

Bakalářská práce



České
vysoké
učení technické
v Praze

F3

Fakulta elektrotechnická
Katedra počítačů

Umělý agent pro experimentální teorii her

Tereza Nekovářová

Vedoucí: Ing. Václav Hanžl, CSc.

Studijní program: Softwarové inženýrství a technologie

Srpen 2022

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Nekovářová** Jméno: **Tereza** Osobní číslo: **324220**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra počítačů**
Studijní program: **Softwarové inženýrství a technologie**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Umělý agent pro experimenty v teorii her a behaviorální ekonomii

Název bakalářské práce anglicky:

Artificial agent for experiments in game theory and behavioral economics

Pokyny pro vypracování:

V behaviorální ekonomii se používá řada modelů, jako je „Hra na ultimátum“ („Ultimatum game“), „Hra na diktátora“ („Dictator’s game“) a „Vězňovo dilema“ („Prisoner’s dilemma“), které slouží pro studium chování, rozhodování a míry ochoty ke spolupráci. Provedte rešerši literatury týkající se těchto behaviorálních modelů, shrňte jejich výhody a nevýhody a navrhnete jeden či více modelů (her) vhodných pro použití při opakovaných interakcích s hráčem. Shrňte, jaké jsou možné herní strategie, a navrhnete jednotlivé behaviorální strategie pro umělého agenta (kooperující, neutrální a nekooperující strategie v závislosti na chování lidského hráče). Navrhnete jednoduchou implementaci behaviorálních strategií zpracovaných výše. Pro implementaci zvolte vhodné softwarové prostředky, které umožní praktickou realizaci experimentů a zároveň zachovají dostatečnou otevřenost a modifikovatelnost systému při používání v rámci behaviorálního výzkumu. Otestujte na vzorku lidských hráčů praktickou použitelnost implementace, například realizací malého modelového pokusu směřujícího ke kvantifikaci chování pro různé stupně kooperace/antagonismu.

Seznam doporučené literatury:

1. Engel, C. (2011). Dictator games: A meta study. *Experimental economics*, 14(4), 583-610.
2. Güth, Werner; Schmittberger, Rolf; Schwarze, Bernd (1982). An experimental analysis of ultimatum bargaining. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 3 (4): 367–388. doi:10.1016/0167-2681(82)90011-7
3. Brosig-Koch J, Riechmann T, Weimann J (2017). The dynamics of Behavior in modified dictator games. *PLoS ONE* 12(4):e0176199
4. Axelrod, R. (2001): *The Evolution of Strategies in the Iterated Prisoner’s Dilemma*
5. Kolář M. Kapitola 1: Aplikace teorie her, Masarykova Univerzita, Brno

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Václav Hanžl, CSc. katedra teorie obvodů FEL

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **04.03.2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15.08.2022**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.02.2023**

Ing. Václav Hanžl, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

Poděkování

Děkuji svému školiteli Ing. Václavu Hanžlovi, CSc. za mimořádnou trpělivost a optimismus tváří v tvář veškerým obtížím a za laskavý a velkorysý přístup, bez kterého by tato bakalářská práce nevznikla. Velké díky patří Mgr. Ing. Denise Vostré, PhD. za neutuchající motivaci a za to, že to celé zorganizovala. Moc děkuji svým přátelům, především Dr. Jakubovi Zelenému a Ing. Tomášovi Rylkovi za pomoc a podporu během celého studia a Mgr. Lídě Veselé za vytvoření krásného loga k projektu. Děkuji také pedagogům na ČVUT za veškerou trpělivost.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně, a že jsem uvedla veškerou použitou literaturu.

V Praze, 14. srpna 2022

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je vyvinout aplikaci určenou pro testování různých parametrů lidského chování a rozhodování v jedné ze sociálně behaviorálních her (někdy také nazývanými „*dilemma games*“). V behaviorálních vědách, psychologii i v behaviorální ekonomii se používá řada výzkumných modelů, jako je například „Hra na ultimátum“ („*Ultimatum game*“), Hra na diktátora („*Dictator's game*“) a „Vězňovo dilema“ („*Prisoner's dilemma*“), které slouží pro studium chování, rozhodování, míry ochoty ke spolupráci a dalších fenoménů jako je například „*Inequity aversion*“. Z těchto her byla zvolena **hra na ultimátum** jako nevhodnější model pro testování. V základním nastavení hry na ultimátum hrají dva anonymní hráči. První z hráčů („*Proposer*“) má k dispozici určitou částku, a má za úkol rozdělit je mezi sebe a druhého hráče („*Responder*“). Druhý hráč může nabídku odmítnout, v tom případě nedostane odměnu ani jeden z hráčů. Hra na diktátora se od hry na ultimátum liší v jednom klíčovém aspektu: příjemce (někdy nazývaný „*Recipient*“) nemůže výsledek ovlivnit. I kdyby chtěl odmítnout, *proposer* dostane svůj podíl, bez ohledu na okolnosti. I za této situace *proposer* často nabídne spoluhráči určitou částku, strategie tak není zcela deterministická. Navrhovaná aplikace funguje jako umělý agent, se kterým interaguje lidský participant. To dovoluje přesně kontrolovat veškeré parametry ve hře, což vede ke snížení variability v experimentu. Aplikace umožňuje také on-line testování, což výrazně zvyšuje flexibilitu a dosah navrhovaných experimentů.

Klíčová slova: hra na ultimátum, behaviorální testování, umělý agent

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to design and develop an application designed to test various parameters of human behaviour and decision making in one of the social behavioural games (sometimes called „*dilemma games*“). There are many research models used in behavioural sciences, psychology and behavioural economics, such as the Ultimatum game, the Dictator's game and the Prisoner's dilemma, which are used to study behaviour, decision making, the degree of willingness to cooperate and other phenomena such as inequity aversion. Of these games, the **Ultimatum Game** was chosen as the more inappropriate model to test. In the basic setting, the ultimatum game is played by two anonymous players. The first player („*the Proposer*“) has a certain amount of money at his disposal, and is asked to divide it between himself and the second player („*the Responder*“). The second player can reject the offer, in which case neither player receives the reward. The dictator game differs from the ultimatum game in one key important aspect: the recipient cannot influence the outcome. Even if he refuses the offer, the proposer gets his share, regardless of the circumstances. Even in this situation, the proposer will often offer a certain amount to his partner, so the strategy is not completely deterministic. The application works as an artificial agent interacting with tested participant. This allows to precisely control all parameters in the game, which allows to reduce the variability in the experiment. The application also allows for online testing, which greatly increases the flexibility and reach of the proposed experiments.

Keywords: hra na ultimátum,
behaviorální testování, umělý agent

Title translation: Artificial Agent for
Experimental Game Theory

Obsah

1 Cíle	1	3.4.4 Ukázky webového rozhraní herních experimentů	19
2 Teoretický úvod	2	4 Pilotní studie	35
2.1 Teoretická východiska a definování pojmu	2	4.1 Úvod	35
2.1.1 Teorie her	2	4.2 Metodika	37
2.1.2 Klasifikace her	5	4.2.1 Participanti	37
2.1.3 Vybrané hry	6	4.2.2 Procedura	38
3 Řešení	13	4.2.3 Analýza	39
3.1 Potřebnost řešení	13	4.3 Výsledky	39
3.2 Postup řešení	14	4.4 Diskuze	40
3.2.1 Volba vhodné modelové hry .	14	5 Závěr	48
3.3 Volba softwarových prostředků .	15	A Literatura	49
3.4 Návrh systému	17		
3.4.1 Use cases	17		
3.4.2 Implementace	18		
3.4.3 Databáze	18		

Obrázky

2.1 Schéma hry na ultimátum a hry na diktátora	9	3.11 Návrh finanční částky pro hráče	27
3.1 Příklad SQL injection útoku na databázi. ©XKCD, dostupné z: https://xkcd.com/327/	16	3.12 Hráč odmítá přijmout nabídku	27
3.2 <i>Use cases</i> pro roli experimentátora a participanta	17	3.13 Další návrh finanční částky pro hráče	28
3.3 Část kódu, ve které je demonstrována práce s databází.	20	3.14 Hráč přijímá nabídku	28
3.4 Část kódu demonstrující vytvoření objektu pro paralelní přihlášení více participantů	21	3.15 Ukončení experimentu v roli <i>responder</i> po několika kolech, celkové skóre	29
3.5 Příklad několika behaviorálních strategií, jak pro roli <i>responder</i> , tak pro roli <i>proposer</i> . Tyto dvě strategie byly použity pro pilotní studii prezentovanou níže	21	3.16 Přihlášení existujícího účastníka do experimentu „006“	30
3.6 Schéma databáze	22	3.17 Informace o roli <i>proposer</i> (experiment s kódem 006)	31
3.7 Přihlášení existujícího účastníka do experimentu „007“	23	3.18 Hráč vkládá v dialogu svou nabídku	31
3.8 Vytvoření účtu nového účastníka experimentů	24	3.19 Kontrola validity vstupu, nic nebylo zadáno	32
3.9 Uvítací informace o projektu „ <i>Monetary Monkey</i> “	25	3.20 Kontrola validity vstupu, nebylo zadáno číslo	32
3.10 Informace o roli <i>responder</i> (experiment s kódem 007)	26	3.21 Syntakticky správný vstup (číslo)	33
		3.22 Odpověď automatické strategie na nabídku	33
		3.23 Ukončení experimentu „006“ po několika kolech, celkové skóre	34

4.1 Struktura věkového rozložení participantů – deskriptivní statistika.	37	4.10 Výše nabídky v prvním kole Experimentu II, grafické znázornění (reálná data před transformací). Participant je v roli <i>proposera</i>	47
4.2 Struktura věkového rozložení participantů – grafické znázornění.	38		
4.3 Celkový zisk v Experimentu I, deskriptivní statistika (reálná data před transformací). Participant je v roli <i>respondera</i>	40		
4.4 Celkový zisk v Experimentu I, grafické znázornění (reálná data před transformací). Participant je v roli <i>respondera</i>	41		
4.5 Počet kladných odpovědí v prvním kole Experimentu I, deskriptivní statistika. Participant je v roli <i>respondera</i>	42		
4.6 Počet všech kladných odpovědí v Experimentu I, deskriptivní statistika. Participant je v roli <i>respondera</i>	43		
4.7 Celkový zisk v Experimentu II, deskriptivní statistika (reálná data před transformací). Participant je v roli <i>proposera</i>	44		
4.8 Celkový zisk v Experimentu I, grafické znázornění (reálná data před transformací). Participant je v roli <i>proposera</i>	45		
4.9 Výše nabídky v prvním kole Experimentu II, deskriptivní statistika (reálná data před transformací). Participant je v roli <i>proposera</i>	46		





Kapitola 1

Cíle

Cílem práce je: (1) Provést rešerši literatury zaměřenou na teorii her a modelové hry. (2) Popsat možné strategie a vybrat nejvhodnější modelovou hru(hry) pro tvorbu aplikace. (3) Navrhnout schéma aplikace, jejíž tvorba by měla být předmětem bakalářské práce. Tato aplikace by měla sloužit jako umělý agent pro experimentální testování teorie her v kognitivních vědách a psychologii (bude tedy fungovat jako „protihráč“ pro lidského hráče. Strategie umělého agenta bude možné zvolit, vytvoří se tak kontrolované prostředí pro testování lidského participanta). (4) Zvolit vhodné softwarové prostředky pro tvorbu aplikace. (5) Vytvořit jednoduchou aplikaci a ověřit její použitelnost v pilotním testování.

Kapitola 2

Teoretický úvod

2.1 Teoretická východiska a definování pojmů

2.1.1 Teorie her

Teorie her (teorie strategických her) je jednou z disciplín aplikované matematiky, která se zaměřuje na studium rozhodování v různých situacích, kde dochází ke střetu zájmů (často se můžeme setkat i s označením „Teorie konfliktních situací“). Každá osoba musí při rozhodování (volbě tahu) uvažovat, jak bude toto rozhodnutí ovlivňovat rozhodování ostatních hráčů (Mankiw, 2000)[22]. Teorii her můžeme aplikovat v řadě oblastí, např. politologii, sociologii, behaviorální ekonomii, psychologii a biologii.

Obecnými předpoklady v teorii her jsou:

- Hráči jsou racionální
- Všichni hráči znají pravidla. Pravidla se během jedné hry nemění.
- Hráči mají přehled o hodnotách tahů ve hře a znají konsekvence svých akcí (jsou obeznámeni se zisky a ztrátami)

(Je potřeba nicméně poznamenat, že všechny výše zmíněné podmínky platí

s určitými výhradami.)

V rámci teorie her chápeme termín „hra“ jako formálně definovaný pojem, který má význam poněkud širší a v posunutém významu oproti běžné řeči. Hrou zde rozumíme interakci (situaci), které se účastní několik účastníků (hráčů), kteří se snaží dosáhnout určitých cílů (často protikladných), a kteří přitom postupují podle jasně daných formalizovaných pravidel (Harsanyi, 1961)[19] .

Tato formalizovaná „hra“ obsahuje:

- Hráče
- Přípustné tahy
- Komplexní strategie
- Funkci, která udává zisk hráče v závislosti na tom, jaké provádí tahy.

V teorii her rozumíme **strategií** sadu možností, kterou má hráč k dispozici. Strategie tedy určuje možnosti hráčova rozhodování. Stavový prostor strategií je seznam všech možných strategií, které jsou realizovatelné v dané hře.

Strategický profil (nebo také strategická kombinace) označuje prostor strategií pro daného hráče. Profil strategie obsahuje pro jednoho hráče jednu strategii, která může být charakteristická. V rámci teorie her můžeme jednotlivé strategie popsat a kvantifikovat, což nám umožní i určit tu nejlepší (nejúspěšnější strategii v dané hře). Úspěšnost strategií může být ale frekvenčně závislá, což znamená, že úspěšnost strategií je určena frekvencí, s jakou se vyskytují ve hře konkurenční strategie.

Tahem („Move“) rozumíme jednu konkrétní akci v určitém bodě hry. Strategie je tedy série tahů. Hru nazýváme **konečnou**, pokud jsou množiny strategií pro jednotlivé hráče konečné. Pokud je ale množina strategií alespoň pro jednoho hráče nekonečná, mluvíme o **nekonečné** hře.

