



Mastermind / Logik

Jakub Kúdela, II. ročník, I33

letný semester 2010/2011

Neprocedurální programování PRG005

Zadanie problému:

Vytvoriť prostredia pre porovnávanie rôznych stratégií hľadania kódu v hre [Mastermind/Logik](#). Prostredie má ponúkať možnosť za behu špecifikovať farby kolíčkov, počet týchto farieb, dĺžku kódu, počet kôl (round) v zápase (match), počet možností hľadania kódu (guess limit). Takáto škála nastavení sa snaží zachytiť množinu najčastejších variácií tejto hry (napríklad Mastermind⁴⁴ z roku 1972 mal 5 miestny kód zo 4 farieb, RoyaleMastermind z toho istého roku mal 3 miestny kód a 25 druhov kolíčkov). Prostredie má ponúkať spustenie zápasu pre ľubovoľný počet stratégií, za ľubovoľných podmienok, pričom jedno kolo (round) znamená vygenerovanie kódu a zahranie partie (turn) každej stratégie na tento kód. Výsledok môže byť výhra (win) na niekoľko hádaní (guess), alebo prehra (loss), pokiaľ stratégia vyčerpá limit z nastavení. Na záver zápasu vypíše pre každú stratégiu prostredie informáciu o počte výhier, prehí a priemernom počte hádaní vo výherných partiách. Takto je možné pustiť veľké množstvo stratégií pre veľký zápas a z priemerov usudzovať silu jednotlivých stratégií, ostatne tak, ako to v súčasnosti robí komunita hráčov hry Mastermind. Súčasťou riešenia majú byť dve stratégie a možnosť zapojiť do hry užívateľa. Ďalšou podmienkou riešenia je, aby sa dali do programu ľahko dopisovať ďalšie. Program má byť napísaný v jazyku Prolog.



Použité algoritmy:

Myslím si, že zadanie si nevyžadovalo aplikáciu zložitejších algoritmov, práve naopak, použitý algoritmus je pomerne priamočiary. Program skôr mal byť praktický a ľahko modifikovateľný, dobre navrhnutý. Opíšem hlavný algoritmus pre zápas, algoritmy 3 vstavovaných stratégií a princíp vyhodnocovania tipu na kód:

Algoritmus pre zápas: Zistí z nastavení počet kôl a pre tento počet spustí kolo pre všetky stratégie v zápase. Kolo vygeneruje kód pre dané kolo a zahrá partiu s každou stratégiou. Pri hraní partií po každom tipe od stratégie algoritmus skontroluje, či tip nie je kód, ak áno prehlási danú stratégiu v danom kole za výhernú a poznamená si jej počet tipov, ak nie pýta si od stratégie ďalší tip. Keď počet tipov dosiahne z nastavení limit, prehlási danú stratégiu v danom kole za porazenú ukončí partiu. Po uplynutí všetkých kôl zozbiera poznamenané informácie a vyhodnotí pre každú stratégiu v zápase počet výhier, počet prehíer a priemerný počet tipov vo výhernom zápase.

Stratégia 0: Pýta si od užívateľa vstup dovtedy, kým užívateľ nezadá prvý validný tip (farby použité v kóde sú farbami v hre a odpovedá dĺžka tipu dĺžke kódu). Takýto prvý validný vstup berie za voľbu.

Stratégia 1: Generuje všetky možné permutácie kódu a ako svoje rozhodnutie volí prvú kombináciu, ktorá je v súlade s predchádzajúcimi ohodnoteniami.

Stratégia 2: Vygeneruje si predom všetky možné kombinácie, ktoré sú v súlade s predchádzajúcimi ohodnoteniami, vyberie si náhodnú z nich.

Zdanlivo podobajúce sa na seba stratégie pritom v zápasoch na 1000 kôl dosahujú celkom rozličné priemery, líšiace sa niekedy až o 1.5 hádania, príčinou je zrejme slabý prvý tip prvej stratégie

Princíp vyhodnocovania: Spočíta počet pozíčne aj farbou spočítaných kolíčkov, následne spočíta počet farebne správnych kolíčkov (pričom v medzi kroku riedi vzor). Na výstup dáva počet extra farebne správnych kolíčkov (rozdiel počtu farebne správnych a počtu farebne aj pozíčne správnych).

Program pre užívateľa:

Program je potrebné konzultovať cez súbor *mastermind_main.pl*. V zložke spolu s týmto súborom nesmie chýbať ani zvyšné súbory aplikácie (*mastermind_engine.pl*, *mastermind_strategies.pl*, *mastermind_settings.pl*, *mastermind_auxiliary.pl*).

Hneď po nakonzultovaní programu sa program predstaví a vypíše pár dôležitých informácií pre užívateľa. Medzi inými aj oznámi, že predikát *mastermind_help/0* vypíše zoznam všetkých predikátov určených priamo pre používateľa. Tie sú uvedené všetky v ďalšom paragrafe.

