

ネットワークの構造的制限を導入した 友人関係形成モデルの提案

菱田祥吾*¹ 武藤敦子*¹ 森山甲一*¹ 松井藤五郎*² 犬塚信博*¹
名古屋工業大学*¹ 中部大学*²

1 はじめに

社会集団に友人関係の変化が大きな影響を与えているとされ、実際の友人関係の変化を検証することは有益であると考えられている。そこで、友人関係の変化をモデル化し、シミュレーションによって検証する研究が多く行われている。友人関係の形成には合理的選択と構造的選択の二つの要因が働いていると考えられる。この2つの要因を考慮した友人関係の形成モデルが課題である。平松は合理的選択に基づくモデル [1] を提案した。加藤らはこれに構造的利得として、構造的選択を導入した [2]。

本研究では、利得ではなく、参照できる他人の属性情報を現在の友人関係を基にして制限することで構造的選択を導入する。新たなモデルで実験を行い、実データの友人関係の変化に近い結果が得られるかを検証する。

2 従来手法

2.1 平松のモデル [1]

平松は友人から得られる効用が最大となるように友人を選択する合理的選択モデルを提案した。友人関係を形成する際、友人から得られる利得がある一方で、性格や趣味の違いからコストがかかると考える。

個人 i が f_i 人の友人から得る利得を次式で与えた。 r_i は係数で個人ごとに友人数を重視する重みである。

$$B_i = r_i \sqrt{f_i}$$

また、個人 i が個人 j と友人関係を形成する際にかかるコスト $C_{i,j}$ を次式で与える。 X_{ik} は個人 i の理想友人値、 Y_{jk} は個人 j の実際値、 S_{ik} は関心度を表し、0 以上 1 以下の値である。 m は各個人がもつ特性の数を表す。

$$C_i = \sum_{j=1}^{f_i} \sum_{k=1}^m S_{ik} \sqrt{|X_{ik} - Y_{jk}|}$$

Proposal for a friendship construction model with network structural restriction

Shogo Hishida*¹, Atsuko Mutoh*¹, Koichi Moriyama*¹,
Tohgoroh Matsui*² and Nobuhiro Inuzuka*¹
Nagoya Institute of Technology*¹
Chubu University*²

f_i 人の友人から得る利得 B_i と各友人 j とのコストの和 $\sum_{j \in F_i} C_{i,j}$ の差が効用である。 F_i は友人の集合である。この効用が最大となるように友人を選択する。

次に、平松のモデルの1ターンの動作を以下に示す。

- for(i : 全ノード)
 - $f_i \leftarrow 0, C_i \leftarrow 0$ #初期化
 - $list_i \leftarrow i$ とのコスト $C_{i,j} (j \neq i)$ が昇順となるリスト
 - $Cont \leftarrow true$
 - while($Cont$)
 - $j \leftarrow list_i$ の先頭から取り出す
 - if($r_i \sqrt{f_i} - C_i < r_i \sqrt{f_i + 1} - (C_i + C_{i,j})$) {
 - * $C_i \leftarrow C_i + C_{i,j}, f_i \leftarrow f_i + 1$
 - * j を i の友人候補とする }
 - else { $Cont \leftarrow false$ }
 - endwhile
- 相互に友人候補と選択された時、友人関係を形成。
- 社会的影響により、実際値 Y_{ik} が友人の実際値の平均に変化

2.2 加藤らのモデル [2]

加藤らは、平松のモデルに構造的選択を導入した。友人選択をする際、相手との共通の友人が多いほど友人関係が形成されやすいと考え、共通の友人数の割合を利得に加算したモデルを提案した。よって、個人 i が f_i 人の友人から得られる利得 B_i を次式で与える。 $N(i)$ は個人 i の現在の友人集合、 α は構造的選択の強さである。

$$B_i = r_i \left\{ (1 - \alpha) \sqrt{f_i} + \alpha \sum_{j \in F_i} \frac{|N(i) \cap N(j)|}{|N(i) \cup N(j)|} \right\}$$

3 提案手法

平松、加藤らのモデルはネットワーク内の全ての人の特性情報を取得している前提でコストの低い人から順に友人関係を形成する。しかし、実際には個人は全員の特性情報を取得しているとは考えにくい。実際に