Důležitým termínem je „**Nashova rovnováha**“. Je to koncept řešení nekooperativních her pro více hráčů. Označujeme tak situaci, kdy žádný z hráčů nemůže jednostrannou změnou své strategie zvýšit svůj zisk. Nashova rovnováha představuje rozhodnutí obou stran, které je pro ně nejvýhodnější s ohledem na možnosti rozhodnutí druhého hráče. John Nash (1950)[24] dokázal, že každá konečná hra má alespoň jedno rovnovážné řešení.

Formální definice: Uvažujme hru v normálním tvaru $H = \{S_1, S_2, \dots, S_n; u_1, u_2, \dots, u_n\}$. N -tice strategií $s_1^*, s_2^*, \dots, s_n^*$ tvoří Nashovu rovnováhu, jestliže pro každého hráče je s_i^* nejlepší odpověď (případně jednou z nejlepších odpovědí, pokud je více nejlepších odpovědí) na strategii specifikovanou pro ostatních $n - 1$ hráčů, $s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*$. Tedy:

$$u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*) \geq u_i(s_1^*, \dots, S_{i-1}^*, s_i, S_{i+1}^*, \dots, S_n^*) \quad \forall s_i \in S_i$$

.

Pokud platí v předchozí nerovnici ostrá nerovnost, mluvíme o „**Silné Nashově rovnováze**“. Pokud existuje rovnost mezi inkriminovanou strategií a jinou strategií z množiny všech strategií (existuje jiná stejně dobrá strategie), mluvíme o „Slabé Nashově rovnováze“.

Dalším důležitým termínem u kooperativních her je „**Paretovo optimum**“. Je to n -tice smíšených strategií, pro kterou neexistuje žádná jiná n -tice strategií, pro kterou by měl každý hráč stejný nebo větší zisk a alespoň jeden z hráčů by měl ostře větší zisk. Jedná se o určitý rovnovážný stav, pokud by v něm některý z hráčů chtěl zvýšit svůj zisk, musel by to udělat na úkor jiného hráče.

Striktně dominovaná strategie: Striktně dominovanou strategií nazýváme strategii, která ve všech přípustných situacích dává horší výsledek než libovolná jiná strategie.

Formální definice: Uvažujme hru v normálním tvaru, $H = \{S_1, S_2, \dots, S_n; u_1, u_2, \dots, u_n\}$. Necht s'_i, s''_i jsou dvě možné strategie i -tého hráče. Říkáme, že strategie s'_i je striktně dominovaná strategií s''_i , jestliže pro každou kombinaci strategií ostatních hráčů je zisk i -tého hráče při strategii s'_i menší než při strategii s''_i . Tedy:

$$u_i(s_1, \dots, s_{i-1}, s'_i, s_{i+1}, \dots, s_n) < u_i(s_1, \dots, s_{i-1}, s''_i, s_{i+1}, \dots, s_n)$$

pro každou kombinaci $s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n$ z množiny $S_1 \times \dots \times S_{i-1} \times S_{i+1} \times \dots \times S_n$.

(definice převzaty podle: Kolář, 2009)[21]

2.1.2 Klasifikace her

Hry můžeme klasifikovat podle řady kritérií:

a) **Podle počtu hráčů:** z hlediska analýzy jsou nejjednodušší hry, ve kterých interagují dva hráči, nicméně v teorii her existují hry, ve kterých interaguje větší počet hráčů. (Tento počet může být teoreticky i nekonečný).

b) **Podle výsledku** (výše výhry):

- a. **Hra s nulovým součtem:** jedná se o hry, kde (pro libovolnou kombinaci strategií) jeden z hráčů vyhrává, zatímco ostatní nutně prohrají (součet zisků je nulový). Vítězný hráč tedy nabývá zisk na úkor ostatních hráčů.
- b. **Hra s nenulovým součtem:** zisky hráčů zde mohou být libovolné. Zatímco u her s nulovým součtem se nevyplatí spolupracovat a racionálním rozhodnutím je „zrada“, ve hrách s nenulovým součtem může být za určitých podmínek výhodné kooperovat. V některých hrách se může stát, že se liší strategie, které jsou optimální z hlediska jednotlivého hráče od strategií, které přinesou nejlepší výsledek všem hráčům.

c) **Podle míry kooperace:**

- **Kooperativní hry:** V kooperativních hrách je povolena komunikace, těžiště rivality (konfliktu) se tedy přesunuje do fáze vyjednávání.
 - i. **Hry bez přenosné výhry:** výše výhry je určena čistě pravidly hry a použitou strategií, její výše je finální
 - ii. **Hry s přenosnou výhrou:** hráči se mohou dohodnout na přerozdělení výhry (a mohou tím například i podmínit volbu určité strategie).
- **Nekooperativní hry.** V nekooperativních hrách není vyjednávání povoleno. Toto striktně binární dělení však bývá zpochybňováno.
- Můžeme rozlišit i hru **hybridní**, kde se vyskytují oba módy – kooperativní i nekooperativní.

d) **Podle symetrie:**

- **Symetrická hra:** v těchto hrách mají hráči stejnou sadu strategií. Použité strategie tedy závisejí na ostatních strategiích, nikoliv na tom, který z hráčů je hraje (příkladem mohou být šachy nebo vězňovo dilema).
- **Asymetrické hry:** hry mají různé strategie pro každého hráče (např. hra na diktátora).

e) **Podle časového uspořádání:**

- a. **Statické hry:** oba hráči hrají současně, nemají tedy informace o předchozím tahu protihráče.
- b. **Dynamické hry (sekvenční):** hráči mají určité informace o předchozím tahu soupeře (nemusí se jednat o dokonalé znalosti).

f) **Podle míry informace:**

- **Hry s úplnou informací** (*Complete information*): jedná se o hry, kde mají hráči veškeré informace – znají pravidla hry, znají tedy veškeré možné akce, které mohou udělat jak oni, tak jejich protihráči, a znají také konsekvence těchto akcí (výše výher).
- **Hry s neúplnou informací** (*Incomplete information*): v těchto hrách někteří hráči nemusejí znát některou z výše uvedených informací.
- **Hry s dokonalou informací** (*Perfect information*): hráči mají veškeré informace (i o aktuální situaci) - na rozdíl od hry s úplnou informací, kde mohou existovat určitá omezení (hráči znají pravidla, neznají však například výsledky náhodných tahů v daném kole etc.).

(Klasifikace her podle Sawa, 2021)[30]

■ 2.1.3 Vybrané hry

V této kapitole se zaměříme na několik vybraných her, které by přicházely do úvahy jako potenciaální nástroje pro behaviorální testování.

■ Statické hry s úplnou informací

U **statických her** probíhá rozhodování v jednom kroku, hráči volí svůj tah zároveň a nezávisle na sobě. Každý hráč má úplné informace o možných strategiích ostatních hráčů i o jejich „výplatních funkcích“.

Věžňovo dilema:

Věžňovo dilema označuje hru s nenulovým součtem, ve které mají hráči dvě možnosti – kooperovat (*Cooperate*) nebo zradit (*Defeat*). Představme si situaci, kdy vyšetřovatelé vyslychají odděleně dva vězně (hráče). Každý z nich může buď spolupracovat, nebo zradit. Výsledkem je počet let uvěznění (čím nižší, tím je strategie úspěšnější). Ilustrativní ohodnocení je zobrazeno v tabulce (Tab. 1). Konkrétní ohodnocení jednotlivých strategií se může lišit, pořadí je však následovné: Nejvýhodnější možností pro jednoho hráče je, že zradí, zatímco druhý hráč bude kooperovat (mlčet). Oboustranná zrada je méně výhodná než oboustranná kooperace, nejméně výhodnou strategií je kooperovat, zatímco druhý hráč zradí (Tab. 2).

Tab. 1: Příklad konkrétního ohodnocení ve věžňově dilematu

Vězeň A/Vězeň B	B Mlčí (Kooperuje)	B zradí
A Mlčí (Kooperuje)	A i B 1 rok vězení	A 10 let, B 0 let
A Zradí	A 0 let, B 10 let	A i B 5 let vězení

Tab. 2: Obecný model. C: *Cooperate*, D: *Defeat*, R: *Reward* - odměna za oboustrannou spolupráci, P: *Punishment* - trest za oboustrannou zradu, T: *Temptation* - pokušení, nejvýhodnější situace za předpokladu, že zradí jeden z hráčů a druhý bude spolupracovat, S: výsledek pro hráče, který je kooperující, zatímco druhý hráč zradí. Věžňovo dilema splňuje podmínku: $T > R > P > S$

	C	D
C	R, R	S, T
D	T, S	P, P

Při jednorázové formě věžňova dilematu je racionální strategií zrada. Ve chvíli, kdy je však herní interakce opakovaná, nemusí být zrada racionálním tahem. (pro review: Axelrod, 1984, Press & Dyson, 2012)[2],[25]

Při opakovaných interakcích můžeme rozlišit **nepodmíněné strategie** (v průběhu hry se nemění) a **strategie podmíněné** (reagují nějakým způsobem na sled událostí).

Mezi nepodmíněné strategie patří např. strategie: „vždy kooperovat“ nebo naopak „vždy zradit“. Kooperující strategie bude úspěšná, pokud bude existovat mezi ostatními kooperujícími strategiemi. Ve chvíli, kdy se objeví zrádčivá strategie, bude výrazně úspěšnější než kooperující strategie. Tyto dvě strategie jsou extrémy, můžeme zvolit i strategie, které střídají kooperaci a zradu v určitém poměru (v takovém případě přiřadíme kooperaci a zradu náhodně určitým tahům). Podmíněné strategie mohou vycházet z různých informací (např. z poslední volby, z předposlední volby, z průměru několika posledních voleb etc.). Příkladem podmíněných strategií mohou být následující strategie:

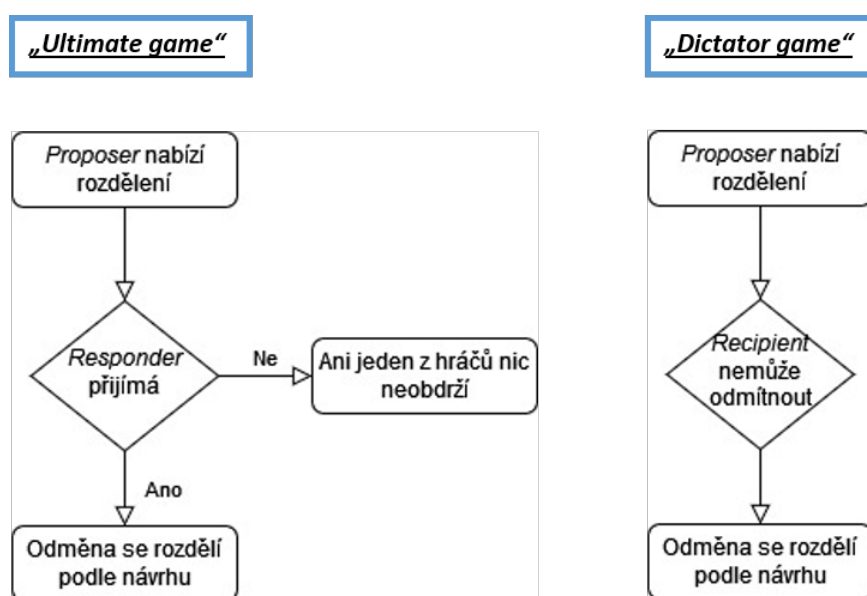
- **„Půjčka za oplátku“** („*Tit for Tat*“): Jedná se o jednoduchou, ale efektivní strategii. Zahajuje hru kooperací (při velkém počtu opakování se jedná o relativně malou ztrátu, která je menší, než by byly ztráty při oboustranné opakované zradě). V dalších tazích opakuje tah, který udělal protihráč v minulém kole. V jiných případech může jít o **„zpožděnou TFT strategii“**, která reaguje chování protihráče s určitým zpožděním.
- **„Benevolentní TFT strategie“**: Tato strategie odpouští jednu zradu, je úspěšná v případě, že občas dojde k chybě, a pokud by strategie jednu zradu neodpustila, sklouzla by interakce do série nevýhodného vzájemného zrazování.
- **„Škodolibá TFT strategie“**: Je komplementární strategií k velkorysé TFT, při vzájemné kooperaci občas zradí. Pokud se setká se zcela kooperující, nebo s velkorysou strategií, je výhodnější, protože krom vzájemné kooperace si připočte i zisk z občasné zrady.

(podle Axelrod, 1991)[3],[25])

■ Dynamické hry s úplnou informací

Zde uvedu příklad jednoduchých dynamických her s úplnou informací, které by bylo možné použít jako behaviorální model pro plánovaný výzkum. V dynamických hrách probíhá rozhodování v několika krocích, hra bývá popisována jako posloupnost tahů jednotlivých hráčů „extenzivního tvaru“.

- **„Hra na ultimátum“** (*Ultimatum game*): Hra na ultimátum je častým modelem v behaviorální ekonomii (Güth et al., 1982)[18]. V základním nastavení hry na ultimátum hrají dva anonymní hráči. První z hráčů (*proposer*) má k dispozici určité množství peněz, a má za úkol rozdělit je mezi sebe a druhého hráče (*responder*). Druhý hráč může nabídku odmítnout, v tom případě nedostane odměnu ani jeden z hráčů. Oba hráči mají veškeré informace o pravidlech a o tom, jaké jsou konsekvence toho, že proposer návrh přijme nebo odmítne, viz obr. 2.1.
- **„Hra na diktátora“** (*Dictator game*): Hra na diktátora je odvozena od hry na ultimátum, nicméně liší se v zásadním aspektu – responder (v tomto modelu nazývaný také *recipient* – příjemce) nemá možnost ovlivnit výsledek. I v případě, že odmítne, proposer získá svůj podíl).



Obrázek 2.1: Schéma hry na ultimátum a hry na diktátora

Ve shodě s normativními ekonomickými teoriemi a konceptem *homo economicus* bychom mohli předpokládat, že racionální strategie ve hře na ultimátum je pro prvního hráče (*proposer*) nabídnout nejmenší možnou částku, protože pro druhého hráče (*responder*) bude racionální přijmout libovolnou částku větší než nula. Nicméně, jak ukazuje řada experimentů, většina *responderů* se nechová podle této predikce a odmítá nízké nabídky (Cochard et al., 2021)[8].

Ve hře na diktátora byla „racionální strategie“ pro prvního hráče (*proposer*) vše si ponechat, nicméně i za těchto podmínek (a i v případě, pokud jsou oba hráči anonymní) *proposer* určitou částku nabídne *recipientovi*.

