

コンビニエンスストアにおける電子マネー専用レジ導入による混雑緩和のシミュレーション

2014SS013 林由紀乃

指導教員：佐々木美裕

1 はじめに

学内で営業しているコンビニエンスストアには、授業の休み時間や昼休みになると、多くの学生が殺到し、レジを待つ列は店内を一周して店外まで並んでいることもある。この混雑を緩和できれば、学生はレジを待たずに済み、長い列を見て入店を諦める学生が減るため、店側にもメリットがある。限られた人員でレジの混雑を緩和するには、レジ業務の効率化が重要であり、実際に店舗では効率化のためにさまざまな工夫がされている。

レジでの支払い方法は、電子マネーと現金があり、電子マネーの支払いの方が現金に比べてレジサービス時間が短い。

本研究では、このような電子マネーで支払う人専用のレジの設置によってどのくらいの混雑解消が見込めるかを、マルチエージェントシミュレーションソフト artisoc を用いて検証を行う。

2 artisoc について

artisoc は、BASIC と LOGO を組み合わせ発展させたエージェントモデリング言語であり、わかりやすい二次元空間表現が可能なる点に特徴がある。元来、社会科学の教育用ソフトウェアであったが、歩行者の空間行動表現に公的なモデリング環境を備える前途あるプラットフォームとして注目されている。また、学生・研究者を対象としたプログラム・コンペティションを継続してきた実績を有し、公開プログラムが充実しつつある [1]。

3 問題のモデル化

3.1 支払い方法

支払い方法は、現金払いのほかに、プリペイド式カードでの支払いやクレジットカードでの支払いと多様である。本研究対象の店舗では「Ponta カード」というポイントカードを提示することでポイントを貯めることができ、来店する学生の約半分が会計時に提示しており、Ponta カードを提示した上で現金で支払う学生が最も多い。

最もサービス時間を短縮できる支払い方法は、電子マネーでの支払いであるが、その中でも「おさいふ Ponta カード」は、先述した Ponta カードの機能に加えてあらかじめお金をチャージしておけば会計時に電子マネーとして利用することができる。本研究ではおさいふ Ponta カードで支払う人専用のレジを導入することを仮定する。

3.2 各エージェントの設定

本研究では、シミュレーションを行う空間を格子状に分割している。図 1 は、学内のコンビニエンスストアをモデルに、壁エージェント（赤いセル）、商品棚エージェント（紫色のセル）、入口エージェント（青色のセル）、レジエージェント（緑色のセル）を配置した artisoc における空間である。ただし、レジエージェントと商品棚エージェントの距離は、実際よりも大きく設定している。これは、レジに並ぶエージェントと買い回り行動をするエージェントの行動の干渉を避けるためである。商品棚エージェントには番号が振られており、客が向かっている商品棚がどこのかがわかるように設定している。

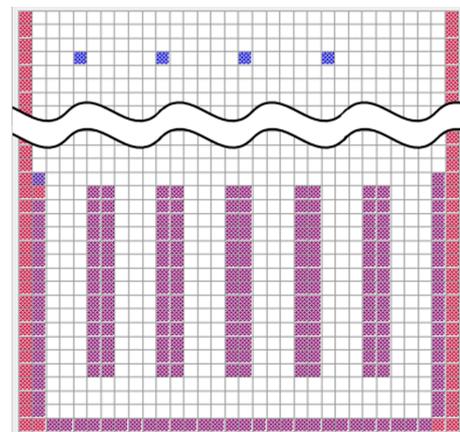


図 1 モデル化した店内

3.3 客の行動

客は、あらかじめ購入希望商品を決めてから入店し、店内のすべての商品の配置を知っているものとする。入店後、購入希望商品の中から一番近くにある商品棚へ向かい、購入希望商品が陳列されている棚の前へ行って商品を選定することを繰り返す。すべての購入希望商品を選定したあと、直ちにレジに向かう。レジに並んでいる途中で列から抜けて買い回ったり、退店したりすることはないものとする。

3.4 人エージェントのルール

artisoc の空間内での人エージェントは、1 ステップに前後左右のいずれかの方向に 1 セルだけ進む。また、壁、商品棚、入口、レジを避けて、歩行可能セルのみを通り、1 つの歩行可能セルには 1 つの人エージェントしか入らない。

