

携帯端末を用いた情報伝播モデルによる実験に基づいた 情報伝達力の評価

竹内 亨[†] 鎌原 淳三[‡] 佐伯 勇[◇] 寺岡 伸悟[◇]

原田 隆司[◇] 下條 真司[†] 宮原 秀夫[†]

[†] 大阪大学 大学院基礎工学研究科 情報数理系専攻

〒 560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3

Tel: 06-6850-6588 Fax: 06-6850-6589

{stakeuti, shimojo, miyahara}@ics.es.osaka-u.ac.jp

[‡] 神戸商船大学 情報処理センター

kamahara@cc.kshosen.ac.jp

[◇] 甲南女子大学 人間科学部

{saeki, tera, harada}@konan-wu.ac.jp

概要

近年のインターネットにおける情報量の増大に伴い、それらを機械的に選別する情報フィルタリングが考えられている。しかしこれはマス型のコミュニケーションを対象としているため、個人間コミュニケーションには適用できないという問題がある。そこで我々は、口コミ型通信モデルとして提案している「情報伝播モデル」を実際にユーザに適用し、その情報のやりとりを元にしたコミュニケーションの解析を行うことによって、コミュニケーションのモデル化を行うことを考えている。本稿では、今回新たに行った携帯端末を用いる実験の結果から、今回のコミュニケーションの解析結果と以前の結果との相違点、そして特定の情報が伝わる力を表す情報伝達力をどのように表現することができるかについて述べる。

キーワード：個人間コミュニケーション、情報伝播モデル、情報伝達力、ヒューマンネットフィルタリング

Evaluation of the Propagation of Information based on the Results of the Experiments using Cellular Phones

Susumu Takeuchi Junzou Kamahara Isamu Saeki Singo Teraoka
Ryuji Harada Shinji Shimojo Hideo Miyahara

Abstract

Recently, by the rapid expansion of the amount of information in the Internet, information filtering which selects information automatically has been proposed. However, since these methods are designed for mass-communication, there are some kinds of problems for applying to interpersonal-communication. Therefore, we will analyze interpersonal-communication by applying “Information-Propagation Model” which we proposed to real users. The results of these analyses will help us to consider a model of interpersonal-communication. In this paper, we show the results of the experiment which carried out using the cellular phones. Moreover, we show how to express the propagation of information which spreads in the network among users.

key words: Interpersonal-Communication, Information-Propagation Model, Propagation of Information, Human Network based Filtering

1 はじめに

近年のインターネットの普及により、多くのユーザは WWW (World Wide Web) や電子メールなどの様々な電子メディアから情報を得ることができるようになった。しかしこのような電子メディアを利用する計算機媒介コミュニケーション (Computer-Mediated Communication) では、これまでの実世界におけるコミュニケーションとは多くの点で異なり、その一例として情報量の増大・情報の多様化を挙げることができる。これらはユーザに必要な情報を得る機会を提供したものの、逆に必要な情報だけを選び出さなくてはならないという負担をユーザに強いことになった。

そこで、あらかじめ計算機を用いてユーザに必要な情報のみを選別して提供するという、情報フィルタリングの手法が提案されてきた。代表的なものとしては、あらかじめユーザの嗜好をプロフィールとして記述しておくことで、そのプロフィールに適合する情報のみを提供しようとするコンテンツベースフィルタリング (Contents based Filtering) [1] や、嗜好が類似している他のユーザが興味を持っていることを示す協調フィルタリング (Collaborative Filtering) [2] やその応用例 [3]、またそれらのハイブリッドアプローチ [4] などがある。しかしいずれにしても、これらのアプローチはマス型のコミュニケーションを対象としたものであり、広く一般に行われている個人間コミュニケーションにそのままの形で適用することはできないという問題がある。

そこで我々は、ユーザの振る舞いそのものが情報の相互提供に結びつく口コミ型通信モデル「情報伝播モデル」の提案を行っている [5, 6]。この情報伝播モデルとは、多数のユーザが何らかの関連性の基で網目状に接続しあった論理 P2P (Peer-to-Peer) ネットワークを構成し、そのネットワーク上で隣接するユーザ同士が意識的に情報の発信・転送を行い合うことで、ネットワーク上に情報を波及的に伝播させることが可能な通信モデルである。このネットワーク上を波及的に伝播する過程で、情報は必ずユーザの評価を受け、その結果伝えるべきかどうかを選択される。したがってこのような通信モデルを利用することで、ユーザは他のユーザからフィルタリングされた情報が伝わってくるということだけでなく、その情報の価値や信頼性を他のユーザに対する関連性や信頼性によって評価するこ

