

FIBot 5

Ondřej Bouda

28. 11. 2008

Úvod

Na Fakultě informatiky Masarykovy univerzity se pravidelně koná programátorská soutěž FIBot. Každý (půl)ročník mají 1-3členné týmy za úkol naprogramovat strategii hrající nějakou jednoduchou hru. Odevzdané strategie pak mezi sebou soupeří na různých scénářích.

Každý (půl)ročník má však svá specifika a pravidla výrazně odlišná od ostatních ročníků – strategie řídí jednoho nebo více robotů, centralizovaně či decentralizovaně, s úplnou či neúplnou znalostí stavu hry, souboje dvou nebo více hráčů na jedné mapě. Výjimku tvořil čtvrtý půlročník, kde se dražila pole a šlo o obsazení co největšího souvislého území.

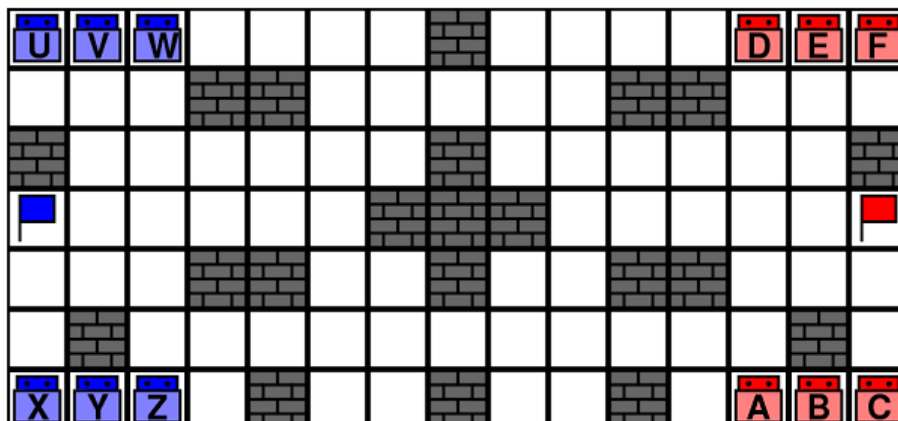
První a třetí ročník soutěže trvaly jeden semestr, druhý ročník probíhal během celého akademického roku 2006/2007. Od čtvrtého ročníku je však soutěž vyhlašována jako 24hodinová. Do zahájení soutěže jsou zveřejněna pouze rámcová pravidla hry, od vyhlášení přesných pravidel hry pak mají týmy 24 hodin na odevzdání finální strategie. Začíná se typicky v podvečer, druhý den dopoledne se koná kvalifikace, která slouží jako trénink strategií a testovací poměření kvality algoritmů, v podvečer druhého dne pak soutěž končí a vyhlašují se výsledky.

Letošní, již pátý půlročník se konal 25.–26. 11. 2008 a programovala se centralizovaná strategie řídicí tým robotů s úplnou znalostí.

Pravidla pátého ročníku

Úkolem strategií v pátém ročníku soutěže FIBot bylo dostat jednoho ze svých robotů na pole se soupeřovou vlajkou.

V každém scénáři proti sobě hrají dva hráči. Každý má svůj tým robotů, na začátku hry oba stejně početné. Hraje se v obdélníkovém bludišti se stěnami. Každý hráč má na některém z volných polí umístěnu svoji vlajku. Cílem hry je dostat jednoho ze svých robotů na pole se soupeřovou vlajkou, nebo alespoň co nejbližší.



Hra probíhá na kola, hráči se střídají v tazích. Každý tah hráč zvolí akci jednoho svého robota. Robot může vykonat pohyb v jednom ze čtyř směrů – vodorovně, nebo svisle. Zastaví se až o okraj hracího pole, zeď nebo jiného robota. Namísto pohybu může ještě robot vybuchnout, čímž zničí všechny nekryté roboty ve stejném řádku nebo sloupci. Robot je krytý, pouze pokud stojí za zdí (tj. mezi tímto robotem a místem výbuchu je alespoň jedna zeď). Poslední možnou variantou je stání všech robotů.

