

## 揺らぎを加えたときの店の利用率の変化

矢島 健† 塩谷 勇†

† 法政大学理工学部

あらまし この論文では、お客が自宅と店の間を移動する確率に揺らぎを加えたときの店の利用率の変化について述べる。このモデルは、自由空間上に定員のある複数の店と、自宅を持つ複数のお客が存在する。お客は自宅と店、店と店の間を確率で移動する。この論文では、揺らぎは時間 $t$ でランダムに選んだ特定の店に入店する確率を高くする一方で、 $t$ の時間平均ではすべての店に同じ確率で入店するものである。店の利用率は、店の中にいる客数を定員で割ったものとする。客が店に入る確率に揺らぎを加えたところ、店の利用率が上昇することが示された。

## 1. はじめに

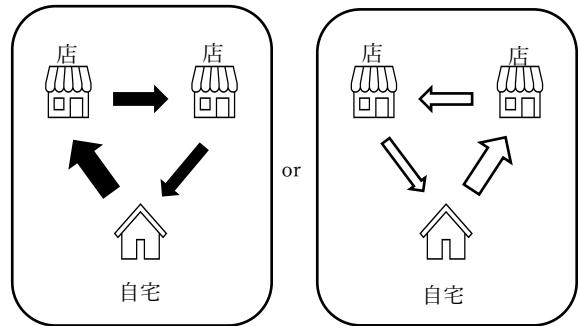
この論文では、自由空間上に存在する複数の店と自宅の間を客が確率で移動するとき、その確率に揺らぎを加えたときの店の利用率の変化について述べる。この論文で揺らぎは時間 $t$ でランダムに選んだ特定の店に入店する確率を高くする一方で、 $t$ の時間平均ではすべての店に同じ確率で入店するものである。人の振る舞いは常に一定ではないということを考える。例えば気分が良いときや気まぐれによって、いつもと違う振る舞いをすることがある。揺らぎはこのような力を表現したものであり、この揺らぎが与える影響を本論文で述べる。

本論文は、第2節で本研究のモデルを述べる。第3節で実験について、第4章で実験の結果について述べる。第5節で結論を述べる。

## 2. モデル

自由空間上に $n$ 個の店と、自宅を持った $m$ 人のお客が存在する。店はそれぞれ店1, 店2, ..., 店 $n$ とする。店には定員があり、すべての店の定員は $c$ 人である。各お客は自宅を持っており、自宅と店、店と店の間を自立して同期的に確率で移動する。お客は、自宅→店1→店2→...→店 $n$ →自宅、または、自宅→店 $n$ →...→店2→店1→自宅と移動する

(図1)。自宅から店1、店 $n$ のどちらかに移動するかは確率 $1/2$ でランダムである。本モデルでは移動時間は考えないものとする。



(図1)お客の移動の仕方。お客は自宅を始点に右回り、または左回りで移動する。

次の店の中にいる客数を $r$ とし、 $r$ が店の定員 $c$ より少ないとき、確率 $P_r$ で次の店へ移動する。以下において重み関数 $f_r$ を定義する。

$$f_r = \begin{cases} 1, & \text{self} \\ 0, & r \geq c \\ 1 - \frac{1}{1 + \gamma \exp\left(\frac{\text{move}(c-r) - \alpha}{\beta}\right)}, & r < c \end{cases}$$

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ は定数である。selfは現在いる場所から移動しない重みである。お客が店1、または店 $n$ から自宅に移動するとき、 $c = 1, r = 0$ として計算する。moveは揺らぎを表現するための関数であり、以下のように定義する。

$$move(x) = \begin{cases} x, & \frac{1}{2} \\ s \times x, & \frac{1}{2} \end{cases}$$

$move(x)$ は確率 $\frac{1}{2}$ でどちらかの値をとるとする。ここで、 $s$ は気分の揺れ幅を表す値であり、 $(1 \leq s)$ である。 $s=1$ のときは気分の揺れがなく、以降 $s$ が大きくなるほど気分の揺れが大きくなるを考える。重み関数 $f_r$ を1で正規化してお客が次の場所へ移動する確率 $P_r$ を定義する。

$$P_r = \begin{cases} 0, & r \geq c \\ \frac{f_r}{1 + 0 + f_r}, & r < c \end{cases}$$

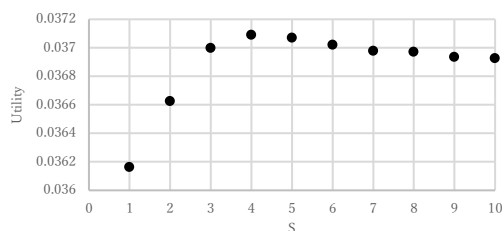
次の移動先にいる客数 $r$ が定員 $c$ 以上であるとき、 $P_r = 0$ であり、現在いる場所から移動しない。

### 3. 実験

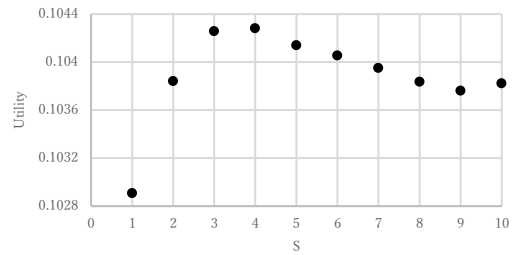
店の数は2つで実験を行う。重み関数 $f_r$ は、 $\alpha = 1, \beta = 2, \gamma = 1$ として計算する。店の利用率は(店中の人数)÷(定員)で求める。実験は5000ステップ行い、1001ステップから5000ステップまでの、1ステップあたりの店の平均利用率を計算する。このとき、 $s$ を1ずつ大きくしていったときの店の利用率の変化を観測する。また、お客の数を変え、いくつかの場合で実験を行う。

### 4. 結果

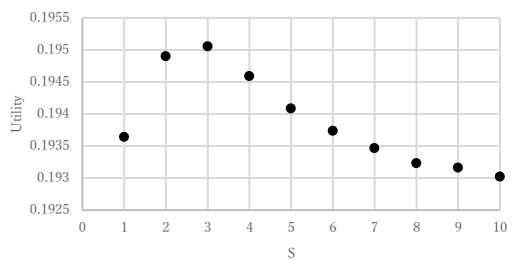
店の定員 $c$ を3とし、客数 $m$ が3の場合(図2)、4の場合(図3)、5の場合(図4)でそれぞれ実験を行った。



(図2)客数が3, 定員が3のときの揺らぎと利用率



(図3)客数が4, 定員が3のときの揺らぎと利用率



(図4)客数が5, 定員が3のときの揺らぎと利用率

お客が移動する確率に揺らぎを加えた結果、店の利用率が上昇した。また、客数が3人、4人の場合、 $s=4$ で利用率が最大となった。客数が5人の場合、 $s=3$ で利用率が最大となった。

### 5. むすび

本研究では、お客が自宅と複数の店の間を移動する確率に揺らぎを加えた場合の、店の利用率の変化について述べた。客数が少ないとき、揺らぎを与えることで店の利用率が上昇し、最適な値で最大化することを実験により示した。今回行ったのは実験のみであり、理論解析は行っていない。理論解析から、実験値と理論値の比較、検証を行うことを今後の課題とする。

### 参考文献

[1] 滝口風人 佐藤直樹 塩谷勇「確率的移動マルチエージェントの振る舞いについて」電子情報通信学会技術研究報告 114(502), 17-21, 2015