

エージェントモデルを用いた ATM の最適数の推定

田嶋拓也・石井和克・阿部武彦(金沢工業大学) 木村春彦(金沢大学)

1. 背景と目的

ATM(Automated/Automatic Teller Machine)は銀行における顧客サービス向上と効率化において重要な設備投資対象である。ATM の設置の際にはできるだけ少ない台数でより多くの顧客の利用要求に応えることが課題となる。

そこで本研究では、ATM の設置台数と利用回数および機会損失回数の関係をエージェントモデル^[1]を用いて解析し、利用回数と機会損失回数に基づく ATM の設置箇所と設置台数決定法を提案し、金沢市の複数の地区を事例分析し、提案法の有効性と問題点を明らかにすることを目的とする。

2. モデルの構築

本研究で構築するシミュレータはランドスケープ、ATM エージェント、顧客エージェントの3つの構成要素と、パラメータを持つ。以下に3つの構成要素について述べる。

2-1. ランドスケープ

本研究におけるランドスケープは ATM エージェント、顧客エージェントが配置される空間を表す。顧客エージェントは 1 サイクルに 1 セル移動する。これを徒歩での移動とし、徒歩の平均時速 4km から 1 セルの一辺の距離は 67m とした。また、道路距離と直線距離は近似しているため^[2]、ランドスケープ上に道路を考慮しない。ランドスケープは以下のようにパラメータを持つ。

1) サイクル

サイクルは ATM の営業時間を表し、本研究では 1 サイクルを 1 分と設定する。

2) 終了条件

ATM の営業時間を月～金曜日 8:30～20:00(690分)、土曜日・日曜日 9:00～17:00(480分)とする。実験は 1 日単位で行うため、それぞれの終了条件は 690 サイクル、480 サイクルとなる。

3) 顧客エージェント数

本研究で使用する顧客エージェント数は、実際の都市の人口を扱う。しかし、人口のすべてが銀行の顧客とは考えにくい。そこで、人口に対するシェアを用いて補正する。大手地銀クラスをシェア 40%、第二地銀クラスをシェア 20%^[3]とし、(都市の人口)×(シェア)数の顧客エージェントを用いて実験を行う。

4) ATM エージェント数

ATM エージェント数は配置箇所数及び 1 箇所の設置台数を扱う。

2-2. 顧客エージェント

1 個の顧客エージェントは顧客 1 人を表す。顧客エージェントは以下のパラメータを持つ。

1) 視力

顧客エージェントが ATM エージェントを利用する際に、ATM エージェントの有無を判断できるランドスケープ上の範囲を表す。本研究では徒歩で 5 分で到着できる範囲とした。なお、顧客エージェントが ATM エージェントを利用する状態になっても、視力の範囲内に ATM エージェントがなければ利用しない状態になり、機会損失が発生する。

2) 機会損失回数

機会損失が発生した時に増加するパラメータである。

3) 取引時間

顧客エージェントは引出・預入・振込・残高照会・通帳記入の 5 種類の取引を行う。振込のみを 3 分(3 サイクル)、それ以外を 1 分(1 サイクル)とする^[4]。また、単一取引だけでなく複数取引を考慮するために、引出・預入・振込・残高照会・通帳記入の 5 種類の取引と、そのすべての組み合わせを時間として置き換え、それぞれの頻度を ATM エージェントの利用確率に反映させる。表 1 は単一取引と複数取引を考慮した取引時間と、それぞれの頻度を示す。頻度は、実際の取引回数の比である^[4]。

表 1. 取引時間と頻度

取引時間	1分	2分	3分	4分	6分
頻度	130	13	17	5	1

4) 1 サイクル毎の ATM エージェントの利用確率

顧客エージェントは週 1 回、振込以外の何らかの取引を行うものとする。また、振込は月 1 回行うものとする^[5]。振込を含む取引は月中・月末に集中するために月中 14 日～16 日、月末 29 日～31 日に振込を含む取引の 5 割を集中させるオペレータを加える。表 2 は振込を含まない利用確率であり、表 3 は振込を含む利用確率である。

表 2. 1 日当りの振込を含まない利用確率

曜日	振込含まない 利用確率	1 サイクルの 利用確率
月曜日・金曜日	30%	0.04%
火～木曜日	10%	0.02%
土曜日・日曜日	5%	0.01%

表 3. 1 日当りの振込を含む利用確率

日にち	1 日当りの振込 を含む利用確率	1 サイクルの 利用確率
1～13 日・17～25 日	2.0%	0.00013%
14～16 日・29～31 日	8.3%	0.00210%

5) 待ち時間の閾値

顧客エージェントが ATM エージェントを利用する際に並んで待つ時間の限界値を表す。本研究では4分(4サイクル)とする。待ち時間が4サイクルになると顧客エージェントは ATM エージェントを利用しない状態になり、機会損失が発生する。