とも可能となる。

ところで、同様に口コミモデルを利用した情報流通機構として、分散型情報収集システム WAVE (Word-of-mouth-Assisting Virtual Environment) [7] が提案されている。この WAVE では、情報伝播モデルと同様にユーザ間で情報が伝達される際にフィルタリングを行うことが可能となっており、システムとしての実現方法は異なるものの、モデルとしては同様のことを目指しているといえる。しかしこれら口コミモデルを利用した手法に共通する問題として、根本的にどのようにユーザ間ネットワークを構築するのが最善であるのか、また伝播した情報の客観的価値をどのように定義するべきかなどといったことがある。これらの問題に対処するためには、あらかじめユーザの純粋な振る舞いについての調査が必要であるため、本稿では情報伝播モデルの基礎となる部分のみを実装し、実世界の口コミモデルに近くなるよう携帯端末を用いて実証実験を行った。

以下では、この情報伝播モデルの概要とその実装について、文献 [5, 6] からの追加点について説明し、今回新たに行った実証実験の評価結果について述べる。

2 情報伝播モデル

2.1 情報伝播モデルの概要

我々の研究グループで提案している情報伝播モデルでは、情報の確実な伝達は保証されないが、隣接ユーザが興味を持つことでその情報が伝わって来るといって、いわゆる口コミ型の個人間コミュニケーションモデルを実現している (図 1)。

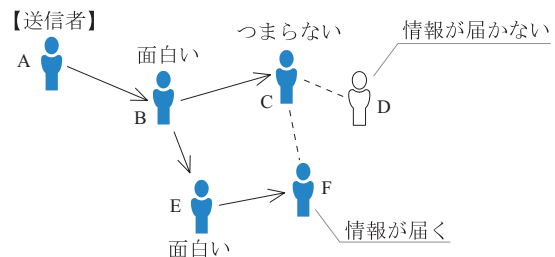


図 1: 情報伝播モデル

このような情報伝播モデルでは、情報を送るユーザが他のユーザに情報を提供すべきかどうかを判断するため、ユーザ間ネットワーク全体で自立・分散・協

動的に情報のフィルタリングを行うことができる。これを、人のネットワークによって情報がフィルタリングされるとい意味で、ヒューマンネットフィルタリング (Human Network based Filtering) と名付けた。

2.2 客観的な情報の価値判断基準

このような情報伝播モデルを利用することで、ユーザは柔軟に選択された情報を受け取ることが可能となる。しかしこれは、評価が曖昧な情報も伝わってきまうことを意味しているため、結果的に受け取る情報量が増加してしまうことにもなる。したがって本モデルによりユーザに届けられた情報に対して、何らかの客観的基準による評価を元にした順序づけを行った上で、ユーザに提示する必要がある。

このヒューマンネットフィルタリングにおいては、コンテンツベースフィルタリングと同様にコンテンツの中身を評価する手法以外に、次のような客観的な情報の価値判断基準を提供することが可能になると考えられる。

- 情報の伝達経路
 - － 興味の類似している隣接ユーザや、信頼関係のある隣接ユーザから届いた情報の場合、一般により重要である。
- 情報の伝達距離
 - － 伝達距離が長いほど多数のユーザが重要と判断しているため、一般により重要である。

しかしいずれの判断基準も現段階では仮説であり、実際にユーザの振る舞いと一致するかどうかは検証する必要がある。そこでこれまででも実証実験を通して評価を行ってきたが、以前の実験 [5, 6] では通常の PC 向けアプリケーションとして実装していたため、ユーザ間での伝達遅延が評価に与える影響が大きかった。

そこで本稿では、ユーザ間での情報伝達の遅延を最小限にするために携帯端末を用いた実証実験を行い、以上の判断基準とユーザの振る舞いがどのような関係にあるのかについての評価を行った。次章では、この携帯端末を用いる実験システムの実装について述べる。

