

OpenStreetMap のデータ品質が時空間内挿の精度に与える影響

渡邊淳人・関本義秀・中村敏和・柴崎亮介

The Affect of the Data Quality of OpenStreetMap on the Accuracy of the Spatio-temporal Interpolation

Atsuto WATANABE, Yoshihide SEKIMOTO, Toshikazu NAKAMURA and
Ryosuke SHIBASAKI

Abstract: We have done spatio-temporal interpolation using traffic statistics to comprehend people flow in cities. In order to spread spatio-temporal interpolation over various cities globally, OpenStreetMap (OSM) which exists globally can be useful as the road network data. But, OSM does not have topology necessarily since OSM has been developed by volunteers on self-distributed basis. This might cause the failure in the shortest path finding. In this study, we analyzed the affect on the data quality of OSM on the accuracy of the spatio-temporal interpolation.

Keywords: OpenStreetMap, 時空間内挿(Spatio-temporal interpolation), パーソントリップ調査(Person trip survey)

1. はじめに

近年、防災・環境・マーケティング・交通計画等の観点から、都市空間における日々の人々の流れを把握することが重要になってきている。そこで、東京大学空間情報科学研究センターは、「人の流れプロジェクト」を立ち上げ、パーソントリップ調査(以下、PT 調査)等の時空間データから人の流れの再現に取り組んでいる。特に、近年では、独立行政法人 国際協力機構(以下、JICA)が行った PT 調査(以下、JICA-PT)を用いた時空間内挿をすることにより、アジア・アフリカなどの発展途上国での人の流れの再現にも取り組んでいる。(Sekimoto, Y. et

al. 2011) これらの都市では、日本国内のように、時空間内挿時に必要なネットワークデータ等が充実していないことが多いものの、最近ではフリーで使うことのできる、OpenStreetMap(以下、OSM)が大都市を中心に世界的に増えており利用することが有効であると考えられる。しかし、この OSM の品質は一様でなく、経路探索ができない・経路が最短でないなど、時空間内挿の精度に影響を与えることがある。そこで、本研究では、OSM のデータ品質が時空間内挿に与える影響を明らかにして、対応することを目的としている。具体的には、OSM の問題点を修正するノードマッチング処理を行い、経路探索ができるか・経路が最短か、に着目して、その結果を比較した。また、その比較の結果から、OSM のデータ品質がどのように、時空間内挿の精度に影響を与えているかを分析・考察した。

渡邊淳人 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

東京大学生産技術研究所 Cw-503

Phone: 03-5452-6412

E-mail: atsuto@csis.u-tokyo.ac.jp

2. 手法

2.1 時空間内挿

JICA-PT は、交通計画のために JICA が行っている交通調査であり、このマスターデータ（以下、JICA-PT データ）を本研究では使用した。時空間内挿は、大きくデータ補正・データ補間のステップに分かれ、図 1 のような流れで処理を行っている。処理の詳細は、Sekimoto, Y., et al.(2011)を参照されたい。本研究で着目する OSM の道路ネットワークデータは、データ補間の処理で使用する。

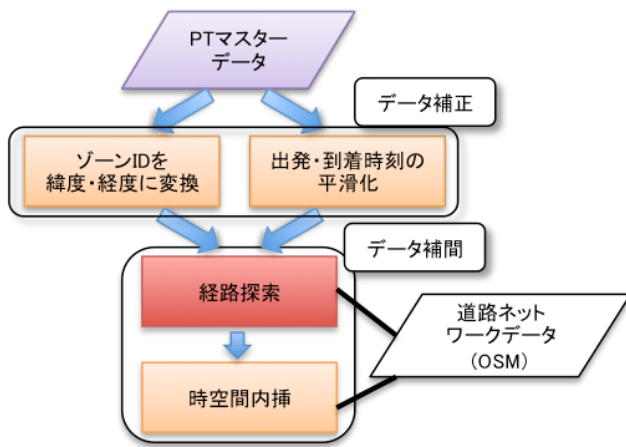


図 1 時空間内挿の処理の流れ

OSM は、地理情報を誰でも利用・作成・編集することのできるフリーのプロジェクトであり、ボランティアにより整備されている。近年では、世界中で整備が進み、Google Map に代表される他の電子地図にも遜色のない程度まで整備されている。また、Sittichai, C. et al (2010) のように、OpenStreetMap を用いた経路探索の研究もされている。

