

マルチエージェントモデルを用いた消費者 行動の分析による価格最適化システム

水上 和秀

富山県立大学 電子情報工学科

December 10, 2021

マルチエージェント
システムにつ
いて

消費者行動分析

モデルの概要

意思決定の条件式

モデルの妥当性の
検証

おわりに

マルチエージェントシステムとは

複数の「エージェント」から構成されるシステム。エージェントとは、周囲の状況を認識し一定のルールを持ち、自律的に行動間や他のエージェントと相互作用する存在のことである。

マルチエージェントシステムにより、エージェントの個々のふるまいからでは予測できなかったような社会システムの現象も予測することができる。

映画鑑賞を事例としたマルチエージェントシミュレーションを用いた消費者行動モデルによる分析

・研究目的

個人の好み、他者からの影響の受けやすさなどの要因に加え、広告情報による影響を考慮した消費者モデルを基礎として、全消費者の行動を合成することにより消費者行動全体のふるまいを表現できるモデルを映画鑑賞の事例で構築し、作品タイプ別に消費者行動の変化が普及プロセスに与える影響を明らかにする。

モデルの概要

- ① シミュレーション上の仮想社会として、50 セル× 50 セルの 2 次元空間を設定し、そこに消費者エージェント 1000 体をランダムに配置する。
- ② モデル上のそれぞれの消費者エージェントは、映画作品を鑑賞するかどうかの意思決定を行う。意思決定は、「選好度」、「総情報量」、「鑑賞閾値」の 3 つの要因によって決定される。
- ③ それぞれの特性によって「選好度」と「総情報量」と「鑑賞閾値」の加重和を計算し、その値が「鑑賞閾値」を上回った場合に作品を鑑賞する。

二次元空間(S)

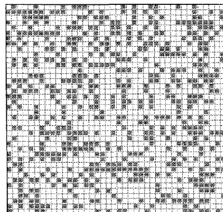


図 1: 二次元空間のイメージ

選好度

各エージェントが作品に対して持つ独自の効用であり、作品のジャンルや出演俳優などの要因によって決定される。

$$U(i, k) = (PB + adv + ex) * UQ(k) + E_U \quad (1)$$

i : エージェント番号

k : 週単位の期間

PB : 製作費 (10 段階で評価)

adv : 宣伝規模 (7 段階で評価)

ex : 原作・前作の影響 (10 段階で評価)

UQ 新作に対する興味

E_U : 個々の影響の受けやすさ

総情報量

- ・各エージェントが外部から受ける作品情報の総和であり、宣伝と口コミの2種類から構成される。
- ・消費者エージェントは(2)式によってマスメディアから宣伝を受け取るかどうかを判断し、該当する場合(3)式によりマスメディアから受ける宣伝の大きさを計算する。

マスメディアから宣伝を受けるための条件式

$$Rnd < P_a * AQ(k) * adv / adv_{max} \quad (2)$$

Rnd : 0 以上 1 未満の乱数

P_a : マスメディアから宣伝を受ける確率 (宮田 (2008) の値を引用)

$AQ(k)$: 宣伝活性度

adv_{max} : 宣伝規模の最大値 (ここでは $adv_{max} = 7$ とする)

マスメディアから受ける宣伝の大きさ

$$A(i) = (adv * S_a * R_a) * E_a(i) \quad (3)$$

S_a : スケールパラメータ

R_a : マスメディアへの信頼度

$E_a(i)$: 個々の影響の受けやすさ

口コミを受け取る条件

消費者エージェントは (4) 式によって口コミを受け取るかどうかを判断し、該当する場合に、作品公開前は (5) 式、作品公開後は (6) 式によって受け取る口コミの大きさを計算する。

$$Rnd < P_w * WQ(k) \quad (4)$$

P_w : 消費者が映画情報の口コミを受ける確率 (宮田 (2008) の値を引用)

$WQ(k)$: 口コミ活性度

adv_{max} : 宣伝規模の最大値 (ここでは $adv_{max} = 7$ とする)

映画公開前に受け取る口コミの大きさ

$$W(i) = (PB + adv + ex) * D(i') * S_w * R_w * E_w(i) \quad (5)$$

S_a : スケールパラメータ

R_a : マスメディアへの信頼度

E_a : 個々の影響の受けやすさ

映画公開後に受け取る口コミの大きさ

$$W(i) = (rating * D(i') * S_w * R_w) * E_w(i) \quad (6)$$

$rating$: 作品評価値

鑑賞閾値

鑑賞閾値は消費者エージェントの映画の鑑賞のしやすさを表現し、閾値が低い消費者エージェントほど映画を購入しやすいものとする。鑑賞閾値は各エージェントが作品鑑賞に際して持つ一定値であり、Rogers の採用カテゴリー (Rogers,1962) により各エージェントに異なる値を与えた。

