

Vyhledávání optimální trasy v 3D modelu terénu

Petr Holec, Jiří Jeníček

Abstrakt

Zadáním práce bylo vytvořit aplikaci pro navigaci reálným, třírozměrným, prostředím a vyhledávání nejkratší cesty v něm. Součástí takové aplikace je nastudování problematiky týkající se grafových algoritmů a problematiky vykreslování třírozměrného prostředí obecně. Bude představena aplikace ve svém celkovém rozsahu s metodami a postupem při její realizaci.

Úvod

V posledních letech se stále více využívá satelitní lokalizace GPS (Global Positioning System). Využití této technologie pro silniční navigace je již k dnešním dnům naprosto běžnou věcí. Díky tomu je i spousta zmapovaných lokalit a pomocí aplikací, ať už na mobilní telefony nebo na stolní počítače, lze náš cíl naleznout během několika okamžiků.

Méně rozšířená je navigace v interiérech. Důvodem k tomu bude fakt, že v budovách je méně záchytných bodů a povaha terénu je komplexnější oproti exteriérům. Základní myšlenkou této práce je vytvořit aplikaci, která by sloužila jako interaktivní průvodce po budovách a jiných objektech, ať už jsou to školy, muzea, nemocnice nebo jiné budovy, kde je potřeba najít pozici nebo cestu zadané místnosti nebo místa.

Aplikace se dotkne takových problematik jako jsou algoritmy umělé inteligence pro vyhledávání nejkratší cesty, optimalizační úlohy a vykreslovací techniky. Otestuje základní znalosti z teorie grafů, analytické geometrie a lineární algebry.

Experiment a metody

Pro vývoj aplikace byl zvolen jazyk Java, pro práci s grafickou částí práce se využívá grafické API OpenGL. Vstupní data se načítají se souboru typu „.obj“. Jedná se o textový formát od Wavefront Technologies pro uložení informací o geometrii. Pro synchronizaci a popis časově závislých dat (rozvrhů a podobně) se využívá klient-server model a komunikace se provádí na protokolu HTTP.

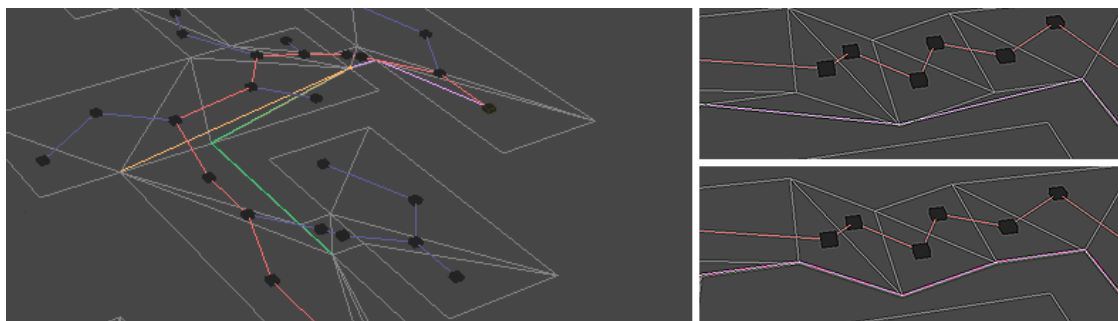
Hlavním částí práce je vyhledávání nejkratší cesty. K tomuto účelu se využívá poznatků získaných z odvětví teorie grafů, protože právě graf je elegantní reprezentace prostředí a vyhledávání je na něm velmi názorné. Graf je rozšířený o *navigační geometrii* (dále navigační mesh). Vyhledávání nejkratší cesty pak probíhá ve třech krocích:

1. Vyhledání nejkratší cesty v grafu pomocí Dijkstrova algoritmu
2. Vyhledání nejkratší cesty v kanálu pomocí *funnel* algoritmu
 - *kanál je část navigačního meshe vytyčená z kroku 1)*
3. Korekce cesty proti navigačnímu meshi
 - *ošetření artefaktů vzniklých při výškových rozdilech*

