

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 24 日現在

機関番号：14501
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2013～2015
課題番号：25730188
研究課題名(和文)消費者ネットワークにおけるサービスの普及とネットワーク構造の共進化に関する研究

研究課題名(英文)A Study on Co-evolution of Service Diffusion and Network Structure on Consumer Networks

研究代表者
藤井 信忠(Fujii, Nobutada)

神戸大学・システム情報学研究科・准教授

研究者番号：80332758
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、消費者集団におけるサービスの普及と、購入・利用の対象であるサービスに関する情報を取得する消費者間の相互作用ネットワークの考慮が不可欠なものであると捉え、消費者をエージェントとしてモデル化し、人工的な市場を構成することでサービス普及モデルを構築した。消費者ネットワークにおける情報伝播過程を分析するとともに、企業間ネットワークを対象にサービス普及過程を検証し、その特性を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This study proposes service diffusion model adopting multi-agent based modeling for consumers and creating artificial market since interaction networks where each consumer obtains information of target services or products plays important role to clarify the service diffusion process among consumers. By using the proposed agent-based network model, this study reveals information propagation process on SNS and service diffusion process on company networks.

研究分野：生産システム工学，サービス工学

キーワード：サービス工学 複雑ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

現在の日本経済の行き詰まりに直面し、製造業・サービス産業における共通の課題の一つは、技術的に優れた製品やサービスが市場に受け入れられ普及するとは限らないことにある。むしろ技術的に劣っている製品・サービスが市場に受け入れられ普及する場合も散見される。製品・サービスの普及には製品・サービス自体の機能や特性だけでなく消費者間の相互作用の影響が大きく、消費者自身の選好だけでなく、関係する周囲の影響である外部性の考慮が欠かせない。

サービス普及に関するこれまでのアプローチとしては、「いかに消費者を理解するか」が研究の中心となっている。そこでの多くの研究は、実世界の消費者に関する大規模なデータに対してマイニング・統計処理を行うことで、複雑な振る舞いから消費者行動を理解しようという分析論的アプローチを取る。しかし大量のデータを利用可能となってきたとはいえ、それらのデータは消費者行動の結果である POS データ等が主であり、消費者の行動に何が影響を与え購買行動に結びついたかという外部性のような本来必要なデータは欠損・欠落している場合も多く、限界もある。それに対して本研究では、「消費者をつかって消費者を理解する」ことを試みる構成論的方法論を基本アプローチとする。行動経済学や認知心理学的知見を活かして消費者行動をエージェントの行動ルールとしてモデル化し、さらに実データを用いるアプローチでは考慮が困難な消費者間のつながりを陽にモデル化することで、消費者個々の単純な行動から消費者群の複雑な振る舞いを創出することが可能となることが期待出来る。

2. 研究の目的

本研究課題では、消費者集団におけるサービスの普及と、購入・利用の対象であるサービスに関する情報を取得する消費者間の相互作用ネットワークの創出が同時的かつ不可分に創出するものと捉える。消費者をエージェントとしてモデル化し、マルチエージェントシステムによる人工的な市場を構成することで消費者エージェント間のネットワークの創出とサービス普及の共進化のモデルを提案する。サービス普及と創出される消費者ネットワークの間の関係について、計算機シミュレーションを用いた構成論的アプローチによって明らかにすることを目指す。

3. 研究の方法

上記の目標を達成するために、大きく分類して不達の項目について研究を推進した。

3-1: 消費者エージェント間の情報伝播過程の解明

近年の情報通信技術の発達により、消費者の購買行動は SNS 等のバーチャルなソーシャルネットワークの影響を受ける。そこで本項

目では、SNS 上での情報伝播過程を解明することを目指した。SNS 上での炎上事例を対象として、その制御可能性を見極めるために炎上拡散防止が可能であるかを検証した。

3-2: 企業間ネットワークにおけるサービス普及

消費者間のネットワーク構造をデータとして取得することが困難であることを鑑み、企業間のネットワークを対象として普及シミュレーションを実施した。実データを用いてサービス普及に重要な起業を抽出するとともに、サービス普及過程のシミュレーションを行った。

4. 研究成果

4-1: SNS 上での情報拡散とその防止

実データとして、ある企業 (A 社とする) に関する 2013 年 11 月における twitter 上での炎上事例を対象に分析を行った。データは twitter に投稿された投稿内容を自然言語処理し、その投稿内容から “positive”, “negative”, “neutral” に振り分けしたものである。投稿内容の分析結果を表 1 に示す。

