

サービスの非均質性を導入したサービスの普及に関する研究

A Study on Service Diffusion Introducing Heterogeneity of Service

藤井 信忠*¹ 貝原 俊也*¹ 吉川 智哉*¹

Nobutada Fujii Toshiya Kaihara Tomoya Yoshikawa

*¹神戸大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Kobe University

In the product or service market with network externality, outperformed products or services do not always prevail. Therefore, diffusion of product or service is examined by computer simulations to clarify the process of acceptance among consumers. This paper presents a multiagent-based model for diffusion of service including heterogeneity in complex networks. It is verified that the heterogeneity of service and network structure affect service diffusion in the results of computer simulations.

1. はじめに

社会の成熟とともに消費者の価値観が多様化してきており、技術的に優れた製品・サービスが必ずしも普及するとは限らない。そのため、製品やサービスの技術的革新だけを追求していたのでは十分ではなく、それらの社会的受容を表す製品・サービスの普及特性に関する分析が必要となってきた。

製品・サービスの普及に影響を与える要因のひとつとして、ネットワーク外部性がある。ネットワーク外部性とは、消費者間に相互作用が存在する状況において、同じ製品を持つ他の消費者が多ければ多いほど、その製品の価値が大きくなる性質のことをいう。すなわち、技術的に優れていない製品やサービスであっても、使用者が多ければ得られる効用が大きくなるため、過剰慣性や過剰転移が引き起こされる場合がある。これまで、ネットワーク外部性については経済学において基礎的なモデルが提案されてきているが [Katz 85]、消費者が他の消費者の購買状況を知り得るなどの過大な前提がある。現実の消費活動を想定すると、消費者は知人やインターネット上の Web ページ、ブログなどから情報を取得し、購買・消費行動に至っていると考えられる。そこで、消費者をマルチエージェントシステムとしてモデル化し、そのエージェント間の知人関係のネットワークを複雑ネットワークを用いて表現することで、自身とリンクのある知人から情報を得て製品を購買することによって製品の普及過程をモデル化する研究があり [Kawamura 05]、その有効性が示されてきている。

しかし、これらの研究は対象として製品を仮定している場合が多い。サービスは製品とは異なり、無形性や同時性、非均質性、消滅性などの特有の性質を有しており、製品の普及過程とは異なる性質を含んでいると考えられる。本研究では、サービスの特性のうち、品質の非均質性に着目し、エージェントベースの普及モデルを導入し、サービスと製品の普及の違いを明らかにすることを目的としている。

2. 提案手法のモデル化

2.1 消費者エージェントのモデル化

本研究で対象とするサービスは、製品との比較を容易にするため、インターネットの接続プロバイダの選択のように、一

度サービスの購入を決定するとそのサービスを継続的に利用するようなサービスを対象とする。

本研究における普及モデルは、基本的に川村らのモデルに則る。すなわち、各消費者エージェント i は時刻 t において、

$$U_i(t) \geq T_i, \quad (1)$$

を満たす場合、サービスの購入に至るものとする。ここで、 $U_i(t)$ は消費者エージェント i のサービスに対する効用、 T_i をサービスの効用に対する閾値を表し、効用が閾値を超えた場合に購入に至ることを表す。消費者エージェント i の効用 $U_i(t)$ は以下のように与える。

$$U_i(t) = R_i(t) + \sum_{j \in N \setminus \{i\}} g_j y_j^i(t), \quad (2)$$

ここで、 $R_i(t)$ は消費者エージェント i がサービスから得る効用、 $y_j^i(t)$ はネットワーク上でリンクのつなげた消費者エージェント j から得られる効用であり、外部性の効果である。サービスから得られる効用 $R_i(t)$ は以下のように表す。

$$R_i(t) = \begin{cases} R_i^{act}(t), & \text{if } i \text{ has product,} \\ R_i^{exp}(t), & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (3)$$

$R_i^{exp}(t)$ は購入前のサービスへの期待効用を、 $R_i^{act}(t)$ は購入を行って得られる事後効用を表す。

本研究で導入するサービスの非均質性は、サービスが提供される過程において、サービス提供者の能力の違いなどに起因して提供される品質にばらつきが生じるものとしてモデル化する。すなわち、サービスの事後効用 $R_i^{act}(t)$ を平均 β_i 標準偏差 δ_i の正規分布として表現する。一方期待効用は簡単化のために定数とし、以下のように与える。

$$R_i^{exp}(t) = \alpha_i, \quad (4)$$

$$R_i^{act}(t) = N(\beta_i, \delta_i^2). \quad (5)$$

サービスと製品の普及の比較をおこなうために、事後効用の平均 β_i は製品とサービスで等しいものとする。また、サービスが製品に比べて品質の非均質性が大きいものとするために、製品の標準偏差 δ_{ip} とサービスの標準偏差 δ_{is} の間には、

$$\delta_{is} > \delta_{ip}, \quad (6)$$

連絡先: 藤井 信忠, 神戸大学大学院工学研究科情報知能学専攻,
神戸市灘区六甲台町 1-1, nfujii@phoenix.kobe-u.ac.jp

という関係が成り立つものとする。

以上のような期待効用と事後効用を用いることで、消費者エージェントの満足度 $S_i(t)$ を以下で与える。

$$S_i(t) = f(R_i^{exp}(t), R_i^{act}(t)), \quad (7)$$

ここで、満足度 $S_i(t)$ は、プロスペクト理論に基づく吉光らの研究 [Yoshimitsu 06] を参照し、正のばらつきによる満足度の増加よりも、負のばらつきによる満足度の低下の方が影響が大きいものとして、

$$f(R_i^{exp}(t), R_i^{act}(t)) = \begin{cases} a^+ \{1 - e^{-\frac{b^+}{a^+}(R_i^{act}(t) - R_i^{exp}(t))}\}, & (R_i^{act}(t) \geq R_i^{exp}(t)) \\ a^- \{1 - e^{-\frac{b^-}{a^-}(-R_i^{act}(t) + R_i^{exp}(t))}\}, & (R_i^{act}(t) < R_i^{exp}(t)) \end{cases} \quad (8)$$

