

介在機会モデルを用いた飲食店最適配置問題

2020SS016 稲葉佳吾

指導教員：三浦英俊

1 はじめに

2021年の中小企業庁の調査[1]によると飲食業の廃業率は5.9%とすべての業種の中で最も廃業率が高い業界になっている。この結果から飲食業について改善が必要であると考えた。そこで飲食店舗の最適配置問題を考えた。

飲食店の配置は店舗と店舗が離れていればよいというものではないというのは実際の飲食店配置、特に繁華街などに飲食店舗が密集している状況を考えれば自明である。そこで介在機会モデルという施設への客の立ち寄りを確率モデルで定式化しているものを本研究で用いる。

2 介在機会モデル

既存研究[2]より、介在機会モデルとは複数の施設がある時に、それぞれの施設への立ち寄り確率を確率モデルで定式化するものである。介在機会モデルとは複数の施設のうち、最初の施設に立ち寄るとは限らず、2,3軒過ぎた後で立ち寄るモデルである。すなわち人々は施設のことを一切考えず目的地に向かって移動を開始し、目的地の途中に目にする施設(機会)の数が多ければ多いほど施設に立ち寄る可能性が大きくなると想定する。

本研究では、長さ1の線分都市モデルを考えて、都市モデル上の一様に人口が分布し、移動距離によらず一定の頻度で都市内の移動が発生するものとする。すべての店の魅力は同じであり、客が目的地の途中で店舗に入る回数は1回と仮定する。目にした店に入る確率を p とすれば、出発してから $j-1$ 軒目までは入店せず、 j 軒目の店に入る確率は、

$$(1-p)^{j-1}p \quad (1)$$

と与えられる。また出発してから j 軒通過しても入店しない確率は

$$(1-p)^j p \quad (2)$$

となる。

3 店舗立地モデル

店舗数 $n=3$ として地点0から数えて x 店舗目の店舗の地点を r_x 、来訪人数を P_x とする。 $r_1 = a/4$, $r_2 = a/2$, $r_3 = 3a/4$ とする。店舗への来訪確率を p とし、すべての店舗で一様にして考える。 P_i を記述すると以下の式ようになる。

$$P_1 = 2p\left[\frac{a}{4} \times \frac{a}{4} + p(1-p) \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4} + p(1-p)(1-p) \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4}\right] \quad (3)$$

P_1 の式の説明する。1項目は0から r_1 , r_1 から r_2 を始

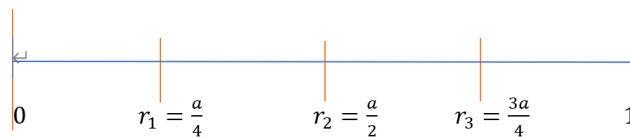


図1 数直線

点、終点であると考えたため、店舗1のみを通る。よって p と0から r_1 , r_1 から r_2 間の距離である $a/4$ の積となる。2項目は0から r_1 , r_2 から r_3 を始点、終点であると考えたため、店舗1, 店舗2を通る。よって店舗1に来店する確率 p と店舗2に入らない確率 $(1-p)$ と0から r_1 , r_2 から r_3 間の距離である $a/4$ の積となる。3項目は0から r_1 , r_3 から1を始点、終点であると考えたため、店舗1, 店舗2, 店舗3を通る。よって店舗1に来店する確率 p と店舗2に入らない確率 $(1-p)$ と店舗3に入らない確率 $(1-p)$, 0から r_1 , r_3 から1間の距離である $a/4$ の積となる。 P_1 と同様に考え P_2, P_3 は以下の式になる。 P_1 と同様に考え P_2, P_3 は以下の式になる。

$$P_2 = 2\left[p \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4} + p(1-p) \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4} + p(1-p) \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4} + p(1-p)(1-p) \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4}\right] \quad (4)$$

$$P_3 = 2\left[p \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4} + p(1-p) \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4} + p(1-p)(1-p) \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4}\right] \quad (5)$$

次に店舗1の地点 r_1 を変動させて店舗1, 店舗2, 店舗3の来訪者数 P_i の推移を考える。店舗1の地点の推移を横軸、各店舗の来訪者数を縦軸に取ったグラフを図2に示す。

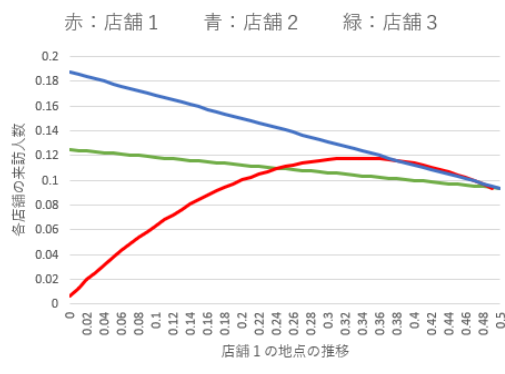


図2 店舗ごとの来訪者数の推移

このグラフから店舗1が店舗2に近づくにつれ、各店舗の来訪人数がどのように推移するのか読み取ることができ

る。

店舗1は店舗2に近づいていくと来訪人数が多くなるが、0.35を超えると来訪人数が減少していった。これは店舗1が店舗2に近づくと店舗1、店舗2の賑わいが増していくため来訪人数が増加していくが、近づきすぎると競争が激化し店舗1の来訪人数が減少すると考察できる。

