

移動行動モデルに基づく店舗出店戦略の分析 Analysis of Store Opening Strategy Based on Movement Behavior Model

矢崎 雅也[†]
Masaya Yazaki

伏見 卓恭[†]
Takayasu Fushimi

1. はじめに

近年の日本では、地域のいたるところにコンビニやガソリンスタンドが設置されており、近隣住民だけでなく移動中の人々にとっても非常に便利な存在となっている。多くの地域住民の需要を満たし、かつ、出店側の利益を最大化するために、各チェーン店には出店に関する戦略がある。これらの施設の利用形態として、現在地から最も近い施設に向かう場合や、家などの出発地から、通勤・通学、買い物、旅行で目的地に向かう途中で立ち寄る場合が考えられる。施設設置者の立場としては、より多くの人々が訪れる場所に設置することが望ましい。本研究では、2種類の行動モデルを考え、多くの人々が訪れるような効果的な施設配置場所を求め、各施設の勢力圏を抽出することを試みる。それに基づき各店舗、あるいは、各チェーン店の出店戦略の効果について分析する。具体的には、コンビニを目的地として最も近くに位置するコンビニに向かうモデルである最近傍点移動モデル(図 1(a)参照)と、出発地から目的地に向かう途中で最短経路上にあるコンビニに立ち寄るモデルである最短経路移動モデル(図 1(b)参照)を考える。最近傍点移動モデルは、従来から存在する概念であり、このモデルにより商圏を抽出することは、店舗を母点としたポロノイ分割をすることと等価である。実験では対象地域に出店しているコンビニの位置情報と周辺道路構造を入力とし分析する。

2. 関連研究

道路網上への施設配置問題、看板配置問題に関する先行研究として、Tabataらの研究と小山らの研究がある[1, 2]。Tabataらの手法では、ネットワークにおける近接中心性に基づくランキングで1位のノードを高速に計算し、そのノードを施設配置候補地としている。すなわち、 k -medoidsクラスタリングの貪欲法における第1代表ノードを高速に求めている。一般的に、複数の施設を設置することでより多くのノード(住民)の需要に応えることができ、それぞれの施設が影響を与える領域を抽出することで設置内容の戦略につながる。本研究では、1つの候補地だけでなく、他の選定済み候補地の場所を考慮して複数の候補地を求め、さらにそれらの勢力圏を抽出する点で異なる。

小山らの研究では、配置済みの看板の勢力圏をマンハッタン距離に基づくポロノイ分割により抽出している。これは、最短距離に位置する

看板を閲覧することを前提としている。前述したように、看板設置場所が移動の目的地であることは稀であり、最短距離に位置する看板を閲覧するというモデルには限界がある。通常は、任意のノードペア間の移動途中で看板を閲覧するのが自然なモデルである。本研究で焦点当てるコンビニ配置においても、コンビニが目的地になるモデルに加え、看板のように出発地から目的地への最短経路において多くの人が通過する経路地となるモデルも考える。

3. 移動行動モデル

本研究では、人々の移動行動として、最近傍点移動モデルと最短経路移動モデルの2つを考える。いま、対象地域の道路ネットワーク $G = (\mathcal{V}, \mathcal{E})$ を考える。 \mathcal{V} は交差点ノードの集合、 \mathcal{E} は交差点間の道路リンクの集合である。便宜上、地域住民の居住地とコンビニに対して、最も近い交差点ノードを居住地(出発地)とコンビニノードとして扱う。さらに、 K 個のコンビニの集合を $\mathcal{R} \subset \mathcal{V}$ と表記する。

3.1. 最近傍点移動モデル

最近傍点移動モデルは、生活に必要なものを求めて居住地から最も近くにあるコンビニに買い物に行く行動モデルである。最も近いコンビニに向かうモデルであるため、居住地から近傍の交差点ノード v とコンビニ集合 \mathcal{R} に対して、グラフ距離が最も小さいコンビニノード $r \in \mathcal{R}$ を選択する。

$$\hat{r}_v \leftarrow \arg \min_{r \in \mathcal{R}} d(v, r). \quad (1)$$

すべての交差点ノードに対して、最も近いコンビニを求め、各コンビニを最近傍として選択した交差点ノード群を各コンビニの商圏として抽出する:

$$C_r = \left\{ v \in \mathcal{V}; r = \arg \min_{r' \in \mathcal{R}} d(v, r') \right\}. \quad (2)$$

