

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

VYUŽITIE VŠEOBECNÉHO POČÍTAČOVÉHO
HRÁČA V SPOLOČENSKÝCH HRÁCH
BAKALÁRSKA PRÁCA

2021

VLADIMÍR BAČINSKÝ

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

VYUŽITIE VŠEOBECNÉHO POČÍTAČOVÉHO
HRÁČA V SPOLOČENSKÝCH HRÁCH
BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný program: Informatika
Študijný odbor: Informatika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky
Školiteľ: RNDr. Jozef Šiška PhD.

Bratislava, 2021
Vladimír Bačinský



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta:

Študijný program: informatika (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st.,
denná forma)

Študijný odbor: informatika

Typ záverečnej práce: diplomová

Jazyk záverečnej práce: anglický

Sekundárny jazyk: slovenský

Názov:

Anotácia:

Vedúci:

Katedra: FMFI.KI - Katedra informatiky

Vedúci katedry: prof. RNDr. Martin Škoviera, PhD.

Dátum zadania: 11.12.2017

Dátum schválenia: 12.12.2017

prof. RNDr. Rastislav Kráľovič, PhD.
garant študijného programu

študent

vedúci práce

Pod'akovanie: Tu môžete poďakovať školiteľovi, prípadne ďalším osobám, ktoré vám s prácou nejako pomohli, poradili, poskytli dáta a podobne.

Abstrakt

Klíčové slova:

Abstract

Keywords:

Obsah

Úvod	1
1 Úvod do problematiky	3
1.1 Základné pojmy	3
1.2 Všeobecný Počítačový Hráč	3
1.3 Jazyk Popisu Hry	4
2 Hra Slovania obchodníkmi	7
2.1 Úvod k hre	7
2.2 Pravidlá	8
2.3 Doplnujúce informácie ku hre	9
3 Implementácia hry v GDL	11
3.1 Aritmetické operácie	11
3.1.1 Číslo	11
3.1.2 Sčítavanie	12
3.1.3 Väčší než	12
3.2 Hra	12
3.2.1 Počiatočný stav	13
3.2.2 Legálne ťahy hráčov	13
3.2.3 Následujúci stav	13
3.2.4 Terminálny stav a odmeny	13
3.2.5 Pomocné pravidlá	13
4 Testovanie počítačových hráčov	15
5 Vizualizácia hry	17
Záver	19
Príloha A	23
Príloha B	25

Zoznam obrázkov

Zoznam tabuliek

Úvod

Cieľom tejto práce je poskytnúť študentom posledného ročníka bakalárskeho štúdia informatiky kostru práce v systéme LaTeX a ukážku užitočných príkazov, ktoré pri písaní práce môžu potrebovať. Začneme stručnou charakteristikou úvodu práce podľa smernice o záverečných prácach [?], ktorú uvádzame ako doslovný citát.

Úvod je prvou komplexnou informáciou o práci, jej celi, obsahu a štruktúre. Úvod sa vzťahuje na spracovanú tému konkrétne, obsahuje stručný a výstižný opis problematiky, charakterizuje stav poznania alebo praxe v oblasti, ktorá je predmetom školského diela a oboznamuje s významom, cieľmi a zámermi školského diela. Autor v úvode zdôrazňuje, prečo je práca dôležitá a prečo sa rozhodol spracovať danú tému. Úvod ako názov kapitoly sa nečísluje a jeho rozsah je spravidla 1 až 2 strany.

V nasledujúcej kapitole nájdete ukážku členenia kapitoly na menšie časti a v kapitole ?? nájdete príkazy na prácu s tabuľkami, obrázkami a matematickými výrazmi. V kapitole ?? uvádzame klasický text Lorem Ipsum a na koniec sa budeme venovať záležitostiam záveru bakalárskej práce.

Kapitola 1

Úvod do problematiky

V tejto kapitole si zdefinujeme základné pojmy, ktoré budeme používať v tejto baka-lárskej práci. Predstavíme si, čo je to Všeobecný Počítačový Hráč a oboznámime sa s najdôležitejším nástrojom práce a to Jazykom Popisu Hry.