Tento fenomén se nazývá *inequity aversion* a vztahuje se k preferenci „spravedlnosti“ a odmítání nerovností. Jednou z prvních studií v této oblasti je studie

Walstera a Berscheida, kteří demonstrovali, že lidé jsou senzitivní k nerovnostem a někteří lidé mají tendenci kompenzovat (*Overcompensate*) své chování, pokud mají dojem, že obdrželi neadekvátní či nezaslouženou odměnu (Walster & Berscheid, 1978)[34]. Fehr a Schmidt (1999)[14] postulovali, že lidé se rozhodují tak, aby minimalizovali nerovnost výstupů. Ukázali také, že lidé jsou ochotni obětovat vlastní zisk, aby zabránili jinému jedinci, aby získal neadekvátní odměnu (Fehr & Schmidt, 2006)[15]. Toto chování může evolučně vést k tomu, že se snáze udrží prostředí umožňující (alespoň v nějaké míře) kooperativní chování.

Zajímavé je, že fenomén *inequity aversion* není výlučně lidskou vlastností a můžeme ho pozorovat i u jiných sociálních druhů zřejmě jako adaptaci pro sociální způsob života (Brosnan & deWaal, 2003)[6]. Ve hře na ultimátum skutečně velká část hráčů v pozici *proposera* nabízí poměrně nemalé částky (průměrná nabídka je zhruba 30 % – 40 %) a kolem 20 % subjektů dokonce nabízí dělení 50 : 50 (Forsythe et al., 1994)[16]. Většina participantů na pozici *respondera* odmítá nabídky menší než 20 % (což z přísně ekonomického hlediska může být považováno za iracionální chování) (pro review: Cochar et al., 2021)[8].

Oproti tomu částky typicky nabízené ve hře na diktátora se pohybují kolem 20 % (Oxoby & Spraggon, 2008)[26]. Výše popsané chování může být v určité míře skutečně motivováno tendencí *proposera* k „férovosti“ (Forsythe et al (2004)[16] hovoří o tzv. *Fairness hypothesis*). Nicméně není to jedinou motivací, protože pokud srovnáváme výsledky ze hry na ultimátum a na diktátora, výsledky ukazují, že signifikantně větší částku nabízí *proposer* ve hře na ultimátum, kde ho *responder* může „potrestat“ tím, že nepřijme nabídku (Cochar et al., 2021)[8]. Tento výsledek spíše naznačuje, že *proposer* si je v nějaké míře vědom *inequity aversion* u *respondera*.

I když zřejmě mohou existovat obecné tendence kooperativního chování sdílené mezi lidskými společnostmi (a v určité míře i mezi jinými sociálními druhy zvířat), pojetí „férovosti“ se může lišit mezi různými typy společností. Cochar a kolegové (2021)[8] provedli rozsáhlou metaanalýzu studií používajících hru na ultimátum a na diktátora jako modelové situace. Demonstrovali, že stupeň ekonomického rozvoje společnosti ovlivňuje výsledky v obou hrách. Ukázali, že lidé z rozvinutějších zemí mají tendenci dávat více ve hře na ultimátum a méně ve hře na diktátora, přičemž první efekt se zdá být slabším, zatímco druhý faktor je výraznější — čím je země rozvinutější, tím nižší je ve hře na diktátora nabídka.

Chování hráčů v těchto hrách je však ovlivněno i celou řadou dalších faktorů. Například Bechler et al. (2015) ukázali, že nabízená částka se snižuje s rostoucí iniciální částkou, kterou má *proposer* k dispozici. Tento efekt se objevuje ve hře na diktátora i ve hře a ultimátum. Nabízená částka klesá také s rostoucí sociální vzdáleností mezi herními partnery (Bechler et al., 2015)[4].

Chování a férovost jsou ovlivněny také sociálním statutem – hierarchicky výše postavení hráči nabízejí v roli *proposera* méně, než hráči s nižším sociálním statutem. Nejvyšší nabídky obdrží ti hráči, kteří mají sociální status stejný jako *proposer* (bez ohledu na výši sociálního statutu) (Weiß et al., 2020)[36]. Engel (2011)[13] ve své metaanalýze také ukázal, že hráči v pozici *proposera* se ve hře na diktátora chovají více sobecky, pokud jsou anonymní, nebo pokud se o původní částku, která se rozděluje, nějakým způsobem „zasloužili“. Ukázal, že ženy se obecně dělí velkoryseji více než muži, a pokud sledujeme povolání, biologové sdílejí více než ekonomové.

Situační proměnné

Chování však není ovlivněno jen relativně stabilními charakteristikami (jako jsou například sociokulturní zázemí, sociální status nebo gender), ale i různými situačními proměnnými. White et al. (2019)[38] například ukázali, že uvažování o bohu a karmě (tedy *framing* studie do kulturního rámce představy o supernaturální spravedlivosti) vedl u participantů k větší adherenci k sociálním normám a k větší velkorysosti. Nicméně závěry studie nelze zřejmě zcela generalizovat, neboť tento výzkum se týkal jen subjektů, kteří v dotazníku před samotným experimentem deklarovali svou víru v boha/karmu.

V experimentu, který se zaměřoval na regulaci chování, sledoval Morewedge s kolegy vliv alkoholové intoxikace na chování ve hře na ultimátum (Morewedge et al., 2014)[23]. Zatímco střízliví i intoxikovaní participanté nabízeli zhruba stejné částky v roli *proposera*, jejich chování se lišilo, pokud zaujíмали roli *respondera*. Intoxikovaní participanté oproti střízlivým v této roli častěji odmítali „neférové“ nabídky, zatímco „férové“ nabídky přijímali stejně často. Alkoholová intoxikace tedy neovlivňuje tendenci chovat se spravedlivě nebo nespravedlivě, ale výrazně ovlivňuje reakci na nespravedlivé dělení. Vzhledem k tomu, že intoxikovaní participanté akceptovali ve stejné míře jako střízliví „férové“ nabídky, nebyla u nich narušena schopnost chápat hodnotu rozdělení, ale jednalo se spíše o impuls potrestat chování *proposera*. Tato disinhibovaná agresivní odpověď na hostilní podnět nebyla potlačena, protože došlo k ovlivnění exekutivních funkcí a k poklesu inhibice. Tento fenomén se týkal jak mužů, tak žen, autoři v tomto experimentu nenalezli žádné genderové rozdíly (Morewedge et al., 2014)[23].

Popsaný mechanismus disinhibice je i ve shodě se studií Tabinhia et al. (2015)[33], kde se autoři zaměřují na neurální mechanismy „férového“ a „neférového“ chování. „Férová“ nabídka vede oproti „neférové“ nabídce (při jejich stejné hodnotě) u *proposera* k aktivaci řady struktur zapojených do okruhů zpracovávajících motivaci a odměnu. Akceptování nespravedlivé nabídky vede u *respondera* k aktivaci pravého ventrolaterálního prefrontálního kortexu, což je oblast zapojená do regulace emocí, a k deaktivaci insuly, což je spojeno s negativním afektem. Autoři tak ukazují, že zatímco „férové“ chování má pro člověka „hedonickou hodnotu“, při akceptování „neférovosti“

musí být zapojeny okruhy „seberegulace“.

Opakované interakce

Schéma hry na ultimátum i na diktátora umožňuje řadu modifikací. Obě hry se převážně objevují jako jednorázové expozice, ale z výzkumného hlediska může mít zajímavé konsekvence modifikace pro opakované herní interakce u stejných hráčů. To umožňuje sledovat dynamiku chování a rozhodování, ale i další behaviorální a kognitivní fenomény. Například v recentní studii autoři studovali vývojové aspekty teorie mysli a chování v opakované hře na diktátora u tří, čtyř a pětiletých dětí. Ukázali, že děti se chovají velkoryseji, pokud se jejich herní partneři mohou chovat recipročně, a že toto chování (podle očekávání) koreluje s rozvojem teorie mysli (Wang & Liu, 2022)[35].

Brosig-Koch s kolegy (2017) ve studii s dospělými participanty ukázali, že pro-sociální rozhodnutí se postupně během času snižují. Pokud je možné pozorovat v experimentu stabilní chování, týká se to převážně sobeckých subjektů. Autoři pro tyto fenomény nabízejí dvě možná vysvětlení – vymizení efektu „experimentátorova očekávání“ a „omlouvání vlastního chování“ (*self-licencing*) (Brosig-Koch et al., 2017)[5].

Limitace

Jak vyplývá z výše popsaných studií, je hra na diktátora i na ultimátum ovlivněna řadou faktorů, jak stabilních, tak situačních. Tyto modelové hry jsou značně senzitivní i k „*framingu*“ – tedy vysvětlujícímu rámci, do kterého experimentátor hru zasadí.

I při zběžném pozorování je navíc zřejmé, že existuje diskrepance mezi chováním participantů v laboratoři a v realitě. Tyto modelové hry bývají kritizovány, že přeceňují „altruismus“ společnosti, a nevypovídají přesně o reálném prostředí (fenomény, které k tomu přispívají mohou být např. tyto: v laboratorním prostředí si hráči nezachovávají anonymitu před experimentátorem, částka, kterou rozdělují, není z jejich vlastních prostředků etc.). Například Winking a Mizer (2013)[37] ukázali, že pokud hru na ultimátum přetvoří do podoby přirozené situace (*natural field experiment*), kdy si participant není vědom, že se účastní experimentu, jsou výsledky diametrálně odlišné od situace, která je podobná, ale kdy jsou si participant vědomi, že jde o experiment.

I přes tuto kritiku poskytují tyto hry cenný vhled do lidského chování a rozhodování. Jsou dobrým modelem obzvláště tam, kde neprovádíme generalizaci o lidském chování, ale kde studujeme vybrané subpopulace, nebo sledujeme konkrétní intervenci.

Kapitola 3

Řešení

3.1 Potřebnost řešení

I přesto, že jsou výše zmíněné modelové hry někdy kritizovány pro nízkou ekologickou validitu, poskytují cenný nástroj pro studium lidského chování a rozhodování. Mohou přinést nové informace i v situacích, kdy neaspírujeme na to dělat generalizaci o lidském rozhodování za přirozené situace, ale když sledujeme změnu chování po určité intervenci, či u konkrétní experimentální skupiny (např. farmakologická intervence, priming).

Navrhovaná aplikace umožní snadné testování participantů v experimentech zaměřených na rozhodování, kooperaci a morální volby. Umožní studovat chování lidských participantů hrajících proti „stabilní“ strategii, což umožní snížení variability v experimentu. Umožní také on-line testování, i když nevýhodou je zde může být nižší míra spolehlivosti oproti standardním laboratorním podmínkám.

Aplikace byla připravovaná primárně pro studii, která se zaměřuje na spánkovou deprivaci u preadolescentů a její efekt na kognitivní funkce, rozhodování a afektivní regulaci, a která probíhá v Národním ústavu duševního zdraví, může mít ale výrazně širší použití i v dalších studiích zaměřených na rozhodování a sociální interakce.

■ 3.2 Postup řešení

Navrhovaná aplikace slouží jako umělý agent pro testování rozhodování a chování pokusných osob v problémových situacích s přesně definovanými vstupy, výstupy i strategií protihráče.

- Analýza problému I.: Analýza literatury, volba modelové hry a dílčích parametrů, které musí být při návrhu aplikace zohledněny.
- Analýza problému II: Detailní analýza jednotlivých funkcionalit aplikace, definování akcí, popis databáze.
- Volba softwarových prostředků a realizace.
- Testování. Ověření funkčnosti aplikace.
- Sepsání dokumentace a bakalářské práce.

■ 3.2.1 Volba vhodné modelové hry

Na základě rešerše literatury byla jako nejvhodnější behaviorální model zvolena „**hra na ultimátum**“. Poskytuje největší škálu možností pro behaviorální experimenty - ze své podstaty umožňuje, aby testovaná osoba zaujala jednu ze dvou odlišných rolí – *proposer* vs. *responder*, a umožňuje i velkou flexibilitu, co se týká zvolených herních parametrů. Umožňuje také, aby byla hra prezentována jako jednorázová interakce (což je nejčastější experimentální použití) ale i v opakovaných interakcích.

Parametry, které může experimentátor modifikovat, a které mohou být potenciálními proměnnými ovlivňujícími výsledky:

- Role, kterou participant v experimentu zaujme (*proposer* vs. *responder*)
- Celková částka, kterou má proposer k dispozici
- Hodnota první nabídky (pokud hráč hraje v roli *respondera*)
- Strategie, kterou používá umělý agent (liší se např. mírou „férovosti“)

3.3 Volba softwarových prostředků

Původně plánovaná lokální desktopová aplikace byla během přípravy změněna na webovou aplikaci, čímž jsme dosáhli několika výhod:

- aplikace je možné provozovat jak vzáleně (což zvyšuje dosah experimentu), tak lokálně v laboratorních podmínkách.
- získali jsme dobrý nástroj na tvorbu GUI

Aplikace byla vytvořena jako webová aplikace v programovacím jazyce Python. Aplikace je dostupná na stránkách:

<https://locke.pythonanywhere.com>

Python byl zvolen jako platforma do určité míry intuitivní a často používaná ve výzkumu, umožňuje tedy, aby byl zdrojový program přístupný i dalším experimentátorům, kteří ho mohou dále rozvíjet a modifikovat.

Webová aplikace byla vytvořena za pomoci frameworku Flask. Flask patří mezi webové frameworky, které usnadňují vytváření webových aplikací v jazyce Python. Flask a Django patří mezi dva nejoblíbenější webové frameworky pro Python[10], výběr byl tedy proveden z těchto dvou frameworků (srovnání vlastností viz. Tab. 3).

Django sice v některých oblastech nabízí větší možnosti, nicméně Flask poskytuje větší flexibilitu a rychlost a je přístupnějším frameworkem než Django. Vzhledem k tomu, že zároveň poskytuje veškerou funkcionalitu nezbytnou pro rozsah plánovaného projektu, byl zvolen jako vývojové prostředí právě Flask. Vzhledem k tomu, že Flask neposkytuje zabudované ORM, byla pro tvorbu databáze zvolena knihovna SQLite.

