

評判伝播ネットワークの成長モデルに関する基礎研究

千葉 隆雄† 鈴木 育男‡

†北海道大学工学部情報工学科

山本 雅人‡ 古川 正志‡

‡北海道大学大学院情報科学研究科

1 はじめに

インターネットの普及に伴い、個人のウェブサイトや掲示板・ブログといった個人の情報発信ツールが活発に利用されるようになってきた。そのため、新たな商品やサービスの評判が伝播する際の振る舞いが変化しつつあると考えられる。

評判が伝播する状況においては、各人の好み・嗜好が大きな影響を与えるものと容易に予想できるが、従来の情報伝播モデルでは人がもつ好み・嗜好が考慮されず、人に対応するグラフ上のノードは均一に定義されているものが多く、必ずしも現在の状況を反映しているとは考えにくい。また、検索エンジンなどの発展によって、普段は(物理的な)つながりのない人から情報を得ることが容易になってきているため、ノード間の物理的なつながりを考慮した従来のモデルでは不十分な点があると考えられる。

そこで、本研究では、評判が伝播する過程を各人の好みや嗜好に基づいてモデル化する評判伝播モデルを提案し、人の嗜好が異なるネットワーク上での評判伝播について解析を行う。

2 関連研究

情報の伝播モデルとして利用されているものにパーコレーション理論 [1] や SIS モデル [2]・SIR モデル [3] といったものがある。しかし、これらのモデルでは、ある情報がネットワークの構造によってどのように伝播するかという様子を解析できるという意味で有用なものであるが、人に対応するノードの条件が均一に定義されているため、評判伝播に重要であると考えられるノードの好みや嗜好が考慮されていない点で不十分であるといえる。

3 提案手法

本研究では、人に対応するノードが人のつながりを意味するネットワーク上で、評判の伝播を行う状況を想定しモデル化する。本モデルの特徴は主に以下の点にある。

(1) 伝播する評判情報は複数の話題カテゴリに属している。

(2) 話題カテゴリには、多くのノードが興味を持つ人気カテゴリと少数のノードのみが興味を持つマニアックなカテゴリが存在する。

(3) 各ノードは、自身の嗜好に基づいて興味のある話題を伝播する。

(4) 各ノードは、人気カテゴリのみに興味をもつものやマニアックなカテゴリのみに興味をもつものがある分布で存在する。

以上の点を踏まえて、本研究では、各ノードが興味ベクトルを持つようなネットワーク上の評判伝播として次節で述べるようにモデル化した。

3.1 モデル化

伝播する評判は、その内容によって複数あるカテゴリ ($C_k (k = 1, \dots, n)$) のどのカテゴリと関連しているかという話題ベクトルをもつとする。

$$T = [t_{c_1} t_{c_2} \dots t_{c_n}] \quad t_{c_k} = \begin{cases} 1 & \text{評判が } c_k \text{ に関連している} \\ 0 & \text{評判が } c_k \text{ に関連していない} \end{cases} \quad (1)$$

また、ノード i は、自身の嗜好に基づいてどのカテゴリの話題に興味があるかを示す興味ベクトル $V^{(i)}$ をもつとする。

$$V^{(i)} = [v_{c_1}^{(i)} v_{c_2}^{(i)} \dots v_{c_n}^{(i)}] \quad v_{c_k}^{(i)} = \begin{cases} 1 & i \text{ が } c_k \text{ に興味がある} \\ 0 & i \text{ が } c_k \text{ に興味がない} \end{cases} \quad (2)$$

各ノードは、評判の話題ベクトルと自身の興味ベクトルにおいてともに 1 となるカテゴリが存在する話題のみ評判を伝播することとする。

Evolving Network Model for Reputation Propagation

†Takao CHIBA ‡Ikuo SUZUKI ‡Masahito YAMAMOTO
‡Masashi FURUKAWA

†Department of Information Engineering, Faculty of Engineering
Hokkaido University