すべてのノードは、いずれかのコンビニの商圏に含まれるため、グラフ距離に基づく道路ネットワークのポロノイ分割をしていることと等価である。

3.2. 最短経路移動モデル

最短経路移動モデルは、学校や職場、観光地、病院などの目的地に向かう途中でコンビニを経由するモデルである。最近傍点移動モデルと異なり、コンビニで買い物することが目的ではなく、出発地から目的地への最短経路上に存在するコンビニについて立ち寄る行動モデルであ

[†]東京工科大学コンピュータサイエンス学部

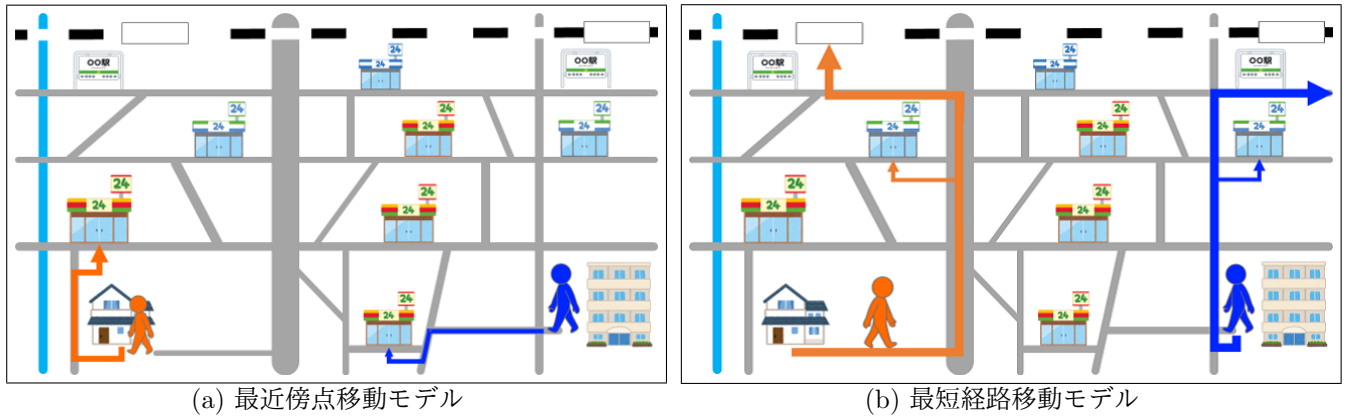


図1: 2種類の移動行動モデル

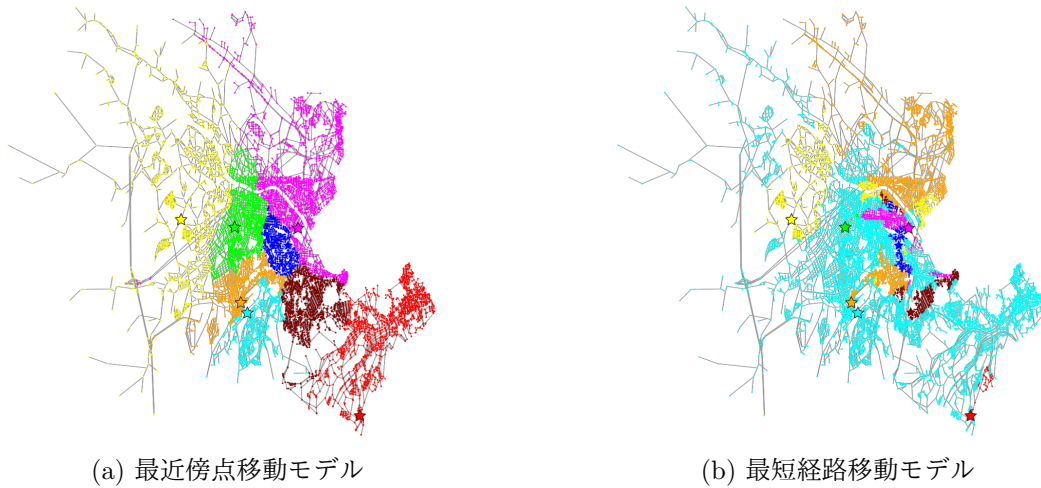


図2: 抽出結果の例 (八王子市・ミニストップ)

る。出発地ノード s から目的地ノード t までの最短経路数を $\sigma_{s,t}$, そのうちコンビニノード r を経由する数を $\sigma_{s,t}(r)$ と表記し, 出発地 s とコンビニ集合 \mathcal{R} に対して, 経由回数が最も多いコンビニノード $r \in \mathcal{R}$ を選択する.

