

# 実データへの適合を目指した 友人関係ネットワークモデルの構築

井村祐太<sup>†</sup> 武藤敦子<sup>‡</sup> 松井藤五郎<sup>§</sup> 犬塚信博<sup>‡</sup>

名古屋工業大学工学部情報工学科<sup>†</sup> 名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻<sup>‡</sup>  
中部大学生命健康科学部臨床工学科<sup>§</sup>

## 1 はじめに

社会集団の理解のため友人関係は広く研究対象とされてきた。本研究は、友人関係形成のモデルを用いて、より実際の友人関係に近いネットワーク構造を作り出すことで、教育現場における教師の適切な学級運営の支援となることを目指す。友人関係形成過程においては、個人は自らの効用が最大となるように友人を選択する合理的選択と、個人のおかれている社会ネットワークの位置や形状によって友人を選択する構造的選択の2つが作用していると考えられる。

本稿では、合理的選択と構造的選択を組み合わせたモデルを用いて実験を行い、実データへ近づけるパラメータを探ることで、本モデルの挙動を確認し、より現実の友人関係ネットワークに適合するモデルの構築を目指す。

## 2 友人関係ネットワークモデル

友人関係を表すいくつかのモデルが提案されている [1][2]。その多くは、いじめ問題などの現象に特化したモデルであり、実データとの適合を目指したものはすくない。本研究では、より現実を表したモデルとして平松らの合理的選択モデル [3] に構造的選択を導入した以下に示すモデル [4] を採用する。

平松らは友人関係を持つことで利得を得られる一方で、その確立、維持にはコストがかかると仮定し、効用最大化の原理に基づき利得がコストに等しくなる状況を探すという過程をモデル化している。加藤らは、平松の提案したモデルに対して、友人生成に個人のネットワーク構造を考慮する、構造的選択を導入した。

これらのモデルでは、個人は友人関係を結ぶ際に生

じるコストの低い人から順に友人として選択し、コストが利得を超えるまで繰り返す。友人関係はお互いに選択されているときのみ形成する。この試行を繰り返すことで友人関係ネットワークを形成する。

個人  $i$  が  $f_i$  人の友人を持った状態で新たな友人  $j$  を選択する際の利得  $B_{ij}$  を次式で与える。

$$B_{ij} = r\{(1 - \alpha)(\sqrt{f_i + 1} - \sqrt{f_i}) + \alpha\left(\frac{N(i) \cap N(j)}{N(i) \cup N(j)}\right)\}$$

ここで、 $r$  は友人利得係数、 $N(i)$ 、 $N(j)$  はそれぞれ  $i$ 、 $j$  の友人の集合を表している。式の後半部分は共通の友人が多いほど高い値となる、加藤らが導入した構造的選択である。また、 $\alpha$  は構造的選択の割合であり、 $\alpha = 0$  のときが平松らのモデルである。 $i$  が  $j$  と友人関係を結ぶ際のコスト  $C_{ij}$  は

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^m S_{ik} \sqrt{|X_{ik} - Y_{jk}|}$$

である。 $m$  は各個人の持つ特性の数で、個人  $i$  の特性  $k$  について、重要性を関心度  $S_{ik}$  ( $0 \leq S_{ik} \leq 1$ )、友人に求める値を理想友人値  $X_{ik}$  ( $0 \leq X_{ik} \leq 1$ )、個人の実際値を  $Y_{ik}$  ( $0 \leq Y_{ik} \leq 1$ ) としている。特性は2種類あり、一つは自分と似た値を持つ人を好む類似特性 ( $X_{ik} = Y_{ik}$ )、もう一つは特定の値を持つ人を好む願望特性 ( $X_{ik} = 1$ ) である。また、友人からの社会的影響を受ける特性は、各試行の友人形成が終了後、その特性の実際値を自分の友人の平均値に更新する。友人の選択から社会的影響を受け、特性の実際値を更新するまでを1ターンとする。

## 3 実験

前節で示した友人関係ネットワークモデルを用いてシミュレーション実験を行う。実験では、各種パラメータを変化させたときの友人関係ネットワークの変化を観察し、実際の友人関係により近づく結果となるパラメータを探る。

### Construction of a model for simulating actual friendship

Yuta Imura<sup>†</sup>, Atsuko Mutoh<sup>‡</sup>, Tohgoroh Matsui<sup>§</sup> and Nobuhiro Inuzuka<sup>‡</sup>

Dept. of Computer Science, Faculty of Engineering, Nagoya Institute of Technology<sup>†</sup>

Dept. of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology<sup>‡</sup>

Dept. of Clinical Engineering, College of Life and Health Sciences, Chubu University<sup>§</sup>