2-3. ATM エージェント

1個の ATM エージェントは ATM1 台、もしくは複数台を表す。ATM エージェントは以下のパラメータを持つ。

1) 1箇所当りの設置台数

本研究では1箇所、1台から3台とする。

2) 利用された回数

利用人数を表す。

3. シミュレーションの流れ

図1にシミュレーションの流れを示す。

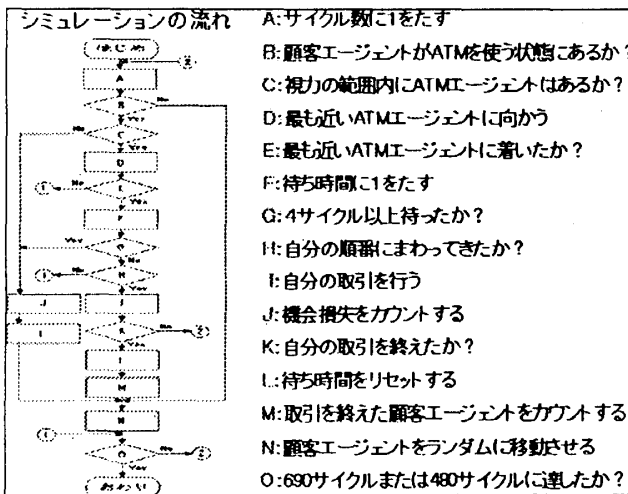


図1. シミュレーションの流れ

4. 評価方法

評価の方法は、機会損失回数の平均(=機会損失回数の合計/ATM台数)とATM利用回数の平均(=ATM利用回数/ATM台数)を算出して評価する。

ATM 配置箇所数、設置台数が少なすぎると、顧客エージェントが ATM エージェントにたどり着けないので、機会損失回数の平均が上がる。逆に ATM エージェントの配置箇所数、設置台数が多すぎても、ATM の総台数が大きくなるために ATM の利用回数の平均は下がる。さらに ATM 利用回数の平均が高くても、機会損失回数の平均が高いと最適数とはいえない。

経営者の立場ならば ATM 利用回数の平均が高い場合が最適になる。また、顧客の立場ならば利便性が高くなるので機会損失回数の平均が少ない場合が最適だといえる。

本研究においてはトレードオフの関係になっている2つの尺度を等価に評価し、図2のグラフ中の交点を最適とする評価方法を用いる。

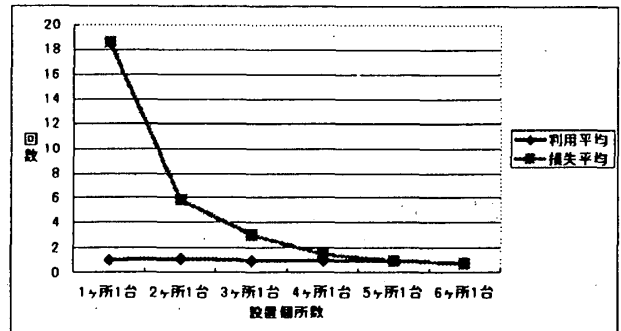


図2. ATM の台数と利用回数の平均・機会損失回数の平均

5. 実験

提案法の有効性を明らかにするために実験を行った。実験は金沢駅東口周辺1km²(人口11197人)と金沢市玉鉾周辺1km²(人口3521人)を対象とし、それぞれシェア40%と20%で人口を変化させた。実験は1ヶ月単位で行い、15×15セルの1km²のランドスケープを用いた。表4は金沢駅東口周辺、シェア40%で実験を行った結果である。

表4. 金沢駅東口周辺の実験結果(シェア40%)

	利用平均	損失平均	利用と損失の差
1ヶ所1台	18.04	403.39	-385.35
2ヶ所1台	16.72	143.30	-126.58
3ヶ所1台	17.43	62.16	-44.72
4ヶ所1台	15.88	34.43	-18.55
5ヶ所1台	15.99	21.76	-5.76
1ヶ所2台	10.94	202.17	-191.22
2ヶ所2台	10.89	65.99	-55.11
3ヶ所2台	10.54	30.48	-19.94
4ヶ所2台	9.70	17.66	-7.96
5ヶ所2台	10.03	8.94	1.08
1ヶ所3台	7.02	139.15	-132.13
2ヶ所3台	7.38	47.79	-40.42
3ヶ所3台	6.85	22.13	-15.28
4ヶ所3台	5.86	11.45	-5.59
5ヶ所3台	6.87	6.24	0.63

6. 結論・考察

人口やシェアに関らず最適箇所数と最適台数が5箇所2台または5箇所3台になった。なお、この結果は徒歩での利用がほとんどとなる街の中心地に適応できるものと思われる。しかし、主な移動手段が徒歩の地域以外、例えば郊外地のような場合には、モデルの見直しが必要になると考えられる。

7. 今後の課題

実際のATM設置時の基準調査を行う。また、実験により求められた最適数を専門家の主観によって評価を行う。

参考文献

- 田嶋拓也・阿部武彦・木村春彦, エージェントモデルを用いたコンビニエンスストアの最適店舗数の推定, 平成14年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 F-78, p.365 (2002)
- 岡部篤行・鈴木教夫, 最適配置の数理, 朝倉書店(1992)
- 西谷明子, 待ち行列を用いた ATM の最適配置シミュレーション, 平成13年度金沢大学工学部卒業論文(2002)
- 産業・組織心理学研究室, 東和銀行における ATM 利用実態観察調査に関する詳細分析結果, 高崎経済大学(2000)