

ノード容量を考慮した複雑ネットワーク上のランダムウォークの解析と観光客行動 Analysis of Random Walk on Complex Network Considering Node Capacity and Tourist Behavior

畑谷駿介[†]

Shunsuke Hatadani

石井晃[†]

Akira Ishii

1. はじめに

観光で訪れる場所は適当な範囲を同一のエリアとみなしそれらをつなぐことで複雑ネットワークと同じ構造を持つと考えられる。ネットワークのつなぎ方としては道路交通網や電車の線路など様々なパターンが考えられる。交通網でネットワークを考える場合目的のエリアに行くさい複数のエリアを通過することになる。純粹に移動を見る場合はそれが良いと思われるが、観光の移動においては移動のために通過するエリアは興味を持っていないエリアとみなせるため通過エリアについては定義しなくてもよいと考えられる。つまり目的エリア同士でリンクを繋いだネットワークを考えればよい。また、観光地に限らずエリアには許容人数が存在するはずである。観光地で構成されるネットワークは道路交通網よりも狭いネットワークとなるため、移動人数が少し増えただけで混雑率が急増してしまう。

そこで本研究ではエリアの許容人数を考慮したネットワーク上でランダムウォークを行い、エリア許容人数の違いによる混雑の解析を行った。

2. 測定データ

本研究を行うにあたりデータはNEC様提供の京都府における外国人観光客の買い物データを使用した。

3. モデルについて

観光地をノードとしたネットワークを作成しランダムウォークを行うというモデルを用いた。ネットワークはエリアの流入出を考慮した有向グラフとして作成した。ノードを作成するにあたり買い物地点ごとにノードを取ると膨大な数となるため、買い物データ内にある郵便番号を用いてエリア分けを行った。なおエリアの位置を設定するために各地点の

緯度経度を使用しているため、ノード位置はエリアの重心位置となっている(図1)。またリンクは買い物履歴の前後を移動の前後とみなして作成した。

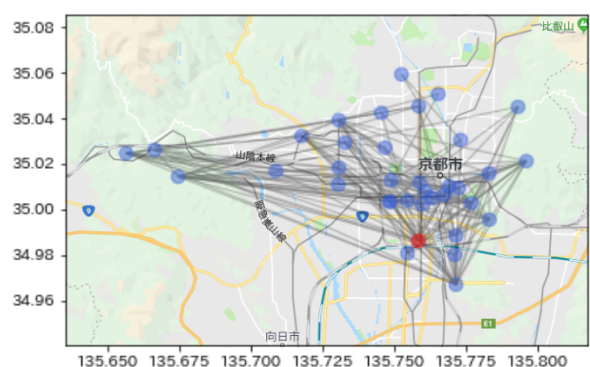


図1 データから作成したネットワーク

ランダムウォークを行うにあたり、あるノードからリンクしている別のノードに移動する確率は同様に確からしいものとした。例えば2つのノードにリンクしている場合はそれぞれのノードに移動する確率は0.5ずつ、4つのノードに対してだとそれぞれに移動する確率は0.25ずつとなる。

観光地に限らず実際のエリアは収容可能空間が有限であるため、無限に人が集まることは不可能である。そこでエリアに入ることのできる最大人数を「エリア許容人数」として各エリアに設定した。例えばエリア許容人数が5人の場合、エリア内の人数が5人になるまではだれでも入ることができる。しかしそのエリアに5人いる時は誰もそのエリアに入ることはできない。このエリアに入ることのできない状態を「混雑」とする。混雑が発生した場合その人は他のエリアに移動することなく元々いたエリアに滞在する、つまりエリア間の移動が行われないものとする。

