

社会的ネットワークにおける媒介者による情報共有方式

Mediator-Based Information Sharing on Social Network

佐賀 亮介†
Ryosuke Saga

辻 洋‡
Hiroshi Tsuji

1. まえがき

Webサイトにおいて、協調フィルタリングといった手法を用いた効率的な情報共有が進んでいる[1]。しかし、情報共有が進み関与者間の情報の質が均質化するにつれ、関与者の得られる情報量は減少してしまい、発見性が低くなってしまふことが分かっている。これは、ユーザの『飽き』につながり一つの問題となっている[2]。

そこで、本稿では社会的ネットワークにおいて多様な情報量を持つ媒介者に注目し、媒介者を基とした情報共有システムを提案する。そして、そのシステムに必要な媒介者の重要度を認識するための手法を提案する。

2. 媒介者

社会的ネットワークとは価値観や興味、友人、親類といった関係によって結びつけられた関係である。このような社会的ネットワークにおける重要な存在として媒介者がいる。媒介者とは、社会的ネットワークなどのようなネットワーク上において情報流を媒介するアクタ（人や組織といった、ネットワークを構成するもの）である。また、彼らはGranovetterが提案した弱い紐帯を多く保持したアクタであり、グループの境界などネットワーク上において多くの情報量が集まる場所にいる[3]。

以降で述べる提案システムでは、この媒介者という存在に注目し、彼らがもつ情報量に富んだ情報を他のアクタに分配することで、ユーザの『飽き』を減らそうと試みている。

3. 媒介者による情報共有システム

本章では既存である協調フィルタリングを例にあげ、システムの特徴を明確にする。

社会的ネットワークを用いた情報共有で用いられる方式として、協調フィルタリングがある。協調フィルタリングとは、似たユーザは同様のものを好むという仮説のもと、似たユーザが持つ情報を提示するという方式である(図1左)。この方式では類似性に注目したものであり、社会的ネットワーク上では、同じコミュニティに位置する人らの情報が優先して提示される。この手法は情報推薦手法としての精度は高いことが知られているが、次第に情報の質が均質化してしまい、多様性が失われてしまうことが分かっている[2]。

我々の方式は媒介者に注目した方式である。すなわち類似ユーザだけから得るのではなく、媒介者からも情報を得ることを目的としている(図1右)。その結果、協調フィルタリングと異なり、媒介者からも情報を得るため、常に新しい情報を得ることができる。

しかし、ユーザに直接関係する重要な媒介者が複数いる場合、どの媒介者の情報を重用してよりふさわしいものとして提示すべきかを決定しなければならない。また、

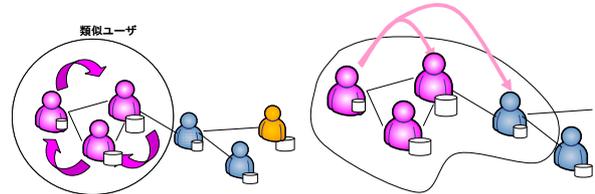


図1 協調フィルタリングと提案共有方式の違い
(左：協調フィルタリング、右：提案方式)

システム上における社会的ネットワークはそのシステムへの参加・撤退から常に変化することが考えられる。このシステムを構築するためには、重要な媒介者の認識の他、低コストで算出する必要がある。つまり、低コストで媒介者としての重要度を認識できなければいけないということが要件としてあがる。

4. 媒介者の重要度の認識

4.1. 媒介中心性

媒介者としての重要度を認識する技術として、媒介中心性がFreemanによって提案されている[4]。媒介中心性とは、ネットワーク上のあるノードが他のノードをどれほど媒介しているかを示す指標であり、次の式(1)で示される。

$$C_B(n) = \sum_{s \neq n, t \neq n} \frac{\sigma_{st}(n)}{\sigma_{st}} \quad (1)$$

ここで、 σ_{st} はノードsからノードtへの最短経路数、 $\sigma_{st}(n)$ はノードnを経由したノードsからノードtへの最短経路数を示す。この式からわかるように媒介中心性を求めるためには、最短経路をまず算出しなければならない。最短経路を求める手法としては、ダイクストラ法が有効である[5]。しかし、この手法は全てのネットワークデータを用いて大域的に指標を求めるために、空間計算量、時間計算量が大きい。

この方法と異なり、本研究では局所的にネットワークを分析することによって、媒介者の重要度を表そうと考えた。そのために我々はエゴネットワークに注目した。エゴネットワークとは、ある中心となるノード（エゴ）とその隣接ノードからなる局所的なネットワークである。このエゴネットワークのリンクの接続性に注目した方法により、媒介中心性を近似しようとする。

4.2. リンクの接続性を用いた重要度認識法

エゴネットワークにおいて媒介者の特徴について考察した時、次のことが考えられる。

- ① 媒介者としての重要度は、その隣接ノード間のリンクの接続性に関連がある
- ② 媒介者としての重要度はネットワークサイズに依存する

† 神奈川工科大学, Kanagawa Institute of Technology

‡ 大阪府立大学, Osaka Prefecture University

①について説明するために、その例として図2(a), 図2(b)を考える。図2(a)はエゴネットワークが完全グラフの形態をとっている。この図において、ノード v は媒介者として重要ではない。なぜなら、隣接ノードがそれぞれリンクを持っているため、ノード v を経由する必要がないためである。一方、図2(b)は、図2(a)の隣接ノード間のリンクをいくらか削除したものである。この時、ノード v を挟んでクリーク（局所的な完全グラフのこと）ができており、そのため一方のクリークへのコミュニケーションはノード v を経由しなければならない。これは隣接ノード間のリンクの接続性が下がったためだと考えられる。