Pokud se některému robotovi podaří táhnout na pole s vlajkou soupeře (a zastavit se tam), hra končí okamžitě, jinak se hraje předem daný počet kol a rozhoduje euklidovská vzdálenost nejbližšího robota od soupeřovy vlajky.

Pokud se hráči podařilo získat vlajku, obdrží za hru 20 bodů, jinak obdrží $15 - d$ bodů, kde d je euklidovská vzdálenost jeho nejbližšího robota od soupeřovy vlajky, nejméně však 0 bodů. Skóre ze všech zápasů se sčítá a podle toho se určí vítěz postupující do dalšího kola.

Implementace

V dřívějších ročnících bylo nutné strategii implementovat v jazyce Java, od čtvrtého půlročníku je povolen libovolný programovací jazyk. Program je spuštěn vždy na jeden tah. Na vstupu obdrží aktuální stav hry, na výstup vypíše svůj tah a skončí, může však do určených souborů uložit omezené množství informací.

Časový limit na odpověď strategie je 2 sekundy, paměťový limit je 100 MB operační paměti a 100 MB v odkládacích souborech. Maximální rozměry hracího plánu jsou 25×25 , nejvýše hraje 26 robotů.

Strategie WheeeBot44

WheeeBot44 je strategie, kterou vytvořili Ondřej Bouda, autor tohoto článku, a Michal Novák, studenti 2. ročníku Fakulty informatiky.

Jejím základem je prohledávání stavového prostoru hry. Každý tah hráče tvoří jeden stav – uzel ve stromě s kořenem odpovídajícím výchozí pozici. Tento strom strategie prochází do hloubky s pevně daným limitem (konstanta nebo počet zbývajících tahů do konce hry). Program při tom nekopíruje celý plán hry, do stavu ukládá pouze souřadnice tahu. Průběžně při tom modifikuje herní plán, při návratu z prohledaných podstromů jej vrací do původní podoby. Pro možnost vrácení destruktivního tahu je ještě třeba při každé destrukci uložit i seznam zničených robotů.

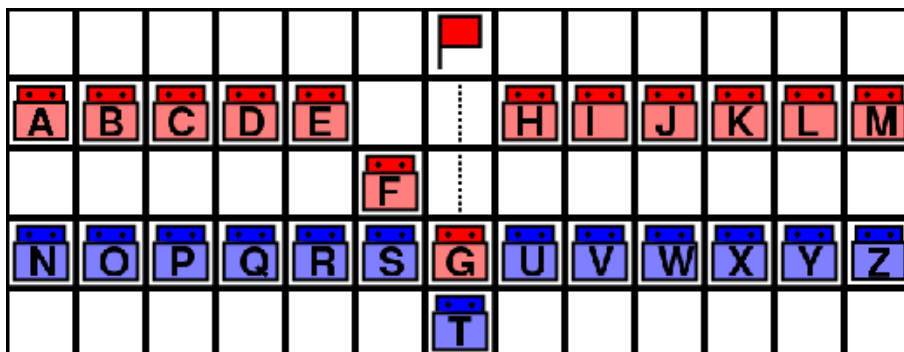
Nejdříve strategie testuje, zda z dané výchozí pozice existuje vyhrávající strategie – tedy taková posloupnost tahů strategie, že ať soupeř táhne jakkoliv, prohraje. Pro nalezení řešení strategie zkonstruuje stavový prostor do určité hloubky. Jelikož počet stavů s hloubkou exponenciálně roste a úroveň větvení stavového stromu je relativně velká¹, prohledává takto strategie stavový prostor pouze do hloubky 4. Stav ve větší hloubce označuje (preventivně) jako nevyherní. Při průchodu používá alfa-beta prořezávání – pokud je na tahu WheeeBot44, stačí nalézt jeden vyhrávající podstrom; pokud je v nějakém stavu na tahu soupeř, jediný nevyhrávající podstrom tohoto stavu znamená, že i tento stav je nevyhrávající. Pokud tedy existuje řešení vyhrávající do 4 následujících tahů, strategie ho nalezne a provede.