1.1 Základné pojmy

Neohodnotený graf je dvojica $G = (V, E)$, pričom V je množina elementov, ktoré nazývame vrcholy a E je množina dvojíc vrcholov, ktoré nazývame hrany. [1]

1.2 Všeobecný Počítačový Hráč

Pre mnoho spoločenských hier existujú programy a algortimy, ktoré nám umožňujú ich hranie. Napríklad ľahko nájdeme program hrajúci šach či dámu. Ak by sme chceli program, ktorý umožňuje hranie aj dámy aj šachu, tak tento program by potreboval vedieť pravidlá oboch hier dopredu. Práve najväčšou výhodou Všeobecného Počítačo-vého Hráča (označujeme GGP, z anglického General Game Playing) je, že dokáže hrať hry napísané v Jazyku Popisu Hry (označujeme GDL z anglického Game Description Language) bez toho, aby poznal ich pravidlá vopred. GGP je teda schopný hrať viacero druhov hier, vrátane dvoch vyššie spomenutých, musia však mať spoločnú štruktúru. Je nutné aby hra mala konečný počet hráčov, konečný počet stavov a konečný počet akcií v ktoromkoľvek stave. Navyše jeden zo stavov musí byť počiatočný [3].

Zaujímavosťou v oblasti GGP je, že už od roku 2005 sa na konferencii AAAI konajú každoročné GGP súťaže. V prvej časti súťaže sa zúčastnení hodnotia na základe ich schopnosti vykonávať legálne ťahy, získať prevahu a čo najefektívnejšie dokončiť hry. V druhom kole sa účastníci stretávajú proti sebe v čoraz zložitejších hrách. Program, ktorý v tejto fáze vyhráva najviac hier, vyhráva v súťaži a do roku 2013 jej tvorca vyhrával dokonca cenu 10 000 dolárov [2]. Neskôr v tejto práci vyskúšame rôzne im-

plementácie práve GGP hráčov na vybranej spoločenskej hre.

1.3 Jazyk Popisu Hry

Jazyk popisu hry bol vyvinutý, aby vykonávanie logických úloh pre všeobecné hranie hier bolo efektívne. GDL popisuje stavy hry ako množinu faktov a množinu logických pravidiel [4]. Napríklad ak máme fakty

$$\text{rodic}(\text{jozef}, \text{fero})$$

$$\text{rodic}(\text{fero}, \text{julka})$$

tak je faktom, že Jozef je rodičom Fera a Fero je rodičom Julky. Ak zároveň máme pravidlo

$$\text{saryrodic}(X, Z) : - \text{rodic}(X, Y), \text{rodic}(Y, Z)$$

ktoré hovorí, že ak X je rodičom Y a zároveň Y je rodičom Z, tak potom X je starým rodičom Z, tak z našich faktov a pravidla môžeme odvodiť

$$\text{saryrodic}(\text{jozef}, \text{julka})$$

teda Jozef je starý rodič Julky.

Zadefinujme si teraz formálnejšie základné pojmy používané v GDL, term a pravidlo v GDL, ktoré sú podobné ako v [4]. Medzi slovnú zásobu v GDL patria objektové konštanty (označujeme písmenami zo začiatku abecedy: a, b, c), funkčné konštanty (označujeme malými písmenkami abecedy: f, g, h), relačné konštanty (označujeme malými písmenkami abecedy: p, q, r) a premenné (označujeme veľkými písmenami, prevažne z konca abecedy: X, Y, Z).

Termom v GDL sú objektové konštanty, premenné alebo funkčné konštanty pozostávajúce z konečného počtu konštánt a premenných (označujeme $f(a, X, b)$). *Atóm* je relácia pozostávajúca z konštánt a termov - označujeme $p(a, f(a, b))$. Negácia je výraz, ktorý sa skladá zo znakov negácie a atómu - označujeme $\neg p(a, f(a, b))$. Literál je atóm alebo negácia atómu - označujeme $p(a, f(a, b))$ alebo $\neg p(a, f(a, b))$. Inštancia v hlave je pravdivá vtedy, ak všetky pozitívne literály sú pravdivé (true) a všetky negatívne literály sú nepravdivé (false).

Pravidlo v GDL sa skladá z hlavy a zoznamu literálov, ktoré sú oddelené čiarkou, označujeme

$$h : - l_1, \dots, l_n$$

Pravidlo vyhodnocujeme ako konjunkciu ¹ literálov. Zoznam literálov nazývame telo. Ešte pred tým ako si prejdeme postupne všetky základné relácie Jazyka Popisu Hry, tak si ukážeme konkrétnu syntax v GDL nazývanú formát výmeny vedomostí (označujeme KIF z anglického Knowledge Interchange Format). V KIF pred premenné pí-

¹konjunkcia (označujeme \wedge) je operátor logickej spojky. Množina operandov *and* je pravdivá, ak všetky operandy sú pravdivé

šeme otáznik, teda premenná X je písaná ako $?x$. Funkčnú konštantu $f(a, X)$ píšeme ako $(f\ a\ ?x)$ alebo $true(control(X))$ píšeme ako $(true\ (control\ x))$. Negáciu $\neg(true(control(X)))$ píšeme ako $(not\ (true\ (control\ x)))$ a pravidlo $p(X) \Leftarrow q(X) \wedge \neg r(X)$ píšeme ako $(\Leftarrow\ (p\ ?x)\ (q\ ?x)\ (not\ (r\ ?x)))$ [4].