4 店舗ごとに魅力度を変更する

店舗数 $n = 3$ として $r_1 = a/4$, $r_2 = a/2$, $r_3 = 3a/4$ とする。来訪確率 p_1, p_2, p_3 として P_i について記述すると以下の式ようになる。

$$P_1 = 2\left[p_1 \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4} + p_1(1-p_2) \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4} + p_1(1-p_2)(1-p_3) \times \frac{a}{4} \times \frac{a}{4}\right] \quad (6)$$

5 常滑市を用いた実例

常滑市の実際の道路で介入機会モデルを用いて考えてみる。介入機会モデルを用いる道として国道247号線の一部 [3] を用いる。

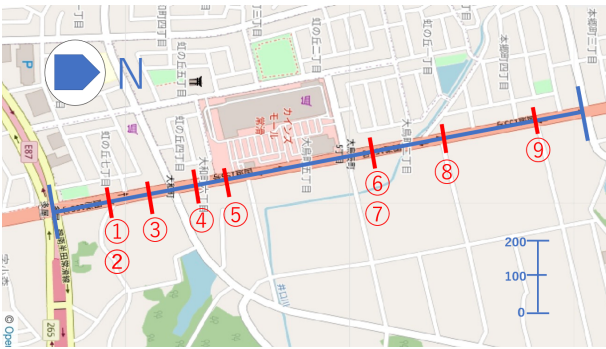


図3 国道247号線の一部

ここから店舗数 $n = 9$ とする。来訪確率 $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9$ として P_i について記述すると以下の式ようになる。

$$P_1 = 2\left[p_1(1-p_2) \times \frac{1}{13} \times \frac{1}{13} + p_1(1-p_2)(1-p_3) \times \frac{1}{13} \times \frac{2}{13} + p_1(1-p_2)(1-p_3)(1-p_4) \times \frac{1}{13} \times \frac{1}{13} + p_1(1-p_2)(1-p_3)(1-p_4)(1-p_5) \times \frac{1}{13} \times \frac{3}{13} + p_1(1-p_2)(1-p_3)(1-p_4)(1-p_5)(1-p_6)(1-p_7) \times \frac{1}{13} \times \frac{2}{13} + p_1(1-p_2)(1-p_3)(1-p_4)(1-p_6)(1-p_7)(1-p_8) \times \frac{1}{13} \times \frac{2}{13} + p_1(1-p_2)(1-p_3)(1-p_4)(1-p_6)(1-p_7)(1-p_8)(1-p_9) \times \frac{1}{13} \times \frac{1}{13}\right] \quad (7)$$

同様に $P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9$ の数式を導出することができる。駐車場数をもとに魅力度 p を導出すること

で、来場人数が導出できる。各店舗の駐車場数、魅力度 p_i 、来場者数 P_i は以下のような図になる。

店舗番号	店名	駐車場数	魅力度 p_i	来場者数 P_i
1	吉野家	20 台前後	0.2	0.007439
2	コメダ珈琲	30 台前後	0.3	0.012753
3	マクドナルド	15 台前後	0.3	0.028928
4	丸亀製麺	30 台前後	0.3	0.047466
5	スシロー	40 台前後	0.4	0.081653
6	すき家	20 台前後	0.2	0.034811
7	ココス	30 台前後	0.3	0.059676
8	一番亭	20 台前後	0.2	0.031261
9	フェニックス	10 台前後	0.1	0.006413

図4 国道247号線の店舗一覧

図4より、中央の店舗が来場者数が多くなり、外側の店舗が来場者数が少なくなることが分かる。また、隣接している店舗の場合、来場者数が魅力度の大きな影響を受けることが分かる。

6 おわりに

本研究では飲食店の最適配置問題を考えるために介入機会モデルについて数式やグラフを用いて考察した。さらに、介入機会モデルを用いて常滑市の国道247号線にしている実際の飲食店の来場者数を算出し、考察、いくつかの店舗の最適配置問題について考えた。

参考文献

- [1] 中小企業庁：『中小企業白書 第3節』。2021。
- [2] 福本創一朗・粟田治：『立ち寄り行動に考慮した介入機会型の施設配置問題』。日本オペレーション・リサーチ学会, 2003年
- [3] OpenStreetMap：『<https://www.openstreetmap.org/>』。2023年12月18日。