Tab. 3: Porovnání frameworků Django a Flask. Převzato a zkompileováno ze stránek: <https://www.javaassignmenthelp.com/blog/web-stories/django-vs-flask/> a <https://data-flair.training/blogs/flask-vs-django/> [10]

Parametry	Django	B Flask
Typ	Komplexní webový framework	Mikrowebový framework
Podpora API	Neposkytuje podporu API	Poskytuje podporu API
Dynamické HTML	Podporováno	Nepodporováno
Pracovní styl	Monolitický	Diverzifikovaný
Flexibilita	Nízká flexibilita	Vysoká flexibilita
Učení	Náročné	Možnost rychlého osvojení
Vývoj komponent	Nízká kontrola	Více kontroly
ORM	Vestavěné ORM	SQLAlchemy

Připravovaná aplikace je provozována pomocí webhostingové služby *Python-Anywhere*. Jedná se o webhostingové prostředí a online integrované vývojové prostředí založené na programovacím jazyku Python, které poskytuje přístup k serverovým rozhraním a umožňuje hosting aplikacím napsaným v jazyce Python. *PythonAnywhere* je výhodný z hlediska hostingu, a tím, že funguje zároveň jako editor, nicméně již vytvořené soubory by bylo možné spustit s minimem změn i na vlastním (linuxovém, případně i windowsovém) serveru. Toto řešení nám tedy umožňuje jistou flexibilitu i do budoucna.

Bezpečnost

Přenos webových stránek je zajištěn protokolem HTTPS (*Hypertext Transfer Protocol Secure*). Jako certifikační autorita je použit *Let's Encrypt SSL*, vzhledem k tomu, že certifikát je integrován přímo v platformě *PythonAnywhere*.

Pro zabezpečení hesla byla použita hashovací funkce (jednosměrná funkce, která vygeneruje vždy stejný řetězec, který ovšem není možné zpětně rekonstruovat). Pro další zvýšení bezpečnosti byl pro každého účastníka vygenerován další řetězec („**salt**“), který je unikátní pro každé heslo a je přidán k heslu předtím, než je použita hashovací funkce.



Obrázek 3.1: Příklad SQL injection útoku na databázi. ©XKCD, dostupné z: <https://xkcd.com/327/>

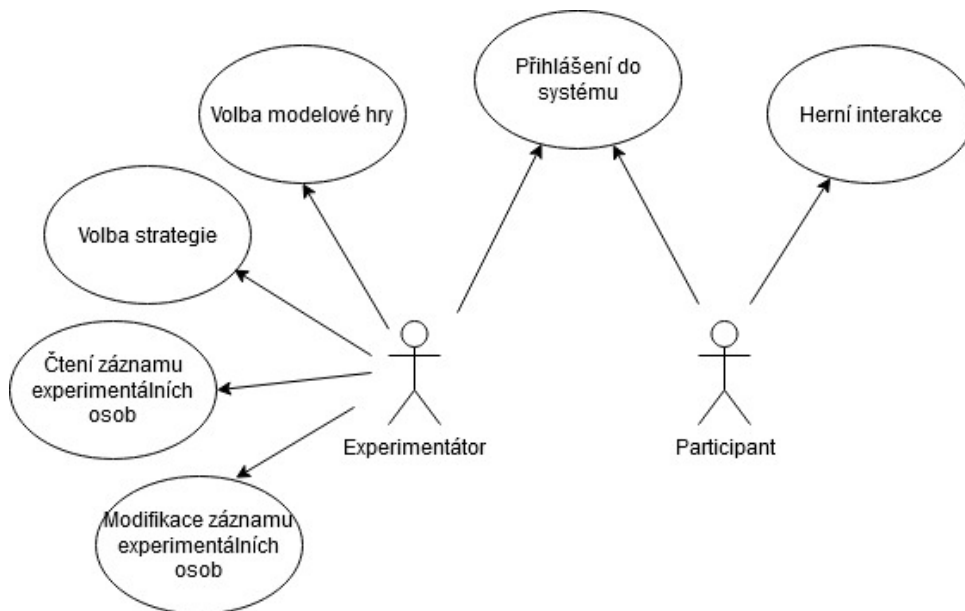
Jako obrana před útoky „SQL injection“ 3.1 byla použita kontrola zadávaných výrazů u veškerých formulářů zajišťujících komunikaci s uživatelem. Kontrola byla zajištěna použitím regulárních výrazů, např:

- Kontrola pro zadávání jména a příjmení (mohou obsahovat pouze alfanumerické znaky, pomlčku a apostrof):
 $^ [a-zA-Zá-žÁ-Ž0-9\s\ '-]* \$$
- Kontrola pro zadávání emailu:
 $^ [a-zA-Z0-9_ \. -]* @ {1} [a-zA-Z0-9_ \. -]* \. [a-zA-Z0-9]+ \$$

3.4 Návrh systému

3.4.1 Use cases

V aplikaci jsou vyžadovány různé funkcionality pro experimentátora a pro účastníka, viz obr. 3.2.



Obrázek 3.2: Use cases pro roli experimentátora a účastníka

■ 3.4.2 Implementace

Jak bylo řečeno výše, pro práci s databází byla zvolena knihovna SQLite, kterou Python používá, viz ukázka kódu na obr. 3.3. Databáze je tedy jen soubor na lokálním disku web serveru. Je důležité, že při zápisu má *PythonAnywhere* aktivní vždy jen jedno vlákno, které tento soubor v rychlém sledu otevře, změní a zavře. Je tak zajištěna ochrana proti kolizi při současném zápisu, i když samozřejmě za cenu omezení celkové průchodnosti (která je ovšem pro momentální potřeby s velkou rezervou dostatečná). Použití SQL rozhraní pro změny databázového souboru ale poskytuje možnost vyměnit SQLite za databázi provozovanou na samostatném serveru, pokud by v budoucnosti bylo potřeba realizovat řádově větší sběr dat.

Za pozornost stojí způsob, kterým je zajištěna možnost současně obsloužit více uživatelů v rámci jediného procesu. *PythonAnywhere* umožňuje bezpečně uchovávat pro každého uživatele unikátní data pomocí speciálního objektu **session** (viz ukázka kódu na obr. 3.4), ale množství těchto dat je malé (tato data je nutno šifrovaně přenášet při každé jednotlivé interakci web klienta a web serveru). Proto používáme session mechanismus jen pro uchování unikátního **sid** identifikátoru. Veškerá další data pro session uživatele jsou uložena na serveru ve slovnících (*participants*, *treatments*, *games*), které jsou indexovány pomocí **sid**.

Aplikace umožňuje, aby experimentátor zvolil z několika strategií (jak pro roli *proposer*, tak *responder*, viz ukázka kódu na obr. 3.5). Struktura programu také umožňuje snadné rozšíření o další behaviorální strategie podle potřeb konkrétního experimentu.

■ 3.4.3 Databáze

Pro daný experiment volí experimentátor typ nastavení (*Treatment*), které určuje konkrétní parametry experimentu. Participantů rekrutovaných do tohoto konkrétního experimentu obdrží kód, se kterým se hlásí do systému, a který určuje, v jaké konkrétním nastavení experimentu budou hrát. Jedná se například o roli, pod jakou hru hrají (*proposer* vs. *recipient*), výši částky, se kterou *proposer* nakládá, nebo o strategii, kterou proti lidskému participantovi systém „hraje“ (viz schéma databáze na obr. 3.6).

Výstupy z testování nejsou zapisovány do databáze, ale jsou ve formě textových logů ve formátu json. Tento způsob byl zvolen kvůli snadné přeno-

sitelnosti dat - pro plánované použití aplikace je potřeba, aby k výsledkům mělo jednoduše přístup více experimentátorů. Poskytuje to také jistou bezpečnostní izolaci mezi prostředím web serveru a prostředím, kde se následně zpracovávají data.

■ 3.4.4 Ukázky webového rozhraní herních experimentů

Obrázky 3.7 až 3.15 ukazují průběh hry v roli *responder*. Obrázky 3.16 až 3.23 ukazují průběh hry v roli *proposer*. (Na horní straně obrázků je zobrazeno URL, které umožňuje vyhledat si odpovídající část zdrojového kódu.)

Účastník experimentu je přivítán přihlašovacím dialogem 3.7. Pokud hraje poprvé, může nejdříve přejít na vytvožení nového účtu 3.8.

Dále je informován o projektu 3.9 a o zvolené variantě hry 3.10, u kódu 007 se jedná o variantu *responder*. Na nabídky 3.11 3.13 může reagovat dle svého uvážení 3.12 3.14. Po daném počtu kol se zobrazí celkové skóre 3.15.

Po skončení hry je účastník přeměrován zpět na přihlašovací okno a může se zúčastnit další varianty hry zvolením odpovídajícího kódu 3.16 (kód mu sdělí experimentátor). Ve hře s kódem 006 má opačnou roli, tedy je sám v roli *proposer* a nabízí rozdělení částky. O pravidlech ve zvolené hře je opět informován 3.17.

Zadání navrhované částky 3.18 vyžaduje syntaktickou kontrolu a případné zobrazení požadavků na opravu 3.19 3.20. Po zadání syntakticky správné (a v herní situaci možné) částky 3.21 je generována odpověď dle nastavené automatické strategie 3.22 a po daném počtu kol hra opět končí zobrazením celkového skóre 3.23.

```

try:
    print(msg + 'try1')
    with sqlite3.connect("mysite/database.db") as conn:
        cur = conn.cursor()
        cur.execute(f"SELECT idperson, name, surname, addr, city, email, sex, age FROM participants WHERE email = '{email}'")
        samemails = cur.fetchall()
        if len(samemails) > 0:
            #flash('Email is duplicated!')
            raise Exception('Email is duplicated!')
        cur.close()
        hash = pass_hashing.hash_new_password(newpasswd1)
        cur = conn.cursor()
        cur.execute("INSERT INTO participants (name,surname,addr,city,email,sex,age,salt,hashpswd) VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)",(nm,surname,addr,city,email,sex,age,hash[0],hash[1])
        conn.commit()
        msg = "Record successfully added"
        print(msg + 'try')
    except Exception as exc:
        print(exc) #objekt vyjimky
        msg = "Error in insert operation."
        msg = msg + ' ' + str(exc)
        print(msg)
        conn.rollback()
    finally:
        print(msg + 'finally')
        conn.close()
        return render_template('resultdb.html', msg = msg)

```

Obrázek 3.3: Část kódu, ve které je demonstrována práce s databází

```

# Save the form data to the session object
sid = username
session['sid'] = sid #session id - unikatni
p = Participant() #konstruktor pro tridu
p.username = username
participants[sid] = p #slovník unikatni pro

t = Treatment()
t.dbrow = dbrow
treatments[sid] = t

g = Game()
games[sid] = g

return redirect('welcome_page')

```

Obrázek 3.4: Část kódu demonstrující vytvoření objektu pro paralelní přihlášení více účastníků

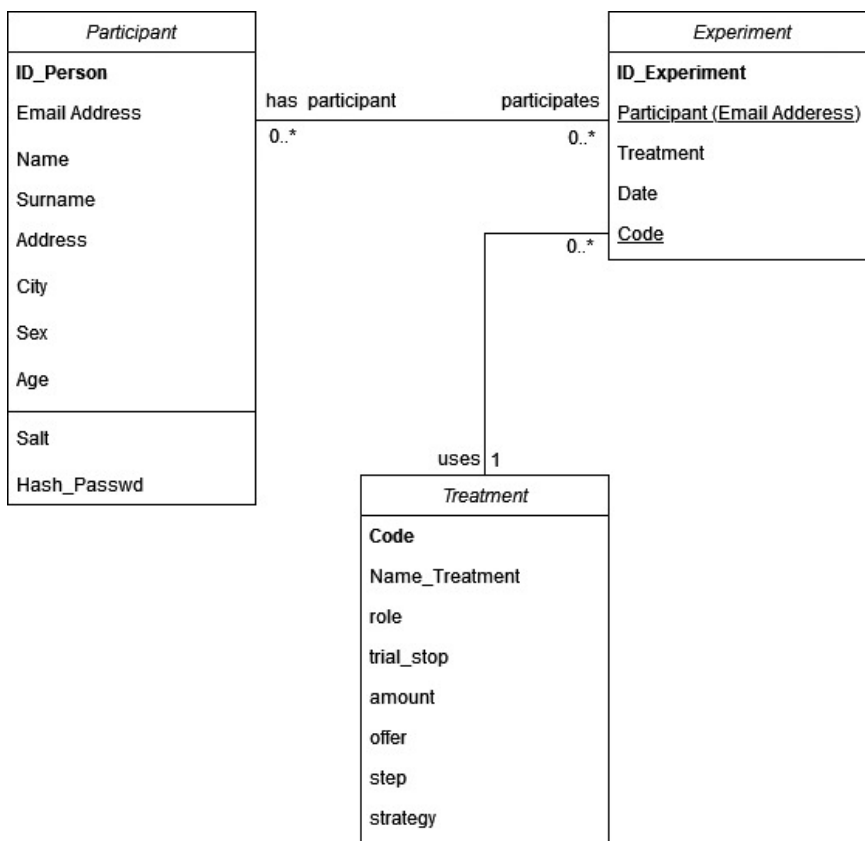
```

def strategy_proposer_AlCapone(t, g):
    t.step = t.dbrow['step']
    if (g.trial == 0):
        response = 'no'
    else:
        response = g.log[-1]['response']
    if (response=='no'):
        offer = g.offer - t.step
    elif (response=='yes'):
        offer = g.offer
    return offer

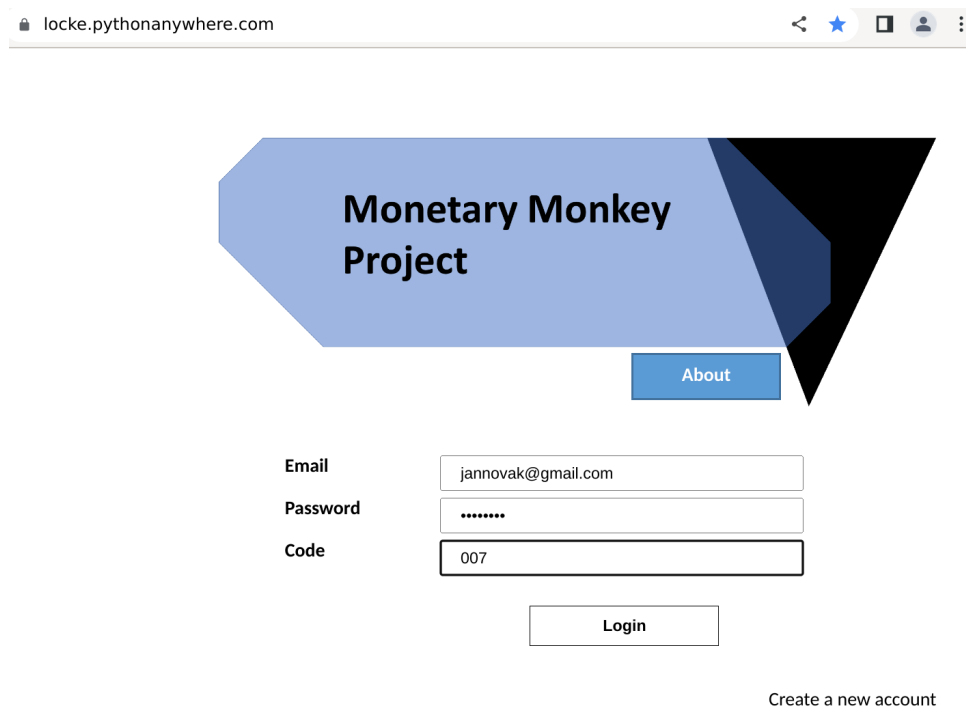
# strategy_recipient: pocitac je recipient
def strategy_recipient_THIRD(t, g):
    if (g.offer < int((t.dbrow['amount']/3)):
        response = 'NO!'
    else:
        response = 'YES'
    return response

