parametre tohto rastu môžu byť na začiatku zvolené hráčom (nastavenie obťažnosti). Napriek tomu môže dôjsť k nude alebo frustrácií ak hráčove schopnosti nekorelujú s krivkou vzrastajúcej obťažnosti. DDA sa tento problém snaží riešiť tým, že nastavuje krivku obťažnosti zvlášť pre každého hráča. Ak sa hráč rýchlo učí a zlepšuje, náročnosť prudko stúpa. Naopak ak hráč postupuje pomaly, obťažnosť hry klesá.

Implementácia týchto postupov však nie je vždy jednoduchá a preto tento prístup nie je veľmi rozšírený. Kontroverzné je tiež jeho použitie v hrách kde vývoj postavy (leveling) je kľúčový prvok hry. V týchto hrách je hráč umiestnený do širokého prostredia s možnosťami rôznych výziev a prostriedkov na vylepšovanie svojej postavy pomocou rôznych levelov, artefaktov alebo štatistík. Motivácia a satisfakcia v týchto hrách je založená na úspešnom zdaní ťažšej výzvy po tom, ako hráč zvýši úroveň svojej postavy. Ak by hra znížila náročnosti výziev a zlepšovanie úrovne svojej postavy by nemalo zmysel, nemala by zmysel ani celá hra.

Ak sa rozhodneme, že pre svoju hru použijeme DDA, môžeme v priebehu hry dynamicky meniť napríklad tieto elementy:

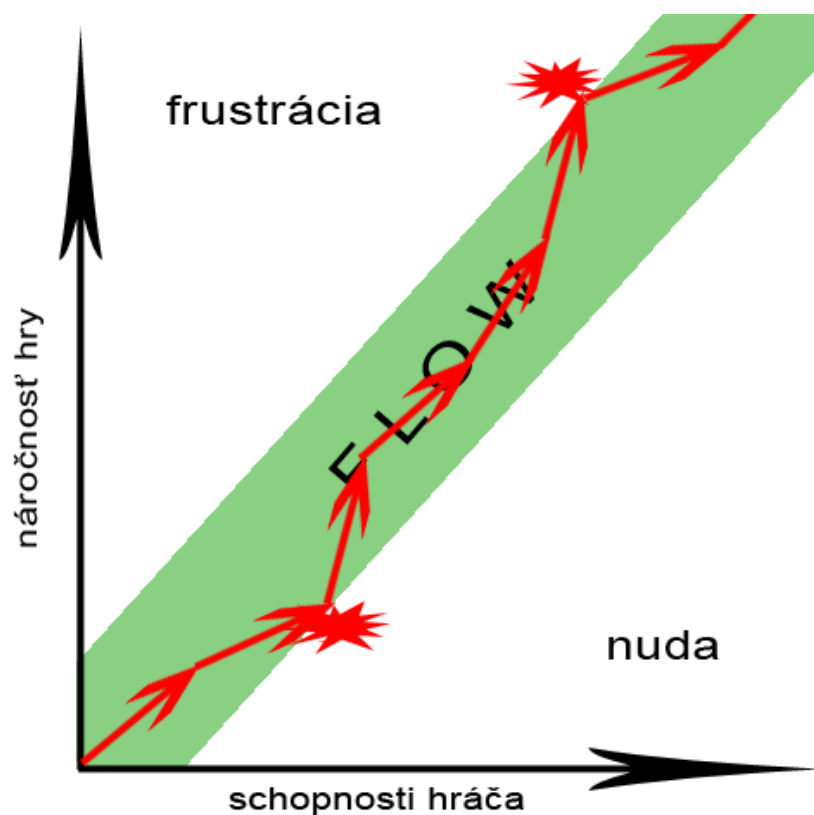
- Rýchlosť protihráča
- Odolnosť protihráča
- Frekvenciu protihráčov
- Frekvenciu pomôcok (powerups)
- Silu hráča
- Silu protihráča
- Dĺžku trvania hry

Existuje niekoľko prístupov pre rozhodnutie o tom, kedy treba vyššie uvedené elementy meniť. V každom prípade treba nejako určovať, implicitne alebo explicitne, náročnosť hry vzhľadom na hráčove schopnosti. Toto určovanie má najčastejšie na starosti nejaká heuristická funkcia. Táto funkcia sa snaží číselne alebo inak vyhodnotiť či sa hráč s hrou veľmi trápí, alebo je naopak nudná až do takej miery, že je nutné zmeniť nejaký element. Toto môže heuristika, podľa typu hry, vyvodzovať z rôznych faktorov. Napríklad:

- Počet úspešných zásahov
- Pomer výhier a prehíer
- Body

- Vývoj postavy
- Čas potrebný na splnenie nejakej úlohy
- Čokoľvek, čo môže byť považované za skóre

Hovoriac o stave Flow, môžeme DDA definovať ako mechanizmus ktorý sa snaží detegovať možný výstup hráča zo stavu Flow (na jednej alebo druhej strane) a snahu o jeho návrat pomocou zmeny obťažnosti. Graficky znázornené na grafe (Graf 4). Šípky naznačujú hráčov postup, machule aktiváciu DDA.



Obrázok 4: Graf reprezentujúci princíp DDA: ak je hra príliš ľahká alebo príliš ťažká mechanizmus DDA zmení obťažnosť

Ak tento prístup použijeme na nastavovanie správania agentov v hrách, musíme si dať pozor, aby to neviedlo k nelogickému správaniu agenta. Známy je takzvaný Gumičkový efekt, ilustrovaný na hre v ktorej hráč závodí na aute proti umelému agentovi. Auto agenta je

výrazne rýchlejšie ako hráčove ak sa nachádza za ním, ale pomalšie keď ho predbehne. Vyzerá to potom, akoby autá boli spojené gumičkou [4].

Vhodné riešenie je použitie pravidiel správania. V tomto modeli má agent určité metódy ktoré použije v príhodnej akcii. Napríklad v bojovej hre sú pravidlá: ak je hráč blízko, udi. Ak hráč nie je v dosahu, bež za ním. Tento model sa dá rozšíriť pomocou dynamického skriptovania podľa Sprocka a kol., [5] ktoré priradí každej akcii pravdepodobnosť jej vytiahnutia. Tieto váhy sa potom môžu dynamicky meniť v priebehu hry a zaistiť aby sa vyberali len správne akcie pre danú situáciu v hre. Napríklad pravdepodobnosť najsilnejšieho combo úderu bude nulová ak je postava hráča takmer mŕtva.

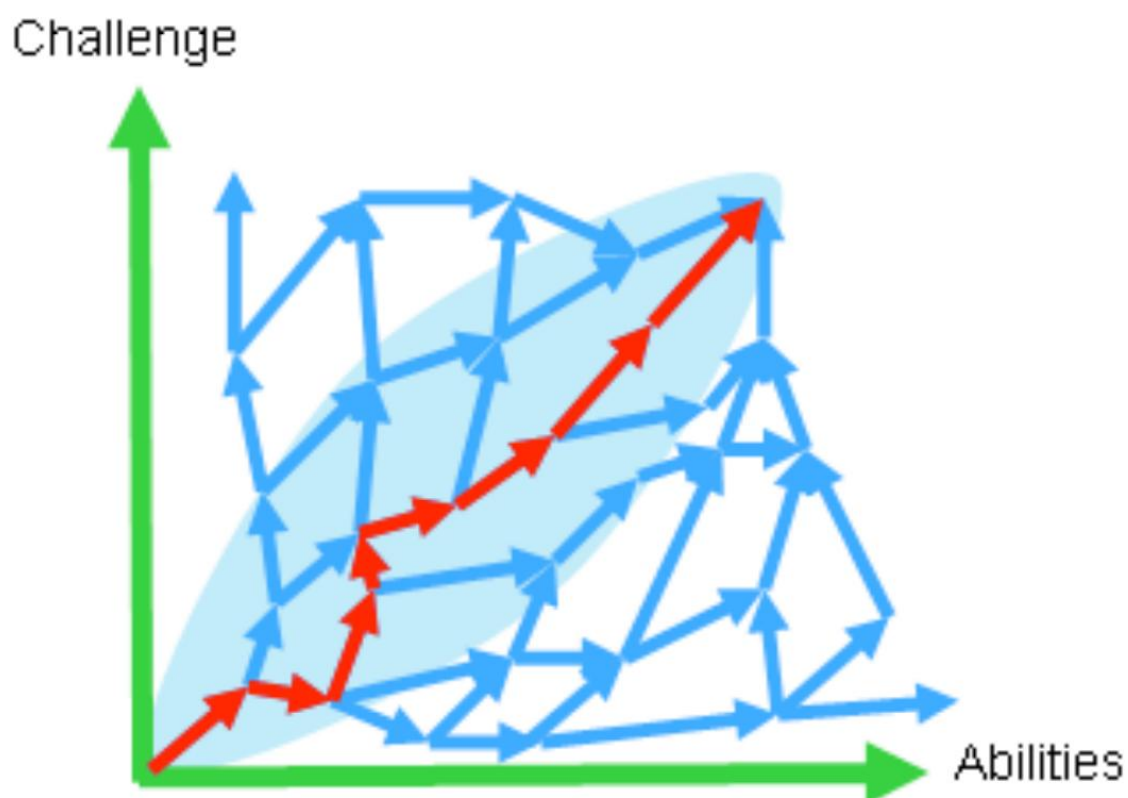
Andrade a kol. [6] rozdeľujú DDA na dve časti: schopnosť (agent sa má naučiť čo najviac) a výkon (agent má hrať len tak dobre ako je nutné). Na tento prístup je využívané učenie s posilňovaním (reinforcement learning). Počas tzv. Offline tréningu sa agent naučí hrať najlepšie ako sa dá, počas hrania s iným agentom alebo živým človekom. Potom sa snaží adaptovať na úroveň hráča s ktorým hrá v tzv. Online tréningu. Agent postupne vyberá akcie ktoré sa naučil počas offline tréningu optimálne k zručnostiam hráča až pokiaľ sa nedosiahne požadovaná úroveň korelácie hráčových schopností a výkonu agenta.

Demaisi a Crus [7] využívajú vo svojom riešení genetické algoritmy. V genetických algoritmoch sa jedinec vyvíja pomocou kríženia s inými jedincami alebo mutáciou. Jedinec môže byť napríklad binárny vektor popisujúci špecifické nastavenie. O osude jedinca potom rozhodne jeho fitness funkcia ktorá určí, či je nový jedinec prosperujúci a je vhodný k ďalšiemu rozmnožovaniu, alebo bude zatratený. V riešení Demaisa a Crusa je fitness funkcia založená práve na tom, ako vyrovnaná je sila agenta v pomere s hráčovými schopnosťami.

Štúdia Yannakakisa a Hallama [8] ukazuje, že umelé neurónové siete a fuzzy neurónové siete môžu získať lepší odhad hráčových schopností ako iné mechanizmy. Sieť vyžíva tzv. Enterainment modeling, ktorý rozhodne o tom aký ďalší vývoj hre bude zábavný alebo nezábavný. Tento modul bol natrénovaný pomocou metód strojového učenia na základe pozorovaní hernej situácie a fyziologických reakcií na situáciu.

