

電子空間における口コミ行動が 情報ネットワークリソースに与える影響予測

福井 綾子 奥田 隆史 井手口 哲夫 田 学軍

愛知県立大学 情報科学部 地域情報科学科

あらまし ここ数年、消費者発信型メディア (CGM) と呼ばれるサービスが急速に普及した。我々は、インターネットを介して個人の所有情報を他者と共有可能となり、情報が広く、高速に伝播される環境を手に入れた。我々の環境の変化は、“検索”と“共有”という行動を含む AISAS と呼ばれる行動パターンを発生させている。この行動パターンにより、検索行動を起こす消費者から特定サイトへアクセスが集中し、インターネット回線やサイトへ想定外の負荷がかかる場合がある。そこで本研究では、消費者の検索行動が情報ネットワークリソースへ与える影響を考察するために、(1) 消費者間のヒューマンネットワークを考慮した情報伝播過程の表現、(2)(1)がネットワークに与える負荷の分析、を行う。

A prediction method of the effect of online word-of-mouth on information network resources

Ayako FUKUI Takashi OKUDA Tetsuo IDEGUCHI Xuejun TIAN

Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

Abstract Consumer Generated Media (CGM) describes a variety of new and emerging sources of online information that are created, initiated, circulated and used by consumers intent on educating each other about products, brands, services, personalities and issues. CGM refers to any number of online word-of-mouth vehicles, including but not limited to: consumer-to-consumer e-mail, postings on public Internet discussion boards/forums, Usenet newsgroups, consumer ratings web sites or forums, blogs, social networking web sites and individual web sites. Once a web site gets the top rating by the online word-of-mouth, the number of accesses to the web site increases rapidly and then causes congestion phenomenon and then the site to shut down. In this paper, the authors present a prediction method of the effect of on-line word-of-mouth on information network resources.

1 はじめに

インターネットを利用した様々なサービスが社会生活に定着しつつある。特に、ここ数年、ブログ (Blog)、ソーシャルネットワークサービス (SNS)、口コミサイト等の消費者発信型メディア (CGM: Consumer Generated Media) と呼ばれるサービスが急速に普及した [1]。従来の情報発信者は、テレビや新聞、雑誌等のマスメディアに限られていたが、CGM の普及により、インターネットを介して個人が所有する情報を他者と共有することが可能となった。我々は、個人の所有情報を CGM を用いて発信することにより、情報発信を広くかつ高速に伝播する環境を手に入れたことになる。

我々の環境の変化は、消費者の購買行動パターンに影響を与えている。従来の購買行動パターンは AIDMA¹

¹マスメディアからの情報により、消費者は商品に注意 (Attention)・関心 (Interest) を持ち、その商品を欲しい (Desire) と考

として表現されていたが、現在は、“検索”と“共有”という行動を含む AISAS²として表現されるようになった [2]。AIDMA と AISAS の異なる点として、欲求 (Desire) と記憶 (Memory) が検索 (Search) に変化したこと、行動 (Action) の後に共有 (Share) が加わっていることが挙げられる。つまり現在の消費者は、購買行動前後にインターネットを用いて情報検索や情報発信を行う傾向にあることを示している。

消費者は、情報検索時に、主に企業サイト等の特定サイト、CGM を利用する。特定サイトでは、最も信頼の

え、記憶 (Memory) し、そして商品の購買等の行動 (Action) を起こす。

²マスメディアあるいは CGM からの情報により、消費者は商品に注意 (Attention)・関心 (Interest) を持ち、検索サイトを用いて検索 (Search) し、そして商品の購買等の行動 (Action) を起こし、その情報を CGM 等により発信し他者と共有 (Share) する。

おける情報が入手可能である。一方、CGMでは、消費者の意見が入手可能である。また、CGMは消費者の情報発信により活性化するメディアであるため、情報伝播が進み、情報発信者が増加することにより、その内容は充実する。CGMの充実が消費者の購買意欲を促進させ、消費者を情報リソースである特定サイトへと誘導する。その結果、情報検索者による特定サイトへのアクセスが集中し、サーバーやインターネット回線へ想定外の負荷がかかり、図1のような輻輳が発生する場合もある[3]。