### 3.1 実験環境

下村らの提案した出欠データによる友人関係推測手法 [5] を用いて、実際の友人ネットワークを取得する。本研究では 2008 年から 2013 年までの名古屋工業大学 1 年生の各クラスの友人ネットワークの構造指標を、シミュレーションによって生成したネットワークと比較する。また、モデルの環境は文献 [4][6] において得られた最適値としてそれぞれ、類似特性:願望特性=3:0、社会的影響は 3 つの特性のうち 1 つに対して働くものとする。57 名で 20 ターンのシミュレーション実験を 100 回行う。

本稿では、特に、構造的選択の割合  $\alpha$  の違いによるネットワーク構造への影響について注目する。

### 3.2 実験結果

表 1 に  $\alpha$  を変化させたときの各ネットワーク構造指標の値を示す。

表 1: ネットワーク構造指標

	実データ	$\alpha=0$	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.4$
平均次数	<b>4.75</b>	5.81	5.06	4.71	4.16	3.34
次数の分散	<b>7.20</b>	11.65	9.54	9.59	8.39	6.42
平均距離	<b>3.42</b>	3.03	3.20	3.15	2.79	2.27
クラスタ係数	<b>0.56</b>	0.52	0.54	0.56	0.58	0.55

シミュレーションの 1 ターンを現実の約 1 週間と考え、実データとして、20 ターン後である 7 月の平均値を用いた。その他は 100 回のシミュレーションの平均値である。ここで、 $\alpha=0$  のときは平松のモデルと等しい。 $\alpha$  を大きくすると、クラスタ係数は増加し、平均次数および、次数の分散、平均距離は減少する傾向があることがわかる。

### 3.3 考察と問題点

連結成分が完全グラフである場合、友人でない人との共通の友人はいないため、構造的選択による利得は 0 となる。そのため、利得の値が減少しコストを上回らなくなり、友人関係の形成がされにくくなる。この現象は  $\alpha$  を大きくした時の、合理的選択による利得の減少に伴い、さらによく見られる。図 1 は生成されたネットワークの典型的な一例を示しているが、 $\alpha$  を大きくしたときに、孤立頂点や少ない頂点数のクラスタが増加していることが確認できる。

また、シミュレーションの初期段階では共通の友人は少ないため、 $\alpha$  が大きい程、利得が減少し、友人関係の形成がされにくくなる。前のターンに友人関係を形成できなかったとき、次のターンでも利得が小さいため、友人関係が形成できない場合が多くなる。そのため、ターンが経過しても友人関係形成が進まず、次数が小さくなる。

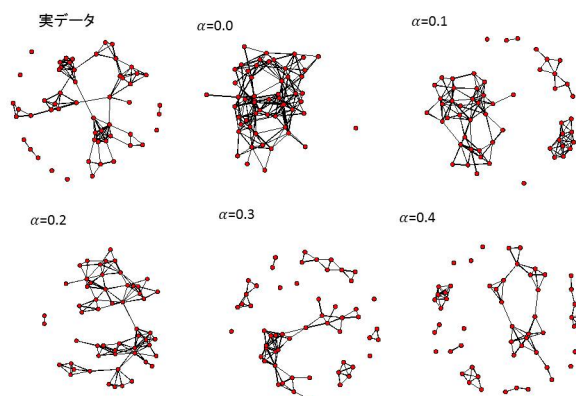


図 1: 生成されたネットワーク例

表 1 の 4 つの構造指標からは最も実データに近づいている値は  $\alpha=0.2$  のときであると考えられる。しかし、上記のように  $\alpha$  を大きくすることで、次数が減少するため、構造的選択の割合の変化での影響が正しく観察できない。これらの問題点を解決するためには、今後、利得とコストの式を見直す必要があると考えられる。

## 4 おわりに

合理的選択と構造的選択を組み合わせた友人関係ネットワークモデルを用いて、構造的選択の割合の変化による影響の検証を行い、実データとの比較を行うことで、問題点を明らかにした。

### 参考文献

- [1] 鳥海不二夫, 石井健一郎, “学級集団形成における教師の介入による効果”, 電子情報通信学会論文誌 Vol. J90-D No.9, pp2456-2464, 2007.
- [2] 前田義信, 伊藤尚, 谷賢太郎, 佐藤輝空, 加藤浩介, “人工学級モデルとフラット化するコミュニケーションの特性”, 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学 111(58), 63-68, 2011
- [3] 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”, 勁草書店, 2005.
- [4] 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モデル”, 情報処理学会第 76 回全国大会, 5ZF(4), pp.857-858,2014
- [5] Inuzuka, N., Nakano, Y., and Shimomura, T., “Friendship Analysis Using Attendance Records to University Lecture Classes”, TL2008, pp.478-486, 2008.
- [6] Atsuko Mutoh, Ryumaru Kato, Tohgoroh Matsui, Nobuhiro Inuzuka, “A Model to Form Friendship Networks Based on Social Network Analysis” The 20th International Symposium on Artificial Life and Robotics, 2015(発表予定)