DDA prístup bol implementovaných v mnohých, aj komerčne veľmi úspešných hrách. Z najznámejších spomeniem Left 4 Dead, Resident Evil 5, Fallout 3 alebo Mario Kart. Hry využívali rôzne prístupy, najzaujímavejší je však použitý v hre Flow od autora Jenova Chen

[9]. Táto hra nemá ambíciu byť komerčne úspešná, jej autor na nej iba ukázal svoju myšlienku iného prístupu k stavu Flow. Ako tvrdí vo svojej práci, hráč si v jeho hre môže vybrať sám, ako bude postupovať. Či sa vyberie ťažkou alebo ľahkou cestou je na ňom, dôležité je, aby sa udržal v stave Flow. Pre ilustráciu prikladám autorovo znázornenie postupu hráča po stave Flow v jeho hre.



Obrázok 5: graf znázorňujúci pohyb hráča po priestore stavu Flow v hre Flow. z Chen, J. (2007), Flow in Games, Communications of the ACM, Volume 50 Issue 4, April 2007, Pages 31-34, doi: 10.1145/1232743.1232769

Povedzme teda, že chceme vytvoriť motivujúcejšiu hru pomocou DDA. Naša hra sa pre zjednodušenie skladá z viacerých mini-hier. Za každú mini hru hráč získa alebo stratí jeden bod. Na konci vyhráva hráč s vyšším počtom bodov. Ak chceme spraviť hru pútavú (ani ľahkú ani ťažkú) bude musieť byť pomer výhier a prehier takmer rovnaký. Výhru môžeme považovať za pozitívny impulz, prehru za negatívny. Dostávame teda hru ktorá dáva pomerne rovnako pozitívnych a negatívnych impulzov. Našťastie vieme z niektorých negatívnych

impulzov spraviť pozitívne pri zachovaní potrebného pomeru bodov. Musíme len maximalizovať výskyt situácií Near miss v našej hre.

1.3 Situácia Near miss

Napadlo vám niekedy, prečo sa v seriáli Tom & Jerry pokúšal Tom chytiť Jerryho v 163 epizódach, hoci sa mu to nikdy nepodarilo? Čo ho motivovalo skúšať to znova a znova? Tomovo správanie bolo motivované efektom zvanom Near miss. Vždy keď mal Tom Jerryho už-už na dosah, držal ho v ruke, ale vyšmykol sa mu, dostal Tomov mozog vysokú dávku dopamínu. Teória, podľa ktorej je dopamín považovaný za „motivujúcu látku“, sa v dnešnej dobe považuje za príliš zjednodušenú. Dopamín sa totiž vylučuje aj pri nepríjemných podnetoch. Súčasný výskum [13] naznačuje že jeho funkcia súvisí skôr s predpovedaním odmeny, ako by bol samotnou odmenou. Ak teda odmenu predpokladáme, ale nedostaví sa reagujeme na to hladom po tejto odmene. Toto je zjednodušený princíp efektu Near miss.

Tento fenomén samozrejme nebol skúmaný kvôli Tomovi a Jerrymu. Hlavnou motiváciou výskumu boli a sú patologický gambleri. „Kŕmiť“ výherné automaty je samozrejme nelogická činnosť. Ak by sa na týchto automatoch dalo v dlhodobom horizonte zarábať, prevádzkovatelia by asi nemali dôvod tieto stroje kupovať. Napriek evidentnej strate však mnohí ľudia opakovane hádžu do výherných automatov peniaze. Mnohé štúdie ukazujú, že za toto správanie môže práve efekt Near miss. Ten sa dostaví, pri výherných automatoch, vtedy, ak hráčovi padnú dva z troch rovnakých symbolov. Na nasledujúcich riadkoch predstavíme dve z mnohých štúdií zaoberajúcich sa týmto fenoménom. Jedna ukazuje rolu dopamínu v tomto správaní, výsledky druhého nám môžu naznačiť niečo o tom kedy bude v hre situácia Near miss úspešná a kedy nie. V závere kapitoly vysvetlíme, že Near miss efekt nie je zlý „závislácky“ fenomén, ale neoddeliteľná súčasť učenia, ktorú iba zneužívajú výrobcovia herných automatov. V dnešných herných automatoch je totiž počet padnutí dvoch rovnakých symbolov oveľa vyšší ako je štatisticky pravdepodobné.

1.4 Vplyv a vnímanie situácie Near miss

Táto štúdia skúma do akej miery ovplyvňujú situácie Near miss, teda kolá v ktorých sa zobrazili 2 alebo 3 výherné symboly, odhad výhry na dvanástich hráčoch, hrajúcich na hernom automate. Účastníci hrali na komerčných automatoch v laboratóriu pripomínajúcom kasíno. V nahrávanom meraní boli neskôr posudzované reakčné časy a odhad výhry pre každého účastníka.



Obrázok 6: automat použitý v experimente Dixon, M.R., Schreiber, J.E. 2004. Near-miss effects on response latencies and win estimations. *The Psychological Record* 54 (2004), 335-348

V experimente bol použitý herný automat Bally's Quarter Slot Machine. Automat pozostával z troch valcov ktoré sa roztočili ak participant potiahol za páku. Na každom valci bolo 22 symbolov, z toho 3 pre každý valec boli viditeľné nad, pod a vo výhernej čiare. Za výherný prípad sa považujú 3 rovnaké symboly na výhernej čiare.

Všetkým účastníkom experimentu boli dané tieto pravidlá:

„Hrajte na výhernom automate, vždy po jednom žetóne. V každom kole v ktorom nevyhráte, zaznačte prosím, ako blízko bolo toto kolo ku výhre na stupnici od 1 po 10, kde 1 je ďaleko od výhry a 10 najbližšie k výhre ako sa dá. Nehrajte so žetónmi, ktoré automat vyplatil ako výhru. Hrajte pokým neminieste všetky žetóny ktoré vám boli dané.“

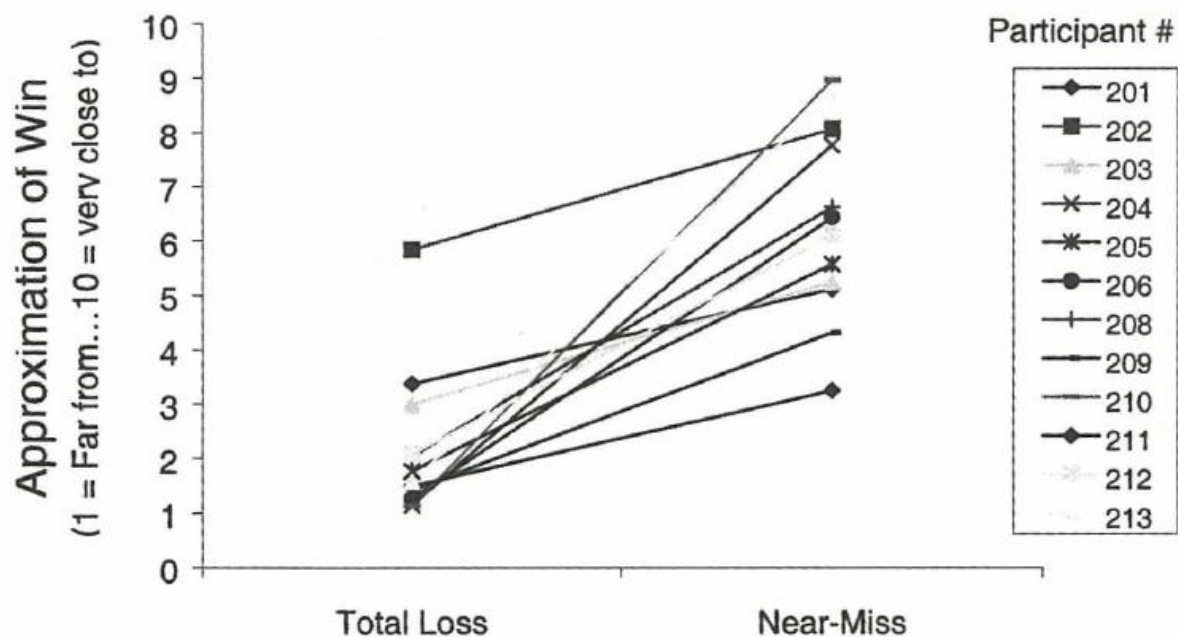
Zo záznamov z kamery boli získané dve nezávislé merania pre každého účastníka. V prvom meraní reakčný čas, medzi kolami, v druhom meraní autori štúdie rozdelili kolá na výherné, takmer výherné (Near miss) a nevýherné. Výherné kolo bolo to, v ktorom sa na výhernej čiare objavili tri rovnaké symboly alebo jeden symbol čerešne. V takmer výherných kolách sa na výhernej čiare objavili dva rovnaké symboly a jeden odlišný. Nevýherný prípad bol ten, ktorý nebolo možno zaradiť do vyššie menovaných kategórií.

Všetci participant odohrali na automate 100 hier. Počet výherných, Near miss a nevýherných kôl nebol medzi participantmi rovnomerne rozložený, nakoľko sa pri experimente použil skutočný automat z kasína. Tabuľka 1 popisuje detailnú distribúciu typov kôl pre každého účastníka. V súhrne účastníci dosiahli 45-60% nevýherných trialov, 8-21% výherných a 27-42% kôl bolo vyhodnotených ako kolá Near miss.

Až na malé rozdiely ohodnocovali participant jednotlivé trialys podobne. Na grafe (Graf 6) sú zobrazené subjektívneho hodnotenia toho, ako blízko sa hráč cítil byť pre výhre. Hodnotenie 10 znamená veľmi blízko k výhre, 0 ďaleko od výhry. Vidíme, že všetkých 12 účastníkov experimentu ohodnotilo Near miss trialys ako bližšie k výhre, než tie nevýherné. Výsledky boli štatisticky overené piatimi párovými T testami. Medzi týmito dvoma skupinami bol pozorovaný štatisticky signifikantný rozdiel, $t(11) = 6,916$, $p < 0,008$.

Participant	nevýherné	výhené	výhra	priemerná výhra	Near miss	NM left	NM split	NM right
201	57	14	62	4.43	29	7	19	8
202	59	14	61	4.36	27	5	17	5
203	59	12	69	5.75	29	7	11	11
204	45	13	93	7.15	42	12	19	11
205	48	21	55	2.62	31	11	6	14
206	50	14	88	6.29	36	6	18	12
208	52	15	52	3.47	33	5	19	9
209	49	17	67	3.94	34	15	12	7
210	56	8	19	2.38	36	10	16	10
211	54	11	68	6.18	35	7	14	14
212	51	11	65	5.91	38	4	22	12
213	56	8	60	7.5	36	7	19	10

Tabuľka 1: detailné výsledky pre jednotlivých účastníkov experimentu.