また、②については、大きなネットワークであればあるほど媒介者は数多くのノード間を媒介する。そのため、媒介者がいなくなった際に媒介していたノードの影響度を考えたとき、ネットワークサイズが大きいくほど媒介者の重要度が増すとも考えられる。

以上の考えを基にまずリンクの接続性を定義すると次の式(2)で表すことができる。

$$b_i = \frac{n-1-E_i}{n-1} \quad (2)$$

ここで、 n は隣接ノードの数を示し、 E_i はノード v の隣接ノード間で保持するリンク数である。よって、提案する媒介者の重要度を表す指標は、

$$C'(v) = \sum_i b_i = n - \sum_i \frac{E_i}{n-1} \quad (3)$$

となる。

4.3. 数値実験

この手法の有効性を検証するために、既存のネットワークモデルから計算機でネットワークを生成し、そのネットワークに対して手法を適用することで性能を測定した。本実験では、今回対象としている人物間ネットワークを表すといわれる Watts-Strogatz モデルを用いた。この Watts-Strogatz モデルからなるネットワークは、複数のクラスタとそのクラスタ間を結ぶショートカットと呼ばれるリンクからなる。このネットワークをノードが 20, 50, 100, 200, 500 の場合のものを 100 個ずつ生成した。また、評価指標として媒介中心性と Pearson 相関係数と Spearman 順位相関係数を用いた。

実験の結果、エゴネットワークを用いた従来手法である Everett らの方法[6]と比較した結果、全体的に提案手法の方がよい結果が得られ、また相関係数は 0.9 を超えるという結果が得られた(図 3)。

5. 議論

本研究では、社会的ネットワークにおける媒介者に注目し、その媒介者を中心としたシステム構築を試みている。媒介者の役割は本来情報を媒介するものである。だが、それ以外にも様々な研究を通して重要な役割を持つことが分かってきている。例えば、Fleming らは発明者ネットワークにおいて媒介者となる人物が数多くの特許を持つ傾向にあることを明らかにし、また Malone は X-Team という仕事における新たなプロジェクト体制において、弱い紐帯を多く持つ人物である媒介者の存在がキーとなることを示唆している [7][8]。

このようなことから、提案システムはイノベーション支援やプロジェクトのキーとなる人物を探し出す

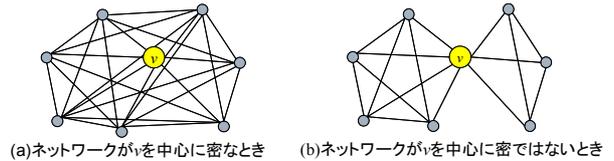


図 2 リンクの接続性による媒介者の重要度の差

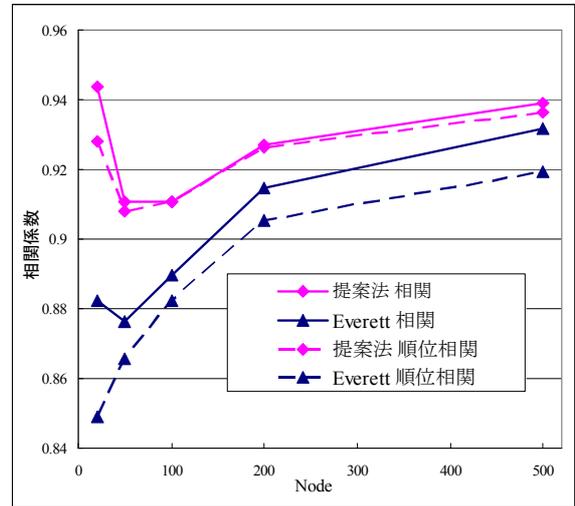


図 3 実験結果

KnowWho 検索システムとしてもまた期待できると考えられる。

6. おわりに

本稿では社会的ネットワークにおける媒介者を用いた情報共有方式について述べた。そのシステムを構築するための要件として、媒介者の重要度を認識することが挙げられる。そこでリンクの接続性を用いた重要度の認識手法を提案した。数値実験では、Watts-Strogatzモデルをベースとした20から500ノードからなるネットワークを用いてシミュレーションをし、その有効性を示した。

参考文献

- [1] Goldberg, D., Nichols, D., Oki, B. M., and Terry, D.: Using collaborative filtering to weave an information tapestry. *Commun. ACM*, 35(12):61-70 (1992)
- [2] 土方嘉徳: 嗜好抽出と情報推薦技術, 情報処理学会誌, Vol.48, No.9, pp.957-965(2007).
- [3] Granovetter, M. S.: The Strength of Weak Ties, *The American Journal of Sociology*, Vol. 78, No. 6, pp. 1360-1380 (1973).
- [4] Freeman, L. C.: A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness, *Sociometry*, Vol. 40, pp.35-41 (1977)
- [5] Dijkstra, E. W.: A note on two problems in connection with graphs, *Numerische Mathematik*, Vol. 1, pp. 269-271 (1959)
- [6] Everett, M. and Borgatti, S. P.: Ego network betweenness, *Social Networks*, Vol. 27, No. 1, pp. 31-38 (2005)
- [7] Fleming, L., and Adam J.: A Network of Invention, *Harvard Business Review* 82, no. 4 (2004).
- [8] Malone, T. W.: The Future of Work: How the New Order of Business Will Shape Your Organization, Your Management Style, and Your Life, Boston, MA: Harvard Business School Press, 2004.