3 情報伝播モデルの実装

3.1 実験システムの概要

今回の実験システムは、携帯端末で利用可能であり、なおかつ全ユーザの行動を記録する必要があったため、Java サブレットとデータベースを用いた図 2 のよう

な Web アプリケーションとして実装した。実際の実験で用いた携帯端末は、WWW や E-mail が利用可能な携帯電話である。

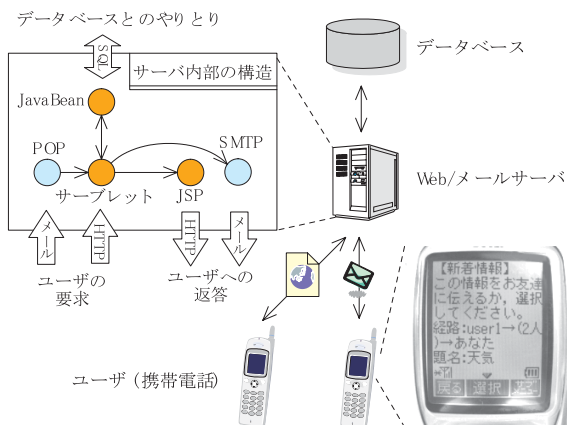


図 2: システムの概要

以下で説明するように、このような形態のシステムにすることで、2.2 節の目的であるユーザ間の情報伝達がほぼリアルタイムで行えるため、本来のモデルにより近い実験システムとなる。

3.2 実験システムの枠組み

本実験システムでは非常に単純な情報伝播モデルを実現しており、そのシステムにおける情報の流れを図 3 に示す。以下では、その枠組みについて簡単に説明する。

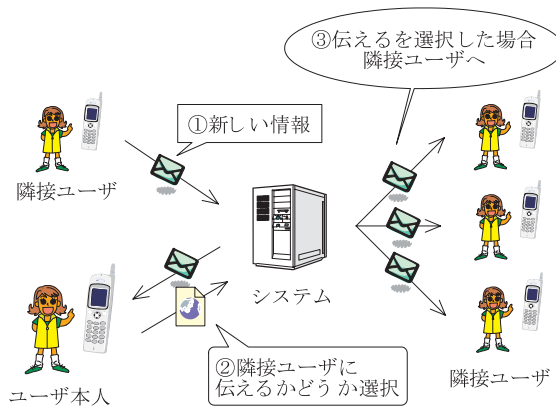


図 3: システムにおける流れ

3.2.1 情報の発信

情報伝播モデルではどのユーザも情報の発信者となることができるため、ユーザが新しい情報を発信する場

合は、その情報をメールでシステムに送ることによって、全隣接ユーザに自動的に送信される(図3中の1)。

3.2.2 情報の受信と転送

新たな情報がユーザに届いた場合、その通知メールが端末に送られ、そのメールから直接システムに接続することで情報を閲覧できるようにした。ここでその情報を「伝える」か「伝えない」かを選択できるようになっており、「伝える」を選択した場合はそのユーザの全隣接ユーザに情報が転送される(図3中の2と3)。

なお同一情報が異なる経路から届くことがあるが、この場合は先に届いた方が迅速性があるということで、二度目以降に届いた情報は全て無視されるようにした。

3.2.3 隣接ユーザの設定

情報伝播モデルにおいては、ユーザ間の接続は相互認証を行う必要がある。このため登録を行いたいユーザ同士では、片方が依頼を出して他方が認証するという形式で実現した。

4 情報伝播モデルの実験と評価

4.1 実験の概要

今回新たに3章のように実装したシステムを用いた実証実験を行った。この実験は、甲南女子大学 人間科学部 行動社会学科の協力を得て、所属する大学1年生35人によって行われた。

実験を行うためには、まずユーザ間ネットワークを構成する必要があるため、3.2.3節の機能を利用してあらかじめ各ユーザ毎に5人以下の範囲で隣接ユーザを設定してもらった(平均4.17人)。その結果、図4のよ

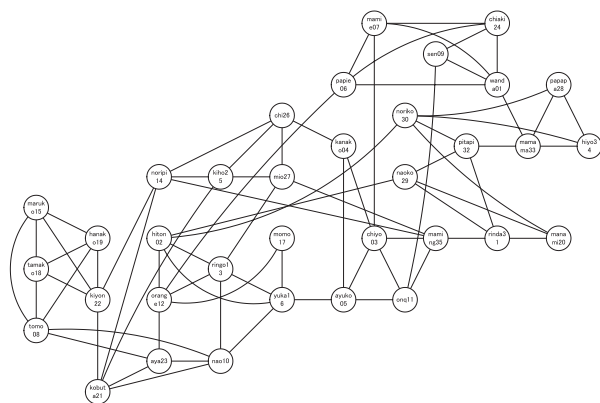


図4: ユーザ間ネットワーク

うに全員が接続しあったユーザ間ネットワークを構築することができた。

このように構成されたユーザ間ネットワーク上で、評価情報を得るための情報を約3週間にわたって各ユーザが適宜発信した(全情報件数は81件)。この際の情報としては、各ユーザが興味を持った兵庫県神戸市東灘区の岡本商店街に関する情報に限定しており、これにより情報の内容に基づいた評価も行った。

4.2 評価の概要

以上の実験環境を用いて流通した情報について、前回の実験と同様に各ユーザの評価や伝達の様子などを集計した。それらの結果を用い、まず前回の実験と同様の以下のような評価手法[6]を用いた結果について示す。

- 精度・再現率の傾向
 - － 受け取る情報量が性能に与える影響
- 精度・再現率にみるフィルタリング効果
 - － 受け取る情報量と性能の関係
- 伝達距離と情報棄却率の相関関係
 - － 距離に対する棄却率の関係

さらに、ユーザの振る舞いを調査するため、以下のような新たな評価手法を用いた結果について示す。

- ユーザ間ネットワークの位置と性能の関係
 - － ネットワークの客観的位置が性能に与える影響
- 情報伝達力の評価
 - － 情報伝達力を表すのに必要な指標の分析

4.3 評価の結果

4.2節にて示した評価手法に基づく結果について、下に順に示す。

4.3.1 精度・再現率の傾向

今回の実験では流通させる情報を特定の分野に限っていたため、実験に参加しているユーザに共通して興味を持たれる情報が多くなり、図5のようにほとんどの情報が大部分のユーザに届いてしまっていた。これはユーザ間ネットワークによるフィルタリングがあまり機能していないことを示しており、今回の実験結果から精度・再現率の傾向を調べることはできなかった。しかしここで以前の実験と今回の実験における全ユーザの精度・再現率の平均値を調査すると(表1)、今回の

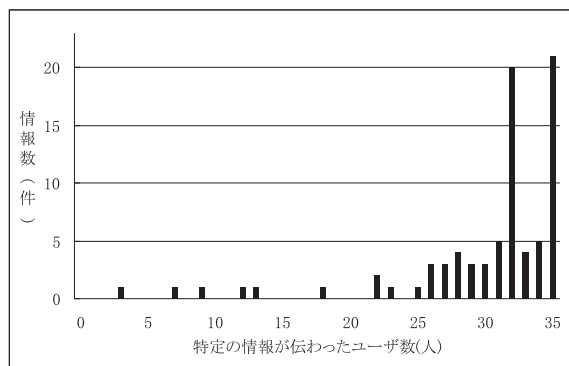


図 5: 今回の実験において流通した情報の分布

	人数	情報量	精度	再現率
実験 1 [5]	18 人	42 件	60.3%	88.1%
実験 2 [6]	22 人	51 件	66.7%	83.2%
今回の実験	35 人	81 件	73.6%	87.5%

表 1: 以前と今回の実験における精度・再現率の比較

実験では以前の実験に対して高い精度・再現率を示していることが分かった。

このことから、今回の実験のような特異な環境においても本モデルが有効であることが確かめられたと考えられる。また、これまでのいずれの実験結果も近い値を示していることから、単純な口コミ型通信モデル自体が一定のフィルタリング効果をもっていることが明らかになった。

4.3.2 精度・再現率にみるフィルタリング効果

4.3.1 節で示したとおり、今回の実験ではほとんどのユーザが大部分の情報を得てしまっているため、図 6・

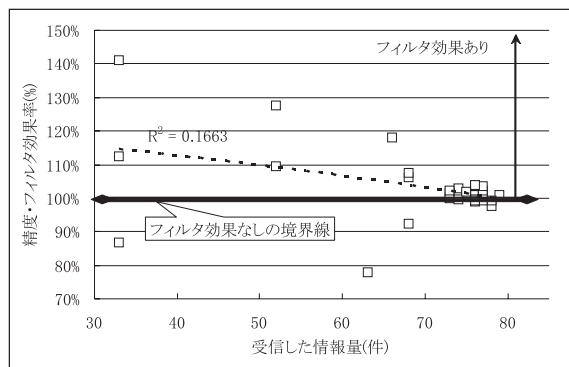


図 6: 精度にみるフィルタリング効果

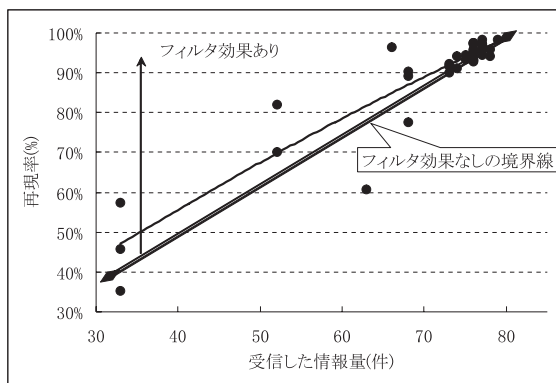


図 7: 再現率にみるフィルタリング効果

7 で用いた精度フィルタ効果率やフィルタ効果なしの境界線 [6] といった基準が機能していない。

しかしながら特に性能の悪いユーザを双方で 3 人見つけることができるため (双方とも同じユーザを示している), これらのユーザについて考察する必要がある。これについては、4.3.5 節でユーザ間ネットワークと共に評価を行うこととする。

4.3.3 伝達距離と情報棄却率の相関関係

前回の実験においては、受信するまでに経由したユーザ数が増加すると、それにしただって指数関数的に棄却率が減少するという傾向を見ることができた。しかし今回の実験では、図 8 のとおり、経由したユーザ数が増加するとわずかに棄却率が増加するという傾向を見ることができた。

このことから、前回の実験とあわせて考察を行うことで、次のようなことが言えると考えられる。

- 情報源の分野が種々様々である場合、情報量が増大

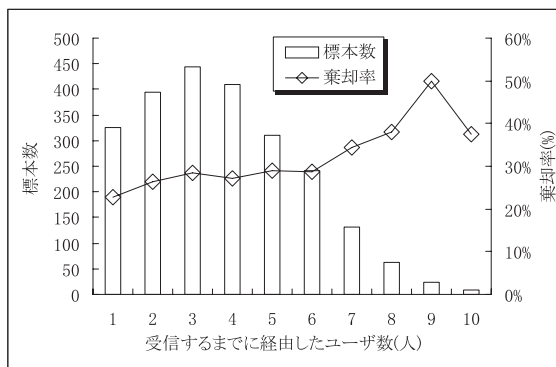


図 8: 伝達距離と情報棄却率の相関関係

すると棄却率に影響を与えるユーザ間の関連性が相殺される。その状態で全ユーザが受信した情報に対する棄却率を調査すると、受信するまでに経由したユーザ数との間で指数関数的な関係がある。

- 情報源の分野が固定であり、なおかつ現実世界と密着しているような場合、現実世界のユーザ間の関係が棄却率に大きく影響し、同一ユーザグループ内では同様に情報を必要とするが、他のグループでは必要とされる割合が一定の率で下がっていく。

この仮説は、4.3.4 節における結果の比較を行うことで、裏付けることが可能であると考えられる。

4.3.4 特定ユーザ毎の伝達距離と棄却率の相関関係

4.3.3 節における評価は、全情報に対する評価を元に行っている。したがって全ユーザの類似度が一定でない限り、ユーザ間の関連性の相違が結果に大きな影響を与えると考えられる。

そこでここでは、特定のユーザが発信した情報だけに着目し、4.3.3 節と同様に受信するまでに経由したユーザ数と棄却率の関係を調査した。以下の図 9 及び 10 においては、前回 [6] と今回の実験それぞれでもっとも情報発信数の多いユーザ 3 人について調査した結果を示す。

前回の実験における結果である図 9 から、受信するまでに経由したユーザ数が増加すると、十分に標本数が存在する範囲内で一度棄却率が増加しているという傾向を見ることができる。これはコミュニティの境界を表していると考えられ、興味を異にするユーザに届

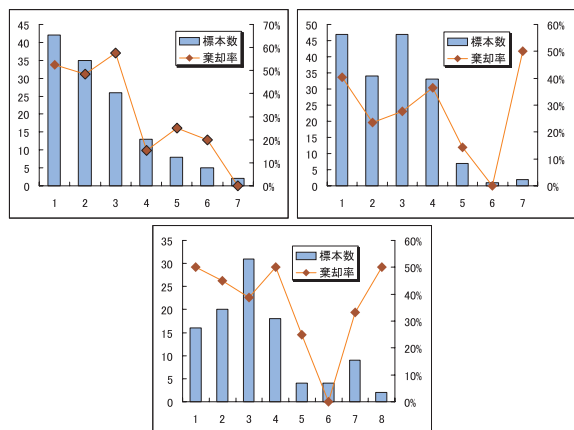


図 9: 前回の実験における相関関係

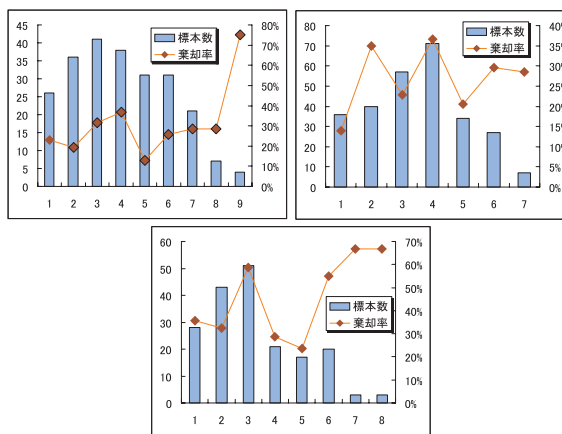


図 10: 今回の実験における相関関係

いた段階で、情報の棄却される頻度が高くなっていると思われる。

この結果を元に今回の実験における結果である図 10 を比較すると、十分に標本数が存在する前回の実験と同程度の経由ユーザ数の範囲内で、数回棄却率が増加しているという傾向を見ることができる。これはコミュニティの境界が複数存在することを示していると考えられ、前回の実験における環境と大きく異なり、実験参加ユーザ全体が既に複数のコミュニティにより成り立っているものと考えられる。

以上より、4.3.3 節で示した仮説である「今回の実験環境では、現実世界のユーザ間の関係が大きく影響している」ことが確かめられたと考えられる。

4.3.5 ユーザ間ネットワークの位置と性能の関係

4.3.2 節で述べた性能の低いユーザがユーザ間ネットワーク上でどのような位置に存在するのかを分析するには、ユーザが存在する位置を客観的に表す指標が必要となる。そこで、ネットワーク分析で用いられる中心度 (Centrality)[8] を利用し、位置と性能の関係を調査することとした。この中心度は、全てのユーザ間のリンクが同質なものであるという仮定の下で特定のユーザの客観的なネットワーク上の位置を表すことができ、値が大きいユーザほどネットワークの中心的な位置に存在することが分かる。

なお、中心度は以下のように算出することができる。ただし、 U は実験参加全ユーザの集合を、 $d(a, b)$ はあるユーザ $a \in U$ から $b \in U$ への最短のホップ数を表すものとする。

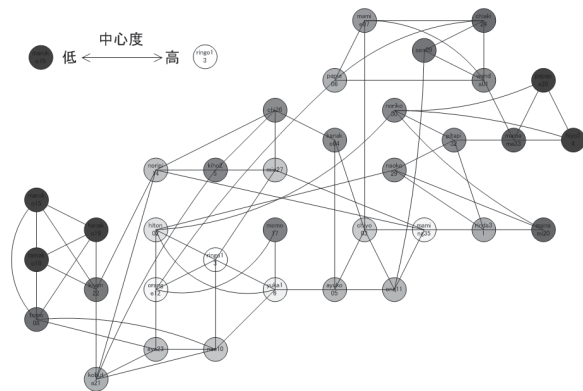


図 11: ユーザ間ネットワークにおける中心度の分布

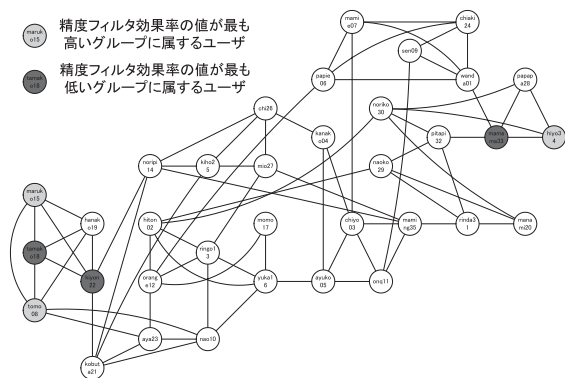


図 12: ユーザ間ネットワークにおける精度フィルタ効果率の分布

$$Centrality(\bar{u}) := \frac{\sum_{\forall a \in U} \sum_{\forall b \in U} d(a, b)}{\sum_{\forall \alpha \in U} d(\bar{u}, \alpha)}$$

このような中心度を全ユーザに対して求め、ユーザ間ネットワーク上に図示した結果が図 11 である。図中では、白いユーザほど中心度が高いことを表す。また同様に、ユーザ間ネットワークに対して 4.3.2 節で示した精度フィルタ効果率の特に高いユーザと低いユーザを図示した結果が図 12 である。図中では、特に高いユーザがパターンの薄い黒色、特に低いユーザがパターンの濃い黒色で表されている。

双方の図を比較すると、中心度が低いユーザに改善率の低いユーザと高いユーザが集中していることが分かる。このことから、次のことが言えると考えられる。

- 今回の実験環境でネットワークの端にいるユーザは、元々現実世界でも必要な情報が少ないと自己認識していたが、実際にはそうでないユーザがいる。

- ネットワークの中心に存在するようなユーザには多数の情報が流れることになるが、それらのユーザは元々必要な情報が多いために改善割合が低い。しかし不要な情報自体も少ないため、性能が悪化するという事もない。

したがって本モデルは、ユーザ間ネットワークの端に存在するような、現実世界では情報の本流から遠いようなユーザに対して、新たに興味を持てる情報を提供することができるものと考えられる。

4.3.6 情報伝達力の評価

最後に、本モデルで流通した情報に対する伝達力を評価していくことを考える。この結果を利用することで、ユーザ間ネットワークへの情報の流れ方を情報の価値として評価することができるものと考えられる。この際の基準としては、既存の協調フィルタリング [2] などと同様に情報が伝わった人数を用いることが考えられる。しかしこの指標だけでは、特定コミュニティのユーザのみが必要とするような情報の場合、それ以外のコミュニティによって大きな影響を受けてしまうため、正しく評価を行うことができない。

そこで別の指標として、情報が伝わった長さを利用する方法が考えられる。ここでは、あるユーザが発信した情報が特定のユーザに到達するまでに経たユーザ数を伝播長と呼ぶこととし、特定の一つの情報に対する伝播長の平均である平均伝播長 (APD: Average Propagate Distance) を用いることとする。この指標は、同一のユーザ間ネットワーク上で同一人数に情報が伝わったという仮定をおいた場合、値が小さい情報ほどユーザ間ネットワーク上を迅速に伝わった情報であり、逆に値が大きな情報は緩やかに伝わった情報であるとされる。

なお、特定の情報に対する平均伝播長は次のように定義する。ただし、 R は全ユーザ U のうち情報が伝わったユーザ全ての集合 ($R \subseteq U$) を、 $l(i, u)$ は情報 i が伝わったユーザ $u \in R$ における伝播長を、 $|R|$ は情報が伝わったユーザ数を表すものとする。

$$APD(\bar{i}) := \frac{\sum_{\forall u \in R} l(\bar{i}, u)}{|R|}$$

今回の実験で流通した 81 件の情報に対して、以上で示した伝わった人数と平均伝播長をグラフにした結果が図 13 である。図中でもっとも情報伝達力が高い

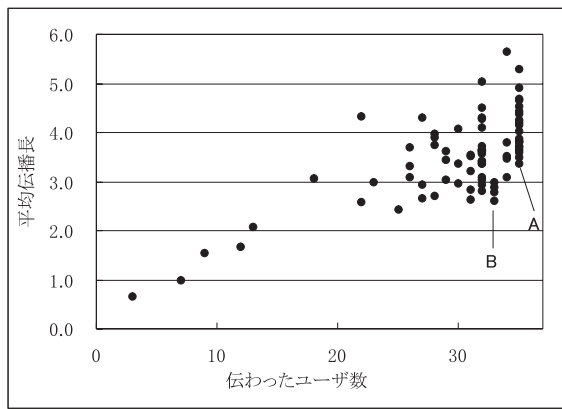


図 13: 伝わった人数と平均伝播長の分布

情報の一部と思われる情報 A 及び B は、デマまたはデマの関連情報であった。一般的にデマは情報伝達力が高いとされており、これらの指標が情報伝達力を表すのに適当であるものと考えられる。

5 まとめ

本稿では、ユーザ間ネットワーク上に情報を波及的に伝播する口コミ型通信モデル「情報伝播モデル」を用いたシステムによる実証実験の結果から、個人間コミュニケーションの解析を行った結果について示した。これまでも情報伝播モデルを実装したシステムを通して個人間コミュニケーションの分析を行ってきたが、今回新たに携帯端末を用いた実験を行うことで、より本来の口コミ型通信モデルに近い実験を行うことができた。

このユーザ間の伝播遅延が小さくなるシステムによる実験の結果から、いくつかの個人間コミュニケーションの特質が明らかになった。まず精度・再現率の評価結果から、情報の分野を限定することで多数の情報が届いてしまっても、それが性能の悪化に直接的にはつながらないという結果が得られた。この結果を以前の結果とあわせて評価することで、口コミ型通信モデルは一定のフィルタリング性能をもっていることが分かった。また、伝達距離と情報棄却率の関係から、口コミ型通信モデルによって各ユーザが受け取る情報の質は、ユーザ間の関連性の影響を大きく受けていることが分かった。さらにこれらの結果をユーザ間ネットワークを用いて分析したところ、情報の主流に存在しないような中心度の低いユーザに対して、特に性能のばらつ

きが大きいことが分かった。最後に、情報伝達力を情報が伝わったユーザ数や平均伝播長で表せると考えられることを述べた。

しかしながら、以上で述べたような仮説や解釈に対する検証は不十分であるため、今後社会的な評価を行っていくことを考えている。それらを通して個人間コミュニケーションの特質を明らかにすることで、これまでのフィルタリング手法が容易に適用できない個人間コミュニケーションにおける情報の価値付けやフィルタリングに有効に利用できるものと考えている。

謝辞

本研究を行うにあたり、実証実験のフィールドを提供していただいた甲南女子大学 人間科学部 行動社会科学科に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] D. Billsus and M. Pazzani, "A Hybrid User Model for News Classification," in *Proceedings of the Seventh International Conference on User Modeling*, pp. 99–108, June 1999.
- [2] U. Shardanand and P. Maes, "Social Information Filtering: Algorithms for Automating "Word of Mouth"," in *Proceedings of CHI'95*, pp. 210–217, May 1995.
- [3] C. C. Aggarwal, J. L. Wolf, K.-L. Wu, and P. S. Yu, "Horting Hatches an Egg: A New Graph-Theoretic Approach to Collaborative Filtering," in *Proceedings of the Fifth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 201–212, 1999.
- [4] H. Hirsh, C. Basu, and B. D. Davison, "Learning to Personalize," *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, vol. 43, pp. 102–106, Aug. 2000.
- [5] 竹内 亨, 鎌原 淳三, 下條 真司, 宮原 秀夫, "ユーザの関連性に基づいた情報伝播モデル," 第 12 回データ工学ワークショップ (DEWS2001), Mar. 2001.
- [6] 竹内 亨, 鎌原 淳三, 下條 真司, 宮原 秀夫, "ユーザの関連性を用いた情報伝播モデルの評価実験," 夏のデータベースワークショップ 2001 (DBWS2001), Aug. 2001.
- [7] 吉田 匡志, 伊藤 雄介, 沼尾 正行, "口コミによる分散型情報収集システム," 第 10 回 マルチ・エージェントと協調計算ワークショップ (MACC2001), Nov. 2001.
- [8] ジェレミー・ボワセベン, 友達の友達 – ネットワーク, 操作者, コアリッション. 未来社, 1986.