例えば、以下のような事例が報告されている。

2003年7月3日、オンライン証券取引サイトへ個人投資家からのアクセスが集中し、SLA(サービス・レベル契約)で定めた遅延が発生した。前日、日経平均株価が9500円台に回復し、一時は2002年9月以来の9800円台にまで急伸したためである。当該サイトのサーバーはピーク時の2倍の負荷に耐え得る設計であるが、当日はサーバーに3~4倍の負荷が集中した[4]

2006年11月12日、ラジオ局の競馬情報提供サイトへアクセスが集中し、当該サイトのサーバーがダウンした。人気が降着となったこともあり、情報収集を目的とするアクセスが集中したためである。他の情報提供サイトにおいても、一時的にアクセス不能な状態が発生した[5]。

2008年1月22日、青森県八戸市の市議会議員の公式サイトへアクセスが集中し、数時間にわたってアクセス不能な状態に陥った。SNSやBlogにおいて、議員サイトに関するコメントが数多く書き込まれ、それらを読んで興味を持った多くのユーザーが、一斉にアクセスしたことで障害が発生した[6]。



図1: 消費者の検索行動による輻輳

このようにサイト運営側に予想外のアクセスが集中し、その結果、サイト側が提供するサービスの品質を低下させないためには、電子空間での消費者の検索行動が情報ネットワークリソースへ与える影響を考察する必要がある。そこで、本研究では、

- (1) 消費者間のヒューマンネットワークを考慮した、AISASに基づく情報伝播過程の表現
- (2) (1)がネットワークに与える負荷の分析

を行う。(1)では、マルチエージェントアプローチを用いて多様な消費者行動を表現することにより情報伝播パターンを生成し、(2)では、ネットワークシミュレータを用いて(1)がネットワークに与える負荷をシミュレーションにより分析する。

以下、2節では、輻輳発生過程モデリングを示す。3節では、ネットワークの性能評価手法を示し、4節で、数値例を示す。最後に5節で、まとめと今後の課題について述べる。

2 輻輳発生過程モデリング

本研究では、消費者をエージェントとして表現し、情報伝播パターンを生成する。なお、消費者間のヒューマンネットワークは複雑系ネットワーク[7, 8]として表現する(図2)。

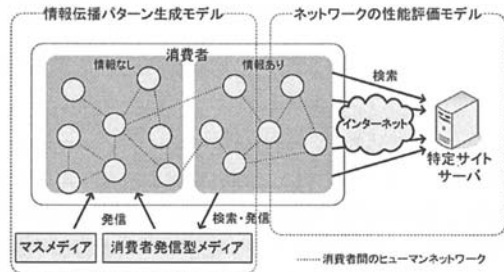


図2: AISASに基づく輻輳発生過程モデル

2.1 情報伝播パターン生成モデル

情報伝播パターン生成モデルでは、消費者の生活環境 Env 、各消費者をエージェント Con としたマルチエージェントシステム $S = \{Env, Con\}$ として捉える[9]。本研究で使用する Env と Con の属性を表1に示す。

表1: Env と Con の属性

設定項目		
Env	消費者数	n
	マスメディア数	m
Con	口コミ発信友人数	k_m
	口コミ発信ネットワーク生成確率	p
	Blog・SNS 発信友人数	k_b
	忘却確率	α
	検索行動確率	$p_{ss}, p_{sc}, p_{sm}, p_{sb}, p_{sa}, p_{sn}$
	発信行動確率	p_{sm}, p_{sb}, p_{sn}
	情報伝達確率	p_m, p_b, p_s

生活環境 (Env)

Env は、想定する電子空間に存在する消費者数 n と消費者が影響を受けるマスメディア数 m で規定する。なお、本研究ではマスメディアとして、テレビや新聞、雑誌、広告等、情報を伝達する媒体を想定する。

各消費者 (Con) の属性

各 Con は、AISASに基づき、3種類の状態：“情報を受信する”、“受け取った情報について検索する”、“得た情報を他者に発信する”のいずれかをとるものとし、同一人物であるが便宜上、各状態に応じて、「受信者 R_c 」、「検索者 S_c 」、「発信者 T_c 」となる(図3)。