```

Obrázek 3.5: Příklad několika behaviorálních strategií, jak pro roli *responder*, tak pro roli *proposer*. Tyto dvě strategie byly použity pro pilotní studii prezentovanou níže



Obrázek 3.6: Schéma databáze



Obrázek 3.7: Přihlášení existujícího účastníka do experimentu „007“

locke.pythonanywhere.com/participant

Monetary Monkey Project

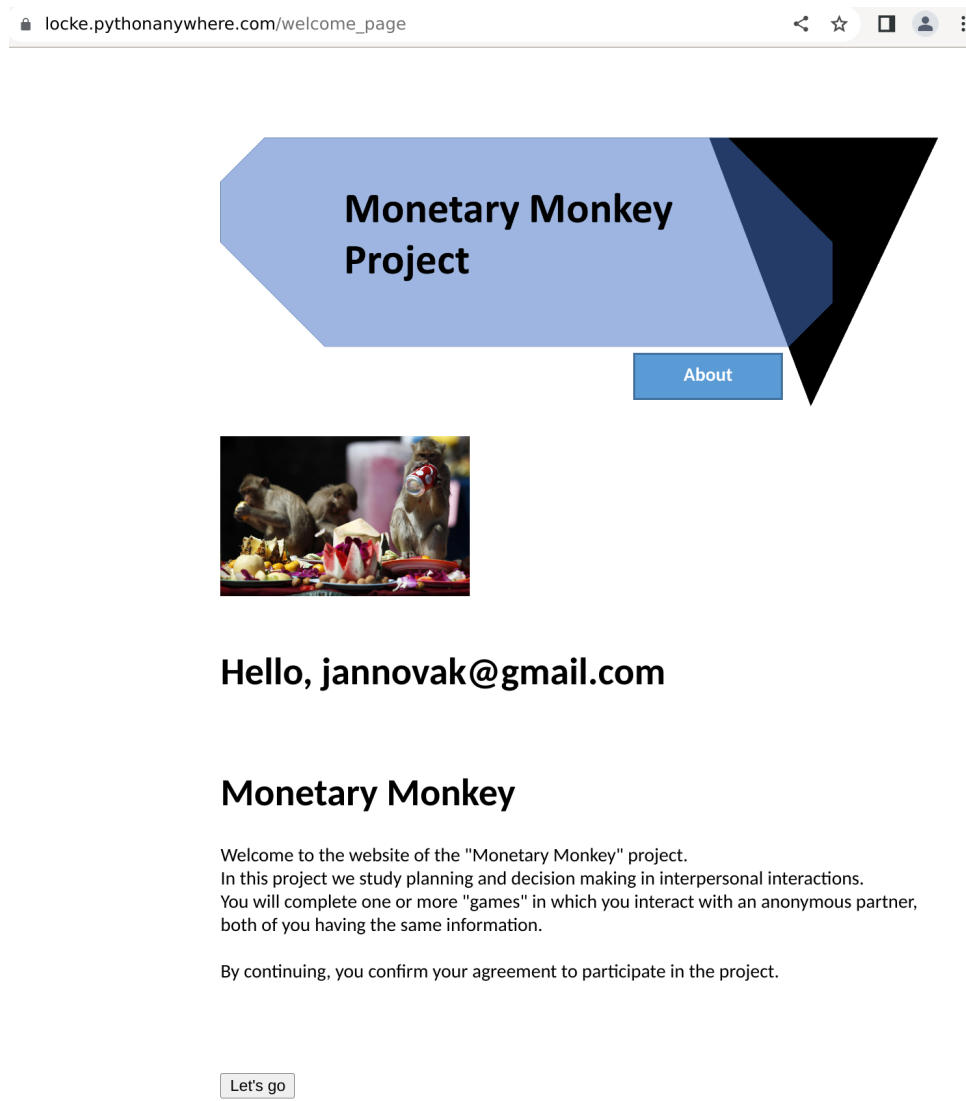
About

Participant Information

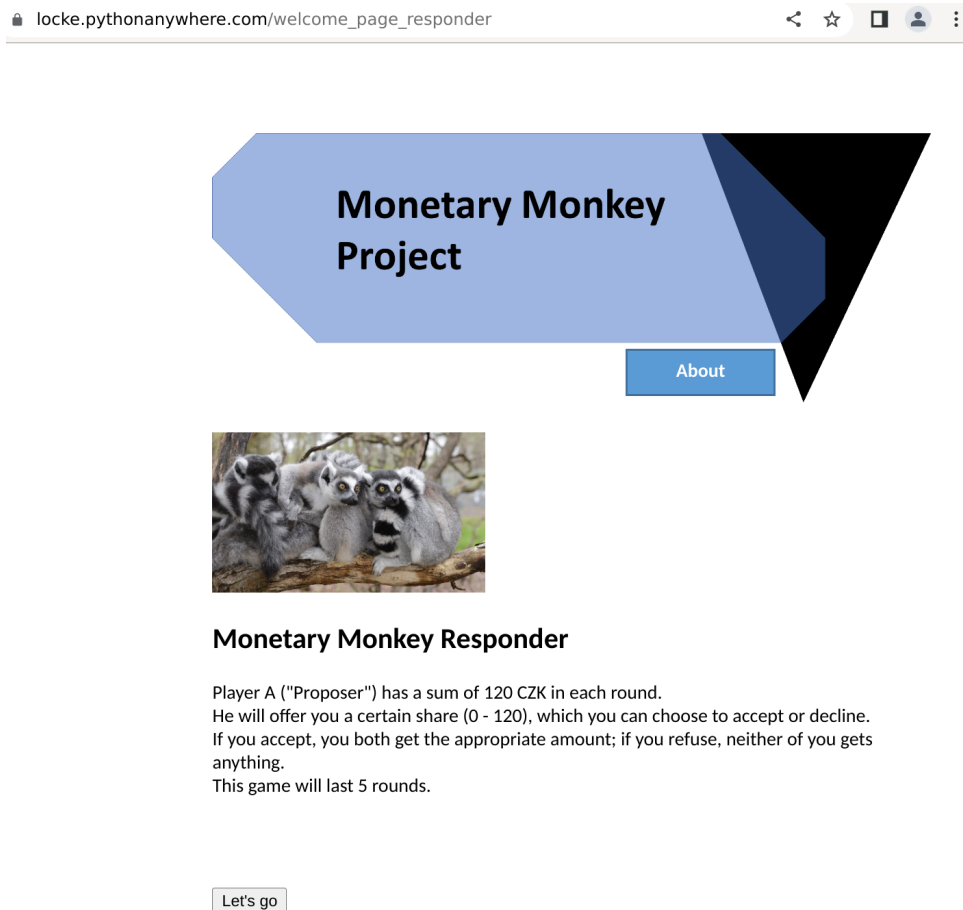
Name*	<input type="text" value="Jan"/>
Surname*	<input type="text" value="Novak"/>
Address	<input type="text"/>
City	<input type="text"/>
Email*	<input type="text" value="jannovak@gmail.com"/>
Age*	<input type="text" value="55"/>
Sex*	<input type="text" value="Male"/>
Password*	<input type="password" value="....."/>
Repeat Password*	<input type="password"/>

Submit

Obrázek 3.8: Vytvoření účtu nového účastníka experimentů




Obrázek 3.9: Uvítací informace o projektu „*Monetary Monkey*“



locke.pythonanywhere.com/welcome_page_responder

Monetary Monkey Project

About

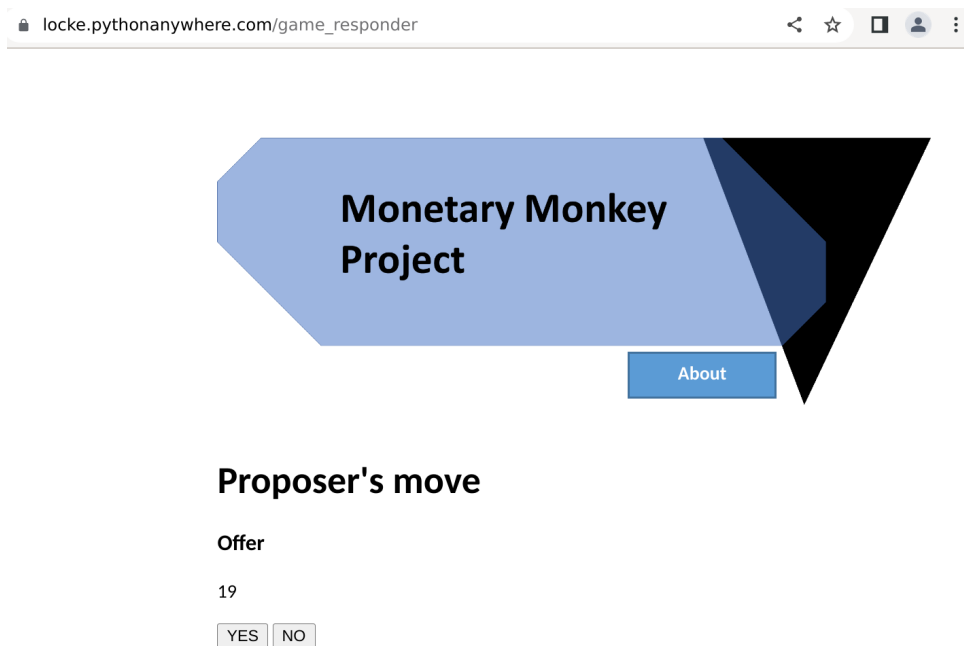


Monetary Monkey Responder

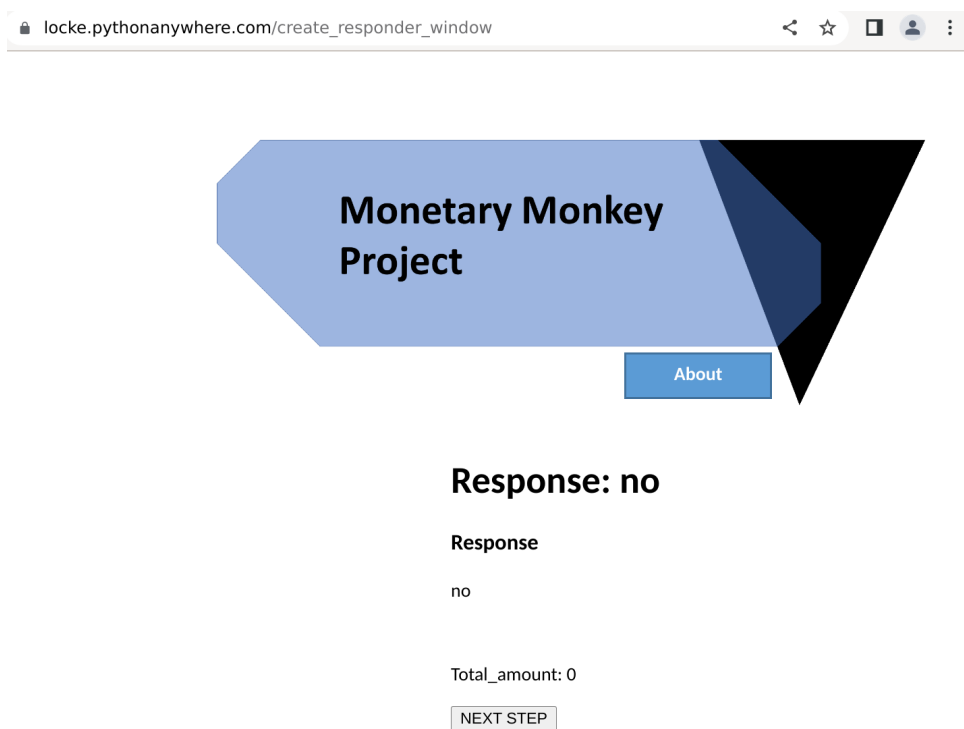
Player A ("Proposer") has a sum of 120 CZK in each round.
He will offer you a certain share (0 - 120), which you can choose to accept or decline.
If you accept, you both get the appropriate amount; if you refuse, neither of you gets anything.
This game will last 5 rounds.