は自身の友人を介して他の人と知り合うことで相手の特性情報を知り、友人となると考える。

以上の考えより、取得できる他人の特性情報の範囲を限定することで構造的選択を表現する。自身との距離が2以下の人の特性情報を事前に取得可能とし、距離が3以上の人の特性情報は事前に取得できないとする。距離とは、ネットワーク内の2頂点間の最短経路における辺数である。提案手法では、2.1節の平松のモデルの動作内の $list_i$ への並べ方を以下のように変更する。 $B_{i,j}$ と $C_{i,j}$ は平松の式を用いる。

1. $group1_i \leftarrow i$ との距離が1のノードとのコスト $C_{i,j}(j \neq i)$ が昇順となるリスト
2. $group2_i \leftarrow i$ との距離が2のノードとのコスト $C_{i,j}(j \neq i)$ が昇順となるリスト
3. $group3_i \leftarrow i$ との距離が3以上のノードをランダムに並べたリスト
4. $list_i \leftarrow group1_i, group2_i, group3_i$ の順に結合

提案手法では、現在関わりの無い人でも自身の友人を介して知り合い、友人関係を形成することができる。

4 実験

提案手法を用いて現実のネットワークとの比較実験を行う。新たに形成された友人関係の内、1ヶ月前の時点で距離が2の人との間に形成された友人関係と、1ヶ月前の時点で距離が3以上ある人との間に形成された友人関係の数の割合を調べる。シミュレーションでは1ターンを現実の約1週間と、5ターンを約1ヶ月と仮定するため、5ターン前のネットワーク構造を参照する。現実のネットワークには名古屋工業大学情報工学科1年生の2008年から2013年までの4月から7月までの1ヶ月ごとの友人ネットワーク [3] を用いる。

4.1 実験環境

ネットワーク内の人数は56人、初期状態は全員が孤立頂点とする。各個人には特性を3つ与え、社会的影響は1つの特性のみに働くとする。加藤らのモデルでは $\alpha = 0.5$ 、 r_i は0から5までの一様分布とする。提案手法では r_i は平均2.5、分散1の正規分布で与える。両手法とも20ターンのシミュレーションを100回行い、得られた結果を比較する。

4.2 結果と考察

実験結果を表1に示す。値の単位は%である。

また、参考までに実験によって得られた7月の段階のネットワーク図を図1に示す。

実データでは5月に新たに形成された友人関係の内、4月の時点で距離が3以上の人同士で形成された友人

表 1: 実験結果

距離	5月		6月		7月	
	= 2	≥3	= 2	≥3	= 2	≥3
実データ	37.2	62.8	45.5	54.5	49.9	50.1
提案手法	49.5	50.5	54.1	45.9	52.7	47.3
加藤らのモデル	79.4	20.6	84.3	15.7	84.9	15.1

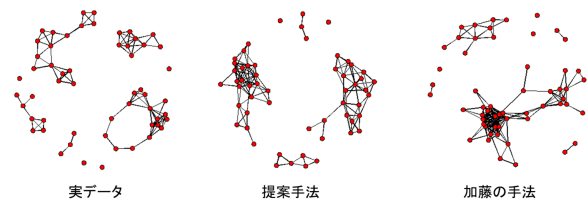


図 1: 生成されたネットワーク図

関係の数が60%を超えていた。6月と7月に関しては、1ヶ月前の時点で、距離が2の人同士と、距離が3以上の人同士で形成された友人関係の数はほぼ等しい。加藤のモデルでは、全ての月で1ヶ月前の時点で距離が2の人同士で形成された友人関係の数の割合は大きかった。提案手法では、全ての月で、距離が2の人同士で形成された友人関係と、距離が3以上ある人同士で形成された友人関係の数はほぼ等しい。よって、提案手法では、加藤の手法よりも現実に近い友人関係の形成が行われていると分かった。

5 まとめ

本研究では、特性情報の取得可能な範囲を限定することで、実際の状況を模擬した手法を提案した。実験の結果、現実の友人関係形成の過程に近い結果を得ることができた。本結果より、特性情報を取得できる範囲は実際の友人関係の形成に関わっている事が示唆される。

参考文献

- [1] 佐藤嘉倫, 平松潤, “ネットワーク・ダイナミクス 社会ネットワークと合理的選択”, 勤草書店, 2005.
- [2] 加藤竜丸, 武藤敦子, 犬塚信博, “個性と構造的特徴を考慮した友人関係ネットワークの変化のモデル”, 情処全大, 5ZF(4), pp.857-858, 2014.
- [3] Inuzuka, N., Nakano, Y., and Shimomura, T., “Friendship Analysis Using Attendance Records to University Lecture Classes”, TL2008, pp.478-486, 2008.