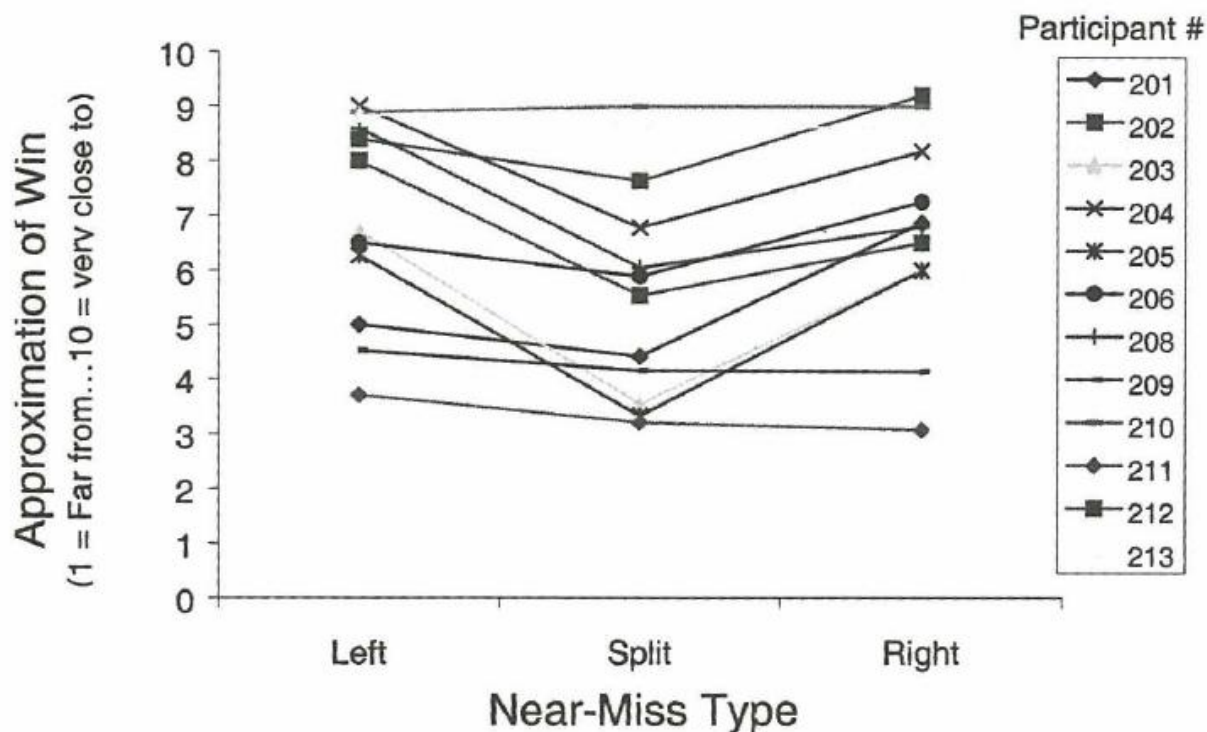


Obrázok 7: graf reprezentujúci priemerné subjektívne hodnotenia účastníkov (zvislá os) pre typy kôl prehry a Near-miss. Z Dixon, M.R., Schreiber, J.E. 2004. Near-miss effects on response latencies and win estimations. The Psychological Record 54 (2004), 335-348

Za účelom určenia vplyvu topografie výherných symbolov na individuálne hodnotenie boli všetky Near miss trialy rozdelené do troch kategórií:

- Left (ang. označenie na obrázku) kedy dva rovnaké symboly boli vľavo a v strede, pravý bol odlišný
- Split – stredný symbol odlišný
- Right – ľavý symbol odlišný, stredný a pravý rovnaké

V obrázku 8 sú zobrazené individuálne hodnotenia hráčov pre rôzne typy Near miss kôl. Je vidieť, že 11 z 12 participantov hodnotili pravý a ľavý prípad ako bližší k výhre, než ten v ktorom bol rôzny symbol v strede [10].



Obrázok 8: graf reprezentujúci priemerné subjektívne hodnotenia účastníkov (zvislá os) pre typy kôl Near miss podľa topológie výherných symbolov. Z Dixon, M.R., Schreiber, J.E. 2004. Near-miss effects on response latencies and win estimations. *The Psychological Record* 54 (2004), 335-348

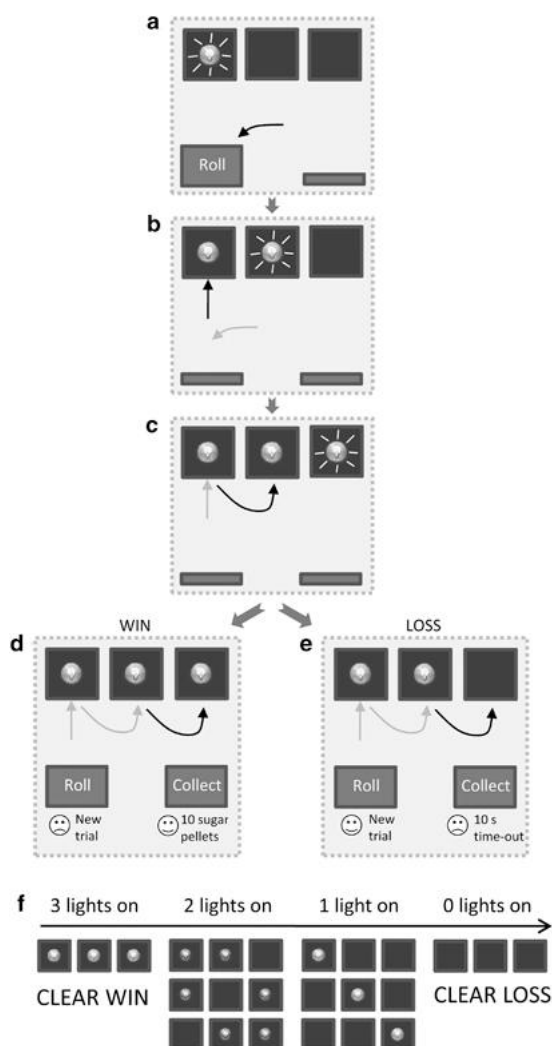
Tento poznatok je pre nás veľmi zaujímavý. Matematicky sú totiž všetky 3 prípady rovnako blízke výhre. Dva výherné symboly vedľa seba však boli hodnotené vyššie ako tie rozdelené. Z toho môžeme vyvodiť že Near miss z pohľadu hráča je pocitová záležitosť. To či daná situácia je pre hráča Near miss alebo nie nezáleží iba na presne definovanej hranici víťazstva. Je preto dôležité správne určiť akú situáciu budeme považovať za Near miss a akú nie a to nie len na základe štatistiky.

1.5 Fyziológia prežívania situácie Near miss

Táto štúdia z roku 2011 od autorov Catharine A Winstanley, Paul J Cocker a Robert D Rogers [11] skúma vplyv dopamínu na situácie Near miss u laboratórnych potkanov. Výhoda oproti pokusom na ľuďoch je v tom, že potkany môžeme nadopovať rôznymi látkami a pozorovať ich vplyv na skúmanú situáciu. Tento prístup je v súčasnosti eticky prijateľný. Autori štúdie sa snažia ukázať vplyv dopamínu na Near miss efekt prostredníctvom látok ktoré zvyšujú hladiny dopamínu v mozgu (amfetamíny) alebo zvyšujú senzitivitu dopaminegných D2 receptorov (Quinpirolu) .

Test prebiehal vo zvukotesnej komore. Komora bola ovládaná počítačovým softvérom vytvorenom v MED-PC. V komore sa nachádzali tri žiarovky, miska na potravu a dve páky umiestnené po stranách misky.

Myši boli postupne habituované na komoru a naučené využívať páky na získavanie potravy. Na začiatku bola potrava vydávaná automaticky, neskôr sa podmienky postupne sťažovali, až pokým nebol dosiahnutý systém podobný hraciemu automatu. Detailný postup tréningu uvádzať nebudeme.



Obrázok 9: schéma experimentu [11] Winstanley, C.A, Cocker, P.J., Rogers, R.D. 2011. Dopamine Modulates Reward Expectancy During Performance of a Slot Machine Task in Rats: Evidence for a 'Near-miss' Effect. *Neuropsychopharmacology* 36 (2011) , 913–925; detailný popis schémy v texte

Schéma úlohy je zobrazená na obrázku 9. Potkan začal kolo potiahnutím za prvú páku. Po zatiahnutí sa páky skryli a rozblíkalo sa prvé svetlo (a). Potkan na toto zareagoval pomocou NPR (nose poke response). Po odozve svetlo zostalo zapnuté alebo vypnuté a druhé svetlo sa rozblíkalo(b). Postup sa opakoval(c) pokým všetky tri svetlá neboli vypnuté / zapnuté. Po tomto kroku boli potkanovi opäť dostupné obe páky (d, e). Potkan potom musel potiahnuť za jednu z pák. Výsledok potiahnutia za druhú páku bol určený počtom rozsvietených svetiel. Pokiaľ svietili všetky tri svetlá potkan bol odmenený desiatimi cukrovými peletami (d). Ak

nebolo ktorékoľvek svetlo rozsvietené (napr. e), potkan odmenu nedostal a páky sa schovali na 10 sekúnd, čo subjektu znemožnilo hrať o odmenu. V dôsledku použitia troch svetiel, môže každé kolo skončiť jedným z ôsmich prípadov (f, (1,1,1), (1,1,0), (1,0,1), (0,1,1), (0,1,1), (1,0,0), (0,1,0), (0,0,0)) ktorých rovnomerný výskyt a náhodné poradie boli zaistené. Ak potkan zatiahol za prvú páku možnosť získania odmeny zanikla a začalo sa nové kolo. Takže optimálna stratégia pre potkana bola zatiahnuť za prvú páku vždy ak nesvietili všetky tri svetlá. Ak tak neurobil, páky sa schovali a potkan nemohol začať ďalšie kolo. Toto bolo považované za trest. Okrem trestu v experimente neexistovalo žiadne časové obmedzenie. Potkan mohol experiment vykonávať ľubovoľne dlhý čas, program čakal na akciu potkana tak dlho, ako bolo potrebné, až do konca jedného merania. Takže jediný spôsob ako mohol byť potkan v kole neúspešný bolo, že sedenie predčasne skončilo. Zvieratá absolvovali päť meraní denne, pokiaľ nebol dosiahnutý štatisticky stabilný vzor merania.

