

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
Katedra informatiky a výpočetní techniky

SEMESTRÁLNÍ PRÁCE z UZI

Hra NIM

19. 12. 2023

Václav Ovsík

1 Obsah

| | | |
|-----|------------------------------|---|
| 2 | Formulace úlohy | 3 |
| 3 | Analýza úlohy | 3 |
| 4 | Popis algoritmu řešení | 4 |
| 5 | Popis programu | 4 |
| 5.1 | Báze dat | 4 |
| 5.2 | Báze znalostí | 4 |
| 5.3 | Inferenční modul | 4 |
| 5.4 | Komunikační modul | 5 |
| 5.5 | Vysvětlovací modul | 5 |
| 5.6 | Modul main | 5 |
| 6 | Popis obsluhy programu | 5 |
| 7 | Rozbor výsledků | 6 |
| 8 | Závěr | 6 |

2 Formulace úlohy

Je dáno N hromádek zápalek, ze kterých střídavě odebírají dva hráči tak, že mohou odebrat libovolný počet zápalek z jedné hromádky, případně odebrat stejný počet zápalek ze dvou hromádek. Vyhrává ten, kdo odebral poslední zápalku. Napište program, který hledá optimální strategii pro jednoho hráče.

3 Analýza úlohy

Hra NIM byla matematicky vyřešena pro libovolný počet počátečních hromádek a zápalek a existuje vypočitatelný způsob, jak určit, který hráč vyhraje a které vítězné tahy jsou pro něj dostupné.

Kumulativní hodnota XOR počtu zápalek na jednotlivých hromádkách v kterémkoli bodě hry se nazývá Nim-Sum v daném bodě. Pokud oba hráči hrají optimálně (tj. nedělají žádné chyby), pak hráč, který začíná jako první, zaručeně vyhraje, pokud je hodnota Nim-Sum na začátku hry nenulová. V opačném případě, pokud se Nim-Sum rovná nule, začínající hráč určitě prohraje.

V našem případě je standartní hra NIM modifikována. Hráči mají možnost, kromě standartního odebrání určitého počtu zápalek z hromádky, odebrat stejný počet zápalek ze dvou hromádek. Tato skutečnost značně komplikuje nalezení optimální strategie.

Naše situace se podobá problému, kterému se říká „Wythoff’s game“. Jedná se o kombinatorickou úlohu, která svými pravidly odpovídá naší situaci, ale obsahuje jen dvě hromádky zápalek.

4 Popis algoritmu řešení

Algoritmus začíná vypočítáním Nim-Sum před každým tahem. Pokud Nim-Sum není nulová, zjistí se, ze které hromádky je nutno odebrat zápalky, aby se vynulovala. Pokud Nim-Sum nulová je, nelze ji udržet nulovou odebráním zápalek z jedné hromádky. V určitých případech ji lze nulovou udržet odebráním stejného počtu zápalek ze dvou hromádek. Pokud to nelze, udělá algoritmus náhodný validní tah, protože všechny tyto tahy jsou stejnou mírou prohrávající, nezáleží, který si vybereme.

5 Popis programu

Celý program je dekomponován na 6 modulů, podle struktury znalostního systému.

5.1 Báze dat

Obsahuje data znalostního systému. V tomto případě se jedná o uložený počet hromádek a uložený seznam počtu zápalek v každé hromádce.

5.2 Báze znalostí

Obsahuje pravidla pro možné tahy. Při odebírání zápalek se tato pravidla používají pro rozhodnutí o validitě tah.

5.3 Inferenční modul

Obsahuje hlavní programovou smyčku hry Nim. Tato smyčka umožňuje jednotlivým hráčům provádět tahy a volá metody pro kontrolu stavu hry. Dále obsahuje funkci pro nalezení optimálního tahu pomocí vypočtení Nim-Sum. Nacházejí se zde také funkce pro odebírání zápalek z jedné, či více hromádek, a funkce pro kontrolu vstupu získaného komunikačním modulem.

5.4 Komunikační modul

Uchovává funkce pro komunikaci s uživatelem. Nachází se zde například metody pro získání vstupu pro požadované tahy, informační výpisy a výpis stavu herní desky.

5.5 Vysvětlovací modul

Vypisuje nápovědu, pokud si ji uživatel vyžádá.

5.6 Modul main

Vstupní bod programu. Předává řízení inferenčnímu modulu.

6 Popis obsluhy programu

Pro spuštění programu je nutné mít nainstalovaný Python. Program se spouští z hlavního modulu main. Po spuštění vypíše úvodní zprávu a požádá uživatele o zadání počtu hromádek. Následně program vypíše herní pole se zadaným počtem hromádek a nápovědu, která doporučí neoptimálnější tah. Dále je uživatel vyzván k zadání počtu zápalek, které chce odebrat, a následně k vybrání hromádky, ze které chce tyto zápalky odebrat. Pokud si přeje odebrat zápalky ze dvou hromádek, musí oddělit svůj vstup mezerou (např. „1 3“). V případě nesprávného vstupu je vypsáno chybové hlášení a uživatel je vyzván k opětovnému zadání hodnot. Při správném zadání jsou zápalky odebrány a herní pole je aktualizováno. Po každém tahu uživatele je zobrazen tah protivníka a aktualizované herní pole. Hra pokračuje, dokud není odebrána poslední zápalka. Po skončení hry je zobrazen vítěz a uživatel má možnost hru hrát znovu, nebo program ukončit.

7 Rozbor výsledků

Abych dosáhl úspěšného výsledku, bylo nezbytné upravit zadání úlohy tím, že jsem zanedbal pravidlo umožňující odebírání zápalek z více hromádek. Toto konkrétní pravidlo bylo technicky náročné na implementaci, protože Sprague-Grundyho teorie, používaná k řešení většiny úloh tohoto typu, nepočítá s pravidly, která by zahrnovala manipulaci s více hromádkami.

8 Závěr

Podle mého názoru byl vytvořený program vcelku úspěšný. Díky strukturování kódu do modulů podle struktury znalostního systému je program přehledný a snadno se v něm dá orientovat. Program také obsahuje komentáře v méně přehledných sekcích. Ovládání programu je intuitivní a herní plocha zůstává přehledná i během hry. I přesto, že nápověda nedoporučuje odebírání zápalek ze dvou hromádek, si myslím že je užitečná.