

電車における席選択のマルコフ連鎖モデル

芝浦工業大学 数理科学研究会
谷野徹

平成 27 年 11 月 6 日

1 研究背景

電車でどの席に座るかは個人の自由だが席の埋まり方には秩序があるように見える。実際に電車に乗って観察すると席の両端がまっさきに埋まることが多く見られる。心理学ではこれは一人一人がパーソナルスペースという他人が近づくと不快になる空間を持っているためだと説明される。つまり、他人と隣になる可能性が最も低いのが端の席なのでそこが先に埋まってしまうのである。この研究では、実際に起きた席変化を取り込んだマルコフ連鎖モデルと、心理学が主張する秩序をもった席選択モデルを作成し、この二つを比較する。

2 武蔵野線モデル

実際に電車の席の変化を観察、記録しそのデータを元にモデルを作る。観察対象は武蔵野線の七人掛けシートの一つとした。七人掛けの席の埋まり方は全部で $2^7 = 128$ 通りある。これらに 0 から 127 の番号をつけて状態とする。記録はこの状態の変化で記録する。観測されたデータをもとに 状態 i から状態 j への推移確率を p_{ij} を次のように定める。

$$p_{ij} = \frac{i \text{ の次に } j \text{ に移った回数}}{i \text{ から変化した状態の総数}}$$

誰も座っていない状態を初期状態とし、上で定めた推移確率に従って状態を遷移するマルコフ連鎖を作成する。

3 距離最大化モデル

心理学の主張を反映したモデルを作成する。このモデルの乗客達は既に席に座っている客達との距離が最大になるような席を選択して着席する。具体的には以下のルールに従う。

ルール 1 一人目は、七つの席を等確率で選択して着席。

ルール 2 二人目は、一人目との距離が最大になるような席を選択して着席。

ルール 3 三人目は、一人目と二人目との距離が最大になるような席を選択して着席。

ルール 4 四人目、五人目は、隣に人がいない席を選択、それができなければ隣が一人だけになる席を選択して着席。

ルール 5 六人目、七人目は空いてる席を等確率で選択して着席。

ルール 6 ルール 1~4 において候補が複数出た場合は等確率で候補を選択。

4 シミュレーション

武蔵野線モデルと距離最大化モデルをプログラムで実際に動かした。それぞれの結果の一部を掲載する。

表 1: シミュレーション結果

武蔵野線 1	武蔵野線 2	距離最大化 1	距離最大化 2
0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 1	1 0 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 1	1 0 0 0 0 0 1	1 0 0 0 0 0 1	0 1 0 0 0 0 1
1 0 0 1 0 0 1	1 0 0 0 1 0 1	1 0 0 1 0 0 1	0 1 0 0 1 0 1
1 0 1 1 0 0 1	1 0 0 0 1 1 1	1 0 0 1 0 1 1	0 1 1 0 1 0 1
1 0 1 1 1 0 1	1 1 0 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1	1 1 1 0 1 0 1
1 0 1 1 1 1 1	1 1 0 1 1 1 1	1 1 0 1 1 1 1	1 1 1 1 1 0 1
1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1

5 二つのモデルの比較

まずは作成した二つのモデルの特徴を挙げる。

武蔵野線モデル

実際に観測されたデータをマルコフ連鎖でつなげたもの。現実には起きた回数が多いパターンで推移するので現実には即した振舞いができる。しかし現実には起きていないことは再現できない (例えば一人目が真ん中の席に座る等)。

距離最大化モデル

「なるべく他人と離れた席を選ぶ」ことを席選択のルールとしたモデル。任意の初期状態からシミュレートできる。

この二つのモデルを比較するため、距離最大化モデルのルール 1 を次のように書き換える。

ルール 1' 一人目は、両端の席を等確率で選択して着席。

二つのモデルで席を 50000 回変化させ、出現した状態の割合を求める。二つのモデルの席状態の割合の相関係数は約 0.8 であった。つまりこの二つのモデルの振舞いはかなり似ていることがわかる。「なるべく他人と離れた席を選ぶ」というルールは極端に単純なものであるが、武蔵野線モデルが現実から抽出されたものと考えれば、人々はこのルールに従う傾向があると解釈できる。

参考文献

- [1] 羽鳥悠久, 森俊夫, 有限マルコフ連鎖, 培風館, 1982.
- [2] J. Albert, 石田基広, 石田和枝 (訳), R で学ぶベイズ統計学入門, Springer, 2010.
- [3] Edward T. Hall, 日高敏隆, 佐藤信行 (訳), かくれた次元, みすず書房, 1970.