R_c : R_c は、マスメディアや T_c から情報を得て、 S_c となる。

S_c : S_c は、行動確率 $p_{ss}, p_{sc}, p_{sm}, p_{sb}, p_{sa}, p_{sn}$ に従い、企業ホームページ等の特定サイトへアクセス、比較サイトへアクセス、友人からの口コミ、Blog・SNSからの情報、マスメディアからの情報、検索行動を行わない、のいずれかの検索行動をとり、 T_c となる。

T_c : T_c は、行動確率 p_{tm}, p_{tb}, p_{tn} に従い、友人へ口コミ、Blog・SNSへ書き込む、発信行動を行わない、のいずれかの発信行動をとり、なお、友人へ口コミする確率を

p_m , Blog-SNS へ書き込む確率を p_b とする。また, T_c は, 忘却確率 α に従い, 受信した情報を忘却する。

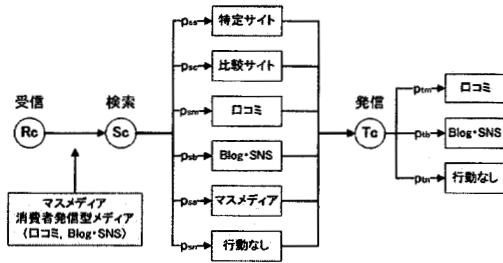


図 3: AISAS に基づく消費者の状態推移

2.2 口コミ行動モデル

本研究で想定する消費者の口コミ行動は, 友人関係に基づいて特定の人に情報発信する口コミ発信と不特定多数の人に情報発信する Blog-SNS 発信とする。

口コミ発信

本研究で想定する口コミ発信は, 会話口コミ (会話による口コミ) と電子口コミ (電話や電子メールによる口コミ) である。会話口コミは, 友人と実際に会うことにより発生するが, 電子口コミは, 友人と実際に会わなくとも発生する。

本研究では, 各口コミを表現するために, 消費者間のヒューマンネットワークを表現するモデルとして, スモールワールドモデルを用いる。

現実世界における消費者間のヒューマンネットワークを表現するために, スモールワールドモデルを用いて生成されたネットワークは, 小さい消費者間距離と大きいクラスター係数を持つ必要がある。消費者間距離は「ある消費者からある消費者に情報が伝達されるために通らなければならない枝の最小の本数」, クラスター係数は「自分の友人の友人が, また自分の友人である確率」である。

スモールワールドモデルを用いた, 消費者間のヒューマンネットワークを生成する際のアルゴリズムを以下に示す [7, 8]。

1. 消費者 n 人は, 隣接する k_m 人の消費者とそれぞれ繋がっているものとする (密な関係)。このとき, ネットワーク内に消費者同士を繋ぐ枝は合計 $k_m n / 2$ 本ある。
2. $k_m n / 2$ 本のうち, 割合 $p (0.01 \leq p \leq 0.1)$ だけの枝, つまり $p k_m n / 2$ 本をランダムに繋ぎかえるため, まずこの枝を選択する。
3. 選択したそれぞれの枝について, 片方の消費者を切り離す。切り離す消費者については $1/2$ の確率で決定する。
4. 各枝の新しい繋ぎ先の消費者をランダムに選択し繋ぐ (薄い関係)。この新しい枝をショートカットと呼ぶ。ただし, 選択する消費者について (a) 自分自身, (b) すでに自分と繋がっている消費者, (c) すでにショートカットが存在する消費者, は選択できないものとする。

Blog-SNS 発信

Blog-SNS 発信を行う消費者は, インターネット上 (電子空間) で情報を発信するため, 不特定多数の消費者と繋がっている。この電子空間上における消費者間のヒューマンネットワークを, Blog-SNS 発信を行わない消費者が,