Medzi základné relácie v GDL patria: *role*, *true*, *init*, *next*, *legal*, *does*, *goal* a *terminal*. Poďme si ich postupne všetky vysvetliť. Príklady budeme demonštrovať na jednoduchej hre piškvorky 3x3 (Tic-Tac-Toe). Napriek tomu, že takmer všetci túto hru poznáme, tak pre istotu si pripomeňme jej pravidlá. Hru hrajú dvaja hráči (označme hráč x a hráč o) na hracej ploche štvorca, v ktorom je 9 menších štvorcov, teda 3x3. Ťahy hráčov spočívajú v položení, respektíve nakreslení svojho znaku na konkrétny štvorec, pričom po nakreslení nasleduje ťah druhého hráča. Na každom políčku hracej plochy môže byť maximálne jeden znak. Cieľom hry je získať trojicu svojich znakov, buď v niektorom z riadkov, stĺpcov alebo na diagonálach. V prípade, že niektorý z hráčov získa spomínanú trojicu, tak vyhráva a hra končí.

Predikát *role* definuje hráčov hry, teda $(role\ x)$ znamená, že jedným z hráčov tejto hry je x .

Predikát *true* ($true(fact)$) popisuje skutočnosti, ktoré sú pravdivé v aktuálnom stave. Potom $(true(cell\ 1\ 1\ b))$ znamená, že na hracej ploche na pozícii 1 1 v bunke je blank².

Predikát *init* je analogický s *true*, ale je určený len pre začiatok hry, teda pre počiatočný stav. Príkladom v piškvorkách tohto predikátu je $(init(cell\ x\ y\ b)) \forall x, y \in \{1, 2, 3\}$, pretože na začiatku Tic-Tac-Toe sú všetky bunky hracej plochy prázdne.

Relácia *next* je analogická s *true*, ale predstavuje fakty, ktoré budú platiť v nasledujúcom stave. Nech $(control\ x)$ znamená, že na ťahu je hráč x , potom $(\Leftarrow\ (next\ (control\ o))\ (true\ (control\ x)))$ znamená, že v nasledujúcom stave bude platiť, že hráč o bude na ťahu, ak je pravda, že hráč x je na ťahu v aktuálnom stave.

Existuje špeciálna akcia *noop*, ktorá indikuje, že hráč neurobil žiadnu akciu.

Relácia *legal*: ($legal(hrac, krok)$) predstavuje legálne kroky hráčov v aktuálnom stave.

Napríklad $(\Leftarrow\ (legal\ x\ noop)\ (true\ (control\ o)))$, čiže legálnym krokom pre hráča x je akcia *noop*, ak je práve na ťahu druhý hráč o .

Relácia *does* indikuje kroky vykonané hráčmi na ťahu. Nech $(mark\ x\ y)$ je faktom, ktorý znamená krok zaznačenia (v reálnej papierovej verzii nakreslil svoj znak) na pozícii $x\ y$, potom pravidlo $(\Leftarrow\ (next\ (cell\ 1\ 1\ x))\ (does\ x\ (mark\ 1\ 1)))$ hovorí o tom, že v ďalšom stave hry bude na pozícii 1 1 v bunke symbol x , ak platí *mark*, teda že hráč x zaznačil na pozícii 1 1.

Predikát *goal* určuje odmenu pre hráčov, napríklad za dokončenie úlohy alebo ako v Tic-Tac-Toe za výhru. Nech $(line\ ?player)$ je *true* práve vtedy ak je nejaký riadok,

²prázdnota, prázdne miesto

stĺpec alebo diagonály zaplnený rovnakými znakmi alebo po diagonálach, potom (`<= (goal ?player 100) (line ?player)`) znamená, že pre hráča, pre ktorého platí *line*, tak dostáva 100 bodov.