Jelikož uvedené prohledání zejména na začátku hry zřejmě nenalezne optimální řešení, prochází dále strategie znovu stavovým prostorem od aktuálního stavu, tentokrát však s daleko častějším prořezáváním. Konkrétně, počítá pouze tahy svých robotů (jakoby soupeř vždy stál na místě), a navíc vždy pouze jednoho svého robota zároveň (prohledává takto, do jakých stavů může jeden samotný robot dojít). Ořezává tedy všechny tahy kromě

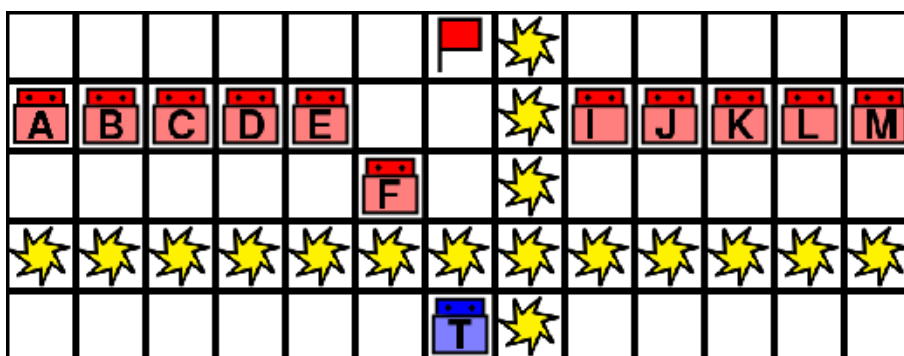
¹Při nejvyšším možném počtu 13 robotů na tým a 5 možnostech tahu každého robota a možnosti stát se všemi roboty je úroveň větvení až $13 \cdot 5 + 1 = 66$. Horní odhad počtu stavů ve stavovém prostoru do hloubky 4 je tak 18 974 736.

pohybu a výbuchu daného robota. Ořezává navíc i stavy po dosažení soupeřovy vlnky. Takto prořezaný stavový prostor strategie konstruuje nejvýše do pevné hloubky (v turnaji použita konstanta 10). Průběžně stavy hodnotí a uchovává si dosud nejlepší nalezený stav. Upřednostňuje při tom možnost zničit více nepřátelských robotů než svých robotů. Druhotné kritérium je pak euklidovská vzdálenost od soupeřovy vlnky. Nejlepší nalezený stav po celém průchodu (nebo těsně před časovým limitem) strategie vrátí jako výsledek.

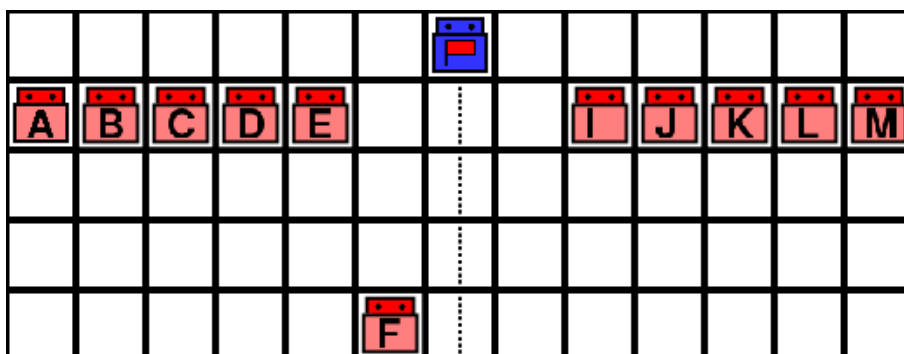
Zpracována byla ještě obranná strategie. Spouští podobný průchod jako prvotní hledání vyhrávajícího tahu, ovšem z pohledu soupeře. Hledá tedy zaručeně prohrávající větev. Při tom opět alfa-beta prořezává, příliš hluboké větve považuje za neprohrávající. Všechny tahy vedoucí do prohrávajících větví pak zakáže.



