

## マルチエージェントシミュレーションを用いた店員の最適配置の求解 Optimal Staff Allocation based on Multi-Agent Simulation

織田 憲二郎\*

西村 栄毅\*

芳賀 博英\*

Kenjiro Oda

Haruki Nishimura

Hirohide Haga

### 1. はじめに

近年、数多くの企業で経営方針を定める手法としてシミュレーションが用いられている<sup>[1]</sup>。しかし、従来のシミュレーション技法は、人間的なファクタを考慮したシミュレーションが少なかった。

そこで本研究では、マルチエージェントシミュレーションという技法<sup>[2][3]</sup>を用いて、上記の問題点を考慮したシミュレーションを実行した。本研究が対象とする飲食店のシミュレーションでは、店員エージェントのパラメータに、疲労具合や接客の早さといった人間的な要素を付加させる。そして、飲食店内での店員の接客というミクロな状況から、店の評判とそれに伴う来客数の変化というマクロな状態を創発させ、創発した状態の来客数や客の不満の数、そして、最終的には売上結果を分析することで、店舗に対する最も適した店員の配置を考える。

### 2. シミュレーション環境の開発

#### 2.1. シミュレーション空間の作成

空間はエージェントが相互作用する場である。本シミュレーションでは、空間に付随するパラメータとして、時間と来客確率の2つを設定した。

時間は時刻のことであり、時間のパラメータが9となっていた場合、その空間内は現実世界で言う9時となる。来客確率というパラメータは顧客の来店する確率を計算するためのパラメータである。本研究では、時間帯による繁盛期と閑散期、客の不満度によるリピーターの量と新規客の変化を実現するために以下のように実装した。

(I) 時間ごとの客の平均来客数と検知頻度を Table 1,

Table 2 のように設定し、繁盛期と閑散期を表現

(II) 式(1)で不満度の蓄積による来客数の減少を表現

#### 2.2. エージェントの作成

##### 2.2.1. ホールスタッフエージェントの作成

ホールスタッフエージェント(以下ホール)は、客エージェントへの対応を行うエージェントである。このエージェントは、店内をランダムに歩き、客の注文への対応を行う。

ホールスタッフエージェントは、パラメータとして疲労、速さを設定した。疲労は、ホールエージェントの疲労の度合いを表し、接客時に溜まる。接客時の疲労の溜まり方は団体の人数が多いほど大きくなることを表現するため、接客を行う団体内の人数1人につき0.001ずつ疲労値が溜まるとした。速さはホールエージェントの移動速度のことである。疲労は速さに影響を与え、速さを“ $V_t$ ”，1分あたりの疲労度を“ $W$ ”とすると、速さは式(2)となる。

Table 1. The number of counting of every time

時間(時)	9-11	11-13	13-18	18-21	21-24
頻度(回/分)	10	5	10	3	10

Table 2. The average number of customer

時間(時)	9-11	11-13	13-18	18-21	21-24
平均来客数(人)	0.16	0.5	0.16	0.5	0.16

$$X_t(1 \text{ 分あたりの平均来客数}) = X_{t-1} - \text{不満度} \cdots (1)$$

$$V_t = V_{t-1} - W \cdots (2)$$

##### 2.2.2. キッチンスタッフエージェントの作成

キッチンスタッフエージェント(以下キッチンエージェント)は注文を調理するエージェントである。このエージェントには速さと疲労という2つのパラメータを持たせた。疲労の溜まり方は、調理数一つずつにつき0.001ずつ加算させている。

速さはキッチンエージェントの調理速度である。キッチンエージェントの生成時に速さのパラメータ値を“1”と設定し、疲労値を加算させた値を現在の速さとする。

この速さの値を注文品の調理に必要な時間に乗算し(式(3))、疲労による調理速度の低下を表現した。

$$\text{調理速度} = \text{基本調理時間} \times (1 + \text{疲労値}) \cdots (3)$$

##### 2.2.3. 客エージェントの作成

客エージェント(以下客)は、注文・品の待機という行動を繰り返すエージェントである(Fig.3)。客には注文数、限界時間、不満度という3つのパラメータを持たせている

注文数とは、客エージェントの注文した品のことであり、1品から6品までの間でランダムに決まるとした。

客エージェントが注文する品はA, B, Cのいずれかの品とした。平均調理時間は順にA:7分, B:4分, C:2分。価格は順にA:1000円, B:600円, C:300円とした。

限界時間とは、客エージェントが注文状態になってから品が完成するまでに耐えられる待ち時間を表すパラメータである。限界時間の値は客が生成されると同時に20~30分までの間でランダムに設定した。