Let's go

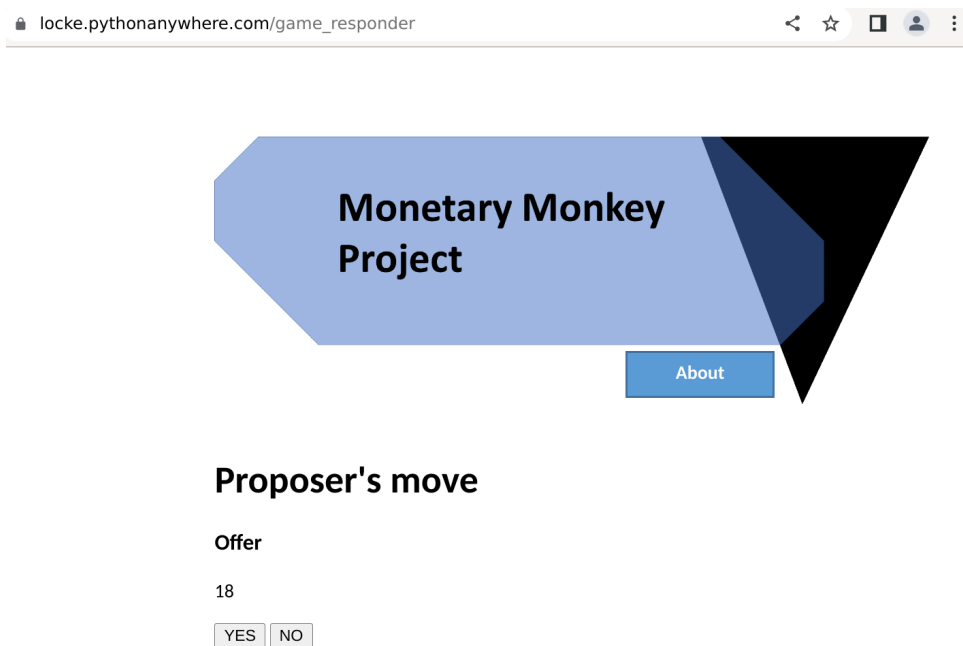
Obrázek 3.10: Informace o roli *responder* (experiment s kódem 007)



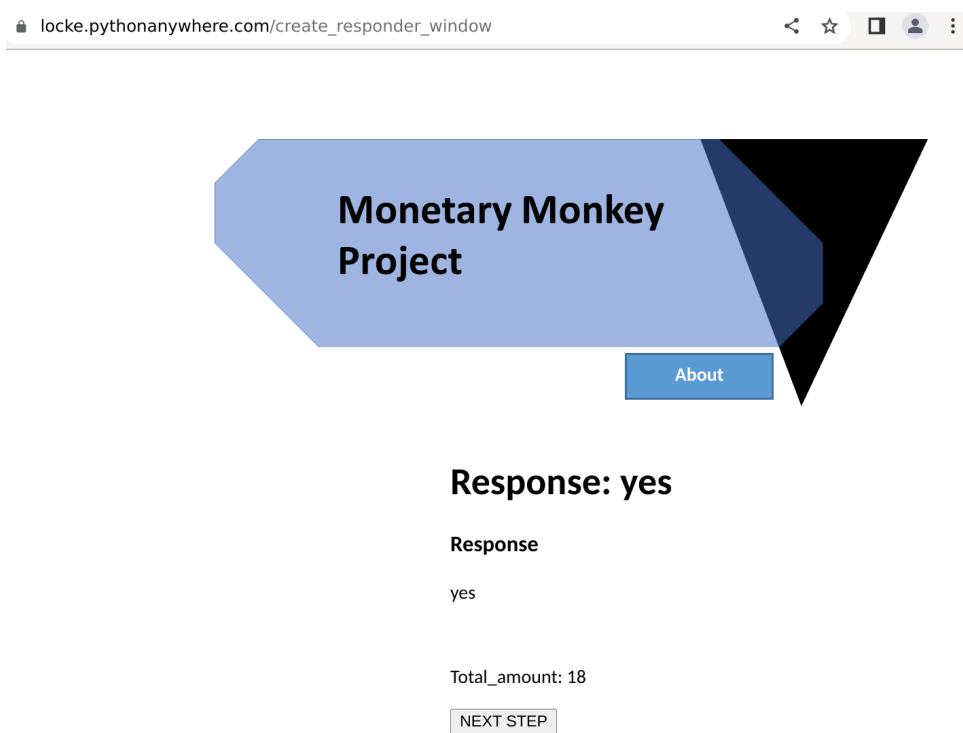
Obrázek 3.11: Návrh finanční částky pro hráče



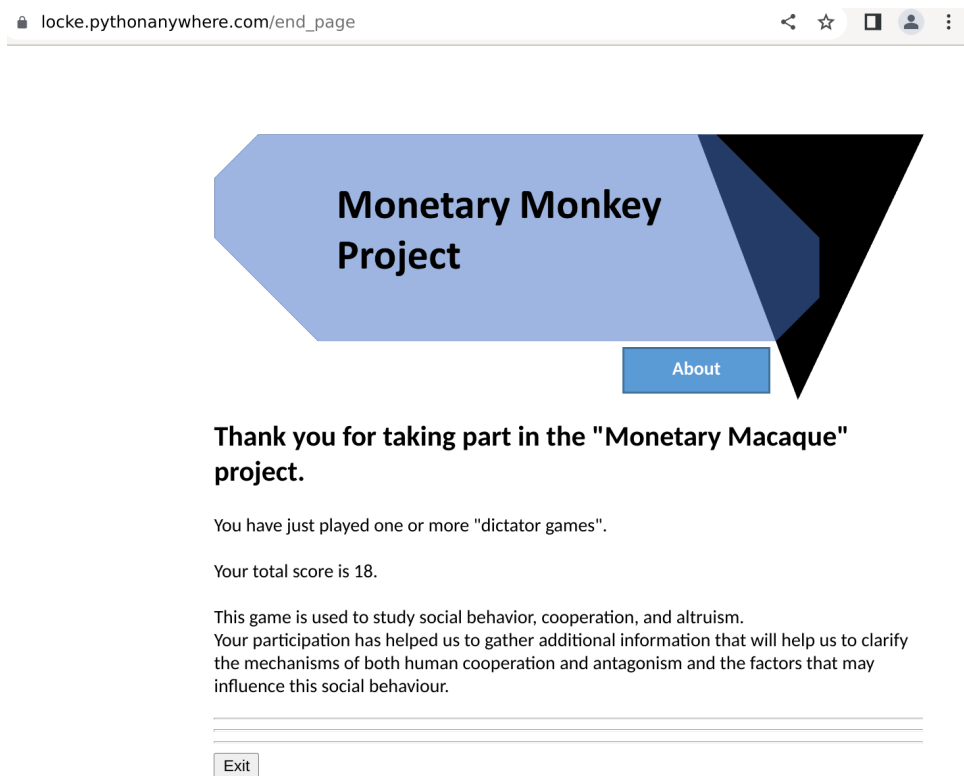
Obrázek 3.12: Hráč odmítá přijmout nabídku



Obrázek 3.13: Další návrh finanční částky pro hráče



Obrázek 3.14: Hráč přijímá nabídku



Obrázek 3.15: Ukončení experimentu v roli *responder* po několika kolech, celkové skóre

locke.pythonanywhere.com

Monetary Monkey Project

About

Email

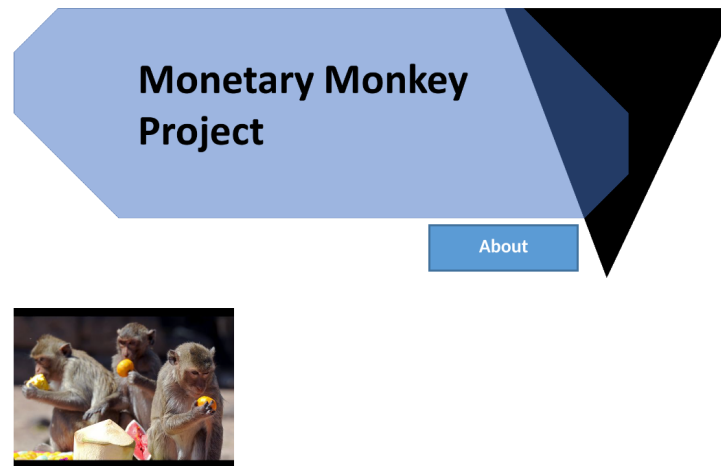
Password

Code

Login

[Create a new account](#)

Obrázek 3.16: Přihlášení existujícího účastníka do experimentu „006“



Monetary Monkey Proposer

You have 120CZK available each round.
You may offer your partner (Player B - "Recipient") a certain amount (0 - 120), at your own free discretion.
Your partner can choose to accept or decline. If he/she accepts, you both get the respective amount, if he/she refuses, you neither get anything.
This game will last 5 rounds.

Let's go

Obrázek 3.17: Informace o roli *proposer* (experiment s kódem 006)

Add a New Offer

You have 120 CZK

Your offer?

Submit

Obrázek 3.18: Hráč vkládá v dialogu svou nabídku

Content is required!

Add a New Offer

You have 120 CZK

Your offer?

Submit

Obrázek 3.19: Kontrola validity vstupu, nic nebylo zadáno

Offer should be a number

Add a New Offer

You have 120 CZK

Your offer?

Submit

Obrázek 3.20: Kontrola validity vstupu, nebylo zadáno číslo

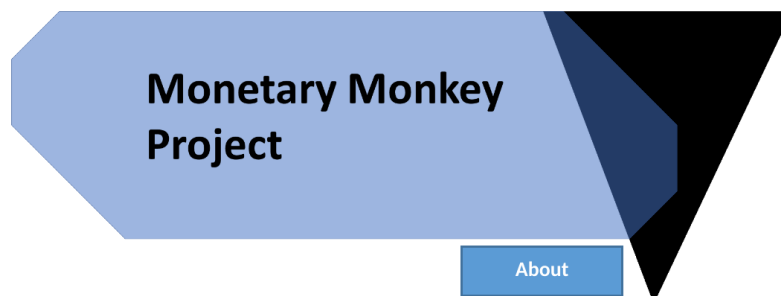
Add a New Offer

You have 120 CZK

Your offer?

Submit

Obrázek 3.21: Syntakticky správný vstup (číslo)



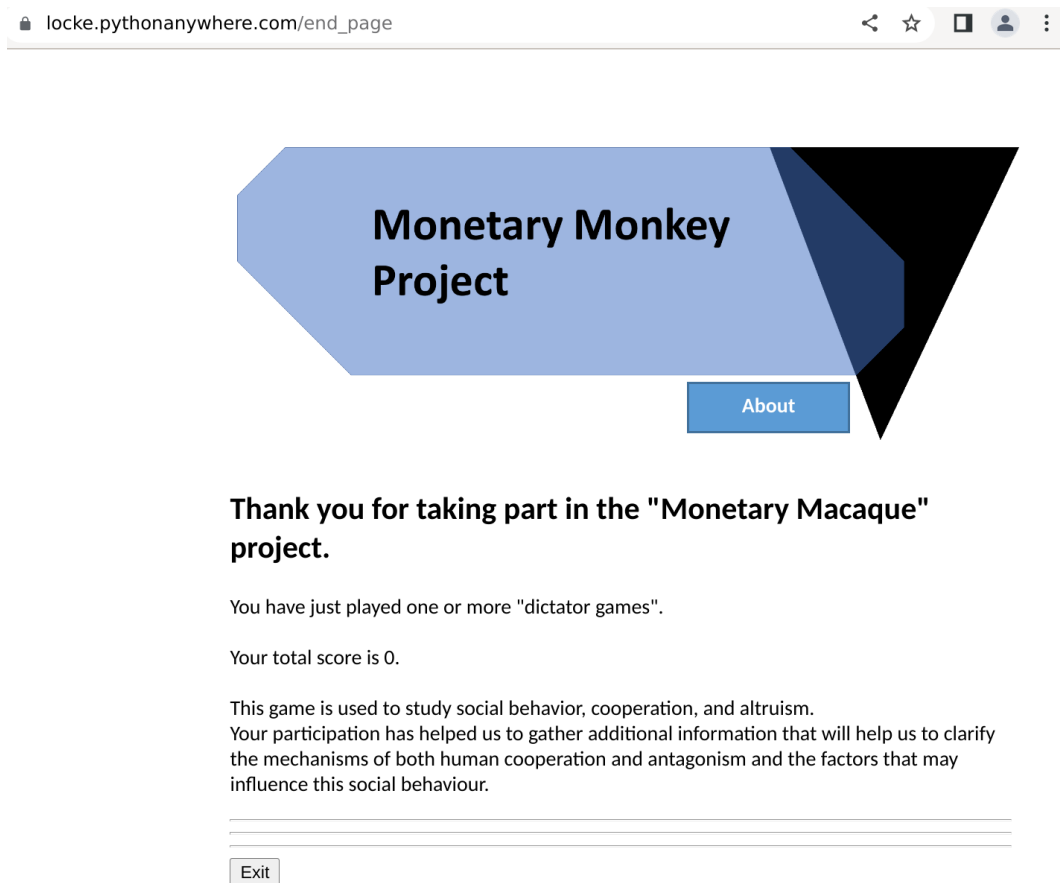
Response.....: NO!

NO!

Total_amount: 0

NEXT STEP

Obrázek 3.22: Odpověď automatické strategie na nabídku



Obrázek 3.23: Ukončení experimentu „006“ po několika kolech, celkové skóre

Kapitola 4

Pilotní studie

4.1 Úvod

Řada studií demonstruje rozdíly mezi chováním mužů a žen v kooperativním/kompetitivním chování a v eticko-rozhodovacích a socio-ekonomických situacích. Při laboratorním studiu altruistického chování ženy darují v průměru dvojnásobek toho, co muži, pokud se jedná o anonymního partnera (Eckel and Grossman, 1996)[12] a mají také tendenci být altruističtější než muži, pokud je cena altruistického chování vyšší (Andreoni and Vesterlund, 2001)[1]. Podle výsledků studie Eckela a Grossmana (2001)[11] ženy při hře na ultimátum akceptují častěji než muži „neférovou“ nabídku.

Pohlavní/genderové rozdíly demonstrovala i studie autorů Saad a Gill (2001)[29], kde autoři zkoumali herní dynamiku při různých kombinacích herních partnerů. V dyádě MM („male - male“), kde *proposer* i *responder* byli muži, se objevovaly nejméně velkorysé nabídky, zatímco nejvelkorysejší rozdělení bylo v dyádě MF („*proposer*“ muž, „*responder*“ žena), a v dyádách FF a FM se neobjevoval rozdíl v chování. Podobné výsledky se ukázaly i ve studii, která byla provedena u pákistánské populace (Razzaque, 2009)[28], kde muži v dyádách MF nabízeli alespoň 50 % asi ve 30 % případů, což se nestalo nikdy v dyádě FM. Autoři toto hypertrofovaně „velkorysé“ rozdělování vysvětlovali i specifickými kulturními normami u testované pákistánské populace. Solnick (2001)[31] naopak ukázal, že muži i ženy v roli nabízejícího hráče (*proposer*) nabízejí méně, pokud je jejich partner (*responder*) žena, pokud je *proposer* žena, mají herní partneři (muži i ženy) vyšší očekávání nabízené částky (a

mají tedy nastavenou vyšší minimální akceptovatelnou částku). Ve výsledku jako nabízející hráči (*proposer*) vydělali muži o 14 % více než ženy a jako přijímající hráči (*responder*) obdrželi o 18 % více.

