

### 3次元都市ナビゲーションにおける時空間制約を用いた地図レイアウトの最適化

高橋 成雄<sup>1</sup>, Hsiang-Yun Wu<sup>1</sup>, 廣野 大地<sup>2</sup>, 有川 正俊<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科, <sup>2</sup> 東京大学大学院情報理工学系研究科,

<sup>3</sup> 東京大学空間情報科学研究センター

連絡先: <takahashis@acm.org>

**(1) 動機:** 近年, 都市の道路網や建物などの区画などの地理データの整備が進み, より現実に即した都市のナビゲーションシステムの構築が可能となってきた. しかしながら, データがより正確かつ詳細になるにつれて, 視認性の高さを保持したナビゲーションシステムの構築は, さらに技術的に難しい問題となってきている. 特に, 車載ナビゲーションに応用する際には, 地図内に含まれる道路や建物などの空間的レイアウトに加えて, 時間的なレイアウトについても考慮する必要がある. そこで本研究では, そのような地図ナビゲーションの視認性を向上させるため, 地図のレイアウトを, 時空間制約を用いて最適化する手法を示す. 特に, 運転経路の遮蔽を回避できるナビゲーションシステムを, 応用事例として示す.

**(2) 方法:** 本手法は, 3次元の地図データと運転経路を入力にとり, 運転経路の沿った地図ナビゲーションをアニメーションの形で出力する. その際, 運転経路は周辺の建物に遮蔽されないように, 適宜地図レイアウトの最適化が施される. 我々はこの手法を, 経路の遮蔽を回避した地図を静止画として出力する既存手法[1]を拡張することにより実現した. 単純な手法として, 各時間サンプルにおける経路上の位置において, 上記の手法を用いて最適化した地図レイアウトを, アニメーションの各フレームに用いる方法があるが, この手法では, 道路や建物のレイアウトが常に不自然に変化するナビゲーションしか生成できない. 我々はこの問題を, 各時間サンプルにおいて, 過去の連続する時間サンプル

に対応する地点における地図レイアウト制約を蓄積して最適化計算を行うことで解決を図った. 特に, 現在より少し前までの一連の時間サンプルにおける時空間制約を取り込むことで, 視認性の高い地図レイアウトのアニメーション表示を実現した.

**(3) 結果:** 本提案手法は, Linux OS (Ubuntu 11.04) PC上において, プログラミング言語 C++によるソフトウェアとして実装された. 特に, グラフィックス表示に OpenGL, 画像処理に OpenCV, そして最適化問題のソルバとして, IBM ILOG CPLEX を用いた. 結果例として, 図1に本手法で生成した都市のナビゲーションのアニメーションフレームを示す. オリジナルの地図レイアウトと比較して, 最適化された地図レイアウトは, 周辺の建物による運転経路の遮蔽が効果的に除去されており, 結果として視認性の高い, 地図のアニメーション表示が実現されている.

**(4) 使用したデータ:**

- ・「ZmapTown II データセット」((株)ゼンリン)
- ・「全国デジタル道路地図 DB」(住友電工(株))

**(5) 謝辞:** 本研究は, 東京大学空間情報科学研究センターの空間データ利用を伴う共同研究(No.398)による成果である. また, 日本学術振興会科研費基盤研究(B) No. 24330033 の助成を受けた.

**(6) 参考文献:**

[1] D. Hirono, H.-Y. Wu, M. Arikawa, and S. Takahashi, "Constrained Optimization for Disoccluding Geographic Landmarks in 3D Urban Maps," Proc. 6th IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis 2013), pp. 17-24, 2013.

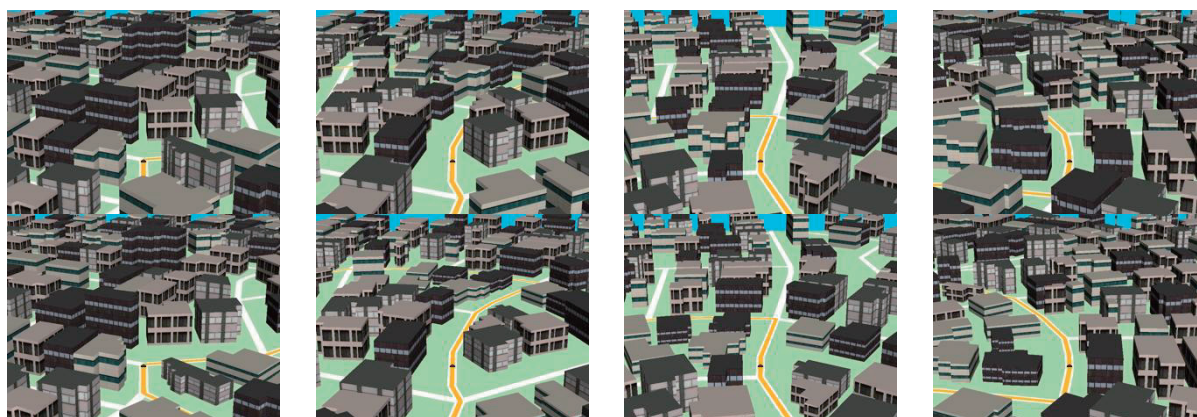


図1: 都市地図ナビゲーションのアニメーションフレーム.オリジナル(上)と最適化した(下)レイアウトの比較.