

合成人口データを利用した労働者の通勤経路・所要時間の推定

○北下慎太郎 村田忠彦（関西大学）

Estimating the Commuting Route and Time of Workers using Synthetic Populations

* S. Kitashita and T. Murata (Kansai University)

概要— 本研究では、合成人口データの労働者を対象に、個々人が通勤に用いる交通手段と通勤にかかる時間、鉄道を用いる場合に利用する経路を推定する手法を提案する。合成人口とは統計を基に家族構成とその構成員の属性を合成した個票データである。先行研究で木全らは、鉄道の移動に際し Dijkstra 法を用い経路を探索し、鉄道の時速を一律で 40km/h として所要時間を推定する手法を提案している。本研究では、常住地・従業地それぞれに候補駅を設定し、その候補駅間で経路探索 API を用いて経路・所要時間を推定するため、より現実に即した推定を行う。本研究の成果によって、合成人口上での常住地・従業地の位置と交通手段の関係、各労働者の出宅・帰宅時間の推定なども可能であると考えている。

キーワード: 通勤経路探索, 端末交通, 合成人口データ

1 はじめに

本研究では、常住地から従業地までの利用交通手段と所要時間を推定する。利用交通手段のうち、鉄道を用いた経路については、公開されている経路探索APIを用いて推定する。

先行研究で木全ら¹⁾は通勤経路・所要時間の推定において、鉄道の移動は、常住地・従業地それぞれで直線距離が最も近い鉄道駅を最寄鉄道駅とし、最寄鉄道駅間の経路推定には実際の鉄道ネットワーク上を Dijkstra 法で経路探索し、全ての鉄道を一律で時速 40km/h、乗り換え時間を 200 秒として所要時間を求め、鉄道以外の移動は全て車とする手法を提案している。

2 通勤経路と所要時間の推定方法

2015年の国勢調査の結果を元に作成された合成人口データ²⁾の、各常住地の緯度・経度を含む住所データ、世帯データおよび年齢データと、合成人口データの常住地、産業分類のデータおよび経済センサス調査結果から作成された岩瀬ら³⁾のデータの、各従業地が所在する小地域の中心座標データを元に、Fig.1の方法で通勤経路選択および所要時間の推定を行う。現時点では、

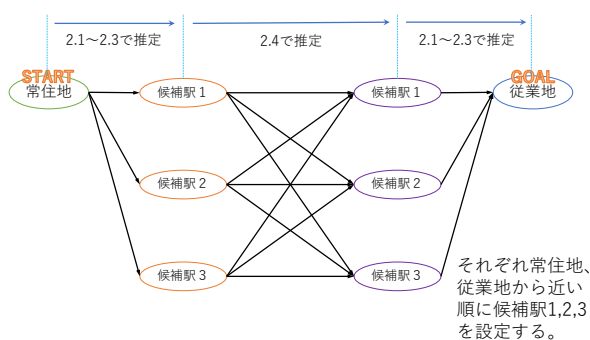


Fig.1: 鉄道を利用した経路探索のイメージ

Table 1: 大阪府高槻市を対象とした利用候補駅までの直線距離と端末交通の関係についての調査結果（常住地側）

候補駅までの直線距離	徒歩	自転車	バイク	車 (送迎)	車 (その他)	バス・路面電車	送迎バス	タクシー
~0.5km	84.38%	13.78%	0.13%	0.65%	0.00%	1.06%	0.00%	0.00%
0.5~1km	74.45%	19.81%	0.29%	1.00%	0.06%	4.39%	0.00%	0.00%
1~1.5km	48.61%	32.21%	3.53%	0.84%	1.64%	13.14%	0.00%	0.03%
1.5~2km	29.34%	39.95%	6.09%	0.91%	2.43%	21.21%	0.00%	0.06%
2~3km	8.68%	30.35%	9.70%	2.10%	1.33%	47.80%	0.00%	0.04%
3~5km	5.02%	21.58%	24.14%	0.97%	0.42%	47.88%	0.00%	0.00%
それ以上	34.16%	0.99%	32.67%	0.00%	0.00%	32.17%	0.00%	0.00%