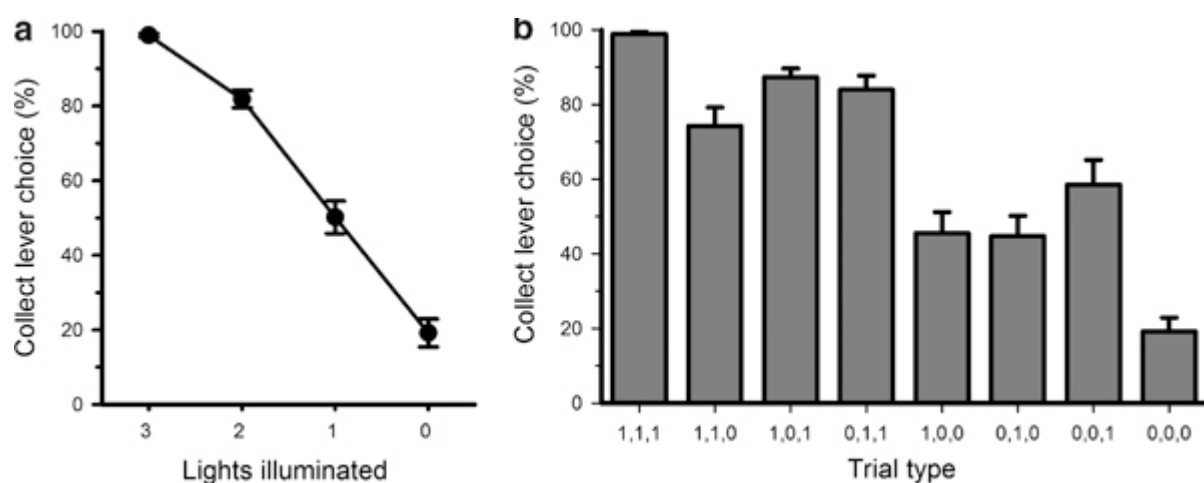
Po dosiahnutí uspokojivých podmienok merania bola sledovaná reakcia zvierat na tieto látky: d-amfetamin (0, 0.6, 1.0, 1.5 mg/kg), eticlopride (0, 0.01, 0.03, 0.06 mg/kg), SCH 23390 (0, 0.001, 0.003, 0.01 mg/kg), quinpirole (0, 0.0375, 0.125, 0.25 mg/kg), a SKF 81297 (0, 0.03, 0.1, 0.3 mg/kg), látky boli podávané 10 minút pred začiatkom experimentu.

Po ukončení všetkých meraní boli analyzované nasledovné premenné merania:

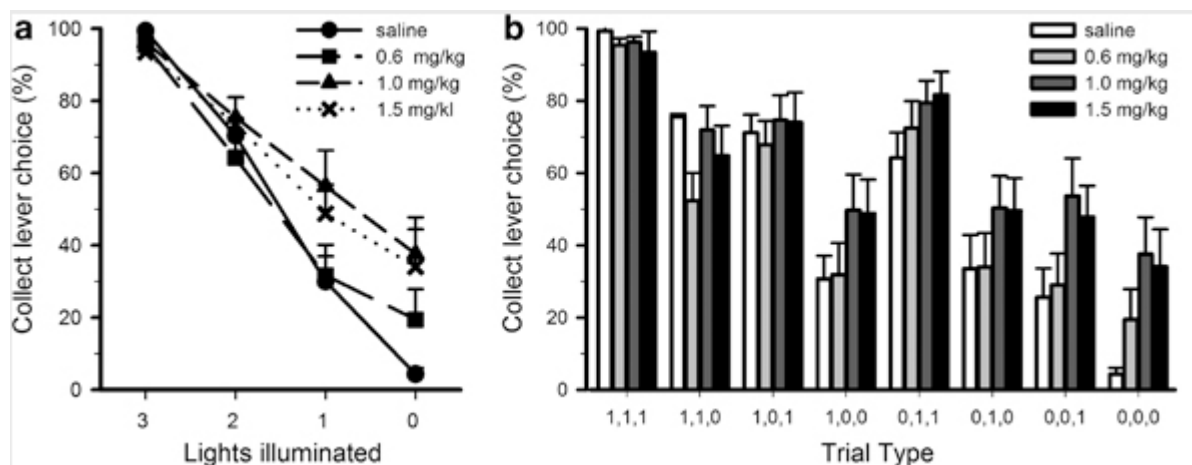
- Percentuálny počet trialov v ktorých potkan zatiahol za druhú páku (získanie odmeny alebo trestu)
- Rekčný čas zatiahnutia za túto páku
- Čas medzi rozblíkaním sa každého svetla a NPR
- Počet trialov v jednom meraní
- Čas medzi ukončením trialu a začiatkom ďalšieho vo výsledkoch analyzovaný nie je, z dôvodu skreslenia 10 sekundovým testom alebo dobou počas ktorej žral potkan odmenu

Všetky dáta boli podrobené analýze rozptylu (ANOVA) za použitia softvéru SPSS.

Po výherných kolách (situácia 1,1,1) zatiahli potkany za druhú (odmena/trest) páku v prakticky 100% prípadov. Naopak pri úplnej prehre (situácia 0,0,0) potkany výrazne preferovali prvú páku spúšťajúcu nové kolo. Toto správanie však nebolo úplne jednoznačné, zvieratá v tejto situácii zatiahli za druhú páku približne v 20% prípadov. Preferencia zatiahnutia za druhú páku sa signifikantne líšila pri rôznych typoch kôl. Najlepším prediktorom voľby páky bol počet rozsvietených svetiel ktorý koreloval s počtom potiahnutí za druhú páku. To znamená že zdanlivo výherný trial zvyšuje pravdepodobnosť, že potkan zatiahne za druhú páku v nesprávnom prípade. Signifikantný rozdiel bol pozorovaný medzi prípadmi v ktorých svietili všetky svetlá, dve svetlá, jedno alebo žiadne.



Obrázok 10: Na grafe sú zobrazené výsledky merania. Na obrázku a reprezentuje x-ová os počet rozsvietených svetiel, na obrázku b konkrétny typ trialu. Na y-ovej je percentuálny počet zatiahnutí za druhú páku (odmena/trest).

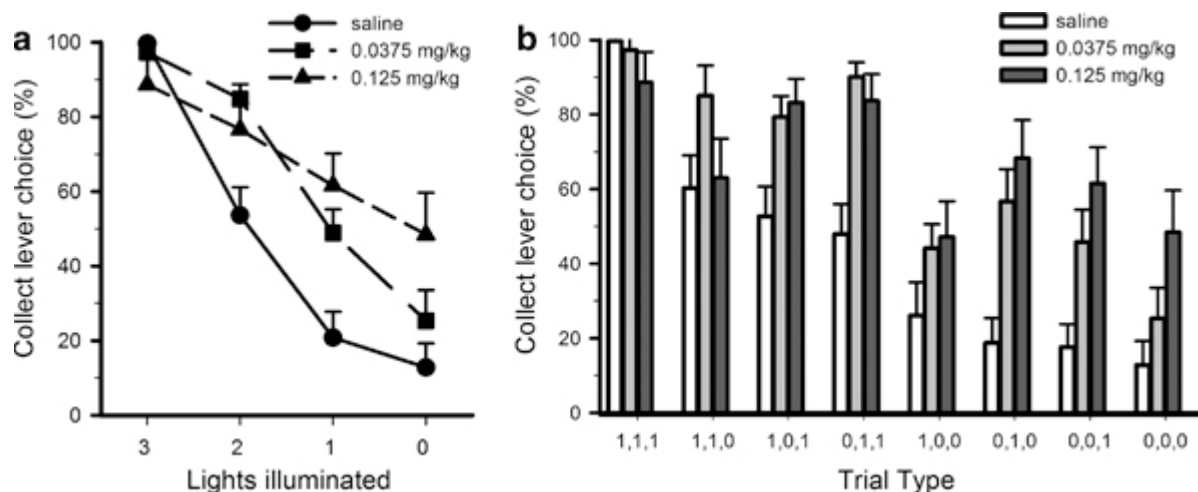


Obrázok 11: Na grafe sú zobrazené namerané dáta po podaní amfetaminu (0,6; 1; 1,5 mg/kg). V súlade s množstvom podanej látky spôsobil amfetamin zvýšený počet zatiahnutí za druhú páku v nevýherných situáciách. Najsilnejšie zvýšenie je pozorované v prípadoch s jedným rozsvieteným svetlom a žiadnym rozsvieteným svetlom.

Vplyv Eticloprideu, ktorý pôsobí ako antagonista dopaminegných D2 receptorov vo výsledkoch zohľadňovaný nebol. Po jeho podaní neboli potkany schopné splniť podmienky ktoré boli stanovené pre úspešné meranie.

Po podaní SCH 23390, ktorý pôsobí ako antagonista D1 receptorov nebola zaznamenaná žiadna signifikantné zmena v správaní potkanov v žiadnom type trialov. Slabý, ale tiež štatisticky nevýznamný vplyv malo podľa meraní podanie SKF 81297, látky ktorá je naopak agonistom D1 receptorov.

Výrazný vplyv malo podanie Quinpirolu, agonistu dopaminegných D2 receptorov. Výsledky merania vidíme na Obrázku 12.



Obrázok 12: vplyv quinpirolu na Near miss effect. Na zvislej osi je percentuálny pomer zatiahnutí za druhú páku (odmena/trest). Na vodorovnej osi sú zobrazené a) typy kôl b) typy Near miss kôl

Najvyššia podávaná dávka mala za následok neschopnosť zvierat ukončiť experiment v súlade so stanovenými podmienkami. Preto boli tieto merania vylúčené z analýz. Štruktúra Grafu 10 je rovnaká ako pri Grafe 9. Môžeme pozorovať zvýšený počet zatiahnutí za druhú páku (výhra/trest) v nevýherných prípadoch. Efekt Quinpirolu bol dokonca výraznejší ako efekt amfetaminov.

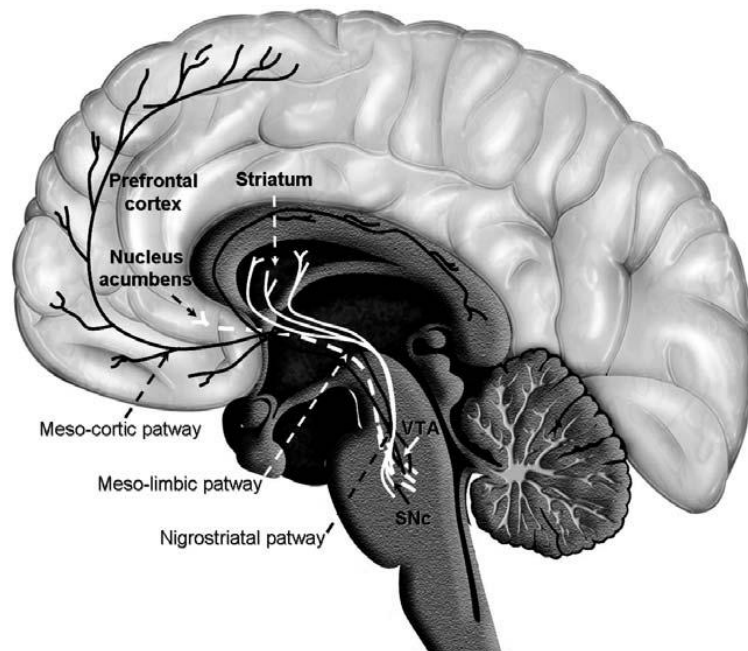
Po podaní amfetamínu a Quinpirolu bola zvýšený počet prípadov v ktorých potkany zatiahli za druhú páku. Toto naznačuje, že zvýšené nabudenie dopaminegných receptorov môže zvýšiť očakávanie odmeny v nevýherných prípadoch. Dopamínu sa budeme bližšie venovať v nasledujúcej kapitole.