$$\hat{r}_s \leftarrow \arg \max_{r \in \mathcal{R}} \sum_{t \in \mathcal{V} \setminus \{s\}} \frac{\sigma_{s,t}(r)}{\sigma_{s,t}}. \quad (3)$$

すべての交差点ノードに対して, 最も経由数が多いコンビニを求め, 各コンビニを選択した交差点ノード群を各コンビニの商圏として抽出する:

$$\mathcal{B}_r = \left\{ s \in \mathcal{V}; r = \arg \max_{r' \in \mathcal{R}} \sum_{t \in \mathcal{V} \setminus \{s\}} \frac{\sigma_{s,t}(r')}{\sigma_{s,t}} \right\}. \quad (4)$$

図2に, 八王子市にある8つのコンビニ(ミニストップ)それぞれに対して, 勢力圏を抽出し

た結果を示す. 図中の星マークが8つのコンビニの位置を表しており, 交差点ノードの色が各コンビニの勢力圏を表している. 図2(a)の最近傍点移動モデルによる抽出結果では, 8つのコンビニの商圏がバランスよく抽出されている. 図2(b)の最短経路移動モデルによる抽出結果では, 大通り沿いに立地している水色のコンビニの商圏が非常に強いことがわかる. 水色のコンビニは, 国道16号と圏央道間のバイパス的役割を果たす新設された国道20号に面しており, 多くのノード間の最短経路になりうるため, 大きな商圏を獲得できていると考えられる. それに対して緑のコンビニは西八王子駅の南口に立地しているが, 入り組んだ道沿いにあるため, 車利用者の最短経路となることはほとんどなく, 小さな証券しか得られなかったと考えられる. 茶色のコンビニは団地が立ち並ぶ地域に立地しているため, 住民が目的地に向かう途中に経路することが多いことから団地部分が商圏になったと考えられる.

4. 評価実験

評価実験では、八王子市と静岡市を対象地域とし、対象地域内の道路ネットワークを OpenStreetMap より、[‡] コンビニ実店舗の位置情報を NAVITIME [§] よりそれぞれ収集した。交差点ノード数、コンビニ店舗数、および、両モデルにより抽出した商圈の大きさを表1に示す。今回の実験では、すべての店舗の商圈を上記したモデルにより抽出し、大手3社チェーンの商圈を合算した。

図3(a), (b)に、八王子市の道路網およびコンビニ設置場所に対して両モデルに基づき各コンビニノードの商圈を抽出した結果を示す。図中の星印はコンビニが設置されたノードであり、赤はセブンイレブン、緑はファミリーマート、青はローソンを表している。図中の点は交差点ノードであり、近似的に居住地として考える。各交差点ノードの色はモデルにより抽出した商圈を表す。図3(a)を見ると全体的に赤いノードが多く、対象地域内で最も多く出店しているセブンイレブンの商圈が広いことがわかる。一方、図3(b)では、緑のファミリーマートの商圈のほうが、多く出店しているセブンイレブンの商圈よりも広いことがわかる。これは、ファミリーマートの方が階層の高い道路（大通り）沿いに分布していること、そして、任意のノードペア間を最短経路で移動する際に階層の高い道路が利用されることが要因となっていると考えられる。

図4(a), (b)に、静岡市の道路網およびコンビニ設置場所に対して両モデルに基づき各コンビニノードの商圈を抽出した結果を示す。図4(a)を見ると全体的に赤いノードが多く、対象地域内で最も多く出店しているセブンイレブンの商圈が広いことがわかる。一方、図3(b)では、緑のファミリーマートがセブンイレブンの商圈とさほど大差がないことが確認できる。このことから、静岡市のファミリーマートも大通りなどの最短経路になりやすい道沿いに多く店舗を設置しているのではないかと考えられる。このように、既存モデルと提案モデルを利用することで、各チェーンの出店傾向やどのような行動パターンをしている人々を集客の対象としているのかがわかる。

5. おわりに

コンビニの設置場所は集客力や利益に大きく影響するため、新店舗設置に際して設置済み店舗の商圈を適切に把握することは重要である。本研究では、コンビニを目的地とした場合の行動モデルと経由地とした場合の行動モデルの2つのモデルを考え、各店舗の商圈を抽出することを試みた。八王子市と静岡市の実データを用いた評価実験により、既存モデルでは各店舗の商圈がバランス良く抽出されるため、店舗数の