大阪府高槻市の就業者約15万人を対象としている。

2.1 利用候補駅の推定

最初に、常住地と従業地間の直線距離をそれぞれの緯度・経度データをもとに、ヒュベニの公式⁴⁾を用いて計算する。求めた直線距離が、1km以下もしくは常住地から最寄駅までの直線距離より短い場合、通勤に鉄道を利用しない人とする。

次に、常住地側の利用候補駅を駅データ.jp⁵⁾の駅データと第12回（2015年）大都市交通センサス調査結果の端末交通手段別人員表（初乗り駅別・居住地基本ゾーン別）⁶⁾を用いて推定する。2021年3月12日時点で存在する全ての駅の緯度・経度のデータを用い、個々の就業者の常住地から各駅までの直線距離を計算し、直線距離で短い順に10の駅を列挙する。距離の近い駅から順に、端末交通手段別人員表に記載されている当該駅の定期券購入者の在住するゾーンコードに就業者の常住地の小地域が含まれている場合、利用候補駅とする。この方法で直線距離の近い順に最大3つの駅を候補駅として定める。同様の手法で、従業地側の利用候補駅を推定する。なお、合成人口データの作成時期に合わせるため駅データからは2015年度国勢調査が行われた2015年10月以降に開業した駅を除外する。

2.2 端末交通手段の推定

次に、常住地から利用候補駅までの交通手段について推定する。ここでの推定には、前述した端末交通手段別人員表を用いる。この表は通勤・通学定期券利用者が、居住地から初乗り駅までに利用した端末交通手段別の利用人員を集計したものであり、交通手段は表から「その他」「不明」を除いた「徒歩」「自転車」「バイク」「車（送迎）」「車（その他）」「バス・路面電車」「送迎バス」「タクシー」の8種類を、各交通手段の利用者数の割合に応じて確率的に割り当てる。

Table 2:大阪府高槻市を対象とした利用候補駅までの直線距離と端末交通の関係についての調査結果（従業地側）

候補駅までの直線距離	徒歩	自転車	バイク	車（送迎）	車（その他）	バス・路面電車	送迎バス	タクシー
～0.5km	93.12%	3.28%	0.19%	0.33%	0.21%	2.57%	0.21%	0.09%
0.5～1km	85.13%	9.56%	0.52%	0.61%	0.46%	3.13%	0.49%	0.10%
1～1.5km	72.73%	13.21%	1.04%	1.25%	1.16%	8.25%	2.06%	0.30%
1.5～2km	57.07%	13.75%	2.07%	2.18%	1.86%	20.64%	2.26%	0.17%
2～3km	23.94%	12.46%	5.38%	3.13%	2.13%	46.41%	6.36%	0.20%
3～5km	10.63%	2.25%	2.22%	0.88%	0.64%	76.23%	7.01%	0.13%
それ以上	39.47%	3.34%	2.14%	3.44%	2.78%	47.52%	1.27%	0.04%

同様の手法で従業地側の利用候補駅から従業地までの交通手段を、大都市交通センサス調査結果の端末交通手段別人員表（最終降車駅別・勤務・就学地基本ゾーン別）を用いて推定する。ただし、合成人口データの年齢データをもとに、「バイク」「車（その他）」は免許取得年齢以上の世帯構成員に割り当てる。

Table 1 と 2 に、高槻市の就業者を対象とした、常住地側と従業地側の候補駅までの直線距離別の端末交通の割合を示す。この表から、常住地側では従業地側に比べて、自転車やバイクなどの交通手段が多く使われていることがわかる。一方、従業地側では、バス・路面電車・タクシーなどの交通手段が使われる割合が多くなっている。端末交通手段別人員表は、首都圏・中京圏・近畿圏のデータしか存在しないため、それ以外の地域において端末交通を推計する場合、Table 1 や 2 のような表から推計する予定である。また、本来端末交通は道路ネットワークに沿って行われるが、本研究では道路ネットワークの経路探索は行わない。

2.3 端末所要時間の推定

2.1 で求めた常住地から利用候補駅までの直線距離と、2.2 で求めた端末交通手段を元に、利用候補駅までの所要時間を推定する。直線距離を道路距離に変換するために森田ら⁷⁾の研究を元に、全国一律で道直比を1.3035 とした。これにより変換した道路距離と Table 3 を用いて所要時間を計算する。同様の手法で従業地側の利用候補駅から従業地までの所要時間も計算を行う。