Nicméně jiné studie ukazují, že i chování standardně připisované mužům (např. větší tolerance k riziku, lepší výkon v kompetitivním prostředí), které je demonstrováno v řadě experimentů (pro review Croson a Gneezy, 2009)[9], může být značně ovlivněno kulturním prostředím. Gneezy a kolegové (2009) demonstrovali opačné chování mužů a žen u různých společností. U tanzanského kmene Masajů, kteří žijí ve vyhraněné patriarchální společnosti, muži kompetují zhruba dvakrát více než ženy. Naproti tomu u Khasaiů v Indii, kteří jsou matrilineární, se objevuje zcela opačné chování, ženy vyhledávají kompetitivní prostředí více než muži, dokonce o něco více než masajští muži (Gneezy et al., 2009)[17].

Zajímavé výsledky prezentuje Chew a kolegové (2013), kteří se zaměřili na neurogenetické mechanismy pohlavních rozdílů v chování ve hře na ultimátum u dvou odlišných populací (participanti byli rekrutováni v Číně a v Izraeli). Sledovali vztah mezi chováním ve hře na ultimátum a genetickým polymorfismem u mužů i žen pro tři geny spojené s receptory pro pohlavní hormony: androgenní receptor (AR) a estrogenové receptory typu α (ER α , též ESR1) a typu β (ER β , též ESR2). Výsledky ukázaly, že u čínské populace mužští participanti s krátkou AR alelou (která indikuje vysokou expresi androgenů) vykazují v průměru o 34 % vyšší minimální akceptované nabídky než muži s dlouhou alelou AR, zatímco ženy s krátkou alelou ER β , která indikuje vysokou estrogenovou aktivitu, vykazují o 12 % vyšší minimální přijatelnou nabídku než ženy s krátkou alelou ER β . Zjištění týkající se vztahu ER β a chování ve hře na ultimátum byla replikována i u populace v Izraeli, zatímco role androgenních receptorů nebyla potvrzena. Při testování ve hře na ultimátum u izraelské populace navíc nebyly nalezeny žádné pohlavní rozdíly (Chew et al., 2009)[7].

Tyto výsledky korespondují s výsledky výše zmíněných studií, které ukazují, že na kultura a socializace mohou mít značný vliv na pohlavní/genderové rozdíly u tohoto typu chování.

Prezentovaná pilotní studie se zaměřuje na rozdíly v chování mužů a žen v opakované hře na ultimátum, a to v obou komplementárních rolích (*proposer* vs. *responder*).

4.2 Metodika

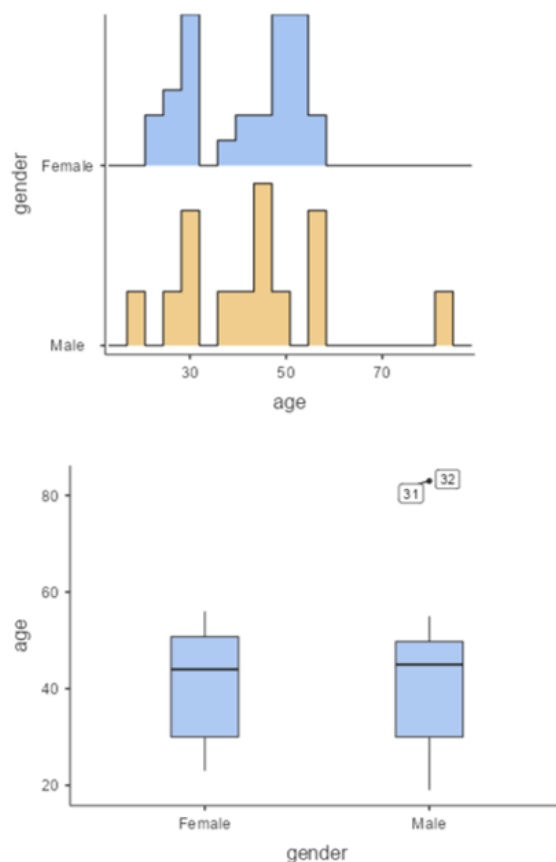
4.2.1 Participanti

Pilotní studie se zúčastnilo 31 participantů, přičemž 27 participantů se zúčastnilo obou experimentů (v obou rolích - *proposer* i *responder*), 4 participantů se zúčastnili pouze Experimentu I (tedy pouze jako *responder*). V testované skupině bylo 16 žen (14 z toho se účastnilo obou experimentů) a 15 mužů (13 z nich se účastnilo obou experimentů). Věkový průměr byl 42 let, medián i modus věku všech participantů byl 44 let. Participanti byli rekrutováni skrze sociální sítě nebo ze skupiny spolupracovníků autorky.

Descriptives

Descriptives		
	gender	age
N	Female	30
	Male	28
Mean	Female	41.3
	Male	43.5
Median	Female	44.0
	Male	45.0
Standard deviation	Female	11.2
	Male	15.6
Minimum	Female	23
	Male	19
Maximum	Female	56
	Male	83

Obrázek 4.1: Struktura věkového rozložení participantů – deskriptivní statistika.



Obrázek 4.2: Struktura věkového rozložení participantů – grafické znázornění.

4.2.2 Procedura

Participantů byli vyzváni, aby se zúčastnili on-line studie, která se zabývá plánováním, rozhodováním a chováním v sociálních interakcích. Obdrželi dva kódy s instrukcí v jakém pořadí se mají do experimentů přihlašovat. V Experimentu I participantů zaujímali roli *respondera*, v Experimentu II v roli *proposera*. V obou experimentech byli hráči instruováni, že v každém kole rozdělují *proposera* 120 Kč, a že hra trvá 4 kola. Jednalo se o myšlenkový experiment, participantů v této studii nebyli odměňováni. Pro umělého agenta v roli *proposera* (Experiment I) byla zvolena behaviorální strategie „AlCapone“. Tato strategie v prvním kroku učinila „neférovou“ nabídku – 19 ze 120. Pokud testovaná osoba nabídku odmítla, agent ji v dalším kole snížil o 1 bod. Pokud participantů souhlasil, zůstala nabídka v dalším kole stejně vysoká, jako v předchozím kole. Pokud hrál umělý agent v roli *respondera* (Experiment II), odmítal všechny nabídky menší než jedna třetina původní částky.

■ 4.2.3 Analýza

Závislé proměnné, které byly zvoleny pro analýzu byly:

- Celkový zisk během experimentu (v roli *respondera* i *proposera*).
- Počet kladných odpovědí v prvním kole Experimentu I (přijetí „neférové“ nabídky).
- Výše nabídky v prvním kole Experimentu II, kdy participant vystupuje v roli *proposera*.

Vzhledem k tomu, že obě proměnné – „celkový zisk“ i „výše první nabídky“ nabývají jen hodnot v rozmezí $< 0, 480 >$ pro první jmenovanou proměnnou, nebo $< 0, 120 >$ pro druhou, a lze je tedy vyjádřit jako poměr, který nabývá hodnoty $< 0, 1 >$, byly pro další statistickou analýzu transformovány (arcsinová transformace). „Počet kladných odpovědí“ má binomické rozdělení, pro analýzu byl použit zobecněný lineární model (GLM – *General Linear Model* s kontinuálním faktorem „věk“ a kategoriální proměnnou „gender“. Hladina významnosti byla stanovana na $\alpha = 0.05\%$.

Statistické analýzy byly provedeny v programu Statistica 6.0[32] a Jamovi[20], [27].

■ 4.3 Výsledky

Celkový zisk v Experimentu I, kdy participant vystupoval jako *responder*, byl pro ženy v průměru 32.6 a pro muže 21.7, viz obr. 4.3. Statistická analýza (ANOVA) nicméně neprokázala signifikantní vliv ani faktoru „gender“ $F_{(1,22)} = 0.256, p = 0.628$, ani věku $F_{(1,22)} = 1.460, p = 0.316$. Co se týká počtu odpovědí v prvním kole Experimentu I (reakce na „neférovou“ nabídku), ženy odpověděly kladně v 8 případech, muži jen ve 2, viz obr. 4.5. V celém Experimentu I měly ženy 28 kladných odpovědí, muži 18, viz obr. 4.6. Statistická analýza prvních odpovědí (GLM) ukázala, že ženy v prvním kole častěji akceptují rozdělení, které navrhuje *proposer* ($F_{(3,28)} = 4.05, p = 0.044$), a to bez ohledu na faktor věku ($F_{(3,28)} = 0.879, p = 0.348$).

Celkový zisk v Experimentu II, kdy participant vystupoval jako *proposer*, byl pro ženy v průměru 128 a pro muže 136, viz obr.4.7. Statis-

Descriptives

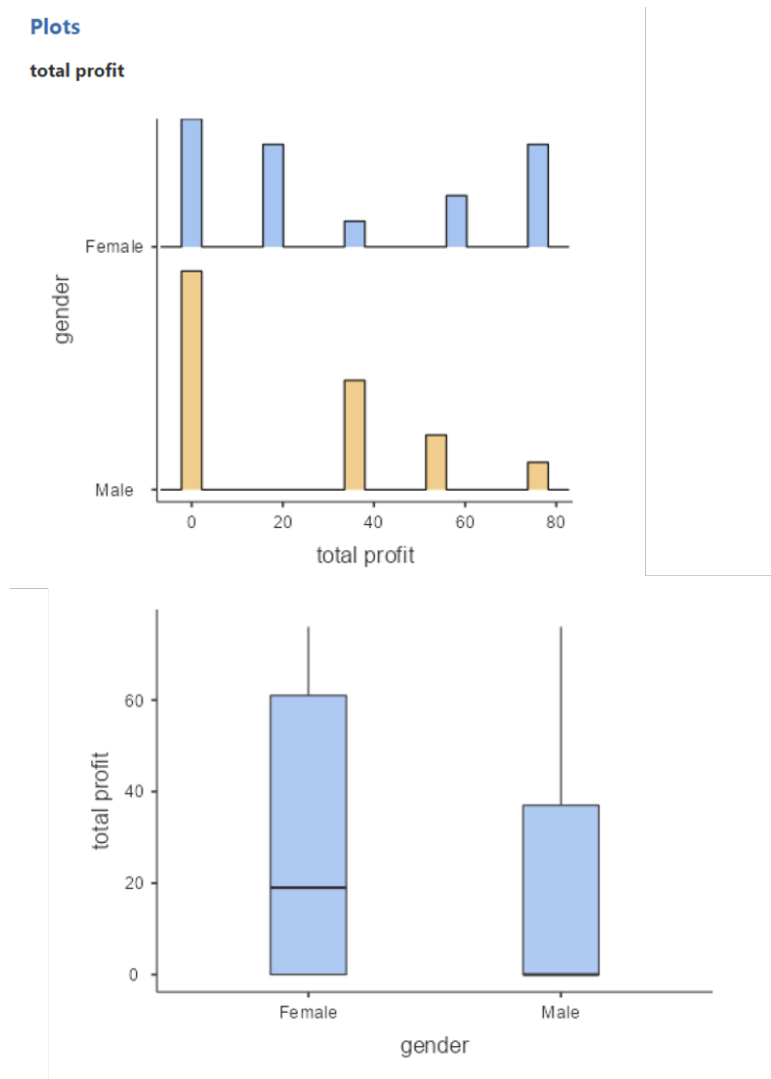
Descriptives		
	gender	total profit
N	Female	16
	Male	15
Missing	Female	0
	Male	0
Mean	Female	32.6
	Male	21.7
Median	Female	19.0
	Male	0
Standard deviation	Female	31.5
	Male	26.2
Minimum	Female	0
	Male	0
Maximum	Female	76
	Male	76

Obrázek 4.3: Celkový zisk v Experimentu I, deskriptivní statistika (reálná data před transformací). Participant je v roli *respondera*.

tická analýza (ANOVA) neprokázala signifikantní vliv ani faktoru „gender“ $F_{(1,19)} = 0.089, p = 0.775$, ani věku $F_{(1,19)} = 1.164, p = 0.458$. Výše průměrné nabídky v prvním kole Experimentu II byla 30.0 u žen a 40.0 u mužů viz. obr.4.9, 4.10. Statistická analýza ani zde neprokázala signifikantní vliv genderu $F_{(1,19)} = 0.046, p = 0.837$, ani věku $F_{(1,19)} = 1.528, p = 0.313$.

4.4 Diskuze

Tato pilotní studie se zaměřuje na případné rozdíly v chování mužů a žen v opakované hře na ultimátum, a to jak v roli *respondera*, tak *proposera*. Statistické analýzy neodhalily signifikantní rozdíl v celkovém zisku mezi muži a ženami ani v Experimentu I, ani v Experimentu II. Muži a ženy se nelišili



Obrázek 4.4: Celkový zisk v Experimentu I, grafické znázornění (reálná data před transformací). Participant je v roli *respondera*.

ani v částce, kterou nabízeli v prvním kole Experimentu II, kdy vystupovali v roli *proposera*.

Analýzy ukázaly jediný signifikantní efekt – počet kladných odpovědí (akceptování) nabídky na rozdělení částky v prvním kole Experimentu I. Ženy signifikantně častěji tuto nabídku akceptovaly, i když *proposer* (kterým zde byl umělý agent) ji nastavil jako „neférovou“. (Literární řešerše ukázala, že participant obecně častěji odmítají částky kolem 20 %, proto zde byla nabídka nastavena na zhruba 15 %, kdy ji můžeme považovat poměrně jednoznačně za „neférovou“.)

Přijetí této první nabídky naznačuje, zda je participant ochoten tuto „neférovost“ akceptovat. Celkový zisk za experiment potom můžeme interpretovat

Descriptives

Descriptives		
	gender	first response "YES"
N	Female	16
	Male	15
Missing	Female	0
	Male	0
Mean	Female	0.500
	Male	0.133
Median	Female	0.500
	Male	0
Sum	Female	8
	Male	2
Standard deviation	Female	0.516
	Male	0.352
Minimum	Female	0
	Male	0
Maximum	Female	1
	Male	1

Obrázek 4.5: Počet kladných odpovědí v prvním kole Experimentu I, deskriptivní statistika. Participant je v roli *respondera*.

jako schopnost přizpůsobit se strategii protihráče a schopnost optimalizovat zisk, ale také jako určitou míru „pragmatičnosti“, se kterou je participant ochoten přijmout i další „neférové“ nabídky. Vzhledem k tomu, že v celkovém zisku z Experimentu I se muži a ženy neliší, můžeme předpokládat, že v dalších kolech se chování mužů a žen více podobá.

Získaná data neukazují stejné výsledky jako v literatuře, která demonstruje rozdíly v chování mužů a žen, např. Solnick (2001)[31], (Eckel and Grossman, 1996)[12] – ženy i muži dosahují stejných zisků, neukazuje se ani, že ženy by nabízely velkorysejší dělení než muži. V těchto faktorech je shoda více s literaturou, která tyto rozdíly nenachází, např. (Croson a Gneezy, 2009)[9].