Blog-SNS 発信を行う消費者をランダムに k_b 人選択しネットワークを構成することにより, 表現する。

3 ネットワークの性能評価手法

前節 2 より, 消費者の特定サイトへのアクセス数の時系列を得ることができる。本研究では, 得られたアクセス数に比例するパケットが指数分布にしたがって, 当該サイトの情報ネットワークシステムに到着するランダム到着モデル [10, 11, 12] と仮定する。到着パケットがサイトに与える影響予測 (性能評価) は, ネットワークシミュレータ OPNET [13] を用いて行う。

ネットワークシミュレータを利用することにより, サイトのネットワークリソース構成³を忠実に表現することができる。また, アクセスパターンに応じた, 応答時間やパケット廃棄率などの QoS (Quality of service, サービス品質) を計算することができる。サイト運営者は, 希望する QoS を維持するように, ネットワークシミュレータ上で, サイトのシステムを構成することができる。

4 数値例

本節では, 消費者間で起こる情報伝播が情報ネットワークリソースへ与える影響について数値例により示す。

情報伝播パターン生成

電子空間における情報伝播を想定し, 消費者間のヒューマンネットワークを考慮した情報伝播パターンをマルチエージェントにより生成する。Env に関するパラメータ (表 1) は, $n = 200$ [人], $m = 5$ とする。各マスメディアは, 空間上にランダムに配置する。

Com に関するパラメータは, $p = 0.1$, k_m は平均 10 [人] の正規分布に従い, k_b は $0 \leq k_b \leq 2$, α は $0 \leq \alpha \leq 1$ とし, 消費者の検索・発信確率は, 表 2, 3 に従う [14]。また, 各消費者は空間を徘徊するため各マスメディアとランダムに接触する。

表 2: 検索行動確率 (%)

P_{ss}	P_{sc}	P_{sm}	P_{sb}	P_{sa}	P_{sn}
23	33	23	2	8	11

表 3: 発信行動確率 (%)

P_{sm}	P_{sb}	P_{sn}	P_m	P_b
51	8	41	50	10

時刻 0 で消費者の 5% に情報が発信されるものとし, シミュレーションを実施した。シミュレータには **artiso** を用いた [15]。なお, シミュレーションは, 情報発信者を従来型と現在型として実施した。従来型受信者では, マスメディアと口コミ (会話のみ) 発信者により情報を受信する。現在型受信者では, マスメディアと口コミ (会話・電子) 発信者, Blog-SNS 発信者により情報を受信する。

各型に対する情報伝播の時刻変化の一例を図 4, 5 に示す。

図 4, 5 の結果から, 従来型と比較して, 現在型では, 急激に情報伝播が進展することがわかる。図 5 において,

³サイトのネットワークを構成するリソース (サーバーや回線などの種類, リソース同士がどのように接続されているかを表現するために, 機器ネットワークポロジ, サーバーの性能, 利用プロトコルなどにより規定する。

情報を受信した消費者の割合は、情報を忘却する消費者がいるため増減を繰り返すが、最終的に8割付近に収束している。なお、様々な初期条件でシミュレーションを実施した結果、最終的に情報を受信した消費者の割合は、6~9割に収まることが分かった。

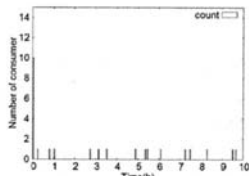


図 4: 従来型の情報伝播

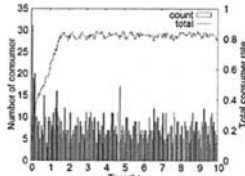


図 5: 現代型の情報伝播

ネットワークの性能評価

図 5 から生成される消費者からのアクセスパターンは図 6 のようになり、このアクセスパターンに対するネットワークの応答時間は図 7 のようになる。なお、ネットワークリソース構成は、Web サーバーが 1 台、LAN の回線速度は 100Mbps とした。シミュレータには OPNET を用いた [13]。

図 7 の結果から、消費者間の情報伝播による連続アクセスが、応答時間に与える影響度が分かる。この結果を利用して、SLA で定めた QoS 保証を満足するようなネットワークを構築することが可能となる。