1.6 Dopamín

Dopaminergné neuróny v strednom mozgu sú hlavným zdrojom dopamínu v mozgu. Bol pozorovaný jeho vplyv na riadenie pohybu, signalizáciu chýb v predikovaní odmienu, motiváciu a kogníciu. Nedostatok dopamínu je základný predpoklad Parkinsonovej choroby. Iné patologické stavy, napríklad schizofrénia, autizmus, ADHD alebo drogová závislosť sú tiež spájané s dopaminergnou dysfunkciou. Dopamín úzko súvisí so správaním spätým s vyhľadávaním odmienu. Nedávne štúdie naznačujú že pálenie dopaminergných neurónov pôsobí ako motivačná látka v dôsledku očakávania odmienu. Hypotéza je postavená na dôkaze toho, že pokiaľ je odmena väčšia ako predpokladáme, zvýši sa pálenie dopaminergných neurónov, čo priamo zvyšuje túžbu a motiváciu po odmene.

Dopamín ako neurotransmitter centrálného nervového systému bol objavený v roku 1959 [12]. Vplyv dopamínu na motorické funkcie bol zdôrazňovaný na základe skorého objavu súvislosti oslabenia striatálnych dopaminergných neurónov a porúch pohybu pri Parkinsonovej chorobe [13]. Tento objav spustil série experimentov a klinických testov ktoré pretrvávajú do dnes. Výsledky týchto výskumov viedli k množstvu terapeutických postupov, napríklad L-DOPA terapia [14]. V dnešnej dobe vieme, že dopamín súvisí s neurobiológiou a symptómami tisícok neurologických a psychiatrických ochorení, ako je schizofrénia a ADHD a je považovaný za základný kameň systému odmienu [15].

Navzdory tomu, že Dopaminergné neuróny tvoria menej ako 1% populácie neurónov v mozgu, majú vysoký vplyv na jeho funkčnosť [16]. Efekt súvislosti dopaminergných metabotropných receptorov a modifikácie synaptickej plasticity je považovaný za základ učenia a pamäte (Kandel 10). Učenie je zmena reakcie na konkrétny stimul a pamäť je modifikácia neurálnej štruktúry, ktorá spôsobuje túto zmenu [17]. Nedávne poznatky naznačujú, že dopamín je zapojený v procese učenia motivovaného odmenou [18]. Napriek tomu, spôsob akým dopamín presne ovplyvňuje správanie vedúce k získaniu odmienu zostáva slabo pochopený.



Obrázok 13

Štruktúra dopaminergného systému v prednom mozgu (Obrázok 3). Zobrazená je projekcia z prednej medzimotozbovej oblasti (VTA) do Nucleus accumbens a prefrontálnej kôry a projekcia z čiernej substance (SNc) do oblasti dorzálného striatumu.

1.7 Dopamín a túžba po odmene

Odmena je prežívaná ako „robenie vecí lepšími“ a je preto obľúbená, žiadaná a vyhľadávaná [19]. Takže dosiahnutie tejto odmeny (jedlo, súlož, drogy) vyúsťuje do hedonických dôsledkov (pôžitok) ktoré spúšťajú proces učenia spájajúcu túžbu po odmene, zisťovanie krokov ktoré predikujú dostupnosť tejto odmeny, vytváranie krokov potrebných k jej dosiahnutiu a priradenie hodnôt a motivácie k odmene tak, aby si človek (alebo iný organizmus) mohol zvoliť kroky k dosiahnutiu tejto odmeny vzhľadom na túžbu po nej a cenu danej akcie. Motivujúce stavy ako hlad, sexuálne vzrušenie, symptómy drogových závislostí zvyšujú pridelené hodnoty odmien ako aj odmenu samotnú [20]. Čím je vyššia túžba tým je pravdepodobnejší výber krokov vedúci k odmene bez ohľadu na cenu akcie.

Iný pohľad na akcie dopaminergného systému boli odvodené od modelov učenia s posilňovaním (reinforcement-learning). Tieto modely pracujú s predpokladom, že zvieratá podnikajú akcie, ktoré maximalizujú budúcu odmenu [21]. Podľa tejto teórie mozog odhadne a uchová hodnotu možnej akcie na základe intenzity odmeny ktoré bolo získane po predošlom vykonaní akcie [22]. Zvieratá potom podľa tejto hodnoty predikujú odmenu alebo trest pre možnú akciu. Skutočná intenzita odmeny je potom porovnaná s predikciou. Tento rozdiel predstavuje „chybu predikcie akcie“. Je predpokladané, že dopaminergný systém kóduje tieto chyby a upravuje správanie tak aby odmena bola maximalizovaná. Aktivita dopaminergných neurónov bola sledovaná na opiciach ktoré boli natréňované dostať určité množstvo odmeny po určitom stimule. Ukázalo sa že tieto neuróny majú posilnenú aktivitu ak je odmena taká, ako je predpokladaná, výrazne zvýšenú fázovú aktivitu ak je odmena vyššia a zníženú pokiaľ je odmena nižšia [21]. Ak je teda odmena nízka, frekvencia pálenia je 0Hz, čo odpovedá nulovej informačnej hodnote. Predpokladá sa teda, že do procesu kódovania kvantitatívnych informácií o negatívnych chybách predikcie sa musí zapájať nejaký ďalší systém [23]. Neskoršie štúdie [24] ukazujú, že za toto kódovanie môže byť zodpovedná maličká oblasť v mozgu zvaná Habenula. Pri Near miss situáciách sa ale aktivujú dopaminegné centrá hoci odmena dosiahnutá nebola.

2 Cieľ

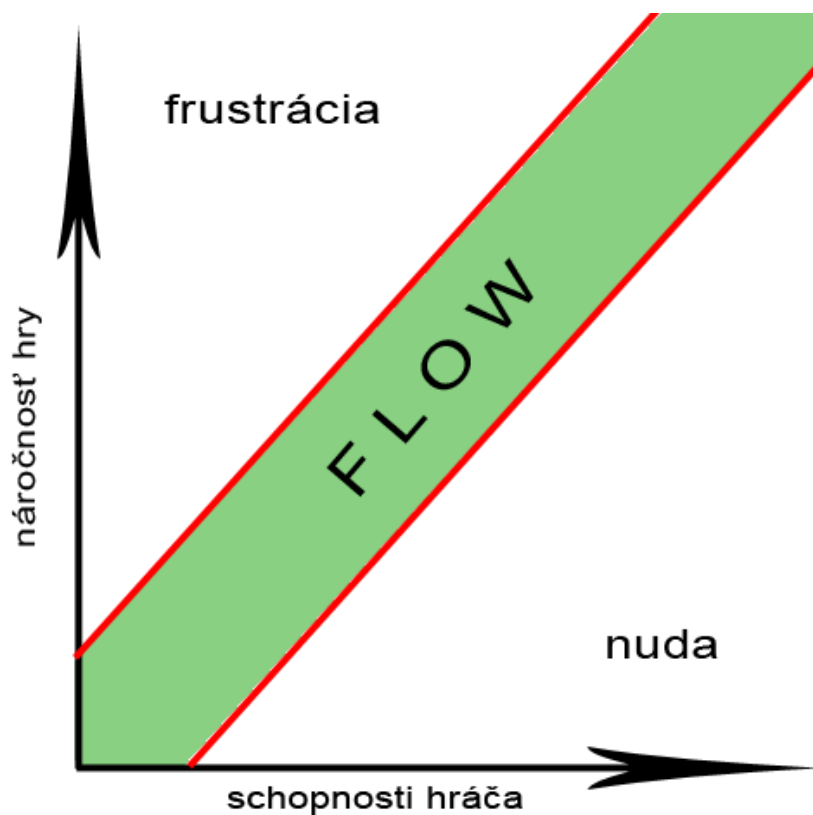
Cieľom tejto práce je posúdiť vplyv herných situácií známych ako Near miss na duševný stav, ktorý definoval Mihályi Csíkszentmihályi ako Flow. Pokúsime sa overiť hypotézu, že prítomnosť situácie Near miss, na rozdiel od situácie čistej prehry bude mať pozitívny vplyv na hráčov stav Flow. To znamená, že po tesne prehratom kole hry bude mať hráč vyššiu motiváciu pokračovať v hraní hry, čo sa prejaví snahou hráča eliminovať čas strávený mimo hracieho procesu. Za týmto účelom budeme zaznamenávať reakčné časy dobrovoľníkov riešiacich vyrušujúcu úlohu medzi jednotlivými kolami hry. Vychádzame z predpokladu, že stav Flow je sprevádzaný vyšším „zapálením“ pre vykonávanú úlohu, ako aj vyšším výkonom osoby nachádzajúcej sa v tomto stave. Predpokladáme, že vysoký výkon a veľká túžba pokračovať v primárnej úlohe počas trvania stavu Flow spôsobí zníženie reakčných časov.

V druhom experimente sa nezameriavame na aktuálny stav hráča spôsobený situáciami Near miss, ale na celkový vplyv zvýšenia výskytu týchto situácií v hre na motiváciu hráča pokračovať v hre. Vytvorili sme dve verzie známej kartovej hry Black Jack (v slovenčine aj Oko). V jednej verzii hry bol umelo zvýšený počet situácií Near miss. Predpokladáme, že upravenú verziu hry budú hrať hráči v priemere dlhší čas, z čoho môžeme usudzovať, že pre nich bola zábavnejšia.

3 Praktická časť

3.1 Situácia Near miss v teórii stavu Flow

Pokúsime sa teraz zakomponovať situáciu Near miss do teórie Flow a toto zakomponovanie zaznačiť na grafe. V kontexte pomeru schopností a náročnosti úlohy sú Near miss tie situácie, pri ktorých sú naše schopnosti takmer v rovnováhe s náročnosťou úlohy. Podľa toho, kedy situácia Near miss nastane sa dostávame k jednej alebo druhej strane diagonály reprezentujúcej stav Flow. Predpokladajme, že doteraz boli naše schopnosti nižšie ako je náročnosť úlohu. Po zažití situácie Near miss by sme mali mať pocit, že naše schopnosti sa už dostávajú do správneho pomeru s náročnosťou úlohy a očakávame, že pri najbližšom pokuse sa nám úlohu podarí splniť. Na grafe by reprezentuje túto situáciu spodná červená čiara.



Graf 1: situácia Near miss zaznačená na grafe zobrazujúcom Flow

Opačná situácia nastáva ak pre nás bola doteraz úloha príliš ľahká, čo u nás vyvolalo stav znudenia. Po zažití situácie Near miss sa z úlohy opäť stáva výzva, ale bez toho aby sme boli domotivovaný svojim neúspechom. Na grafe reprezentuje túto situáciu horná červená čiara.

To, či majú tieto situácie pozitívny vplyv na Flow sme sa pokúsil experimentálne overiť.