表 1: 情報拡散の内訳と比率

	投稿数	比率
Positive	346	4%
Negative	6273	74%
Neutral	1885	22%
計	8504	100%

表から、A 社に関するこの日の投稿は全投稿約 8500 のうち約 6200 を negative が占め、negative 投稿が集中するいわゆる炎上が発生したことが確認できる。

図 1 は同日の A 社に関する twitter の negative 投稿数の推移を表している。投稿数が増加した 17 時 25 分から翌日 1 時までの 5 分毎の投稿数の推移グラフとなっている。



図 1: negative 発言増加過程

図から投稿増加の初期段階である 18:00 頃と 18:50 頃の 2 回に増加のピークがあることが確認できる。炎上の起点となるイベントは以下の 4 つにまとめられる。

- 17:13 炎上対象となった事象に関する初めての投稿がある。
- 17:25 RT (リツイート) される元となる投稿がある。
- 17:58 投稿数が増加し始める。
- 18:40 ハブ (通信社) から情報を得て投稿

があり、再び投稿数が増加し始める。

以上の点から一旦投稿数が増加し投稿数が収まる頃に再び投稿数が増加していることから、増加のピークが2度存在し大規模な炎上に繋がっていることを確認した。

実データにおけるユーザ間のネットワークをそのまま抽出することは困難であるため、複雑ネットワーク研究において提案されているSW頂点非活性化モデル(KE-2モデル)のSNSとのネットワーク構造の類似性(平均頂点間距離が小さく、次数分布がべき乗則に従う。またクラスター係数も大きい)に着目する。理論的に検証を行ってきたKE-2モデル上での情報拡散のシミュレーションを用いて検証を行った。提案手法はユーザをエージェントとするマルチエージェントベースモデルであり、エージェント間の結合関係を複雑ネットワーク構造で記述するというものである。モデルの詳細は省略するが、情報伝播に関するエージェントの意思決定モデルは先行研究①に則っており、1000エージェント、初期状態として5エージェントが情報に接しており、1エージェントのみネガティブ、4エージェントにポジティブ状態を与え実験を実施したものである。

情報拡散シミュレーションの10000試行の実験結果から、実データにおける情報伝播比率(Positive, Negative, Neutral) = (4%, 74%, 22%)に類似した100試行を抜き出した結果が表2である。

表2: 理論モデルの平均普及率

	平均	標準偏差	比率
positive	79.7	44.4	8.0%
negative	733.2	45.8	73.3%
neutral	187.1	7.24	18.7%

多少の偏りはあるが実データの炎上事例と同様の100試行の実験結果を抜粋することができている。

図2は理論モデルにおけるnegative発言の増加過程であり、実データと同様に2回のピークを迎えた後で炎上に至っている。図3は125人のユーザの発言履歴を表しており、①で炎上のもとになる発言がされたあと、起点となったユーザ周辺でnegative発言が増加するとともに、②のハブユーザへ情報到達・発言の結果としてネットワーク全体にnegative発言が飛び火していることがわかる。理論モデルを用いたシミュレーションと実データにおける炎上拡散過程を比較・検討することで以下の事項が明らかになった。

- ・実データにおいては炎上のもととなる発言を行ったユーザの周囲に情報が拡散し、その後ハブユーザから情報が全体へと拡散する2段階の炎上過程をたどる。
- ・理論モデルにおいても2段階の炎上過程をたどる試行結果を分析すると、1度目の