Relácia *Terminal* definuje koniec hry. Nech *open* hovorí o tom či je ešte nejaký blank na hracej ploche, potom (`<= terminal (not open)`) hovorí, že koniec hry nastane napríklad vtedy, ak už na hracej ploche nie je bunka s blankom.

Kapitola 2

Spoločenská hra "Slovania obchodníkmi"

V tejto kapitole podrobne rozoberieme spoločenskú hru s názvom Slovania obchodníkmi, ktorú som sám vytvoril. Popíšeme si akého typu táto hra je, z akých pravidiel sa skladá, čo je jej cieľom, aké má špecifické prvky a podobne.

2.1 Úvod k hre

Slovania obchodníkmi je typická strategická stolová hra. Hrá sa na konkrétnom hracom pláne, po ktorom sa hýbu figúrky hráčov podľa nejakých pravidiel. Hrací plán je špecifický pre tento konkrétny druh hry a vždy je rovnaký. Je podobný hre "Človeče nehnevaj sa", ale s tým rozdielom, že figúrky hráčov sa môžu hýbať oboma smermi. V princípe hracím plánom je jednoduchý neohodnotený graf. Ak hráč hodil na kocke číslo 6, tak si následne môže vybrať každý vrchol vo vzdialenosti práve 6 alebo na hrad/mesto vo vzdialenosti menej ako 6. Hráč nemá úplnú kontrolu nad pohybom svojej figúrky, pretože hádže kockou a tým tu vstupuje činiteľ náhody, teda táto hra patrí k nedeterministickým. Úlohou každého hráča je plniť misie. Misia sa skladá zo začiatočného mesta alebo hradu, kde konkrétny tovar musí hráč vyzdvihnúť a končiacieho mesta alebo hradu, kde zásielku doručí. Každá misia je obodovaná podľa dĺžky najkratšej cesty (teda počtu políček najkratšej cesty). Napríklad môžeme mať misiu, ktorej úlohou je doručiť kožu z Šarišského hradu do hradu Šašov, pričom počet políček najkratšej cesty je 20 a odmenou je 5 korún. Plnenie misií však v tejto hre nie je také jednoduché, pretože hráči si môžu kúpiť negatívne (škodiace) žetóny, ktoré neskôr môžu vkladať na políčka ciest.

Cieľom každého hráča je získať 20 bodov pomocou plnenia misií.

2.2 Pravidlá

Hra je určená pre 2 až 4 hráčov. Na ťahu je vždy práve jeden hráč. Jeho ťah sa začína hodením kocky, následne hráč môže nakupovať žetóny, ktoré nemusí nutne v tom istom ťahu klásť na hraciu plochu. Slovania obchodníkmi sa skladajú z týchto prvkov:

Hracia plocha

Je neohodnotený graf, v ktorom vrcholy sú všetky hrady, mestá a políčka ciest a hrany sú medzi tými vrcholmi, ktoré sú susedné. Ak napríklad hrad A má vstupnú aj výstupnú jedinú cestu, tak hrana je medzi vrcholom (hradom) A a susedným políčkom cesty.

Misie

Každá misia sa skladá zo začiatočného (A) a konečného (B) hradu/mesta, počtu políček najkratšej cesty z A do B, odmeny a názvu predmetu.

Negatívne žetóny

Negatívne žetóny sa nemôžu vkladať na políčka hradov alebo miest. Sú určené len na políčka ciest. Na každom políčku cesty môže byť maximálne jeden negatívny žetón. Žetóny sú 4 farieb, pretože chceme aby boli medzi hráčmi odlišiteľné. Ak hráč vstúpi na políčko, na ktorom je cudzí negatívny žetón, tak sa negatívny žetón zoberie z tohto políčka preč. Negatívne žetóny sú 3 typov:

- Z-Zbojníci: Ak hráč vstúpi na políčko, na ktorom je cudzí žetón Z, tak ho zbojníci olúpia o náklad. To znamená, že ak hráč už vyzdvihol svoj materiál, tak na dokončenie misie sa poň bude musieť vrátiť.
- RC-Rozbitá cesta: Ak hráč vstúpi na políčko s týmto negatívnym žetónom a taktiež je iného hráča, tak stojí jedno kolo.
- B-Bážina: Ak hráč vstúpil na políčko, na ktorom je cudzí žetón B, tak hádže kockou ešte raz a o toľko sa vráti späť.