Výsledky a diskuze

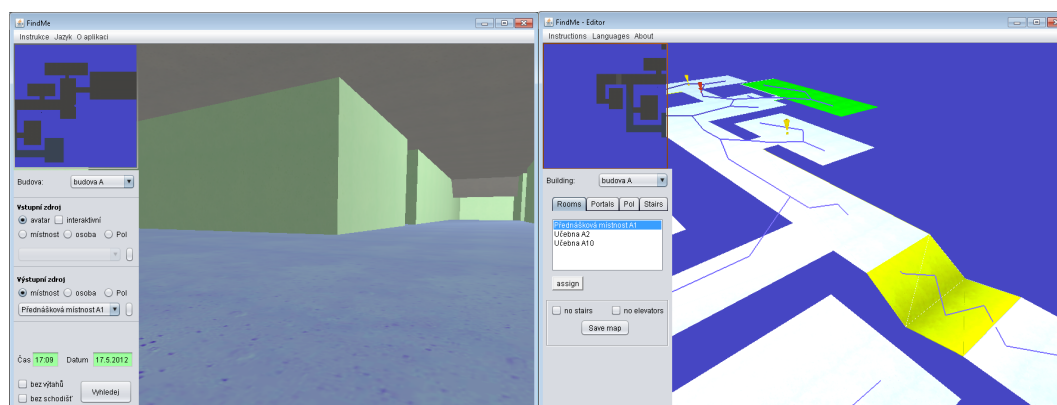
Na následujících obrázcích je poukázáno na význam druhého a třetího kroku vyhledávání cesty. Červená křivka je cesta vyhledaná použitím Dijkstrova algoritmu. Objevuje se zde *cik-cak* efekt a cesta nadbytečně obchází rohy. K odstranění těchto nežádoucích prvků je použit *funnel* algoritmus.

Který obchází těsně kolem rohů a mezi jednotlivými body jde přímou cestou. Zelená a oranžová křivka označují části *funnelu*, fialová je již korektní cesta (Obrázek 1 – vlevo).



Obrázek 1: Řešení cesty

Význam třetího kroku je znázorněn v další části obrázku (Obrázek 1 - vpravo). Je zřejmé, že horní řešení je nedostačující. Křivka se dostává pod povrch navigačního *meshe*. Dolní řešení je již se zapnutou korekcí a je posledním krokem pro přirozenou cestu. Na dalším obrázku (Obrázek 2) je uživatelská aplikace a editor v editačním módu se zvýrazněním vybrané místnosti (zelená barva) a schodiště (žlutá barva). Pro vykreslování je použit jednoduchý *fragment* a *vertex shader*.



Obrázek 2: Aplikace se editorem

Závěr

V rámci práce byly rovněž prostudovány některé techniky pro optimalizaci. Některé jsou obecného charakteru (BSP), některé se zaměřují na urychlení vyhledávání (algoritmy A* a TRA*) a jiné na urychlení vykreslení (LoD, PVS a occlusion culling). Za předpokladu, že by aplikace měla být schopna procházet a zobrazovat velmi komplexní interiéry, bude vhodné některé z nich implementovat. Pro vypracování byl zvolen programovací jazyk Java a grafické API OpenGL, obojí z důvodu vysoké přenositelnosti. Aplikace pracuje ve dvojitým režimu – uživatelská aplikace a editor, oba podporují vícejazyčnost.

Reference

- [1] Demel J. : Grafy a jejich aplikace, Academia, 2002, ISBN 80-200-0990-6
- [2] Demyen, D. J. : Efficient Triangulation-Based Pathfinding [online], 2007 [cit. 2012-02-13], http://skatgame.net/mburo/ps/thesis_demyen_2006.pdf
- [3] Tišnovský, P. : *Seriál Grafická knihovna OpenGL* [online], 2003-2004 [cit. 2011-05-13], <http://www.root.cz/serialy/graficka-knihovna-opengl/>