3.2 Materiály a metódy (experiment 1)

3.2.1 Účastníci experimentu

Experimentu sa zúčastnilo desať dobrovoľníkov. Vek účastníkov bol v rozsahu 23-28 rokov (priemerný vek: 25,2 rokov, štandardná odchýlka: 1,4 roka). Účastníci boli študenti alebo absolventi vysokých škôl a za účasť na experimente im nebola poskytnutá finančná ani iná odmena. Každý z účastníkov sa označil za človeka, ktorý rád hrá počítačové hry, no u žiadneho z nich nebolo diagnostikované patologické hráčstvo (gamling).

3.2.2 Experimentálna úloha

Experiment prebiehal v miestnosti, ktorá mala navodiť pocit uvoľnenosti a čo najmenej pripomínať laboratórium. Za týmto účelom sme použili súkromnú izbu, výkonný domáci počítač, pohodlnú pohovku a diaľkové ovládače na komfortné ovládanie hry.

Účastníci experimentu boli požiadaní, aby si zahrali 8 hier počítačovej hry Mashed proti skúsenému protihráčovi. Každá hra sa skladala z niekoľkých kôl. Po každom kole zapísal účastník experimentu perom do tabuľky subjektívne hodnotenie svojho výkonu na stupnici od 0 do 10, kde 0 bol najhoršie a 10 najlepšie vnímaný výkon.



Obrázok 14

Hra Mashed, vo verzii Fully Loaded, od spoločnosti Empire Interactive je závodná hra určená pre viacerých hráčov. Hráči závidia na okruhu, ktorého časť je zobrazená na jednej obrazovke spolu s autami všetkých hráčov. Ak hráč so svojim autom zaostane príliš ďaleko od hráča na prvej pozícii a dostane sa za spodný okraj obrazovky, prehráva dané kolo. Keď sa hráč nachádza blízko spodného okraja nad jeho autom sa zobrazí výkričník, signalizujúci, že hráč je blízko vyradeniu. Na začiatku majú hráči (v nastavení hry pre dvoch hráčov, ktorá je predmetom experimentu) po štyri body. Za každú výhru získa hráč v danom kole jeden bod, za prehru jeden bod stráca. Hra končí v prípade, ak jeden z hráčov získal 8 bodov. V hre je taktiež možné získavať rozličné typy zbraní a útočiť na protihráčove vozidlo. Túto hru sme si zvolili z niekoľkých dôvodov:

- Hra je sama o sebe veľmi zábavná a jej základy je pomerne ľahké sa naučiť. To by malo účastníkom pomôcť rýchlejšie sa dostať do stavu Flow.
- Hra má rýchly systém výhier a prehíer, čo nám umožňuje získať dostatok dát za pomerne krátky čas.
- Detekcia situácií Near miss je jednoduchá vďaka grafickej signalizácii blížiaceho sa vyradenia.
- Členitý terén a prítomnosť zbraní v hre umožňuje vedúcemu experimentu nepozorovane meniť obtiažnosť hry (v prípade, že je hra veľmi náročná) tým, že slabšieho hráča nechá vyhrať tak, aby si to nevšimol. Ak nastala situácia, že hráč viac ako 3-krát po sebe prehral, vedúci experimentu v najbližšom kole havaroval svoje auto naschvál takým spôsobom, aby si účastník tento zámer nevšimol.

3.2.3 Priebeh experimentu

Meranie jedného účastníka trvalo asi 60 minút, počas ktorých odohral 6-8 hier. Počet hier bol podľa potreby zvýšený alebo znížený na základe počtu kôl v jednotlivých hrách a to tak aby každý účastník absolvoval približne 100 kôl. Prestávky boli robené medzi

jednotlivými hrami. Priebeh hry bol nahrávaný softvérom zaznamenávajúcim obraz zobrazený na obrazovke, Bandicam od spoločnosti Bandisoft vo verzií 1.8.5.

3.3 Analýza získaných dát (experiment 1)

3.3.1 Predspracovanie údajov

Zo získaného videozáznamu sme vytvorili prehľadnú tabuľku, ktorej stĺpce obsahovali nasledovné položky:

- Číslo kola pozostávajúce z označenie účastníka, poradia hry a poradia kola
- Aktuálny stav bodov v poradí účastník - protihráč
- Začiatok kola. Začiatok bol stanovený ako čas zobrazenia keyframe-u so štartovacím semaforom.
- Koniec kola. Koniec bol stanovený ako čas zobrazenia keyframe-u s výsledkom kola.
- Výsledok kola - výhra účastníka: 1; prehra: 0; remíza: 2
- NWC - zavedený kód označujúci prítomnosť situácie Near win. Kód bol tvorený nasledovne:
 - prvá číslica: 1 ak má už 6 bodov; 2 ak účastník má 7 bodov; 3 a 4 analogicky pre bodový stav protihráča
 - druhá číslica: 1 ak sa nad protihráčovým vozidlom v danom kole objavila symbol výkričníku; 3 ak sa objavil nad vozidlom účastníka experimentu
 - posledná dve číslice: doba v sekundách po ktorú bol symbol zobrazený
- Rekčný čas definovaný ako doba, za ktorú hráč napísal subjektívne hodnotenie svojho výkonu a spustil ďalšie kolo hry (rozdiel času konca predchádzajúceho a začiatku nasledujúceho kola)

- Subjektívne hodnotenie výkonu hráča

3.3.2 Kategorizácia kôl

Jednotlivé namerané kolá boli následne rozdelené do troch kategórií podľa konečného výsledku kola:

1. kolá, v ktorých účastník vyhral (VÝHRA)
2. kolá v ktorých prehral (PREHRA)
3. kolá, v ktorých síce prehral, ale výhra mu ušla veľmi tesne – bola v nich teda zaznamenaná situácia NEAR MISS. Do poslednej kategórie spadali kolá, v ktorých hráčovi chýbali k výhre jeden alebo dva body, alebo kolá, v ktorých bolo signalizované blížiac sa vylúčenie protihráčovho auta po dobu dlhšiu ako 3 sekundy.

Pre každého jedinca boli potom vypočítané priemerné reakčné časy každej z kategórií (výhra, prehra, near miss) a ich priemerné subjektívne hodnotenia danej kategórie.

3.3.3 Štatistická analýza

Predmetom štatistickej analýzy bolo porovnanie reakčných časov pre jednotlivá kategórie kôl. Analyzované boli kombinácie kategórií VÝHRA – PREHRA, VÝHRA – NEAR MISS A PREHRA – NEAR MISS. Na analýzu sme použili párový T-test v programe SPSS pre Windows v.13.0.

3.4 Výsledky (experiment 1)

Celkovo bolo odohraných 1031 kôl. Do analýzy neboli zaradené kolá, v ktorých bol hráč vyrušený nejakým vplyvom z okolitého sveta alebo kolá, pri ktorých nastala remíza. Tie boli vylúčené z dôvodu nízkej incidencie týchto prípadov. Do výslednej analýzy teda vstupoval celkový počet 778 kôl.

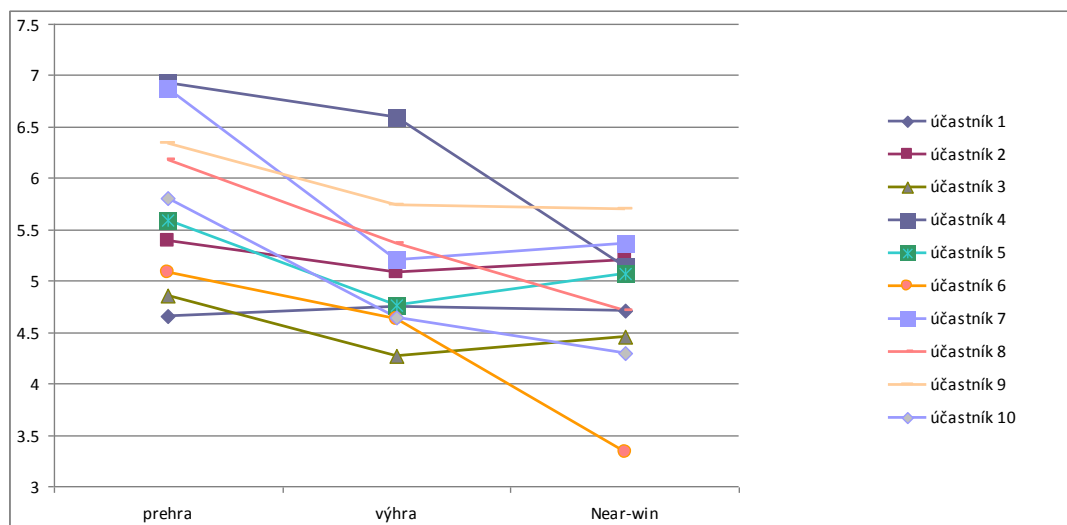
3.4.1 Reakčné časy

Priemerný reakčný čas všetkých účastníkov bol 5,67s ($\pm 1,92s$) pre nevýhernú situáciu, 5,05s ($\pm 1,45s$) pre výhernú a 4,93s ($\pm 1,32s$) pre situáciu Near miss. Reakčný čas sa bol najvyšší pre situáciu PREHRA pre 9 z 10 jedincov.

Priemerné reakčné časy jednotlivých účastníkov sú zobrazené v tabuľke 2 a graficky znázornené na obrázku číslo 15.

	PREH RA	NEAR MISS	Win
k 1 účastní	4,653 846	4,7058823 53	4,75
k 2 účastní	5,384 6	5,2	5,081 081
k 3 účastní	4,857 143	4,4615384 62	4,265 306
k 4 účastní	6,925 926	5,1428571 43	6,586 207
k 5 účastní	5,588 235	5,0666666 67	4,759 259
k 6 účastní	5,081 081	3,3333333 33	4,628 571
k 7 účastní	6,875	5,3571428 57	5,2
k 8 účastní	6,173 913	4,7142857 14	5,369 565
k 9 účastní	6,333 333	5,6923076 92	5,742 857
k 10 účastní	5,8	4,3	4,64

Tabuľka 2. Priemerné reakčné časy (v sekundách) jednotlivých účastníkov pre jednotlivé typy kôl



Obrázok 15: Priemerné reakčné časy (v sekundách) jednotlivých účastníkov pre jednotlivé typy kôl

Zistili sme štatisticky významný rozdiel priemerných reakčných časov medzi kategóriou výhra – prehra a prehra Near miss. Rozdiel v reakčných časoch pre kategórie výhra – Near miss nebol štatisticky významný. Detailné výsledky štatistickej analýzy sú zobrazené v Tabuľke 3.