Pozitívne žetóny

Hráč si pozitívne žetóny môže kúpiť na svojom ťahu a použiť ich neskôr. Ich funkcionalitou je brániť sa voči negatívnym žetónom. V prípade, že hráč má nakúpený pozitívny žetón a zároveň vstúpi na políčko, na ktorom je cudzí negatívny, tak môže použiť svoj konkrétny pozitívny žetón na ubránenie a tým pádom sa vyhnúť efektu negatívneho žetóna. Ku každému negatívnemu existuje pozitívny, ktorý slúži na ubránenie voči negatívnemu. Konkrétne:

- Ochranka: ochrana pred zbojníkmi
- Nové koleso: imunita voči rozbitej ceste

- Sprievodca: imunita voči bažine

Peniaze

Platidlom v tejto hre je mena koruna. Každý negatívny žetón stojí 1 korunu a každý pozitívny žetón stojí 2 koruny. Hráč začína s desiatimi korunami a za každú ďalšiu splnenú misiu dostane toľko korún, koľko je odmena danej misie.

2.3 Doplnujúce informácie ku hre

Každému hráčovi je na začiatku hry náhodne pridaná misia a figúrka sa postaví na hrad/mesto, v ktorom misia začína. Na splnenie prvej misie teda stačí len materiál doniesť do cieľového hradu/mesta. Hráč môže použiť svoj kúpený negatívny žetón v ktoromkoľvek svojom ťahu, teda nie je povinný ho použiť vtedy, kedy ho aj kúpil. Na konkrétnom políčku hracej plochy môžu byť v jednom momente figúrky všetkých hráčov.

Koniec hry: Ak niektorý z hráčov získa 20 a viac bodov, tak hra sa automaticky ukončí a víťazom sa stáva hráč, ktorý tento limit dosiahol.

Kapitola 3

Implementácia hry v GDL

V tejto kapitole popíšeme už konkrétnu implementáciu spoločenskej hry Slovania obchodníkmi v GDL jazyku.

3.1 Aritmetické operácie

Narozdiel od iných programovacích jazykov, kde čísla a základné aritmetické operácie sú samozrejmosťou, GDL je jedinečný v tom, že ich nepozná a je nutné si ich dodefinovať. Práve preto ešte pred písaním konkrétnych pravidiel týkajúcich sa hry si musíme doprogramovať tieto predikáty.

3.1.1 Číslo

V našej hre budeme pracovať len s prirodzenými číslami s 0. Ich základnou vlastnosťou je následnosť. Definujme teda predikát nasledovník (succ z anglického succeed) nasledovne:

```
(succ 0 1)
```

```
(succ 1 2)
```

Čiže 1 je nasledovníkom 0, 2 je nasledovníkom 1 atď. Predikát Succ budeme v našej práci veľmi často používať. Je dobrým !prostriedkom! na rýchle zmenšenie alebo zväčšenie čísla o 1. Taktiež tento predikát bude výborným nástrojom pri definovaní ďalších operácií ako sčítavanie alebo väčší než. Definovať číslo x potom môžeme ako alebo je nasledovníkom y alebo y je nasledovníkom x.

```
(<= (number ?x) (Succ ?y ?x))
```

```
(<= (number ?x) (Succ ?x ?y))
```

3.1.2 Sčítavanie

Sčítavanie patrí k najzákladnejším operáciám v programovacích jazykoch a nevyhneme sa mu aj v našej práci. Pri definovaní predikátu plus si vystačíme s operáciou nasledovníka a rekurziou. Prvá časť definuje triviálny prípad, pričom $x + 0 = x$. Druhá časť reprezentuje $x + y = result$. Nakoľko vieme, že operácia sčítania je komutatívna, tak môžeme napríklad x zväčšiť o 1 a y zmenšiť o 1 a následne sa rekurzívne zavolať. Tým dosiahneme, že sa y postupne rekurziou dostane až na 0 a následne postupným vynorením z rekurzie dostaneme správny výsledok.

```
(<= (pluss ?res 0 ?res)
(succ ?res ?x))
```

```
(<= (pluss ?x ?y ?res)
(succ ?x ?xP1)
(succ ?yM1 ?y)
(pluss ?xP1 ?yM1 ?res))
```

3.1.3 Väčší než

Ak už máme funkčný predikát plus, následne pomocou neho môžeme jednoducho zapísať operáciu väčší než, teda x je väčšie ako y ak existuje z rôzne od nuly a zároveň platí $y + z = x$.

```
(<= (greaterThen ?x ?y)
(pluss ?y ?z ?x)
(not (succ ?z 1)))
```

3.2 Hra

Ak už máme všetky potrebné operácie pripravené, môžeme začať s písaním pravidiel samotnej hry. V tomto odstavci si postupne prejdeme cez základne relácie GDL až po pomocné pravidlá, ktoré sú nevyhnutné pre úspešnú funkcionálnu danej hry. Hra je určená pre dvoch hráčov. Prvého hráča budeme nazývať blue a druhého red. Konkrétna implementácia bude vyzeráť triviálne takto:

```
(role blue)
```

(role red).