Rogers の採用カテゴリー

人々が新しい商品、サービスを採用するまでの時間の分布に正規性を仮定し、その時期の速さから採用者を 5 つのカテゴリーに分けたもの

- イノベーター: 早い時期にイノベーションを採用する消費者。
- 初期少数採用者: そこそこ革新的な層であり、社会的には大衆から一目置かれる、高い地位にある人が多い。
- 前期多数採用者: 社会の平均よりもやや早いタイミングで採用する大衆
- 後期多数採用者: 平均的な人が採用した後に行動に出る慎重派。
- 採用遅滞者: 変化を好まず、新製品に無関心。

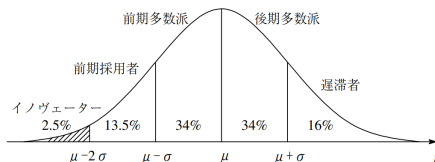


図 2: Rogers の採用カテゴリー

消費者の意思決定条件式

この条件式を満たしたときに消費者エージェントは映画を鑑賞する。

$$W(i) * U(i, k) + (1 - W(i)) * T(i, k) > B(i, k) \quad (7)$$

i : エージェント番号

k : 週単位の期間

W : 0-1 の一様乱数

U : 選好度

T : 総情報量

B : 鑑賞閾値

検証

構築したモデルの妥当性を検証する。モデルのパラメータ設定は、ToyStory3 によって対象作品共通のパラメータを設定し、製作費などの作品独自のパラメータは作品ごとに設定する。

検証は、週単位の累積観客動員数を実測値とシミュレーション値で比較し、(8) 式のように誤差率を算出することにより行う。

$$E_r^t = \frac{|A_s^t - A_a^t|}{A_a^t} \quad (8)$$

A_a^t : t 週目の実測値の観客動員数比

A_s^t : t 週目のシミュレーション値の観客動員数比

検証結果

構築モデルの妥当性を様々なタイプの作品で検証するため、2010 年度全米興行収入上位 7 作品、下位 5 作品 (30 位～34 位)、同年度アカデミー賞作品賞 1 作品の計 13 作品とした。下図より、ほとんどの作品において平均誤差率が 10% 以内であることから、構築モデルにおいて実測値の観客動員数推移をある程度再現することができたと考えられる。

No.	タイトル	平均 誤差率	最大 誤差率	最小 誤差率
1	Toy Story 3	3.73%	15.21%	0.00%
2	Alice in wonderland	3.99%	28.28%	0.49%
3	Iron Man 2	2.37%	7.68%	0.04%
4	The Twilight Saga: Eclipse	9.51%	19.94%	2.00%
5	Inception	9.40%	16.27%	4.20%
6	Harry Potter and the Deathly Hallow: Part I	3.60%	13.9%	0.01%
7	Shrek Forever After	8.66%	76.5%	0.22%
8	The Book of Eli	6.6%	20.58%	0.70%
9	The Social Network	9.43%	23.85%	0.47%
10	The Town	8.67%	17.7%	0.25%
11	Red	7.07%	21.12%	0.81%
12	Percy Jackson & the Olympians: The Lightning Thief	6.24%	17.46%	1.32%
13	The King's Speech	11.40%	32.66%	2.94%

考えた新規性

- ・映画鑑賞における消費者の行動モデルをスーパーなどの小売業における消費者の行動モデルに置き換え、商品の売り上げを予測する。
- ・また、商品の価格を変化させたときの売り上げの変化を観察し、商品の価格最適化を図る。

POS システム

- ・POS システムとは「Point of Sale」の略で、商品についているバーコードなどを読み取り「何を・いつ・いくらで・何個販売したか」という販売情報を集積するシステム
- ・POS システムの情報を分析することで売れ筋商品や曜日・時間帯による売れ行きの傾向をつかむことができる

考えているシステムの流れ

- ① シミュレーション上の仮想社会として 2 次元空間を設定し、そこに消費者エージェントをランダムに配置する。
- ② モデル上のそれぞれの消費者エージェントに選好度総情報量、外部要因などの属性を入力し、商品を購入するかどうかの意思決定を行う。
- ③ シミュレーション結果を POS データと比較し、モデルの妥当性を検証する。
- ④ ある程度の妥当性が検証出来たら商品の価格を変更し、売り上げの変化を調べ、一番売れる価格を調べる。

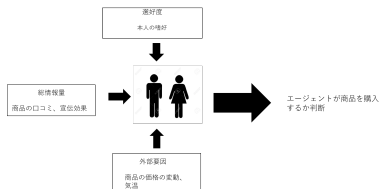


図 4: 新規性のイメージ

やること

- ・映画鑑賞の消費者モデルで用いた式を小売業の消費者モデルにどれだけ応用できるか調べる。
- ・マルチエージェントシステムについて理解を深める
- ・商品を買うにあたって消費者の意思決定にどのようなルールがあるか調べる