として与える。ここでパラメータ a^+ と a^- は関数の収束する値を、 b^+ と b^- は参照点におけるグラフの傾きを表す定数である。

購入後の消費者は、リンクによって結合した他の消費者に外部性の効果を与える。ステップ t において消費者エージェント i が他の消費者エージェント j から受ける外部性の効果 $y_i^j(t)$ は、 i と j の直接的な効果、共通の一人の友人を介した効果、二人の友人を介した効果の3次までの効果を考慮して以下のように定義する。

$$\begin{aligned} y_i^j(t) &= (R_j(t) + S_j(t)) \cdot w_{ij} \\ &+ (R_j(t) + S_j(t)) \cdot \sum_{x \in N \setminus \{i, j\}} w_{ix} \cdot w_{xj} \\ &+ (R_j(t) + S_j(t)) \cdot \sum_{x, y \in N \setminus \{i, j\}, x \neq y} w_{ix} \cdot w_{xy} \cdot w_{yj} \end{aligned} \quad (9)$$

ここで w_{ij} は相互作用ネットワークで結ばれる友人間の親密度を表す。

2.2 ネットワークモデル

前節でモデル化した消費者エージェントは、消費者ネットワーク上でリンクを介して結合した他の消費者エージェントの効用と満足度の影響を受ける。本研究で用いる消費者の相互作用ネットワークは、Regular ネットワーク (Reg), Random ネットワーク (Rand), スモールワールドネットワーク (WS), スケールフリーネットワーク (BA), 頂点非活性化ネットワーク (KE-1), SW 頂点非活性化ネットワーク (KE-2) の6つとした [Masuda 05]。

3. 実験結果と考察

3.1 実験設定

以上の消費者エージェントモデルとネットワークモデルを用いて、サービスと製品の普及過程に関する計算機実験を行った。

消費者エージェント数は1000とし、製品・サービスを購入して得られる効用の平均 β_i は3、製品の効用の標準偏差 δ_{ip} を0.5、サービスの効用の標準偏差 δ_{is} を1とした。また、各消費者エージェントの期待効用を表すパラメータ α_i は、簡単化のために製品とサービスの両方で3とした。以上の設定より、期待効用と事後効用の差はほぼ-3~3の範囲になる。本実験では、損失側の割引が最も大きい-3のときに満足度が3となるように満足度関数を設定した。また、先行研究に基づいて利得側の満足度は損失側の満足度の半分の値になるように設定している。

表 1: 製品とサービスの普及率

	Reg	Rand	WS	BA	KE-1	KE-2
S	38.0	99.9	83.2	99.8	40.7	70.7
P	59.3	100.0	95.9	100.0	55.4	87.0
P<S	5	0	1	0	15	13

実験の初期状態における製品・サービスの購入者数は、Rogersの普及理論にもとづき2.5%とし、各消費者は平均で6の次数を有している。

3.2 実験結果と考察

表1は、各ネットワークモデルにおけるサービス(S)と製品(P)の普及率の100試行の平均を表している。表から、品質が安定している製品の方が、平均としては普及率が高くなるのがわかる。これは、期待効用と事後効用の差による満足度が、負の場合の方が割引率が大きいため、負の満足度を有しているエージェントの付近で普及が止まってしまうためである。

ネットワークモデルに着目すると、RandやBAのようにクラスタ係数が小さいネットワークモデルでは、品質の非均質性の影響は小さいが、クラスタ係数が高いネットワークでは影響が大きい。これは、クラスタ係数が高いとクラスタ内で負の満足度の影響が広がりやすく普及が止まってしまう場合があることが原因であると考えられる。

表の最下行は、100試行のうちサービスの方が製品よりも普及率が高かった回数を示している。表より、クラスタ係数の高いネットワークでは、正の満足度の影響を受けてサービスの方が普及率が高くなる場合もあることがわかった。

4. おわりに

本研究では、サービスに特有の非均質性に着目し、消費者間のネットワークにおける情報の伝播と、その情報にもとづく消費者の購買行動のモデルを提案した。消費者エージェントの意思決定モデルについて述べた後、計算機実験によって、サービスの非均質性が普及に与える影響について分析を行った。

今後の展望としては、サービスの無形性の影響として、事後効用だけでなく期待効用における変動性の導入や、複数のサービスの競合モデル等への展開が考えられる。

参考文献

- [Katz 85] M.L.Katz and C.Shapiro: Network externalities, competition, and compatibility, American Economic Review, Vol.75, No.3, pp. 424-440, (1985).
- [Kawamura 05] 川村 秀憲, 大内 東: ネットワーク外部性の働く製品市場のモデル化とプレゼント戦略の評価, 日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌, Vol.48, pp. 48-65, (2005).
- [Yoshimitsu 06] 吉光 陽平, 新井 民夫, 下村 芳樹, 原 辰徳: サービス工学に基づくサービスCADシステムの構築(第28報) プロスペクト理論に基づいた受給者視点のサービス評価, 2006年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp. 91-92, (2006).
- [Masuda 05] 増田 直紀, 今野 紀雄: 複雑ネットワークの科学, 産業図書, (2005).