

PATHFINDING MODULE

Jan Váňa

Bachelor Degree Programme (3), FIT BUT

E-mail: xvanaj00@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Martin Drahanický

E-mail: drahan@fit.vutbr.cz

ABSTRACT

Simulation systems based on artificial intelligence often have to solve the problem of finding a way between two places for an object controlled by a computer. This article deals with a development of such a module for already existing simulation system, which is able to find the best way for any object if this is existent.

1. ÚVOD

V oblastech umělé inteligence a simulacích je velmi často nutné řešit problém vyhledávání cesty v terénu pro určitý objekt. Tématem mého projektu je vytvoření modulu, který je schopen pro danou mapu a daný objekt najít cestu z počátečního do cílového bodu s ohledem na různé parametry vyhledávání (typ terénu, nadmořské výška, rozměry objektu, vliv ostatních objektů atd.).

2. ROZBOR

2.1. VSTUPNÍ ÚDAJE

Pro vyhledávání je nejdříve nutné získat od systému, ve kterém je modul integrován, veškeré důležité informace o mapě. Tato operace může proběhnout ve fázi inicializace modulu. Za běhu systému jsou pak vyhledávacímu modulu kladeny dotazy na konkrétní dva body mapy (počáteční a cílový) a zároveň je nutno blíže specifikovat všechny aspekty vyhledávání (parametry objektu, parametry vyhledávání).

2.2. VÝPOČET

Problém vyhledávání cesty v terénu lze formalizovat nejprve jako hledání nejkratší cesty v ohodnoceném grafu, kde uzly grafu jsou určitá specifická místa na mapě a hodnota hran je dána náročností přechodu (vzdálenost, stoupání, ...) mezi dvěma takovými místy [1]. Tento typ úlohy lze chápat jako problém prohledávání stavového prostoru, kde je výchozí a cílový stav zadán uzly grafu, které odpovídají daným místům na mapě. Pro řešení takové úlohy existuje celá řada metod [5]. Hlavním problémem ovšem je vytvoření vlastního stavového prostoru (potažmo orientovaného grafu) a výběr té nejvhodnější vyhledávací metody.

2.3. REPREZENTACE MAPY

Pro potřeby vyhledávání je vhodné, aby si modul vytvořil vlastní kopii mapy (terénu), a upravil si ji s ohledem na své požadavky. Existují v zásadě dva způsoby popisu mapy. Prvním je vektorový, kdy by byla celá mapa složena z polygonů, ovšem ten se hodí spíše pro interiéry, kde jsou převážně pravidelné geometrické objekty [4]. V případě simulačního prostředí, pro které je modul vyvíjen, jsou všechny mapy venkovní s velmi nepravidelným a členitým terénem. Zde se hodí popis rastrový, kdy se celá mapa pokryje čtvercovou sítí a území, které pokryje jeden čtverec sítě (políčko) se považuje za nejmenší a nedělitelnou jednotku mapy, která je v celé své ploše konstantní (stejná výška, typ terénu, ...) [1, 3].

Celá mapa je tedy reprezentována množinou políček M , kde každé políčko je jednoznačně určeno souřadnicemi x a y . Uzly orientovaného grafu jsou tedy všechny prvky množiny M . Jako sousední uzly grafu (existuje mezi nimi hrana) budeme chápat ta políčka A a B pro které platí rovnice (1) a (2). To znamená, že mají společnou hranu nebo vrchol.

$$|x_A - x_B| \leq 1 \quad (1)$$

$$|y_A - y_B| \leq 1 \quad (2)$$

Každé políčko A je ohodnoceno funkcí $p(A)$, která vezme v úvahu detaily o políčku (výška, prostupnost atd.) a přiřadí mu hodnotu v intervalu $<1.0, \infty$). Tato hodnota udává koeficient postihu při průchodu políčkem (1.0 – žádný postih, ∞ - neprůchodné políčko)[2].