Celá užívateľská časť programu je postavená na hlavnom predikáte, a sice *match/1*, ktorý vezme zoznam stratégií (napríklad *match([1, 2])*., kde 1 a 2 patria medzi riadne definované stratégie), pre ktoré chceme zápas spustiť s tým, že priebeh takéhoto zápasu je ovplyvnený nastaveniami (výpis aktuálnych docielime predikátom *list_settings/0*), ktoré sa dajú ovplyvňovať predikátmi: *set_round_count/1*, *set_guess_limit/1*, *set_code_length/1* (za hodnoty nových nastavení berú prirodzené čísla) a predikáty *add_color/1* (pridá novú farbu, ktorá môže mať ľubovoľný názov), *remove_color/1* (odoberie len existujúcu farbu v nastaveniach z hry). V prípade, že sa užívateľ rozhodne zapojiť do hry, je možnosť skryť vygenerovanie kódov na jednotlivé kolá a to predikátom *set_code_visibility/1*, tiež je v takomto prípade vhodné stratégiu do ktorej zasahuje hráč umiestniť v zozname stratégií na vstupe do *match/1* ako prvú, aby užívateľ nevidel predom hry ostatných stratégií na kód vygenerovaný na dané kolo. Podotýkam, že stratégie na vstupe musia byť stratégie definované (partia so zle definovanou alebo nedefinovanou stratégiou skončí výpisom *Failed!*)

Ukážka interaktívnej práce s programom pre užívateľa:

Nakonzultovanie programu:

MASTERMIND (Jakub Kúdela, 2011)

Round count: 5.
Guess limit: 10.
Code length: 4.
Peg colors: [a,b,c,d,e,f].
Code visibility: true.
Strategies defined: [0,1,2].

Type: "mastermind_help." for help.

Vypýtanie si helpu:

1 ?- mastermind_help.

HELP:

Type "match([X1, X2, ...]).", to run a match between X1, X2, ... defined strategies

Type "list_settings.", to see all game settings.

Type "set_round_count(X).", to change the round count to X.

Type "set_guess_limit(X).", to change the guess limit to X.

Type "set_code_length(X).", to change the length of code to X.

Type "add_color(X).", to add a new color X.

Type "remove_color(X).", to remove a color X from game.

Type "set_code_visibility(X).", where X=true to show codes, X=false to hide codes.

For adding/removing/rename strategies edit "mastermind_strategies.pl".

true.

Nastavenie počtu kôl v zápase:

2 ?- set_round_count(2).

Round count set to: 2.

true.

Nastavenie tipovacieho limitu:

3 ?- set_guess_limit(5).

Guess limit set to: 5.

true.

Spustenie zápasu pre predom definované stratégie "1" a "2":

4 ?- match([1,2]).

Starting match: strategies=[1,2], rounds=2, guess limit=5,

peg colors=[a,b,c,d,e,f], code length=4, code visibility=true.

[round=0, code=[a,b,d,d]]

"1"'s turn:

[a,a,a,a], B=1, W=0

[b,b,b,a], B=1, W=1

[c,b,a,c], B=1, W=1

[b,d,a,d], B=1, W=3

[a,b,d,d], B=4, W=0

Win in: 5.

"2"'s turn:

[a,b,d,c], B=3, W=0

[a,b,b,c], B=2, W=0

[e,b,d,c], B=2, W=0

[a,f,d,c], B=2, W=0

[a,b,d,a], B=3, W=0

Loss.

[round=1, code=[f,d,b,e]]

"1"'s turn:

[a,a,a,a], B=0, W=0

[b,b,b,b], B=1, W=0

[c,c,c,b], B=0, W=1

[d,d,b,d], B=2, W=0

[e,e,b,d], B=1, W=2

Loss.

"2"'s turn:

[b,b,c,e], B=1, W=1

[f,c,a,e], B=2, W=0

[b,c,a,d], B=0, W=2

[f,d,b,e], B=4, W=0

Win in: 4.

Results:

"1": W=1, L=1, Avg(Wins)=5.

"2": W=1, L=1, Avg(Wins)=4.

Match ended.

Kód pre 1.kolo (indexované od 0):

code=[a,b,d,d]

2. tip v 1.kole stratégie "2" na kód:

[a,b,d,c]

Pozičné ohodnotenie (Black key pegs):

B=3

Extra farebné ohodnotenie (White key pegs):

W=0

Prehra stratégie "2" v 1.kole:

Loss.

Výhra stratégie "2" v 2.kole na 4 tipy:

Win in: 4.

