

## 注釈ラベル配置の空間効率を考慮した地下鉄路線図設計

Hsiang-Yun Wu<sup>1</sup>, 高橋 成雄<sup>1</sup>, 有川 正俊<sup>2</sup>, 廣野 大地<sup>3</sup>, 林 春成<sup>4</sup>, 顔 嗣鈞<sup>5</sup>

<sup>1</sup>東京大学大学院新領域創成科学研究科, <sup>2</sup>東京大学空間情報科学研究センター,

<sup>3</sup>東京大学大学院情報理工学系研究科, <sup>4</sup>国立交通大学工業工程管理学科, <sup>5</sup>国立台湾大学電機工程学科

連絡先: <yun@visual.k.u-tokyo.ac.jp>

(1) **動機:** 旅行者が初めての都市を訪れた際, 最初に出会う問題のひとつに, 公共交通機関とその都市の情報を効率よく手に入れることがある。この問題の解決には, 空間効率の高い図式的路線図を提供し, より多くの情報を旅行者に提供することが重要である。しかしながら, このような地図の設計はまだまだ人手に頼るところが大きく, 路線図網と注釈ラベルの両方の配置に関する適切な妥協点を自動的に見つけることは, 技術的に難しい問題と考えられている。本研究では, 注釈ラベル配置の空間効率を考慮した地下鉄路線図設計手法を示し, 地図情報の可読性を最適化した事例を示す。

(2) **方法:** 注釈付き地下鉄路線図作成においては, 注釈ラベルを各駅の近傍に配置しながら, 地図全体により多くの注釈ラベルの配置する必要がある。このような地図空間の利用効率の向上は, 路線図網と注釈ラベルの配置問題の両方を連動して解くことで実現される。しかし, よい配置を一度に求めようとすると, 探索空間が膨大になり限られた時間で解を得ることが難しい。そこで本手法では, 配置を適宜部分的に固定しながら, 複数のステップを介して最適化を行うことで, 比較的短時間に空間効率の高い地下鉄路線図の生成を可能とした。ここでは, 路線図網の形状のみならず, 注釈ラベルの配置やリーダ線の形状のすべてを混合整数計画法の問題として定式化している点が特筆に値する。

本手法は3つのステップから構成される。最初のステップは, 縦横の4方向あるいは斜めを加えた8方向の地下鉄路線図網配置を, 混合整数計画法を用いた従来法を拡張して計算する。次に, 得られ

た地下鉄路線図網配置に適宜拡大変換を施した後, 路線図網の形状を固定して, その周辺の空間における注釈ラベル配置を最適化する。最後のステップでは, 先に拡張した路線図において可能な限り辺の長さを縮小し, より空間効率の高い地下鉄路線図に変換する。上記ステップにおいては, 注釈ラベルとリーダ線, 路線図を構成する辺の間の交差判定も行なっており, 適宜交差を避けるための制約を追加して最適化計算を行なっている。

(3) **結果:** 本手法で提案アルゴリズムは, Mac Pro デスクトップPC上で実装されている。図1は, 結果を示しており, まず図1(a)に示される地理情報に基づいた台北地下鉄路線図を, 図1(b)のように縦横の4方向の地下鉄路線図網に変換する。さらに, 図1(c)のように, ユーザーが選択した注釈ラベルを配置したのち, 図1(d)のように, 辺の長さを調整することで, 全体の注釈ラベルや路線図の空間効率を最適化する。

(4) **使用したデータ:**

- ・台北地下鉄路線図網  
<http://english.trtc.com.tw/>
- ・台北の地下鉄駅の緯度経度 グーグルマップ  
<http://maps.google.com/>
- ・RICOH CLIP ART FACTORY  
<http://www.printout.jp/clipart/>

(5) **謝辞:** 本研究は, CSIS 共同研究(研究番号 398)による成果であり, 日本学術振興会科研費基盤研究(B) No. 24330033, 台湾行政院国家科学委員会 NSC 101-2628-E-009-025-MY3, NSC 100-2221-E-002-132-MY3 の助成を受けた。

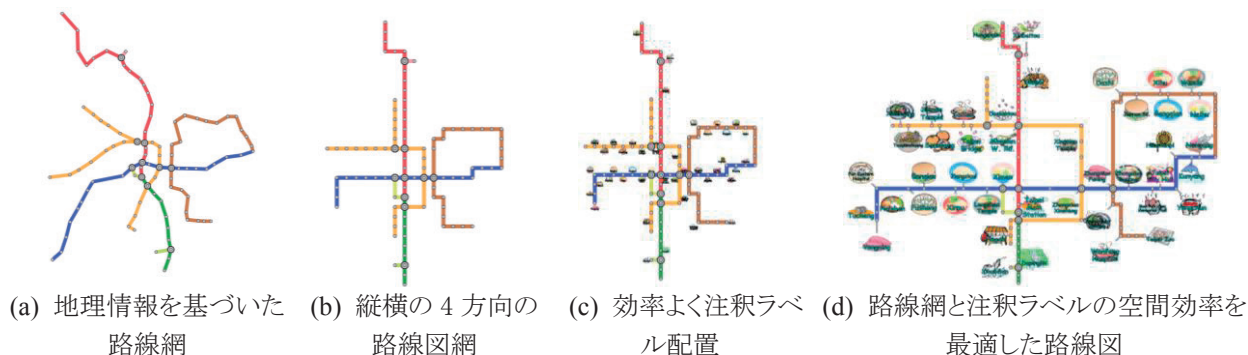


図1: 台北地下鉄路線図