3.2.1 Počiatočný stav

Aby Všeobecný Počítačový Hráč bol schopný hrať hocijakú hru, tak je nutnou podmienkou aby aspoň jeden zo stavov hry bol počiatočný. Ako aj iné spoločenské hry, tak aj Slovania obchodníkmi majú svoj začiatkový stav. Explicitne musíme zadefinovať všetky dôležité hodnoty hráčom a to konkrétne náhodne vygenerujeme, ktorý hráč bude začínať svoj ťah a akú misiu bude musieť splniť. Následne položíme figúrku na políčko začiatku misie.

3.2.2 Legálne ťahy hráčov

3.2.3 Následujúci stav

3.2.4 Terminálny stav a odmeny

3.2.5 Pomocné pravidlá

Kapitola 4

Testovanie počítačových hráčov

Táto kapitola sa zaoberá skúšaním Všeobecných Počítačových Hráčov na už napísanej hre v GDL jazyku.

Kapitola 5

Vizualizácia hry

Ak predošla kapitola skúšania GGP bude úspešná, tak sa pokúsime o vizualizáciu hry.

Záver

Na záver už len odporúčania k samotnej kapitole Záver v bakalárskej práci podľa smernice [?]: „V závere je potrebné v stručnosti zhrnúť dosiahnuté výsledky vo vzťahu k stanoveným cieľom. Rozsah záveru je minimálne dve strany. Záver ako kapitola sa nečísluje.“

Všimnite si správne písanie slovenských úvodzoviek okolo predchádzajúceho citátu, ktoré sme dosiahli príkazmi `\glqq` a `\grqq`.

V informatických prácach niekedy býva záver kratší ako dve strany, ale stále by to mal byť rozumne dlhý text, v rozsahu aspoň jednej strany. Okrem dosiahnutých cieľov sa zvyknú rozoberať aj otvorené problémy a námety na ďalšiu prácu v oblasti.

Abstrakt, úvod a záver práce obsahujú podobné informácie. Abstrakt je kratší text, ktorý má pomôcť čitateľovi sa rozhodnúť, či vôbec prácu chce čítať. Úvod má umožniť zorientovať sa v práci skôr než ju začne čítať a záver sumarizuje najdôležitejšie veci po tom, ako prácu prečítal, môže sa teda viac zamerať na detaily a využívať pojmy zavedené v práci.

Literatúra

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Graph_\(discrete_mathematics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Graph_(discrete_mathematics)). [Citované 2021-02-03].
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/General_game_playing. [Citované 2021-02-10].
- [3] Michael Thielscher Michael Genesereth. *General Game Playing (Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Le)*. Morgan & Claypool Publishers, 2014.
- [4] Michael Genesereth Nathaniel Love, Timothy Hinrichs. General Game Playing: Game description language specification. Technical report, Stanford University, 2006.

Príloha A: obsah elektronickej prílohy

V elektronickej prílohe priloženej k práci sa nachádza zdrojový kód programu a súbory s výsledkami experimentov. Zdrojový kód je zverejnený aj na stránke <http://mojadresa.com/>.

Ak uznáte za vhodné, môžete tu aj podrobnejšie rozpísať obsah tejto prílohy, prípadne poskytnúť návod na inštaláciu programu. Alternatívou je tieto informácie zahrnúť do samotnej prílohy, alebo ich uviesť na oboch miestach.

Príloha B: Používateľská príručka

V tejto prílohe uvádzame používateľskú príručku k nášmu softvéru. Tu by ďalej pokračoval text príručky. V práci nie je potrebné uvádzať používateľskú príručku, pokiaľ je používanie softvéru intuitívne alebo ak výsledkom práce nie je ucelený softvér určený pre používateľov.

V prílohách môžete uviesť aj ďalšie materiály, ktoré by mohli pôsobiť rušivo v hlavnom texte, ako napríklad rozsiahle tabuľky a podobne. Materiály, ktoré sú príliš dlhé na ich tlač, odovzdajte len v electronickej prílohe.