多いチェーン店の商圈が広がること、提案モデルでは幹線道路沿いの店舗の商圈が広がるという違いを確認した。今後の課題として、各交差点の人口密度を重みとして導入すること、目的となりやすい交差点に高い目的地確率を導入することが考えられる。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 (No.17H01826) の助成を受けたものである。

参考文献

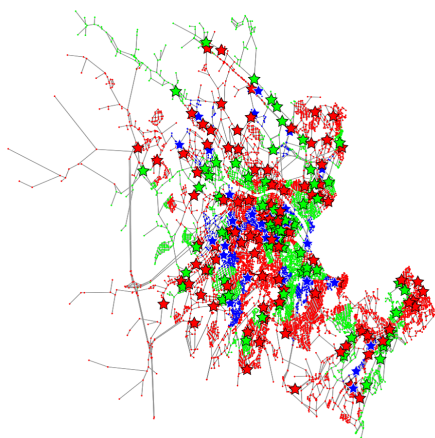
- [1] Tabata, K., Nakamura, A. and Kudo, M.: An Efficient Approximate Algorithm for the 1-Median Problem on a Graph, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E100.D, No. 5, pp. 994–1002 (2017).
- [2] 小山雅明, 高橋由樹, 椎塚久雄: ボロノイ図を用いた野立て看板のなわばりモデルの基礎的考察, *日本感性工学会論文誌*, Vol. 14, No. 1, pp. 239–247 (2015).

[‡]<https://www.openstreetmap.org/>

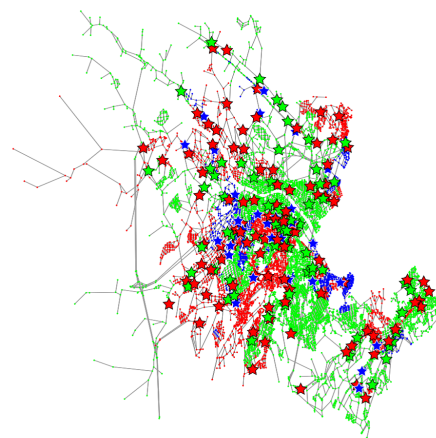
[§]<https://www.navitime.co.jp/category/>

表 1: 交差点ノード数, コンビニ店舗数, 商圈

| | (a) 八王子市 | | | (b) 静岡市 | | | |
|----------|----------|--------|--------|----------|-------|--------|--------|
| | 店舗数 | 既存モデル | 提案モデル | 店舗数 | 既存モデル | 提案モデル | |
| セブンイレブン | 102 | 7,283 | 3,870 | セブンイレブン | 119 | 25,834 | 18,369 |
| ファミリーマート | 76 | 3,605 | 7,238 | ファミリーマート | 107 | 3,907 | 12,599 |
| ローソン | 36 | 1,436 | 1,216 | ローソン | 66 | 1,300 | 73 |
| 交差点ノード数 | 214 | 12,324 | 12,324 | 交差点ノード数 | 292 | 31,041 | 31,041 |

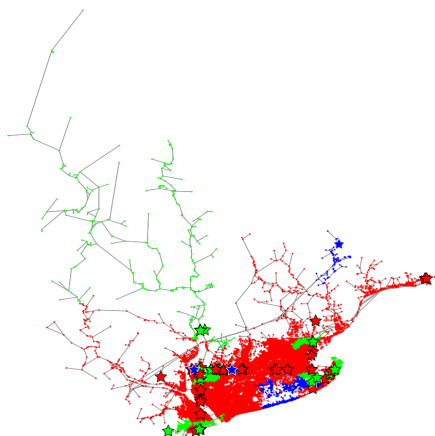


(a) 最近傍点移動モデル

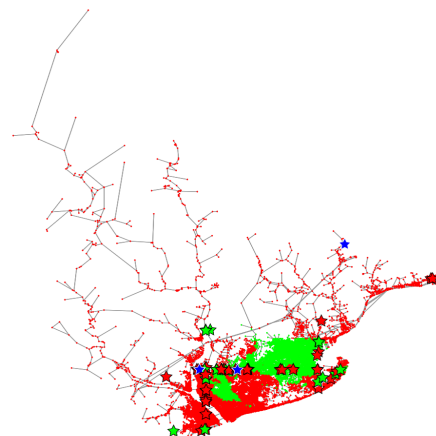


(b) 最短経路移動モデル

図 3: 八王子市における商圈抽出結果



(a) 最近傍点移動モデル



(b) 最短経路移動モデル

図 4: 静岡市における商圈抽出結果