本研究における経路探索では、postgreSQL の機能の一つである pgRouting を利用しており、ダイクストラ法で導かれる最短経路を経路としている。

2.2 OSM 道路ネットワークデータの問題点

本研究で使用する OSM は、無料で利用でき、有用な道路ネットワークデータであるが、問題点があ

る。それは、道路ネットワークのトポロジー構造が必ずしも保持されておらず、接続されているはずのリンクが接続されていないことがあることだ。OSM データの任意のノードを取り、それにつながるリンクを取っていき、接続しているリンクを全てつなげたものを 1 つのリンクのグループとする。このグループ分けを行った結果を表 1、図 2 に示す。

表 1 OSM のリンク数・ノード数と接続状況

都市	リンク数	ノード数	グループ数	最大グループ内リンク数
ハノイ	3552	24185	2210	91 (4.1%)
マニラ	55282	331557	38881	2131 (5.5%)
ジャカルタ	16928	107399	11719	157 (1.3%)

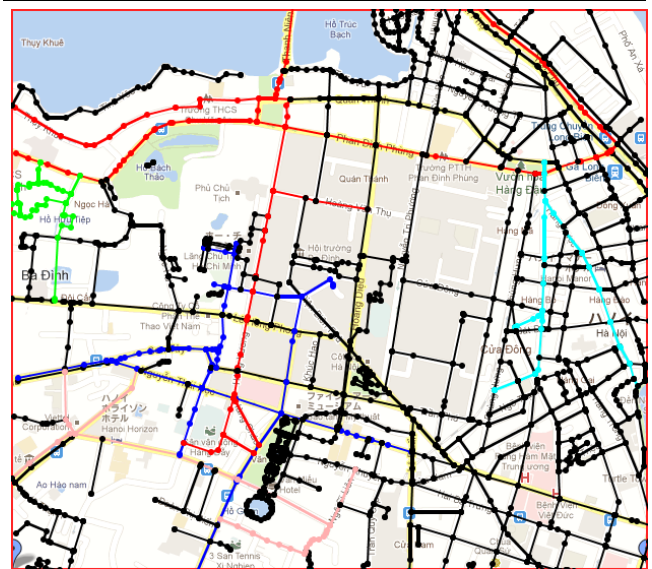


図 2 リンクのグループ分けの結果（リンク数の多いグループ上位 5 グループを、赤、青、緑、水色、ピンクで、それ以外のリンクは黒で表示）

表 1・図 2 から、リンクのグループが多く存在し、各グループのリンク数も少なく、トポロジー構造が保持されていないことが予測できる。このことから、都市全体での人の動きを補間するための経路探索の結果の精度が低くなることが予測される。この OSM データを使用し、経路探索を行った。

表 2 経路探索の結果（経路探索成功状況と迂回率）

都市	試行経路数	成功経路数	経路探索 成功率(%)	経路数 (迂回率<2)	累積分布 90%での 迂回率
ハノイ	10685	326	3.1	166 (78.3%)	8.26
マニラ	20530	20434	99.5	19931 (97.8%)	1.2
ジャカルタ	20620	36	0.2	23 (63.9%)	2.13