[†]鳥取大学 Tottori University

本研究のモデルはエリア許容人数を考慮したランダムウォークによる移動となっており、初期位置を京都駅(北)エリア(図1の赤いノード)とした場合の9時から18時までの観光の移動とし、1時間に1回必ずエリアを移動する(計9回の移動を行う)ことを想定したモデルとなっている。移動する人数は100人とし、それぞれがこの方法に沿ってエリアの移動を行う。移動する人はランダムで選ばれるものとしている。また混雑が発生した場合はエリアの移動は行われぬものとしている。移動対象が9回ずつ移動を試みる試行を1回のシミュレーションとし、それをループ計算により1万回ずつ行った。なお混雑発生時の滞在以外の自己ループはしないものとしているため他地点への移動ができないノードについては今回のモデルに反映していない。

4. シミュレーション結果

エリア許容人数が(1)5, 10, 15, 20人の場合、(2)自己ループを含むエリアへの流入回数の総数を許容人数とした場合、の2パターンについての結果を掲載する。なお(1)初期位置のエリアのみ許容人数を100人としている。

(1)の場合の平均混雑発生回数は図2の通りである。同一のエリア許容人数において流入のリンク数が多いほど平均混雑発生回数は増加する傾向にある。また流入リンク数が多いエリアは許容人数を増やすことで混雑発生回数を激減することが可能となる。

(2)の場合の平均混雑発生回数は図3の通りである。(1)の場合とは異なり流入リンク数が少ないほど平均混雑発生回数が増加する傾向にある。

5. 考察

今回の解析から混雑発生回数について以下のことが分かった。

- (1) エリア許容人数が適切なものでない場合エリアの混雑発生回数は流入リンク数に依存する傾向にある
- (2) エリア許容人数を各エリアの総流入回数に依存させた場合、流入リンク数が少ないほど混雑が発生しやすい

エリア許容人数をエリアの総流入数とした場合、駅やバス停などの公共施設を含むエリアに人が移動

できないという現象が発生してしまう。実際の施設利用を考えると公共交通機関が使えないという状況は避けるべきである。これを解消するためには、公共交通機関を独立したエリアとすることで現実社会に近いモデルでの解析が可能になると思われる。

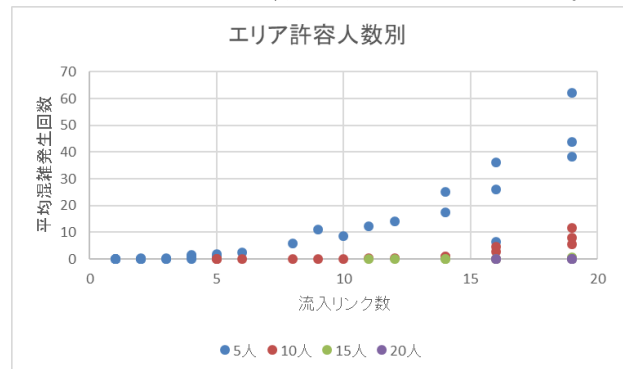


図2 (1)の場合の流入リンク数と平均混雑回数との関係

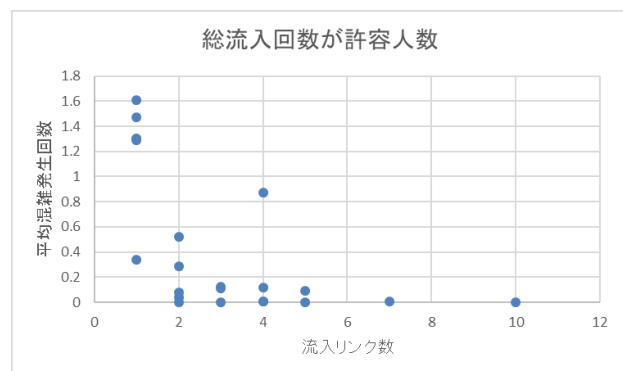


図3 (2)の場合の流入リンク数と平均混雑回数との関係

6. まとめ

エリア許容人数は全体的に同じである場合は流入リンク数が多いほど混雑しやすく、適当に設定すると流入リンク数が少ないほど混雑が発生しやすい。

参考文献

Geoff Boeing OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks Computers, Environment and Urban Systems Volume 65, September 2017, Pages 126-139