Ve shodě s literaturou je nález, kdy ženy spíše akceptují nižší nabídku viz. (Eckel a Grossman (2001)[11]. Větší ochotu přijmout i „neférové“ dělení

Descriptives

Descriptives		
	gender	number of acceptances
N	Female	16
	Male	15
Missing	Female	0
	Male	0
Mean	Female	1.75
	Male	1.20
Median	Female	1.00
	Male	0
Sum	Female	28
	Male	18
Standard deviation	Female	1.65
	Male	1.42
Minimum	Female	0
	Male	0
Maximum	Female	4
	Male	4

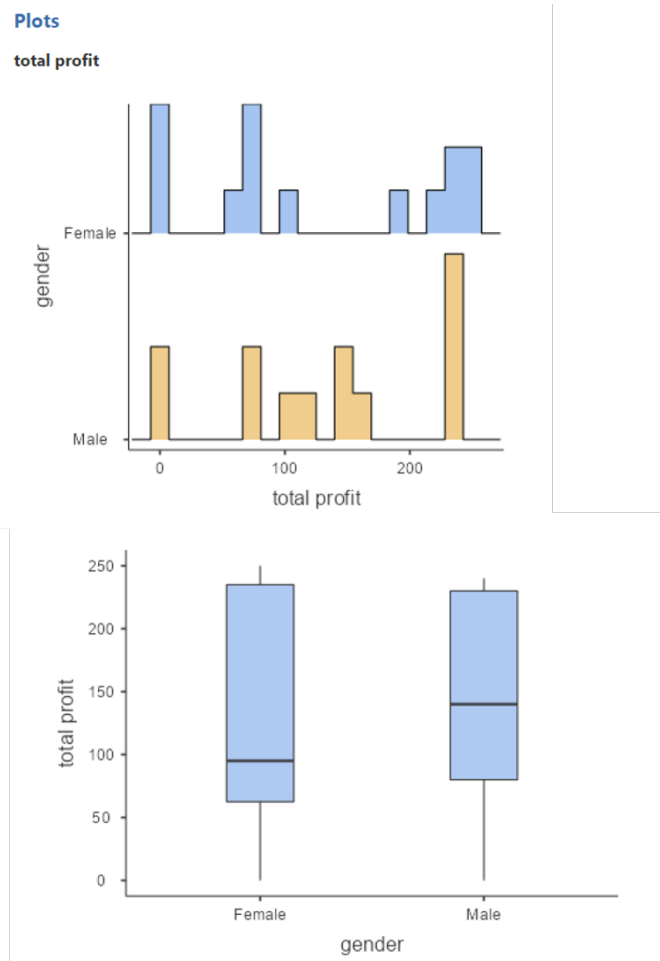
Obrázek 4.6: Počet všech kladných odpovědí v Experimentu I, deskriptivní statistika. Participant je v roli *respondera*.

by bylo možné interpretovat různými způsoby, nicméně vzhledem k tomu, že tato studie byla realizována na poměrně malém a nereprezentativním vzorku, jsou možnosti obecných interpretací problematické. Nebyly také kontrolovány další intervenující proměnné, které by mohly potenciálně ovlivnit výsledky (například vzdělání, momentální emoční vyladění, předchozí zkušenost s podobnými experimenty atp.). I vzhledem k těmto limitacím si studie neklade za cíl poskytnout obecná tvrzení o chování mužů a žen v kompetitivních/kooperativních situacích, ale naznačuje další možné směry výzkumu a především demonstruje, že navržená aplikace je plausibilním nástrojem v behaviorálním testování.

Descriptives

Descriptives		
	gender	total profit
N	Female	14
	Male	13
Missing	Female	0
	Male	0
Mean	Female	128
	Male	136
Median	Female	95.0
	Male	140
Standard deviation	Female	99.8
	Male	85.7
Minimum	Female	0
	Male	0
Maximum	Female	250
	Male	240

Obrázek 4.7: Celkový zisk v Experimentu II, deskriptivní statistika (reálná data před transformací). Participant je v roli *proposera*.

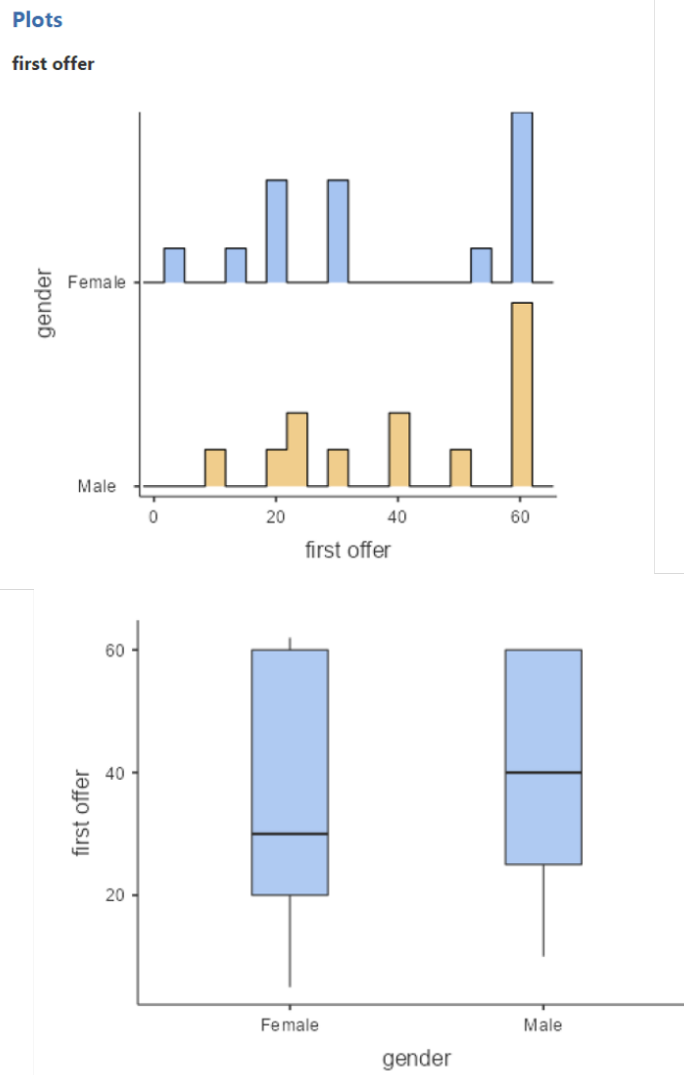


Obrázek 4.8: Celkový zisk v Experimentu I, grafické znázornění (reálná data před transformací). Participant je v roli *proposera*.

Descriptives

Descriptives		
	gender	first offer
N	Female	14
	Male	13
Missing	Female	0
	Male	0
Mean	Female	37.6
	Male	41.4
Median	Female	30.0
	Male	40
Standard deviation	Female	20.7
	Male	18.3
Minimum	Female	5
	Male	10
Maximum	Female	62
	Male	60

Obrázek 4.9: Výše nabídky v prvním kole Experimentu II, deskriptivní statistika (reálná data před transformací). Participant je v roli *proposera*.



Obrázek 4.10: Výše nabídky v prvním kole Experimentu II, grafické znázornění (reálná data před transformací). Participant je v roli *proposera*.



Kapitola 5

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vyvinout aplikaci určenou pro testování různých parametrů lidského chování v jedné ze sociálně behaviorálních her (někdy také nazývaných *dilemma games*). Jako vhodný model pro experimentální studie byla zvolena **hra na ultimátum**.

Pilotní studie, při které byly aplikovány dva různé protokoly, demonstrovala, že prezentovaná aplikace je dobře použitelná pro testování chování a rozhodování pokusných osob v problémových situacích s přesně definovanými parametry. Výrazně se tím zjednodušuje administrace a zvyšuje kontrola nad experimentem. Aplikace také umožňuje on-line testování, což výrazným způsobem zvyšuje dosah navrhovaných experimentů. Tato aplikace tak má širší potenciál pro uplatnění v řadě behaviorálních studií.



Příloha A

Literatura

- [1] Andreoni, J. & Vesterlund, L. (2001). Which is the fair sex? Gender differences in altruism quarterly. *Quarterly Journal of Economics* 116 (1), 293–312.
- [2] Axelrod, R. (1984): *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, New York.
- [3] Axelrod, R. (1991): *The Evolution of Strategies in the Iterated Prisoner's Dilemma*. In C. Bicchieri, R. Jeffrey, B. Skyrms. (Eds.) *The Dynamics of Norms*, Cambridge University Press.
- [4] Bechler, C., Green, L., & Myerson, J. (2015). Proportion offered in the Dictator and Ultimatum Games decreases with amount and social distance. *Behavioural processes*, 115, 149-155.
- [5] Brosig-Koch, J., Riechmann, T., & Weimann, J. (2017). The dynamics of behavior in modified dictator games. *PloS one*, 12(4), e0176199.
- [6] Brosnan, S. F., de Waal, F. B. M. (2003). „Monkeys reject unequal pay“. *Nature*. 425 (6955): 297–99.
- [7] Chew, S. H., Ebstein, R. P., & Zhong, S. (2013). Sex-hormone genes and gender difference in ultimatum game: Experimental evidence from China and Israel. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 90, 28-42.
- [8] Cochard, F., Le Gallo, J., Georgantzis, N., & Tisserand, J. C. (2021). Social preferences across different populations: Meta-analyses on the ultimatum game and dictator game. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 90, 101613.

- [9] Croson, R., & Gneezy, U. (2009). Gender Differences in Preferences. *Journal of Economic Literature*. 47. 448-74.
- [10] DataFlair (2020) Flask vs Django- The Hot Debate of Python Development Section. <https://data-flair.training/blogs/flask-vs-django/>
- [11] Eckel, C. C. & Grossman, P. J., 2001. Chivalry and solidarity in ultimatum games. *Economic Inquiry* 39 (2), 171–188.
- [12] Eckel, C. C. & Grossman, P. J., 1996. Altruism in anonymous dictator games. *Games and Economic Behavior* 16 (2), 181–191.
- [13] Engel, C. C (2011). Dictator games: A meta study. *Experimental economics*, 14(4), 583-610.
- [14] Fehr, E., Schmidt, K. M. (1999). "A theory of fairness, competition, and cooperation". *The Quarterly Journal of Economics*. 114 (3): 817–68.
- [15] Fehr, E., & Schmidt, K. M. (2006). "The Economics of Fairness, Reciprocity and Altruism – Experimental Evidence and New Theories". *Handbook of the Economics of Giving, Altruism and Reciprocity*. 1. pp. 615–691.
- [16] Forsythe, R., Horowitz, J. L., Savin, N. E., & Sefton, M. (1994). Fairness in simple bargaining experiments. *Games and Economic behavior*, 6(3), 347-369.
- [17] Gneezy, U., Leonard, K. L., & List, J. A. (2009). Gender Differences in Competition: Evidence From a Matrilineal and a Patriarchal Society. *Econometrica*, 77(5), 1637-1664.
- [18] Güth, W., Schmittberger, R., & Schwarze, B., (1982). "An experimental analysis of ultimatum bargaining"(PDF). *Journal of Economic Behavior & Organization*. 3 (4): 367–388.
- [19] Harsanyi, J. C. (1961). "On the Rationality Postulates underlying the Theory of Cooperative Games". *The Journal of Conflict Resolution*. 5 (2): 179–196.
- [20] The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- [21] Kolář M. (2009). Kapitola 1: Aplikace teorie her, Masarykova Univerzita, Brno. <https://www.math.muni.cz/mkolar/hry.pdf>
- [22] Mankiw G. (2000) *Zásady ekonomie*, 1st edition, Grada Publishing, ISBN 80-7169-891-1.
- [23] Morewedge, C. K., Krishnamurti, T., & Ariely, D. (2014). Focused on fairness: Alcohol intoxication increases the costly rejection of inequitable rewards. *Journal of Experimental Social Psychology*, 50, 15-20.

- [24] Nash, J. (1950). "Equilibrium points in n-person games" *Proceedings of the National Academy of Sciences* 36(1):48-49.
- [25] Press, W. H., & Dyson, F. J. (2012). Iterated Prisoner's Dilemma contains strategies that dominate any evolutionary opponent. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(26), 10409-10413.
- [26] Oxoby, R. J., & Spraggon, J. (2008). Mine and yours: property rights in dictator games. *J. Econ. Behav. Organ.* 65, 703–713.
- [27] R Core Team (2021). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).
- [28] Razzaque, S. (2009). The Ultimatum Game and Gender Effect: Experimental Evidence from Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 48(1), 23–46. 3
- [29] Saad, G., & Gill, T. (2001). Sex Differences in the Ultimatum Game: An Evolutionary Psychology Perspective. *Journal of Bioeconomics*. 3. 171-193.
- [30] Sawa, Z. (19. dubna 2021). Teorie her, studijní opora, Technická Univerzita Ostrava. <http://www.cs.vsb.cz/sawa/teh/opora/TEH-opora.pdf>
- [31] Solnick S.J., (2001). Gender differences in the ultimatum game. 39(2), 189–200.
- [32] StatSoft, Inc (2001) STATISTICA for Windows [Computer program manual]. StatSoft, Tulsa, <http://www.statsoft.com>
- [33] Tabibnia, G., Satpute, A.B., & Lieberman, M.D. (2008). The sunny side of fairness: preference for fairness activates reward circuitry (and disregarding unfairness activates self-control circuitry). *Psychological science*, 19(4), 339-347.
- [34] Walster E., & Berscheid E. (1978). *Equity: theory and research*. Allyn & Bacon. ISBN 978-0-205-05929-4.
- [35] Wang, W., & Liu, W. (2022). Explaining Reciprocal Sharing in Repeated Dictator Game: The Role of Theory of Mind. *Open Journal of Social Sciences*, 10(7), 100-115.
- [36] Weiß, M., Rodrigues, J., Paelecke, M., & Hewig, J. (2020). We, them, and it: Dictator game offers depend on hierarchical social status, artificial intelligence, and social dominance. *Frontiers in Psychology*, 11, 541756.
- [37] Winking, J., & Mizer, N. (2013). Natural-Field Dictator Game Shows No Altruistic Giving. *Evolution and Human Behavior*. 34. 288–293.

- [38] White, C. J., Kelly, J. M., Shariff, A. F., & Norenzayan, A. (2019). Supernatural norm enforcement: Thinking about karma and God reduces selfishness among believers. *Journal of Experimental Social Psychology*, 84, 103797.