駅の改札のより良い配置についての提案

芝浦工業大学　数理科学研究会
西村健志

平成 29 年 11 月 3 日

研究背景

芝浦工業大学大宮キャンパスの最寄駅である東大宮駅は朝の通学時間帯は大変混雑していて, 改札を出るのに時間がかかる. しかし, 待ち行列の理論を使って駅の改札の配置を変えることで, 混雑が多少緩和されるのではないかと思い, この研究をすることにした.

1　待ち行列について

1.1　待ち行列に重要な要素

- 到着の仕方 : 定間隔到着 or ランダム到着.
- 窓口の数
- 窓口のサービスの質 : 複数の窓口がある場合, 窓口によって行われるサービスが異なることもある.
- 平均サービス率 μ : 単位時間に何人サービスするか.

1.2　ケンドール記号

待ち行列のモデルを作るには, 2.1 で挙げた以外にもいろいろな要素 (詳しくは資料を見て頂きたい) を考える必要がある. そこで, そのモデルがどんなモデルであるのかを簡単に表すためにケンドール記号という記号を用いて次のように表す.

$$\boxed{\text{到着/サービス/窓口数 (系の大きさ)}}$$

到着とサービスは次の記号で表す.

$$\begin{cases} M: \text{ポアソン分布または指数分布に従う} \\ D: \text{一定分布に従う} \\ Ek: \text{アーラン分布に従う} \\ G: \text{一般分布に従う} \end{cases}$$

系の大きさ : 待ち行列に並んでいる人数と, サービス中の人数の合計.

1.3　求めるべき解

次の 4 つの解を求めることを目標とする.

待たされる確率 (Pq), 系内にいる平均客数 (L),
待ち行列の平均の長さ (Lq), 平均待ち時間 (Wq)

2　今回のモデル

2.1　現状

今回は便宜上自宅の最寄駅について考える. 改札の配置は駅に入場する際に左から見て以下のようになっている.
改札ア : 退場 (↓) かつ IC カードのみ OK
改札イ : 入退場 (↕)OK で, IC カード, 切符どちらも OK
改札ウ : 入場 (↑) のみ OK で, IC カード, 切符どちらも OK
< 改札アについて >
平均到着率 $\lambda = 16$ 人/分, 平均サービス率 $\mu = 20$ 人/分

$$Pq = \rho = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} = 0.8,\ L = \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{1}{5}} = 4$$

$$Lq = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{\frac{16}{25}}{\frac{1}{5}} = \frac{16}{5} = 3.2,$$

$$Wq = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)} = \frac{\frac{4}{5}}{20 \cdot \frac{1}{5}} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ 分} = 12 \text{ 秒}$$

< 改札イについて >
平均到着率 $\lambda = 10$ 人/分, 平均サービス率 $\mu = 20$ 人/分

$$Pq = \rho = \frac{10}{20} = 0.5,\ L = \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = 1$$

$$Lq = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} = 0.5,$$

$$Wq = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)} = \frac{\frac{1}{2}}{20 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ 分} = 3 \text{ 秒}$$

2.2　今後への提案の方針

上の結果より, 改札アを通る人が圧倒的に多いので, 改札アを通っている人がどのようなことがあったら改札イを通ろうと思うのかを考える.

今後の課題

今回は朝の時間帯を調査したが, 今後は 1 日の改札の出入りを見て, 最良の改札の配置を提案したい.

参考文献

[1] 桐山光弘, 待ち行列がわかる本, 日刊工業新聞社, 1997.

[2] 穴太克則, 講義：確率・統計, 学術図書出版社, 2011.

[3] 井上雅裕, 他, システム工学 定量的な意思決定法, オーム社, 2013.