Výsledky stratégie "1":

Počet výhier v zápase (Wins):

W=1

Počet prehíer v zápase (Losses):

L=1

Priemer tipov vo výhernej partií:

Avg(Wins)=5

Ukážka interaktívnej práce pre užívateľa so zapojením užívateľa do zápasu:

Nastavenie skrývania kódov:

```
1 ?- set_code_visibility(false).  
Codes are set to be hidden.  
true.
```

Spustenie zápasu pre užívateľa (1. v zozname, “0”) a stratégiu “2”:

```
2 ?- match([0,2]).  
Starting match: strategies=[0,2], rounds=5, guess limit=10,  
peg colors=[a,b,c,d,e,f], code length=4, code visibility=false.
```

```
[round=0, code=hidden]  
"0"'s turn:  
Next tip?: [a,a,b,b].  
[a,a,b,b], B=0, W=0  
Next tip?: [c,c,d,d].  
[c,c,d,d], B=3, W=0  
Next tip?: [c,c,d,e].  
[c,c,d,e], B=2, W=0  
Next tip?: [c,c,f,d].  
[c,c,f,d], B=2, W=0  
Next tip?: [c,d,d,d].  
[c,d,d,d], B=4, W=0  
Win in: 5.  
"2"'s turn:  
[a,f,a,b], B=0, W=0  
[c,c,e,e], B=1, W=0  
[d,d,e,d], B=2, W=1  
[d,c,d,d], B=2, W=2  
[c,d,d,d], B=4, W=0  
Win in: 5.  
[round=1, code=hidden]  
"0"'s turn:  
Next tip?:
```

Zadanie validného ďalšieho typu



Program pre programátora / pridávača stratégií:

Zdrojový kód programu je rozčlenený do niekoľkých súborov, podľa spoločnej sémantiky:

mastermind_main.pl -> slúži informatívne a kompiluje dokopy celý projekt.

mastermind_engine.pl -> obsahuje predikáty riadiace samotný zápas.

mastermind_strategies.pl -> obsahuje stratégie a stručný popis, ako stratégie meniť.

mastermind_settings.pl -> predikáty týkajúce sa implicitných nastavení a ich zmien.

mastermind_auxiliary.pl -> obsahuje celkom všeobecné predikáty, použiteľné aj inde.

Aktivita predikátu *match/1* nachádzajúceho sa v *mastermind_engine.pl* odpovedá algoritmu pre zápas uvedenému medzi použitými algoritmami. Podľa nastaveného počtu kôl, nasledovného: 1.) vygeneruje kód, 2.) vykomunikuje si s každou stratégiou v zápase partiu podľa pravidiel z nastavení a poznamená si výsledok hry, či skončila výhrou stratégie alebo prehrou. V prípade výhry ešte k tomu pridá počet tipov kombinácie do perfektného uhádnutia. Po prebehnutí celého zápasu zozbiera informácie pre jednotlivé stratégie a vypíše skrz pomocné predikáty. Spolu s predikátom *match/1* sa v súbore *mastermind_engine.pl* nachádza taktiež predikát *feedback(+Pattern, +Code, -Positions, -ExtraColors)*, ktorý vyhodnocuje tip *Pattern* na základe kódu *Code*, pričom do *Positions* dáva počet pozíciou a farbou odpovedajúcich kolíčkov a do *ExtraColors* počet okrem toho počet len farbou odpovedajúcich, presne tak ako v pravidlách originálnej hry.

V *mastermind_strategies.pl* je vytvorený akýsi “interface” okolo stratégií. Pre ich ľahšie manažovanie v programe každá stratégia musí byť deklarovaná skupinou klauzúl s formou *strategy(Name, +TurnState, -Pattern)*, kde *Name* je identifikátor danej stratégie, *TurnState* je zoznam predchádzajúcich ohodnotených tipov a *Pattern* má byť ďalší tip na konfiguráciu, pričom tento tip musí byť klauzulou na daný vstup definovaný *jedinečne*, pre správne fungovanie programu. Spolu so stratégiami tento súbor obsahuje aj pomocné predikáty, ktoré stratégie používajú. Stratégie taktiež mimo iné môžu používať aj predikáty z “enginu” a to napríklad aj spomínaný predikát *feedback/4*.

V prípade dodefinovania novej stratégie do *mastermind_strategies.pl* je potrebné zaradiť túto stratégiu do hry. To docielime zaradením názvu tejto stratégie do databázy stratégií v predikátom *strategy/1* v tomto istom súbore. Napríklad v prípade dodefnovaní stratégie

strategy(3, _ _) medzi stratégie pôvodné stratégie 0,1, 2, pridáme klauzulu *strategy(3)* do *mastermind_strategies.pl* taktiež.

Reprezentácia dat pre programátora / pridávača stratégií:

Reprezentácia dát v programe sa snaží byť jednotná a vyzerá takto:

Kód, Tip / Code, Pattern ~ [F], kde farby *F* spĺňajú *color(F)* z nastavení.

Zoznam stratégií ~ [S], kde stratégie *S* majú def. *strategy(S, _ _)* v stratégiách.

Ohodnotený tip / Guess ~ guess(Tip, Pozíčné ohodnotenie, Extra farebné ohodnotenie).

Stav partie / Turn state ~ [T], kde *T* je predchádzajúci ohodnotený tip.