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	d f	Sig. (2-Mean tailed)
	Mean	Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence				
				Lower	Upper			
Pair 1 loss - win	0,66502	0,49254	0,15575	0,31268	101,736	4,27	9	0,002
Pair 2 loss - near	0,96991	0,6982	0,22079	0,47044	146,937	4,393	9	0,002
Pair 3 win - near	0,30488	0,62829	0,19868	-0,14457	0,75433	1,535	9	0,159

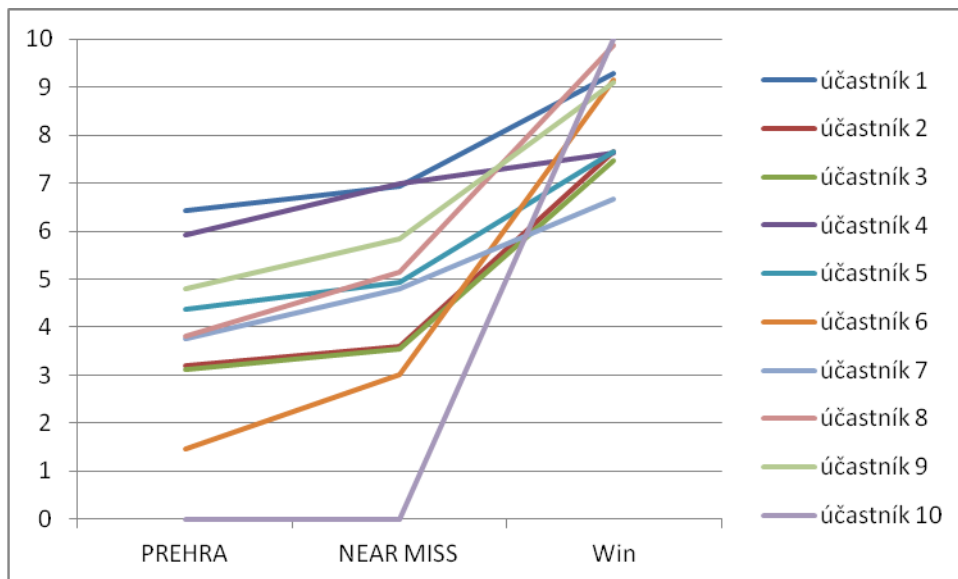
Tabuľka 3: Výsledok štatistickej analýzy rozdielov priemerných reakčných časov medzi kategóriami prehra-výhra, prehra – Near miss a výhra – Near miss

3.4.2 Subjektívne hodnotenie

Priemerné subjektívne hodnotenia výkonu jednotlivých účastníkov sú zobrazené v tabuľke 4 a graficky znázornené na obrázku číslo 16. Jednotlivé kategórie kôl sa líšili v subjektívnom hodnotení výkonu hráčov. Subjektívny výkon v situácii prehry bol ohodnotený ako nižší v porovnaní s hodnotením výkonu v situácii Near miss a ten bol nižší ako hodnotenie výkonu v situácii výhry. Priemerné subjektívne hodnotenie výkonu pre všetkých účastníkov bolo 4,08 ($\pm 2,26$) pre nevýhernú situáciu, 8,29 ($\pm 1,51$) pre výhernú a 5,16 ($\pm 1,85$) pre Near miss.

	PREH RA	NEAR MISS	Win
1 účastník	6,44	6,941176471	9,27027
2 účastník	3,1923	3,6	7,6486
3 účastník	3,119048	3,538461538	7,469388
4 účastník	5,925926	7	7,62069
5 účastník	4,382353	4,933333333	7,666667
6 účastník	1,472222	3	9,142857
7 účastník	3,75	4,785714286	6,666667
8 účastník	3,804348	5,142857143	9,869565
9 účastník	4,791667	5,846153846	9,085714
10 účastník	0	0	10

Tabuľka 4: Priemerné subjektívne hodnotenie jednotlivých účastníkov pre jednotlivé typy kôl



Obrázok 16: Priemerné subjektívne hodnotenie jednotlivých účastníkov pre jednotlivé typy kôl

Paired Samples Test									
		Paired Differences							S
			St	Std	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Mean	Std. Deviation	Error Mean					t	ig. (2-tailed)	
air 1	loss - win	4,75626	2,51230	0,79446	-6,55345	2,95906	5,987	0,000	
air 2	in - near	,96527	2,62466	0,82999	-,08770	,84284	,777	0,001	
air 3	loss - near	0,79098	0,48354	0,15291	-1,13689	0,44508	5,173	0,001	

Tabuľka 5: Výsledok štatistickej analýzy rozdielov priemerných reakčných časov medzi kategóriami prehra-výhra, prehra – Near miss a výhra – Near miss

3.5 Materiály a metódy (experiment 2)

3.5.1 Účastníci experimentu

Nakoľko bol experiment zverejnený na voľne dostupnej internetovej stránke, a pre spustenie hry nebol vyžadovaný žiaden dotazník, neexistujú žiadne socio-demografické údaje k účastníkom. Cieľom totiž bolo získať čo najväčší počet účastníkov, z tohto dôvodu nám sme ako jediný identifikátor hráča použili jeho IP adresu.

3.5.2 Experimentálna úloha

Zadanie úlohy bolo veľmi jednoduché: zahrajte si nasledujúcu verziu hry Blackjack. Pokračujte v hre pokiaľ Vás bude baviť. Po otvorení priloženého odkazu bol hráč náhodne presmerovaný na jednu z dvoch verzií hry Blackjack. Prvá verzia bola klasická verzia hry, v ktorej boli všetky karty pre hráča aj krupiera vyberané generátorom pseudonáhodných čísiel. V druhej verzií hry boli karty pridelené aj podľa kariet, ktoré mal hráč a krupier na ruke a to tak, aby bolo čo najviac prehíer nahradených situáciami Near miss. Karty boli vyberané náhodne až do chvíle kedy hráč vyložením ďalšej náhodnej karty neprehral kolo. V týchto prípadoch bola vybraná karta nahradená takou, ktorá vyvolala dojem tesnej prehry - ak hráč nazbieral viac ako 21 bodov (Burst) v dvoch tretinách prípadov mu bola pridelená taká karta, aby výsledný súčet jeho ruky bol 22 (v polovici prípadov 23). Ak hráč prehral v situácii kedy mal krupier viac bodov ako on, posledná krupierová karta bola nahradená takou kartou, aby súčet krupierovej ruky bol iba o jeden bod vyšší ako súčet hráčových bodov. Toto pravidlo bolo taktiež aplikované iba v dvoch tretinách zo všetkých prípadov.

Pre lepšie pochopenie experimentu uvedieme pravidlá hry: Hráč hrá proti krupierovi a snaží sa dosiahnuť väčší súčet bodov, ako krupier, nesmie však prekročiť 21. Hrá sa s balíčkom 52 francúzskych kariet, v kasínach sa hrá so šiestimi balíčkami. Hodnota figúr sa rovná 10, hodnota kariet s číslami sa rovná číslu na karte, eso sa môže rátať ako 1 alebo 11. Hra začína rozdáním kariet zľava doprava jednotlivým hráčom a krupierovi lícom nahor. Potom dostane každý hráč ďalšiu kartu. Hráč sa po obdržaní druhej karty môže rozhodnúť, či berie ďalšiu a ďalšiu kartu, alebo si už ďalšiu kartu nepraje. Ak prekročí 21, jeho vklad prepadá krupierovi. Najvyššia možná kombinácia je Blackjack tvorená Esom a ľubovoľnou

kartou s hodnotou desať. Vtedy sa výhra vypláca v pomere 3:2, ale iba v prípade, že Blackjack nemá aj krupiér. Keď už hráči majú všetky svoje karty, ťahá svoje karty krupiér, musí ťahať kým nemá súčet aspoň 16, keď má súčet 17 nesmie už ťahať. Kto má viac ako krupiér vyhráva toľko koľko vsadil. Ak krupiér prekročí 21, vyhrávajú všetci hráči, ktorí zostali v hre. Ak má hráč rovnakú hodnotu, ako krupiér, vklad zostáva do ďalšej hry.

3.5.3 Priebeh experimentu

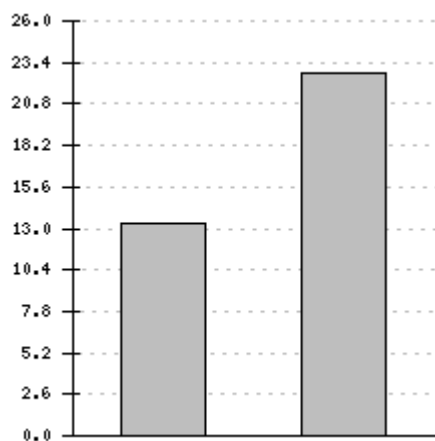
Experiment bol dostupný na webovej stránke niekoľko mesiacov. Po jeho sprístupnení boli odkazy na jeho obsah rozoslané rôznymi spôsobmi s nasledujúcimi inštrukciami: Zahrajte si prosím moju verziu hry Blackjack. V hre nie je potrebné dosiahnuť žiaden cieľ, jednoducho hrajte hru pokiaľ Vás bude baviť. Získané dáta boli po ukončení experimentu podrobené analýze.

3.6 Analýza získaných dát (experiment 2)

Dáta boli zaznamenávané do textového súboru po každej zohranej hry. Zaznamenávaná bola IP adresa hráča, presný čas a dátum, typ ukončenia hry (výhra, prehra, Blackjack...) a počet bodov hráča a krupiéra. Zo zozbieraných údajov sme vytvorili zoznam unikátnych IP adries a k nim priradili počet záznamov v súbore (teda počet hier pre každého hráča). Výsledky záznamov oboch hier (priemerný počet hier na hráča) sme podrobili štatistickej analýze.

3.7 Výsledky (experiment 2)

Experimentu sa zúčastnilo 68 dobrovoľníkov. 32 z nich hralo upravenú verziu hry, 36 hralo neupravenú. Priemerný čas hrania bol pre neupravenú verziu hry 13,36 hier ($\pm 18,24$), pre upravenú verziu 22,75 ($\pm 33,64$).



Obrázok 17: priemerný počet hier pre základnú a upravenú verziu hry

r1- r2=13.4-22.8=- 9.39	t=-1.406	df=46	p=0.0844
-------------------------------	----------	-------	----------

Ako nástroj na štatistickú analýzu sme použili párový T-test.

Tabuľka 6: výsledky T-testu

Diskusia

Experiment 1

Z výsledkov je zrejmé, že hráči spúšťali nové kolo hry rýchlejšie po tom ako vyhrali, alebo po tom ako takmer vyhrali v porovnaní s prípadmi kedy prehrali. Predpokladáme, že nižší reakčný čas súvisí s vyššou hráčovou motiváciou pokračovať v hre a teda s jeho snahou stráviť čo najmenej času mimo herného procesu. Vyššia motivácia je jedným zo základných príznakov stavu Flow [1]. Ak sú teda naše predpoklady týkajúce sa vzťahu motivácie a reakčného času správne, výsledky naznačujú, že prehra má negatívny vplyv na stav Flow a naopak výhra a tesná prehra (Near miss) majú vplyv pozitívny. Šesť z desiatich účastníkov spúšťalo hru rýchlejšie po kole v ktorom sa vyskytla situácia Near miss, ako po výhernom kole. Tento rozdiel však nie je štatisticky významný. Naším cieľom bolo ukázať, že pri budovaní umelej inteligencie alebo herného systému využívajúceho princípy dynamickej zmeny obtiažnosti (DDA) je vhodné nahradiť čo najviac situácií v ktorých musí hráč prehrať situáciami v ktorých prehrá veľmi tesne. Naše výsledky naznačujú, že takýto prístup k DDA by mal viesť k hre s vyšším pomerom motivujúcich zážitkov ako domotivujúcich a teda ku hre pri ktorej je jednoduchšie dosiahnuť stav Flow.