Table 3: 各端末交通手段の速度

交通手段	平均時速	移動以外にかかる時間
徒歩	5km/h ^{a)}	0分
自転車	15km/h ^{a)}	入庫4分 ^{b)}
バイク	30km/h	入庫5分 ^{b)}
車（送迎）	33km/h ^{b)}	出庫2分
車（その他）	33km/h ^{b)}	入庫7分 ^{b)}
バス・路面電車	10.7km/h ^{c)}	徒歩6分(発着地計),待ち時間4分 ^{b)}
送迎バス	10.7km/h ^{c)}	徒歩6分(発着地計),待ち時間4分
タクシー	33km/h ^{b)}	待ち時間5分

a) NAVITIME APIのデフォルト値

b) 平成27年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査

c) 東京都交通局. <https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/about/service/bus.html>

2.4 常住地側の利用候補駅から従業地側の利用候補駅までの経路と所要時間の推定

常住地と従業地それぞれの利用候補駅間の経路、所要時間の推定には株式会社ナビタイムジャパンが提供するweb APIサービス、NAVITIME API⁹⁾を利用予定である。Fig.1のように最大3×3=9通りの所要時間を求め、

2.3で求めた常住地側、従業地側の端末所要時間を加えて合計所要時間を計算し、最も所要時間の短い経路を「鉄道を利用した場合の通勤経路」とする予定である。ただし、所要時間の短い経路と料金の安い経路どちらを取るかは就業者ごとに異なると考えられるため、この点には注意が必要である。また、有料列車、新幹線、飛行機の利用の有無は、2.1で求めた常住地から従業地までの直線距離を参照し決定する予定である。また、NAVITIME APIは現在の公共交通機関に準じたサービスのため、2015年以降に開業した路線や駅を経路上で利用してしまう可能性がある点も注意が必要である。

2.5 通勤経路の決定

2.4で求めた所要時間と、鉄道を使わずに通勤する場合の所要時間を、2.1で求めた従業地までの直線距離と2.3で使用した道直比、Table 3を用いて推計し、より適した経路を「最終的な通勤経路」とする予定である。

謝辞

本研究は、2020年度関西大学研究拠点形成支援経費、JST 未来社会創造事業（JPMJMI20B3）、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（jh210040-MDH）、HPCI システム利用研究課題による支援（hp200262）を受け、実施しました。

参考文献

- 1) 木全淳平, 樋本圭佑, 西野智研, 田中孝義: 全国的に整備される統計資料を利用した都市圏内就業者の時刻別空間分布の推定—京阪神大都市圏を対象としたケーススタディー, 日本建築学会計画系論文集, 78-686, 891/898 (2013)
- 2) Takuya Harada, Tadahiko Murata, “Projecting household of synthetic population on buildings using fundamental geospatial data”, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, 1 0-6, 505/512 (2017)
- 3) 岩瀬大樹, 村田忠彦: 合成人口データにおける就業者の行動時刻推定のための従業地と職業の割当て, 計測自動制御学会第26回社会システム部会研究会予稿集, 2 pages (2021)
- 4) 三浦英俊: 緯度経度を用いた3つの距離計算方法, オペレーション・リサーチ, 60, 701/705 (2015)
- 5) 株式会社データプラス. 「駅データ.jp」. <https://www.ekidata.jp/>
- 6) 国土交通省. 「第12回大都市交通センサス調査結果」. https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/sosei_transport_tk_000035.html
- 7) 森田匡俊, 鈴木克哉, 奥貫圭一: 日本の主要都市における直線距離と道路距離との比に関する実証的研究, Theory and Applications of GIS, 22-1, 1/7 (2014)
- 8) 小川圭一, 宮本達弥: 地方都市における自転車利用促進のための有効な距離帯に関する地域比較分析, 土木計画学研究・論文集, 29, 883/892 (2012)
- 9) 株式会社ナビタイムジャパン. 「NAVITIME API」. <https://api-sdk.navitime.co.jp/api/>