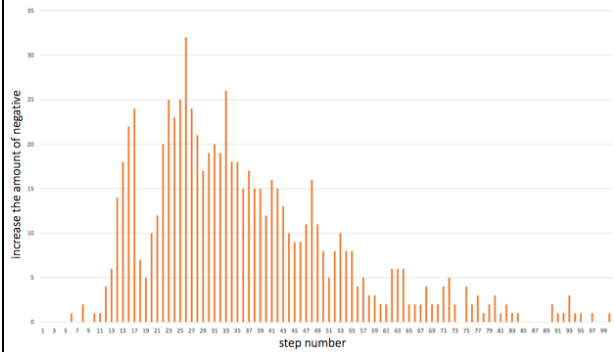


図2: 理論モデルのnegative発言増加過程

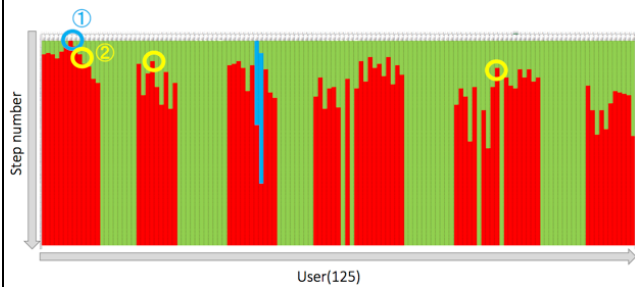


図3: negative発言増加過程

negative発言の増加は実データでいうと友人のRT(リツイート)を見たユーザがRTを繰り返し、グループ内で投稿数が増加したことに相当する。

- ・理論モデルにおいても2度目のnegative発言の増加は、ハブユーザへの情報到達と拡散であったことがわかった。
- ・情報拡散を抑制するためには、ハブユーザへの情報到達以前に対策を施すことが必要であることがわかった。

4-2: 企業間ネットワークにおけるサービス普及方策

提供サービスに関するセミナー参加企業のアンケートデータから企業間ネットワークをアフィリエーションネットワークとして構築した。具体的には、本研究ではコンサルティング企業が催すセミナーに参加した企業のデータを用い企業間ワークを構築する。このデータの総データ数は7004でセミナーに参加した企業数は6695社である。しかしこのままでは主催者と参加企業の間にはネットワーク上の結合関係ができるが、参加企業間にネットワークが存在しないネットワーク構造になってしまう。そこで本研究では、同じ主催者が開催するセミナーに参加した企業同士は企業間につながりを持つと仮定し、アフィリエーションネットワークにおける個人を企業、組織をセミナーの主催者、企業間につながりの強さを共通して参加したセミナー主催者の数として企業間ネットワークを作成した。作成した企業間ネットワークの代表的な指標は以下の通りである。

表3：ネットワーク指標

ノード数	6618
エッジ数	3280051
平均頂点間距離	2.04
クラスタ係数	0.991

次に、アフィリエーションネットワークにおいて影響度最大化問題を解くことで、サービス普及に影響度の最も高い企業からなるターゲット集合を求めた。影響度最大化問題とは、ネットワークの情報伝播モデル上で、情報をより多くのノードに伝えるという観点で影響度の高い一定数のノードの組合せを見つける組合せ最適化問題のことをいう。初期に情報を与えるノード集合をターゲット集合と呼び、ターゲット集合から最終的に情報が伝わるノード数の期待値をそのターゲット集合の影響度としている。

構成したネットワーク上で影響度最大化問題を $k=1$ から $k=10$ まで解いた例が表2である。ターゲット集合の大きさの増加に伴い、影響度 σ も大きくなっていることが確認できる。

表3：影響度最大化問題の解

k	1	2	3	4	5	6
v	4817	5023	167	6080	5610	6096
σ	252.3	401.3	455.5	489.4	530.0	632.9

最後にエージェントシミュレーションを用いて普及過程を確認した。それらの結果、以下の知見が得られた。

- ・多くの企業が所属している組織に所属している企業がターゲット集合として選ばれやすい。
- ・個人が多く所属する組織を起点として普及が進むほうが、異なる複数の組織を起点として普及が進むより最終的な普及率が高くなる。

<引用文献>

- ① X. Han, L. Niu, Word of mouth propagation in online social networks, Journal of Networks, Vol.7, No.10, pp.1670-1676 (2012)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計2件)

- ① 藤井信忠, 高井剛, 貝原俊也, 菅原貴弘,

SNS 環境における情報拡散とその防止に関する研究, 2015 年度人工知能学会全国大会 (第29回) 論文集(CD-ROM), 2G5-OS-25b (2015.5.31), 公立ほこだて未来大学(北海道)

② 藤井信忠, 貝原俊也, 藤澤卓馬, 安部洋一, 山東良子, 荒谷典利, 企業間ネットワークにおけるサービスの普及方策に関する研究 -セミナー参加企業のネットワーク分析-, 日本経営工学会 2015 年春季大会予稿集 pp.24-25 (2015.5.16), 首都大学東京 (東京都)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井 信忠 (FUJII, Nobutada)

神戸大学・大学院システム情報学研究所・准教授

研究者番号：80332758

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし