

コミュニティ構造を用いたスモールワールドの情報伝播の効率化

日大生産工 ○田中 勇輝 日大生産工 山内 ゆかり

1 まえがき

現実のネットワークは「スケールフリーモデル」や「スモールワールドモデル」の特徴を持つことが知られている。また、情報伝播は、我々の情報の手に入れやすさに大きく関わっている。

石岡らの研究では、スモールワールドネットワーク上では、情報伝播できるノードがいくつかのクラスタに分割されており、クラスタ内での情報伝播が起りやすい一方で、ネットワーク全体に情報伝播をさせることが難しいことが述べられている。[1]

本研究ではスモールワールドの情報伝播の効率化を図る為、情報伝播時にクラスタ化したコミュニティ構造を考慮したノードの配置を提案する。

2 実験方法および提案手法

本研究では、情報伝播できるノードとできないノードの配置が決まった後に、情報伝播できるノードとできないノードを一つずつ選択し、入れ替えた新しい配置を提案する。図1に実験方法の流れを示す。

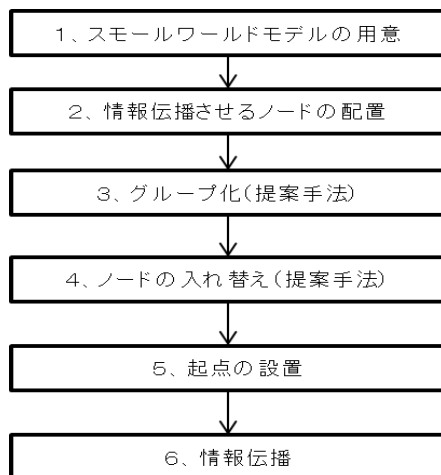


図1 実験の流れ

STEP 1 実験で使用するスモールワールドネットワークを用意する。本実験では、ノード数100、スモールワールドのエッジ張り替え確率0.01とする。

STEP 2 用意したスモールワールド上に情報伝播をするノード、しないノードを配置する。

STEP 3 情報伝播するノード同士で繋がっているクラスタを一つのコミュニティとみなし、コミュニティごとに分類する。

STEP 4 2つ以上のコミュニティと繋がっている情報伝播させないノードを1つ選択し、情報伝播できるノードにする。また、ノード数が最大のコミュニティから、コミュニティを切り離さないノードを選択し、情報伝播させないノードにする。図2に入れ替えの様子を示す。

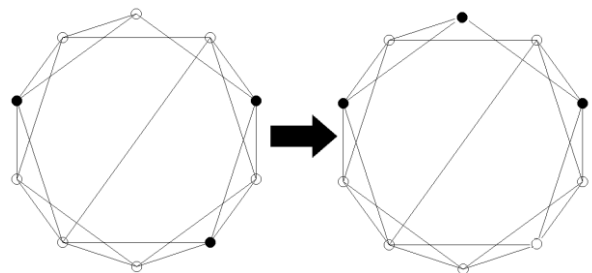


図2 ノードの入れ替え

情報伝播できるノードを黒、できないノード白で表現する。図2の例では、ノード数が2つのコミュニティと1つのコミュニティがあり、2つのコミュニティのうち1つのノードを情報伝播できないノードに変更し、1つで孤立しているノードとコミュニティを仲介しているノードを1つ選択し、情報伝播できるノードに変更した。

STEP 5 情報伝播するノードの中から、情報の発信源となるノードをランダムに1か所選択する。

STEP 6 起点ノードとつながる情報伝播するノードに情報を拡散させていく。

実験はスモールワールドモデル10通り、起点の配置を10通りとし、情報伝播させるノードの割合は0.2~0.8の間で0.05ずつ確率を変えて行う。

3 実験結果

図3に実験結果における最大コミュニティの数の平均を示す。

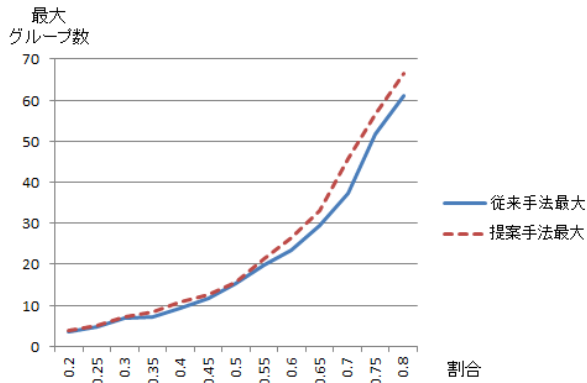


図3 最大コミュニティ数の平均

縦軸に最大コミュニティの個数の平均、横軸に情報伝播できるノードの割合をとる。情報伝播できるノードの割合が半分以上を超えると提案手法の方が従来手法と比べてノード数の多いコミュニティが現われやすくなる。

図4に実験結果における情報伝播したノード数の平均値を示す。

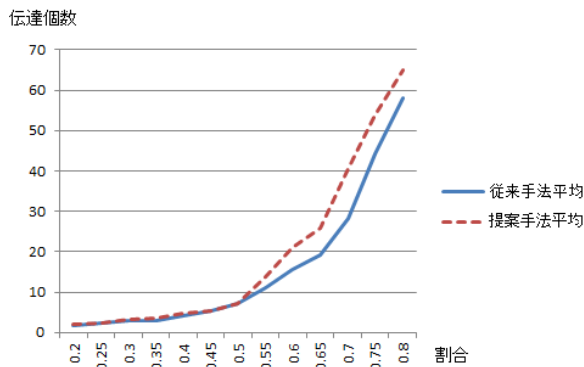


図4 情報伝播した平均値

最大コミュニティの個数の平均と同じく情報伝播できるノードの割合が半分以上を超えると提案手法のほうが従来手法と比べて多くのノードに情報伝播しやすくなる。

図5に情報伝播できるノードの半数以上に情報伝播した回数を示す。

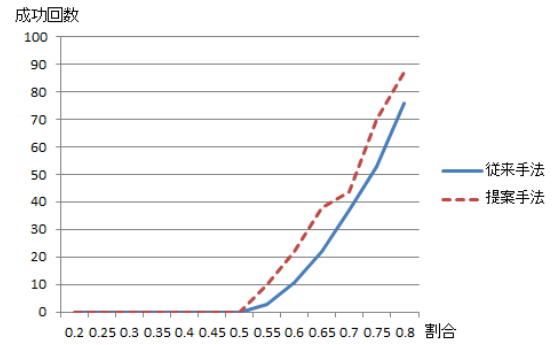


図5 半数以上情報伝播した回数

提案手法の方が従来手法と比べて成功回数が多いが、情報伝播できるノードの割合が従来手法よりも低い条件で半数以上のノードに情報伝播することはなかった。

4 検討

本提案手法の実験結果では、従来手法よりも多くのノードに情報伝播させることが確認できた。しかし情報伝播できるノードの割合が半分未満の場合で結果が従来手法と変化がなかった。原因として、ノードのコミュニティが小さい点と、コミュニティ間の距離が長く、ノードの入れ替えを行ってもうまくコミュニティの結合ができないためであることが挙げられる。

半数以上のノードに情報伝播するため必要な情報伝播できるノードの割合が従来手法と変化がない為、更に少ない割合で情報伝播しやすくなるような配置を考える必要がある。

5 まとめ

本研究では、スモールワールド上での情報伝播の効率化を目的とし、ノードの配置を入れ替えたモデルを提案した。結果として情報伝播するノードの個数が増えることが確認された。

今後の課題として、情報伝播できるノードの割合が従来手法や提案手法よりも低い割合でも情報伝播に成功できるようなモデルを提案することが挙げられる。

「参考文献」

- 1) 石岡 卓也, 米田 貴雄, 吉井 伸一郎, 古川 正志, ネットワーク構造によって決定付けられるブログ上の情報伝播規模特性, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌) Vol.19, No.6, pp.680-688(2007)
- 2) 増田直紀, 今野紀雄, 「複雑ネットワークの科学」 産業図書 (2005 2/25)p146-149