Ohodnocení hrany grafu mezi sousedními uzly $c(A,B)$ je dáno rovnicí (3), kde $|A-B|$ je vzdálenost mezi sousedními uzly.

$$c_{(A,B)} = (0.5 p_{(A)} + 0.5 p_{(B)}) \times |A-B| \quad (3)$$

2.4. METODA VYHLEDÁVÁNÍ

Vyhledávacích metod pro nalezení nejkratší cesty v ohodnoceném grafu existuje celá řada. Jedna z nejefektivnějších metod, která je také nakonec v modulu použita se nazývá A^* (A STAR). Zjednodušeně funguje tak, že začne v počátečním uzlu a každému jeho sousedovi N přiřadí ohodnocení $f(N)$, která se skládá ze složky $g(N)$ a $h(N)$, kde $g(N)$ je cena cesty z výchozího bodu do aktuálního bodu a $h(N)$ je spodní odhad ceny cesty mezi aktuálním a koncovým uzlem (4):

$$f(N) = g(N) + h(N) \quad (4)$$

V každém dalším průchodu se vybere dosud nerozgenerovaný uzel A s nejnižší hodnotou $f(A)$ a celý postup se opakuje, dokud se vybraný uzel nerovná cílovému uzlu (optimální cesta), nebo byly již všechny uzly rozgenerované a cílového uzlu nebylo dosaženo (nemá řešení) [5].

2.5. VÝSTUPNÍ ÚDAJE

Výstupem vyhledávacího modulu je posloupnost souřadnic, přes které nalezená cesta prochází. Výsledek nemusí přesně kopírovat cestu bod po bodu, ale může být dodatečně optimalizován (ze souřadnic ležících na jedné přímce lze uvádět jen počáteční a koncovou).

2.6. OPTIMALIZACE

Jelikož modul pracuje s obrovskými mapami, je nutné provést optimalizace za účelem zvýšení rychlosti vyhledávání a snížení paměťových nároků. Za tímto účelem je mapa uložena ve formě stromu [6]. Rodičovský uzel může mít až 4 syny (levý a pravý x horní a dolní).

Přičemž v každém uzlu, který není listem jsou uloženy přibližné údaje o ploše, kterou jeho synové pokrývají. Vyhledávání tedy nemusí pracovat na nejnižší vrstvě stromu, ale za účelem zrychlení lze najít (většinou méně přesnou) cestu v některé z vyšších vrstev stromu a snížit tak počet prohledávaných uzlů.

V případě, že modul nějakou část stromu nevyužívá, může ji odložit na disk (případně do databáze) a v případě potřeby si ji opět načte do paměti.

3. ZÁVĚR

Celý modul je zaměřen na co nejlepší funkčnost ve spojení s již hotovým simulačním systémem. Tudíž je vhodný spíše pro venkovní značně členité mapy, ale s menšími úpravami se dá využít pro libovolné prostředí.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory firmy E-COM s.r.o., pro jejichž simulační systém je celý projekt navržen a optimalizován.

LITERATURA

- [1] Patel, A.: Game Programming, Dokument dostupný na URL <http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/> (únor 2007)
- [2] Hildebrand, A.: Referát do předmětu Praktikum z informatiky, Dokument dostupný na URL <http://pathlib.hildebrand.cz/doc/Referat/pathref.html> (únor 2007)
- [3] Jönsson, M. F.: An optimal pathfinder for vehicles in real-world digital terrain maps, Dokument dostupný na URL <http://www.student.nada.kth.se/~f93-maj/pathfinder/> (únor 2007)
- [4] Arvid, N: Time-sliced pathfinding on arbitrary polygon surfaces, Dokument dostupný na URL www.cs.umu.se/education/examina/Rapporter/ArvidNorberg.pdf (únor 2007)
- [5] Zbořil, F.: Studijní opora předmětu IZU, VUT v Brně, Fakulta informačních technologií, ÚITS, 2006
- [6] Honzík, J. M.: Studijní opora předmětu IAL, VUT v Brně, Fakulta informačních technologií, ÚITS, 2006