表 2 には、JICA-PT のマスターデータに含まれる全ての有効なサブトリップから、全ての経路の組み合わせを抽出し、その全経路に対して経路探索を行った。その結果、経路が得られた経路を成功経路とした。また、迂回率とは、その経路が最短経路であるかを示すために(1)で算出される指標である。

$$\text{迂回率} = \frac{\text{経路長}}{\text{出発・到着ノード間の直線距離}} \quad (1)$$

これらの結果から、OSM のデータ品質が経路探索の結果・時空間内挿の精度に与える影響を分析する。

2.3 OSM ネットワークの修正

上で指摘されているような OSM データの持つ問題は、リンクが接続されていないことが主な原因であると想定される。そこで、この問題を解消するた

めにノードマッチング処理を行った。

ノードマッチング処理では、図 3 に示す場合にノード・リンクを追加する。(a)のようにリンクが交差している場所にノードが存在しない場合は、ノードを追加する。また、(b)のようにリンクが存在し、リンクの終点とノードの距離が 5m 以内である場合、リンクを延伸し、その交差点にノードを追加する。閾値を 5m より大きくすると、追加されるべきでないリンクが確認されたため、閾値を 5m とした。

2.4 経路探索の結果の評価

ノードマッチング処理前後の OSM データを使用した経路探索の結果を以下の手順で比較した。

- サブトリップから経路の組み合わせを抽出。
 - 全ての経路で経路探索を行う。
 - ii) 得られた経路の迂回率を算出した。
 - 任意の経路を地図上に描画し、経路を確認。
- 以上で得られた結果を考察・分析をした。

3. 実験

3.1 OSM ネットワークの修正

表 3 ノードマッチング処理前後の比較

都市	結合箇所数	処理前		処理後	
		リンク数	ノード数	リンク数	ノード数
ハノイ	23	3552	5633	8418	6472
マニラ	31	55282	93068	147042	106375
ジャカルタ	757	16928	28212	45694	32653

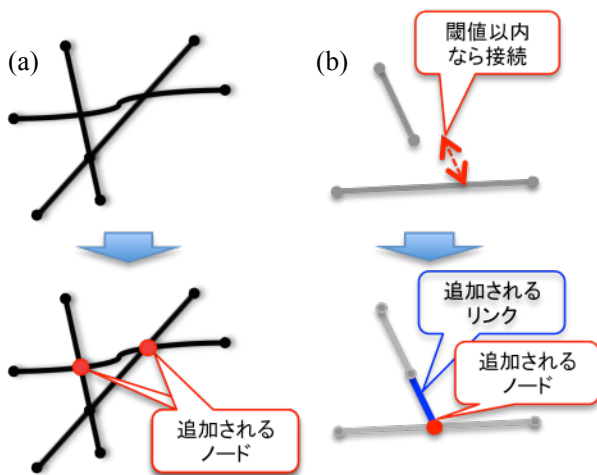


図 3 ノードマッチング処理の例

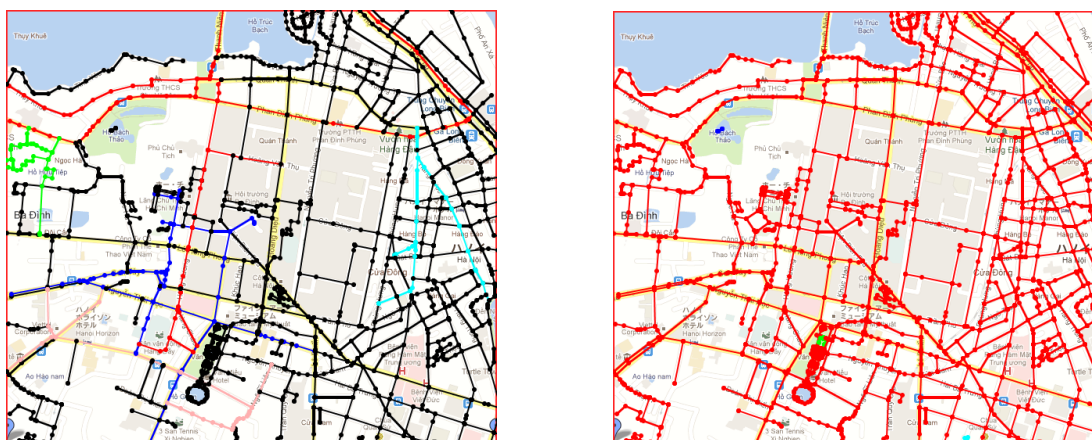


図 4 ノードマッチング処理の結果 (a):処理前, (b):処理後 (リンク数の多いグループ上位 5 グループを, 赤, 青, 緑, 水色, ピンク, それ以外のリンクは黒で表示)