不満度とは、注文した品の提供スピードに関する客の評価指標パラメータである。不満度の計算法は、初期状態を0とし、限界時間を超えると品が届くまで毎分0.001ずつ加算させていく。

2.1で解説した空間の作成とエージェントの作成を Fig1. に示す。

\*同志社大学大学院理工学研究科

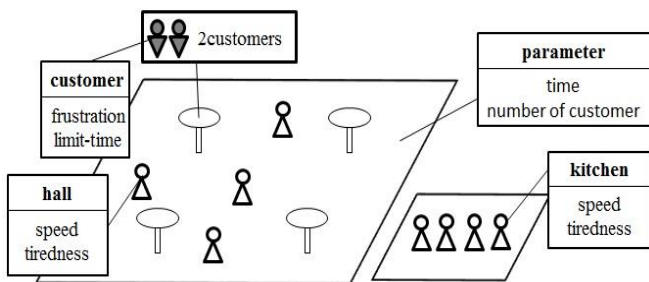


Fig1. シミュレーション環境

### 3. ホールエージェントの注文の取り方

#### 3.1. 最近傍法

最近傍法というルールをホールエージェントに設けた。ルールは下記となっている

1. ホールエージェントは店舗空間内のどこでも移動可能
2. 注文がないときはランダムに歩き回る、
3. 客が注文をすると各店員と注文客との距離を測定
4. 最も距離の近い店員が客の元へ向かい注文を取る

#### 3.2. 4分割法

4分割法というルールをホールエージェントに設けた。ルールは下記となっている。

1. 中心点で店舗を4つに区切る
2. 各エリアに1人ずつホールエージェントを配置する
3. 各エリア内の注文は全てエリア担当者が行う
4. 注文がないときはランダムに歩き回る
5. 他のエリアにはホールエージェントは移動不可

### 4. 実験結果

得られた結果を Table3, 4, 5 に記載する。純利益はホールエージェント1人につき日給12000円であるとし、その値を減算することで求めた。

### 5. 考察・今後の課題

#### 5.1. 最近傍の最適人数

表3より、最近傍時の純利益は3人・4人時が高いことが分かり、また、客の不満と店員の疲労値は4人のときが低いことが分かる。このことからこの店舗では、最低3人でも客を捌けるが、客の不満と店員の負担を考慮すると4人が最適人数であると考えられる。

#### 5.2. 最近傍と4分割の比較

5.1節より、最近傍時の売上はホールが4人のときが最も優秀な状態である。一方、4分割時は最近傍の4人時と比べて純利益と不満度が劣った結果となっている。この原因として、1.移動距離による疲労の蓄積を考慮していなかったために、4分割の長所である、客と店員との距離が近いことが表現されなかった、2.客の座る位置をランダムで

Table3. 利益

人数	平均 (円)	最大値(円)	最小値(円)
3	211490	238500	180700
4	226541	256500	198900
10	261310	278200	231700
15	268138	302500	246900
4(4分割)	192996	226600	118800

Table4. 人数別疲労値

人数(人)	平均値	最大値	最小値	疲労差
3	0.11684	0.1285	0.10596	0.02254
4	0.09434	0.10726	0.08135	0.02591
10	0.04344	0.06098	0.02826	0.03272
15	0.03002	0.04098	0.01532	0.03166
4(4分割)	0.08669	0.10104	0.06611	0.03493

Table5. 人数別不満度

人数	平均値	最大値	最小値
3	3.183	5.101	2.387
4	2.092	3.099	1.235
10	0.798	1.46	0.395
15	0.557	1.151	0.233
4(4分割)	4.14	10.091	2.583

シミュレーションを行ったために、1つのエリアに客が集中して座ることがあったという2つの理由が考えられる。よって、現状、これらのシミュレーションは最近傍が有利な状態での比較となっており、優劣の判断材料としては不適であると考えられる。

#### 5.3. 今後の課題

実験結果と考察より、現段階の作成したシステムでは店舗の営業形態の変化による店員の最適配置を得ることができなかった。よって、5.2節で得られた4分割の弱点と改善点を考慮し、移動距離による疲労値の増加と、4つに分割された各エリアに客が均等配分されるよう改良を行う。そして、改良した状態で再び最近傍と4分割の2種のシミュレーションを行い、実験結果を再び比較する必要があると考えられる。

#### 参考文献

- [1] 山崎暢也, “大学と企業におけるシミュレーションの開発や活用の実態調査”, みずほ情報総研技法 Vol.1
- [2] 山影進, “人工社会構築指南”, 書籍工房早山, 2007
- [3] 兼田敏之, ほか “artisocで始める歩行者エージェントシミュレーション”, 書籍工房早山, 2010, P. 1~P. 187.