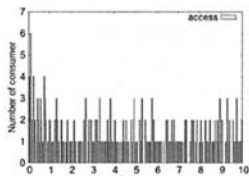


図 6: アクセス人数

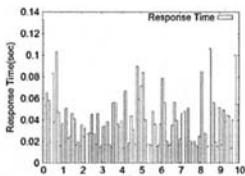


図 7: 応答時間

5 おわりに

本研究では、複雑系ネットワークを用いることにより消費者間のヒューマンネットワークを表現し、そのネットワーク内で起こる情報伝播が情報ネットワークリソースへ与える影響について分析した。

2006 年 4 月より地上デジタルテレビ放送による携帯機器向け放送サービスである「ワンセグ」が開始された。「ワンセグ」の番組サービスは基本的に通常のテレビ受信機向けの番組と同じ内容であるため、利用者は、いつでも何処に居ても、重要なニュースや天気予報・災害情報を入手することができ、お気に入りのドラマ、バラエティ、スポーツ中継を楽しむことができる。さらに、携帯電話の通信機能を利用することにより、固定電話と比較し、よりインタラクティブに番組に参加することが可能となる。

一方で、「ワンセグ」のような放送と連携したサービスは、放送番組での「よびかけ」による呼(放送と連動した呼)の発生を誘引し、ネットワークに集中的な呼が現れ、ネットワークに輻輳を発生させる可能性が高くなってきている。このような放送と連携・連動した通信の輻輳は、視聴エリアや視聴者の行動により、放送局のサーバ、インターネット、固定網、移動網、無線回線ネットワークの様々な場所で、様々な規模で発生することが報告されている。

今後の課題としては、ワンセグなどの新しいメディアが口コミに与える影響の検討、世代間格差などを反映した消費者間ネットワークの構築、待ち行列ネットワークモデルによる近似手法によるネットワークの性能評価時間の短縮、アクセスの集中に対してもロバスタなネットワーク構成アルゴリズムの検討等が挙げられる。

謝辞

本研究の一部は、平成 19 年度愛知県立大学教育研究センター「共生と地域連携をテーマとした学生自主企画研究」、平成 19 年度文部科学省科学研究費補助金(課題番号 19206044)、(財)電気通信普及財団平成 19 年度研究助成による補助の下で行われた。

参考文献

- [1] 総務省, 『通信利用動向調査報告書』, 2007.
- [2] 秋山隆平, 『情報大爆発 ~コミュニケーションデザインはどう変わるか~』, 宣伝会議, 2007.
- [3] 高橋幸雄, 森村英典, 『混雑と待ち』, 朝倉書店, 2001.
- [4] “想定外のアクセス増で株取引に遅れ”, <http://itpro.nikkeibp.co.jp>, 2003 年 9 月 2 日.
- [5] “アクセス殺到でサーバダウンのお詫び”, <http://blog.radionikkei.jp/webmaster>, 2006 年 11 月 12 日.
- [6] “美しすぎた? “八戸市議会のアイドル” HP がアクセス不能に”, <http://headlines.yahoo.co.jp>, 2008 年 1 月 24 日.
- [7] 増田直紀, 今野紀雄, 『複雑ネットワークの科学』, 産業図書, 2005.
- [8] アルバート=ラズロ・バラバシ, 『新ネットワーク思考 ~世界のしくみを読み解く~』, 日本放送出版協会, 2002.
- [9] 大内東, 山本雅人, 川村秀憲, 『マルチエージェントシステムの基礎と応用』, コロナ社, 2002.
- [10] Vidyadhar G. Kulkarni, *Modeling, Analysis, Design, and Control of Stochastic Systems*, Springer-Verlag, 1999.
- [11] Kishor S. Trivedi, *Probability and Statistics with Reliability, Queueing, and Computer Science Applications, 2nd Edition*, John Wiley & Sons, 2001.
- [12] 高橋敬隆, 吉野秀明, 山本尚生, 戸田彰, 『わかりやすい待ち行列システム—理論と実践』, 電子情報通信学会, 2003.
- [13] OPNET, <http://www.opnet.com>.
- [14] 総務省, “ユビキタスネットワークの社会経済への影響に関する調査”, 2006.
- [15] 山影進, 『人工社会構築指南 artiso によるマルチエージェント・シミュレーション入門』, 書籍工房早山, 2007.