2.3 で述べた手法でハノイ・マニラ・ジャカルタの OSM データにノードマッチング処理を行った。表 3 から, ノードマッチング処理を行ったところ, リンク数は約 2.4 倍 (ハノイ), 2.7 倍 (マニラ), 2.7 倍 (ジャカルタ) に, ノード数は約 1.2 倍 (ハノイ), 1.1 倍 (マニラ), 1.2 倍 (ジャカルタ) になったことがわかる。表 3 の結合箇所は, 図 3 の(b)の場合に追加されたノード数であり, 増加したノード数の約 97.3% (ハノイ), 99.8% (マニラ), 83.0% (ジャカルタ) は, (a)の場合に追加されたノードである。つまり, ノードマッチング処理では, 主に(a)の場合の処理が行われた。また, 図 4 から, リンクのグループが少なくなり, リンクの途切れている箇所が減ったことを確認できる。

3.2 経路探索結果の評価

以上のように, ノードマッチングをして, 修正された OSM を用いて, 経路探索を行った。また, 2.4 で述べた手法で, 経路探索の結果の評価を行った。その結果を表 4・図 5・図 6 に示す。JICA-PT データから得られる有効であるサブトリップの全経路を経路探索対象として, 実験を行った結果が表 4 である。表 4 から, ノードマッチング処理をすることにより, 経路探索ができるようになっていることがわかる。図 5 は, ノードマッチング処理前・後それぞれの OSM を使用して, 経路探索をした際の迂回率の分布を表したものである。ノードマッチングの処理をすることによって, 迂回率が小さくなり, ほぼ全ての経路 (ハノイ : 91.9%, マニラ : 99.7%, ジャカルタ : 98.2%) で, 迂回率が 2 以下になってい

表 4 経路探索の結果の評価

都市	有効経路数	出発・到着同ゾーン の経路数	経路探索対象 の経路数	処理前		処理後	
				経路探索 成功数	経路探索 成功率	経路探索 成功数	経路探索 成功率
ハノイ	10834	149	10685	326	3.1	9624	90.1
マニラ	20681	151	20530	20434	99.5	20301	98.9
ジャカルタ	20813	193	20620	36	0.2	18579	90.1