‡Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido
University

takao@complex.eng.hokudai.ac.jp

さらに、各カテゴリ c_k ごとに伝播のしやすさをモデル化した重み w_k を定義する。

$$0 \leq w_k \leq 1 \quad \text{ただし、} \sum_{c_k} w_k \leq 1 \quad (3)$$

各ノードには、既に評判を受け取った「感染状態」とまだ評判を受け取っていない「非感染状態」があり、感染状態のノード i は、1ステップごとにノード j に対して以下の p_{ij} で定義される確率で情報の伝播が行う。

$$p_{ij} = \sum_{c_k} v_{c_k}^i v_{c_k}^j w_k \quad (4)$$

すなわち、同様に興味をもっているカテゴリに属する評判はより伝播しようとする。

情報の伝播は、すべてのノードが非感染状態から開始し、評判の話題ベクトルに興味をもつノードの一つに情報を強制的に伝播することで開始するとし、各ノードの感染状態分布の時間変化を追うこととする。

4 実験

今回の実験では、マニアックな話題ほど興味を持つ人は少ないが、情報の収集・交換に対する動機が強いため、評判を伝播させる力も強くなるという仮定に基づきシミュレーションを行った。

各ノード i の興味ベクトル $V^{(i)}$ と評判の話題ベクトル T を16のカテゴリからなる16次元ベクトルとする。また、各ノードについて、 $V^{(i)}$ における1の個数をベキ指数2のベキ分布となるように設定し、重みの小さなカテゴリほど1になりやすいようにした。すなわち、マニアックなカテゴリ(1を持つノードが少ないカテゴリ)は、伝播確率が大きくなるように設定した。

4.1 実験1

話題ベクトルの異なる評判を数種類用意し、評判伝播の数値実験を行い、感染状態となったノード数の時間変化を調べた。図1はその結果を示したものである。図から多くのノードが興味をもつカテゴリを含む評判は、広範囲のノードに伝播している様子が見られる。逆に興味を持つノードは少ないが重みの大きなカテゴリを持つ話題は伝播が早いことがわかる。

4.2 実験2

マニアックな(重みの大きな)カテゴリと人気カテゴリの両方を話題ベクトルに含む評判を用意し、最初に情報を伝播するノードとして、マニアックなカテゴリに興味を持つノードと人気カテゴリに興味を持つノードをそれぞれ選んだときの評判伝播の違いを調べた。

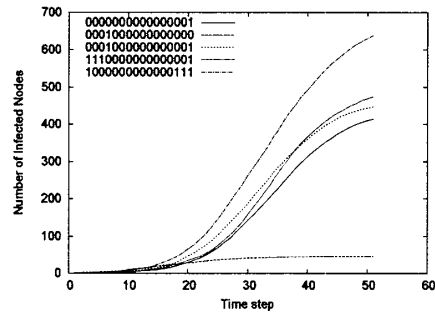


図1: 話題のカテゴリの違いによる伝播速度の違い

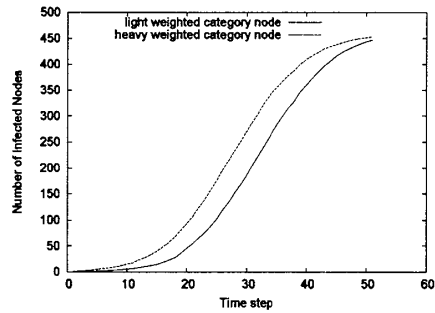


図2: 初期伝播ノードの違いによる伝播速度の違い

同じ話題ベクトルを持つ評判であっても、最初に伝播させるノードがマニアックなカテゴリに興味を持っているノードを最初に感染状態にした場合の方が早く評判が伝播するという興味深い結果が得られた(図2)。

5 まとめ

今回の実験で、マニアックなカテゴリに対して興味を持っているノードは、伝播の速度を高める媒介のような役割をしていることがわかった。これは、同じくマニアックなカテゴリに興味を持っているノード同士では高い確率で伝播がおこるため、すばやく感染状態のノードを増やすことができるため、他のノードへの伝播が起こりやすくなるためと考えられる。

参考文献

- [1] G.Deutscher, R.Zallen, J.Adler. Percolation structures and processes, 1983.
- [2] N.Boccara, K.Cheong, M.Oram. A probabilistic automata network epidemic model with births and deaths exhibiting cyclic behaviour, 1994.
- [3] N.Boccara, K.Cheong, M.Oram. Automata network sir models for the spread of infectious diseases in populations of moving individuals, 1994.