Výsledky štatistickej analýzy subjektívneho hodnotenia výkonu hráčov ukazujú štatisticky významné rozdiely medzi každou z možných dvojíc kategórií kôl. To naznačuje, že Near miss je vnímaný z pohľadu hráča ako "lepšia" prehra. Rozdiel medzi kategóriami PREHRA - NEAR MISS je však viditeľne nižší ako rozdiel medzi kategóriami VÝHRA - NEAR MISS. Zdá sa preto, že hoci na kolá v ktorých sa vyskytli situácie Near miss reagujú rovnako alebo rýchlejšie ako na výherné kolá, ich subjektívne vnímanie kola je bližšie k prehre ako k výhre. Podľa toho, môžeme predpokladať, že hráč nemusí situáciu Near miss vnímať ako situáciu v ktorej takmer vyhral a napriek tomu na ňu bude podobne reagovať.

Reakčné časy jedného z účastníkov (účastník 1) sa vymykali zo vzoru ostatných hráčov. Z grafu sa môže zdať, že pre tohto účastníka bola prehra motivujúcejšia, ako výhra alebo situácia Near miss. Toto je pravdepodobne spôsobené tým, že účastník 1 bol ako jediný

lepší a skúsenejší hráč hry Mashed ako jeho protihráč. Tento výsledok naznačuje, že reakčný čas by mohol byť dobrým ukazovateľom stavu Flow. Pre skúseného hráča totiž výhra nie je natoľko motivujúca, pretože hra je pre neho príliš ľahká.

Do štatistickej analýzy subjektívneho hodnotenia nebol zaradený jeden z účastníkov (účastník 10) ktorý napriek opakovaným žiadostiam nebol schopný hodnotiť svoj výkon inak ako extrémnymi hodnotami (0 alebo 10) pre výhru alebo prehru.

Hlavnou limitáciou tohto experimentu je vysoký počet faktorov ktoré môžu ovplyvniť hráčovú motiváciu hrať hru. Pre navodenie lepšej atmosféry a silnejšie vtiahnutie účastníka do herného procesu sme zvolili skutočnú hru namiesto zjednodušeného modelu v ktorom by bolo zrejmé, že správanie účastníka bolo ovplyvnené situáciou Near miss a ničím iným. Pri skutočnej hre riskujeme, že motiváciu hráča je zvýšená niečím iným ako výsledkom kola (napríklad sa mu podaril vizuálne pútavý kúsok alebo si v hre všimol detail ktorý doteraz zanedbával a chce ho preskúmať bližšie). Tento nedostatok sme sa snažili eliminovať vysokým počtom meraní - plánovaných 1000 kôl.

Ďalšou limitáciou je pomerne nízky počet účastníkov. Tento nedostatok nám znemožnil skúmať rozdiely medzi pohlaviami, typmi hráčov či ľubovoľnými sociodemografickými rozdielmi.

Experiment 2

Výsledky druhého experimentu potvrdili predpoklad proti neutrálnej hypotéze. Môžeme teda predpokladať, že zvýšenie počtu situácií Near miss má pozitívny vplyv na vôľu hráča zostať v hernom priestore dlhšie. Hlavnou Limitáciou tohto experimentu bol relatívne nízky počet účastníkov vzhľadom na veľmi vysoký rozptyl výsledkov.

Záver

Výsledky našej práce naznačujú pozitívny vplyv situácií známych ako Near miss na motiváciu hráča pokračovať v hre alebo na jeho stav Flow. Pri budovaní návrhu hry, či už s využitím DDA alebo bez, odporúčame maximalizovať počet výskytov tejto situácie. Ako príklad takejto hry uvádzame hru Angry Birds od spoločnosti Rovio Entertainment, jednu z najznámejších a najúspešnejších hier určených pre mobilné platformy. V tejto hre máte za úlohu strieľať vtáky do prasiat a v každom kole musíte určitým počtom vtákov zlikvidovať určitý počet prasiat. Ak ste túto hru hrali tak určite viete, že takmer každé kolo sa končilo buď výhrou alebo veľmi tesnou prehrou v ktorej sme zničili všetky prasatá okrem jedného, alebo dvoch. V tejto hre teda nastávali situácie výhra alebo Near miss v drvivej väčšine prípadov a ja osobne sa domnievam, že to je jeden z kľúčových faktorov jej ohromného úspechu.

Zoznam literatúry

- [1] Csikszentmihalyi, M. (1997). Finding flow. The psychology of engagement with everyday life. New York: Basic Books. ISBN: 0465024114
- [2] Csikszentmihalyi & Nakamura, Mihaly & Jeanne (2002), The Concept of Flow, The Handbook of Positive Psychology: Oxford University Press, pp. 89–92, ISBN 978-0-19-513533-6
- [3] Kuang, A., Lextrait, T., Dynamic Difficulty Adjustment, Worcester Polytechnic Institute (2012) url: http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-011112-185356/unrestricted/mqp_report_final.pdf
- [4] Robin Hunicke, V. Chapman (2004). "AI for Dynamic Difficulty Adjustment in Games". Challenges in Game Artificial Intelligence AAAI Workshop. San Jose. pp. 91–96 url: <http://www.aaai.org/Papers/Workshops/2004/WS-04-04/WS04-04-019.pdf>
- [5] P. Spronck, I. Sprinkhuizen-Kuyper, E. Postma (2004). "Difficulty Scaling of Game AI". Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Games and Simulation. Belgium. pp. 33–37 url: <http://www.dcc.ru.nl/~idak/publications/papers/SpronckGAMEON2004.pdf>
- [6] G. Andrade, G. Ramalho, H. Santana, V. Corruble (2005). "Challenge-Sensitive Action Selection: an Application to Game Balancing". Proceedings of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology (IAT-05). Compiègne, France: IEEE Computer Society. pp. 194–200. DOI: [10.1109/IAT.2005.52](https://doi.org/10.1109/IAT.2005.52)
- [7] P. Demasi, A. Cruz (2002). "Online Coevolution for Action Games". Proceedings of The 3rd International Conference on Intelligent Games And Simulation. London. pp. 113–120 url: <http://www.dcc.ru.nl/~idak/publications/papers/SpronckGAMEON2004.pdf>
- [8] G. N. Yannakakis, J. Hallam (18–20 May 2006). "Towards Capturing and Enhancing Entertainment in Computer Games". Proceedings of the 4th Hellenic Conference on Artificial Intelligence, Lecture Notes in Artificial Intelligence. Heraklion, Crete, Greece: Springer-Verlag. pp. 432–442. DOI: 10.1080/08839510701527580
- [9] Chen, J. (2007), Flow in Games, Communications of the ACM, Volume 50 Issue 4, April 2007, Pages 31-34, doi: [10.1145/1232743.1232769](https://doi.org/10.1145/1232743.1232769)
- [10] Dixon, M.R., Schreiber, J.E. 2004. Near-miss effects on response latencies and win estimations. The Psychological Record 54 (2004), 335-348 URL = <http://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1341&context=tp>
- [11] Winstanley, C.A, Cocker, P.J., Rogers, R.D. 2011. Dopamine Modulates Reward Expectancy During Performance of a Slot Machine Task in Rats: Evidence for a 'Near-miss' Effect. Neuropsychopharmacology 36 (2011) , 913–925; URL = <http://www.nature.com/npp/journal/v36/n5/full/npp2010230a.html>

- [12] Carlson, A., 1959, The occurrence, distribution and physiological role catecholamines in the nervous system, *Pharmacol Rev* 11: 490-493
- [13] Barnheimer H., Berknayer H., Jellinger, K., 1965, For differentiation of Parkinson's syndromes: biochemistry - neurohistology comparative exams, *Proceedings of the Eight International Congress of Neurology*, Vienna Medicas Academy, Vienna
- [14] Bernheimer, H., Birkmayer, W., Hornykiewicz O., Jellinger, K., Seitelberger, F., 1973, Brain dopamine and the syndromes of Parkinson and Huntington Clinical, morphological and neurochemical correlations, *Journal of the Neurological Sciences*, Volume 20, Issue 4, December 1973, Pages 415–455, DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-510X\(73\)90175-5](http://dx.doi.org/10.1016/0022-510X(73)90175-5)
- [15] Di Chiara, G., Bassareo V., 2007, Reward system and addiction: what dopamine does and doesn't do, *Current Opinion in Pharmacology* [2007, 7(1):69-76], DOI: 10.1016/j.coph.2006.11.003
- [16] Björklund, A., 2007, Dopamine neuron systems in the brain: an update, *Trends in Neuroscience* Volume 30, Issue 5, May 2007, Pages 194–202, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tins.2007.03.006>
- [17] Beninger, R.J., Gerdjikov, T.V., The role of signaling molecules in reward-related incentive learning, *Neurotoxicity Research*, January 2004, Volume 6, Issue 1, pp 91-103, DOI: 10.1007/BF03033301
- [18] Pessiglione, M., Seymour, B., Flandin, G., Dolan, R.J., Frith, C.D., Dopamine-dependent prediction errors underpin reward-seeking behaviour in humans, *Nature* 442, 1042-1045 (31 August 2006), DOI: 10.1038/nature05051
- [19] Berridge, K. C., & Robinson, T. E. (1998). What is the role of dopamine in reward: hedonic impact, reward learning, or incentive salience?. *Brain Research Reviews*, 28(3), 309-369.
- [20] KELLEY, Ann E.; BERRIDGE, Kent C. The neuroscience of natural rewards: relevance to addictive drugs. *The Journal of Neuroscience*, 2002, 22.9: 3306-3311. URL: <http://www.jneurosci.org/content/22/9/3306.short>
- [21] Montague, P. Read, Steven E. Hyman, and Jonathan D. Cohen. "Computational roles for dopamine in behavioural control." *Nature* 431.7010 (2004): 760-767. DOI: doi:10.1038/nature03015
- [22] Hyman, Steven E., Robert C. Malenka, and Eric J. Nestler. "Neural mechanisms of addiction: the role of reward-related learning and memory." *Annu. Rev. Neurosci.* 29 (2006): 565-598. DOI: 10.1146/annurev.neuro.29.051605.113009
- [23] Bayer, Hannah M., and Paul W. Glimcher. "Midbrain dopamine neurons encode a quantitative reward prediction error signal." *Neuron* 47.1 (2005): 129-141. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2005.05.020>
- [24] Salas, R., 2010, BOLD Responses to Negative Reward Prediction Errors in Human Habenula, *Front Hum Neurosci.* 2010; 4: 36. doi: [10.3389/fnhum.2010.00036](https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00036)
- [25] Dixon, John W. "The Christology of Michelangelo: The Sistine Chapel." *Journal of the American Academy of Religion* 55.3 (1987): 503-533.
- [26] Csikszentmihalyi, M. (1988), "The flow experience and its significance for human psychology", in Csikszentmihalyi, M., *Optimal experience: psychological studies of flow in*

consciousness, Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 15–35, ISBN 978-0-521-43809-4