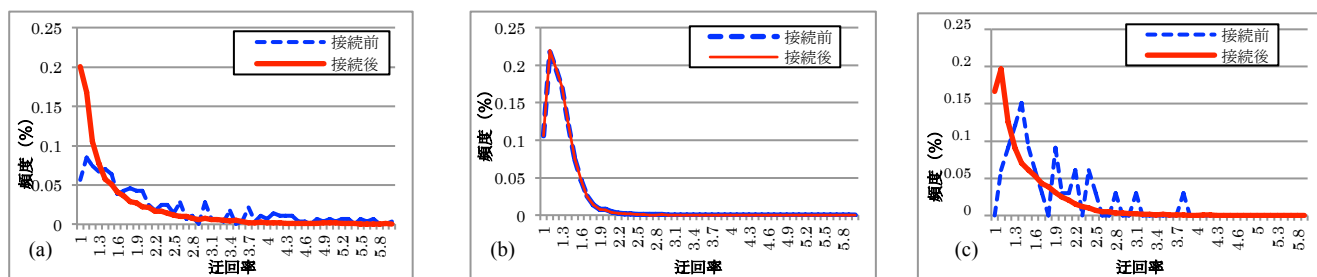


図 5 処理前・後における迂回率の比較 (a):ハノイ, (b):マニラ, (c):ジャカルタ

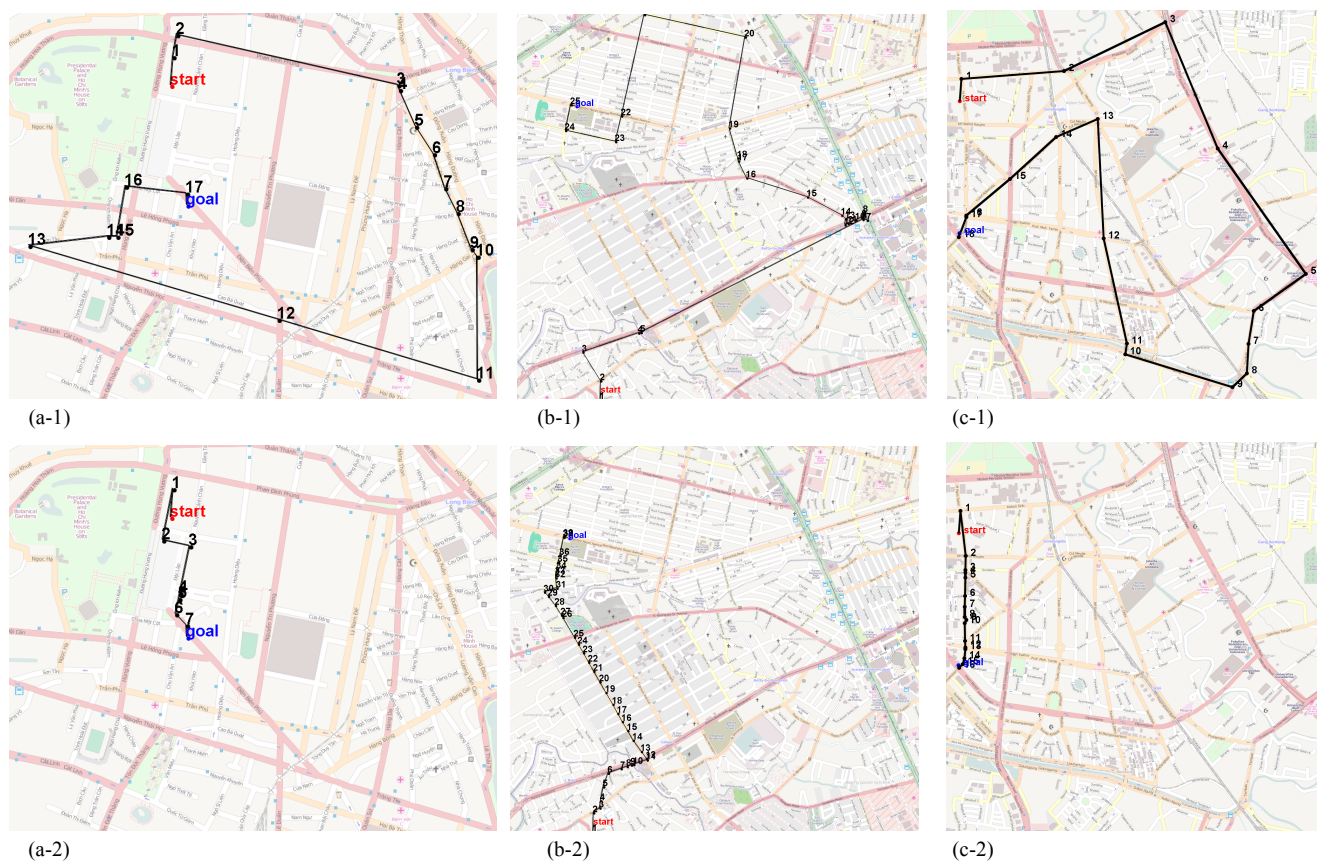


図 6 経路探索の結果 (a-1):ハノイ (処理前), (a-2):ハノイ (処理後), (b-1):マニラ (処理前), (b-2):マニラ (処理後), (c-1):ジャカルタ (処理前), (c-2):ジャカルタ (処理後)