入口で人エージェントを発生させる際、購入希望商品を

あらかじめ与える。入店したエージェントはまず、入口から全ての購入希望商品の棚までの最短経路を調べ、最も近い距離にある商品棚へ向かう。このとき、1ステップごとに目的の商品棚への最短経路を参照することで、他の人エージェントがいるセルを歩行可能セルから除外し、人エージェント同士の衝突を防ぐことができる。

4 データの収集

シミュレーションをより現実に近づけるため、実際に2017年12月7日(木)と12月8日(金)のピークタイム(12時30分から13時)の30分間、各日2レジずつ実地調査をした。調査内容は各商品数ごとの1人当たりのレジサービス時間で、ストップウォッチで手計を行い、レシートデータと擦り合わせを行った。

実地調査で以下の3点が明らかになった。

- 購入商品数は、90%以上が1~3点である。
- ホットスナック商品を購入する場合、客がレジで注文した後に店員が商品を準備する必要があるため、サービス時間が長くなる。
- レジ担当者によってレジサービス時間に差がある。

収集したデータをシミュレーションに反映させるのは以下の4点である。

- 各購入商品数(1~3点)の時のレジサービス時間の平均
- レジ担当者によるサービス時間の差
- ホットスナック商品の有無によるレジサービス時間の増加分の平均
- おさいふPontaカード支払い時のレジサービス時間は、Pontaカードを提示せず電子マネーで支払った場合の時間の平均

5 シミュレーション結果

専用レジの台数(1台~3台)とおさいふPontaカードの所持率(10%, 20%, ..., 90%)を変化させてシミュレーションを行った。比較対象とするため、専用レジを導入していない、現在の状態もシミュレーションした。

この28パターン全ての30分間分の最大瞬間待ち人数と1秒当たりの平均待ち人数を、10回ずつシミュレーションし、平均をとった。表1における「所持率」は客のおさいふPontaカードの所持率、「1台」、「2台」、「3台」はレジ4台中の専用レジの台数、「最大」は瞬間最大待ち人数の平均、「平均」は1秒当たりの平均待ち人数の平均を表し、各列の最小値を赤字で示す。「現状」は専用レジを導入しない現在の状態を表し、おさいふPontaカードの所持率は0%である。

6 結果の分析と今後の課題

客のおさいふPontaカード所持率が約20%以上の時に専用レジを導入すると効果が得られることがわかった。所

表1 各パターンのシミュレーション結果

所持率		1台	2台	3台
10%	最大	52.7	90.6	150.9
	平均	25.7	45.2	73.5
20%	最大	38.0	74.4	132.8
	平均	18.2	37.0	63.7
30%	最大	30.5	45.5	103.2
	平均	13.1	22.6	48.9
40%	最大	31.6	31.6	78.8
	平均	14.6	16.1	39.1
50%	最大	38.4	20.6	62.7
	平均	19.4	9.5	30.8
60%	最大	63.2	16.2	42.2
	平均	31.2	6.7	21.2
70%	最大	76.9	18.3	25.9
	平均	37.9	7.4	12.6
80%	最大	99.5	23.9	17.6
	平均	47.4	10.8	7.9
90%	最大	122.6	34.9	14.8
	平均	59.0	15.9	5.7
現状	最大	39.6		
	平均	19.9		

持率が約20~40%の時は専用レジ1台、所持率が約50~70%の時は専用レジ2台、所持率が約80~90%の時は専用レジ3台が最適である。

最も待ち人数が短くなるのが所持率90%、専用レジ3台の時で、瞬間最大待ち人数は62.6%、1秒当たりの平均待ち人数は71.5%の削減が見込める。

現在のおさいふPontaカード所持率は0%であるため、最低でも30%まで上げることができれば、専用レジを1台導入して、瞬間最大待ち人数は23.0%、1秒あたりの平均待ち人数は34.1%の削減が見込めることになる。

本研究では、買い回り行動の再現はできたものの、買い回り行動中のエージェントによる店内の混雑を再現することができなかった。

今後の課題としては、空間の配置をより現実に近づけ、待ち列を作る位置を実際と同じ、商品棚の間にするなどで混雑した複雑な店内のシミュレーションが可能かどうかを検討することが挙げられる。また、レシートデータから客の購入商品を分析してシミュレーションの買い回り行動に反映させることでさらに現実に近いシミュレーションが行える。

参考文献

- [1] 兼田敏之:『artisocで始める歩行者エージェントシミュレーション』。構造計画研究所, 東京, 2010.