Vítězná strategie modrého na dva tahy...



Modrý obětuje téměř všechny své roboty



Po tahu soupeřova robota *F* modrý vyhrává

Strategie NLPbot

Autory strategie NLPbot jsou Bc. Vojtěch Kovář, Mgr. Václav Němčík a RNDr. Jan Pomikálek, magisterští resp. doktorští studenti z Centra zpracování přirozeného jazyka.

Strategie používá průchod do hloubky stavovým prostorem hry s postupným prohlubováním. Při tom aplikuje alfa-beta ořezávání. Ořezává navíc sebedestrukční tahy, které nezničí žádného soupeřova robota. Všechny nalezené stavy ohodnotí a podle ohodnocení seřadí při následující iteraci. Stavový prostor takto prochází až do dosažení časového nebo paměťového limitu.

Ohodnocení stavu hry je následující:

- Je-li konec hry, používá se reálná hodnotící funkce (podle pravidel).
- Není-li konec hry, používá se vážený součet ohodnocení tří nejlépe hodnocených robotů. Roboty strategie hodnotí podle počtu tahů, na které robot dosáhne soupeřovy vlajky na prázdném plánu, a podle vzdálenosti od vlajky v manhattanské metrice. Robot r je pak ohodnocen funkcí $dist(r) + m \cdot mtf(r)$, kde mtf a $dist$ jsou zmíněné funkce, m je počet tahů do konce hry. Tři nejnižší ohodnocení robotů pak vyváží a sečte na hodnotu $penalty = 8 \cdot s_1 + 4 \cdot s_2 + 2 \cdot s_3$. Výsledné skóre je pak $-penalty$, tedy trojici nejperspektivnějších robotů ohodnotí nejlépe. Straně, která má více robotů, pak ještě přičte skóre za počty robotů ve hře funkcí $10 \cdot m \cdot o/e$, kde o je počet robotů strategie, e je počet robotů soupeře.

Průchod stavovým prostorem je implementován stejně jako u strategie WheeeBot44 – během průchodu se modifikuje výchozí stav hry, při návratu z větvi prohledávacího stromu se provádí zpětné tahy.

Výsledky

Vítězem celého turnaje se stala strategie NLPbot. Na dalších místech se v pořadí umístily strategie ResistanceIsFutile, SetlaciUChlumce a T1000. Pořadí ostatních strategií nebylo z důvodu použití systému play-off určeno. Strategie WheeeBot44 byla zejména kvůli implementační chybě vyřazena již v druhém kole. Celkem se závěrečného turnaje zúčastnilo 27 strategií.

Strategie NLPbot byla úspěšná díky několika klíčovým aspektům. V prvé řadě byl zvolen vhodný algoritmus – průchod do hloubky s postupným prohlubováním a alfa-beta ořezáváním. Jeho implementace byla navíc paměťově efektivní. Druhým významným prvkem byla zvolená ohodnocovací funkce, pomocí které se řadily zpracovávané stavy a zefektivnilo se tak alfa-beta prořezávání. Tato ohodnocovací funkce vhodně postihovala reálný stav hry – nejdříve je výhodnější mít více robotů a vlajku dosáhnout na méně tahů, ke konci hry je důležitější být co nejblíže vlajce. Prohledávání urychlil také ořez sebedestrukce zničující pouze vlastní roboty, která v žádném případě nemůže být výhodná. Poslední rozhodující vlastností bylo prohledávání prostoru až do vyčerpání celého časového limitu.

Reference

- [1] <http://www.fi.muni.cz/FIbot/>
- [2] <https://is.muni.cz/auth/gdf/FI/fibot5/>
- [3] <http://www.fi.muni.cz/~xpelanek/fibot5/pravidla.pdf>