ることがわかる。また、図 6 はノードマッチング処理前・後でそれぞれ経路探索を行った結果例を地図上に描画したものである。この例においては、ノードマッチング処理前で得られる経路は、最短経路でないことがわかる。それに対して、ノードマッチン

グ処理後は、最短経路をとっていることが分かる。ただし、マニラにおいては、ノードマッチング処理によって、経路探索の結果が改善したということではなかった。これは、表 2・表 4 の結果からもわかるように、ノードマッチング処理前の OSM を使用し

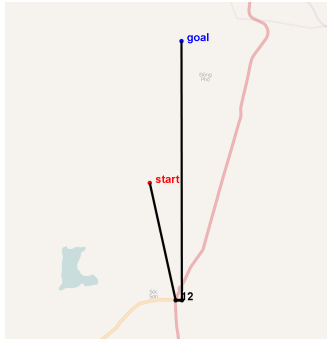


図 7 経路探索の結果例（ハノイ）

ても，時空間内挿の精度がすでに高く，99.5%の経路で経路探索ができて，99.8%の経路の迂回率が2以下であった．つまり，時空間内挿に必要なデータ品質をすでに保持していたと推測される．また，ノードマッチング処理前・後ともに，図7のような経路をとり，迂回率が約18.1となる場合がある．この場合においては，本研究での評価の仕方では，的確に経路の結果を判断できていない．

4. 結論と今後の課題

本研究では，OSM・それにノードマッチング処理をしたもの，それぞれで経路探索を行い，その結果の評価を行った．そして，OSMのデータ品質が時空間内挿の精度に与える影響を明らかにした．ただし，本文中にもある通り，経路探索の結果の評価は，経路探索ができるか・迂回率という指標にのみ行った．今後は，他の評価方法を考案し，評価することが必要である．また，ノードマッチング処理をしても，経路探索の結果が改善されていないケースもあり，この原因について検討し，これを改善していく必要がある．そして，経路探索に必要な道路ネットワークデータを整備する場合に，道路ネットワークデータを一から作成することも考えられる．例えば，衛星画像や地図から道路のみを抽出し，それ

から道路ネットワークを作成するといった手法だ．このような手法は，既存ではあまり存在しないので，本研究での知見を活かし，開発していく必要があると考える．

謝辞

本研究を行うにあたり，貴重なデータを提供して頂いた，独立行政法人 国際協力機構殿に深く感謝致します．また，朝日航洋株式会社の大伴様，山川様，沼田様には大変お世話になりました．この場を借りて，お礼をさせていただきますと思います．

参考文献

- 東京大学空間情報科学研究センター：人の流れプロジェクト，<http://pflow.csis.u-tokyo.ac.jp>
- OpenStreetMap： <http://openstreetmap.org/>
- pgRouting: <http://www.pgRouting.org/>
- Sekimoto, Y., Watanabe, A., Nakamura, T., Usui, T. and Kanasugi, H. : Digital archiving of people flow using person trip data of developing cities, The First Workshop on Pervasive Urban Applications (PURBA) in conjunction with the Ninth International Conference on Pervasive Computing, San Francisco, 2011.
- Sittichai Choosumrong, Venkatesh Raghavan and Eugenio Realini: Implementation of dynamic cost based routing for navigation under real road condition using FOSS4G and OpenStreetMap, GIS-IDEAS 2010.
- Yoshihide Sekimoto, Ryosuke Shibasaki, Hiroshi Kanasugi and Tomotaka Usui, Yasunobu Shimazaki, PFLOW: Reconstruction of people flow by recycling large-scale social survey data, IEEE Pervasive Computing, October-December 2011.