

Refereed Conference Paper

匿名型 Peer-to-Peer 通信環境における 流通情報の信頼度評価に関する人間行動の分析とそのモデル化

鈴木 裕利† 奥居 哲† 中西真弓‡ 高橋 友一‡

P2P 型通信は、サーバクライアント方式に比較して負荷が分散される利点を持つため、災害時等の情報伝達手段として有効である。一方、流通情報や発信源に対する管理が困難であるため、不確実情報の流通という問題も存在する。この問題を検討するために、通信に参加している人間の行動についての分析とモデル化を行った。

実験結果の分析から、被験者が信頼できる情報を獲得するためにとる行動は、「情報を収集」する外面的な行為と「情報を検討」する内面的な行為から、影響を受けていることが確認された。そして、この結果に基づいて構築した、「情報を収集」する行動についてのシミュレーションモデルによる検証実験の結果、モデルの妥当性に関して一定の成果と課題が明らかになった。

Analysis and modeling of human information handling in anonymous Peer-to-Peer Communication environment

Yuri Suzuki† Satoshi Okui† Mayumi Nakanishi‡ Tomoichi Takahashi‡

P2P communication method has better performance in network loads than server-client communication method and provides an effective communication method in the situation such as a disaster. On the other hand, it is difficult to control distributed information and senders, so this communication method has possibility to distribute uncertain information. To solve these problems, we analyzed the actions, which participants in communication take when evaluating the reliability of distributed information, and created a model.

Based on two experiments conducted with our experimental system, we have confirmed the following tendency: When subjects tried to obtain reliable information, their actions were influenced by external actions (collecting information) and by internal actions (analyzing information). Based on this result, we have created a simulation model of "information collecting" action and conducted a verification experiment. The result revealed certain achievements and problems with respect to the validity of model.

1. はじめに

P2P 型通信は、サーバクライアント方式に比較して負荷が分散される利点を持つため、災害時等の情報伝達の手段として有効と思われる。一方、これまでに確認されてきた災害時の様々な流言が[廣井,04]、同様に、より高速に流通する危険性を持っている。これは、匿名性の高い P2P 型通信では、流通情報や発信源に対する管理が困難であり、不確実な情報が簡単に流通するという問題点が存在するためである。

そこで、この問題点を検討するために、匿名型通信に参加している人間が、流通情報の信頼度を評価する際にとる行動の分析を行い、信頼度評価行動のモデルを提案する。関連研究として、人工社会における情報の流通という観点から、シミュレーションを用いた研究の成果が報告されている[長谷川,01] [山影,02]。これに対し、本研究では、被験者を用いた実験を実施し、P2P 型通信を、実際に人間が利用した場合の行動データを収集し、分析した。

本文では、分析結果より得られた知見と、その知見に基づいて提案した信頼度評価行動のモデルについて報告する。以下、2 章では、実験システムの概要と、本稿で報告する本実験の前に行なわれた予備実験について説明する。次に、3 章と 4 章で本実験について報告する。そして 5 章では、実験結果に基づいて提案したモデルの検証のために実施したシミュレーション実験の経過について報告する。

2. 実験システムと予備実験

本章では、被験者実験実施のために構築した実験シス

テムの概要と、実験システムを用いて行った予備実験の結果について、概略を報告する[奥居,03]。

2.1 実験システム

本システムは、実験環境として利用するために実装したメッセージ交換システムである。不特定多数の匿名の利用者がネットワーク上でメッセージの交換を行う際の行動を収集、記録することを目的とする。この目的を実現するための機能が、コマンドとして利用者に提供される。主機能であるメッセージの送信(SEND コマンド)に加えて、不特定の匿名の利用者を対象とするための機能として、メッセージ交換の相手を探索する機能(FIND コマンド)、および、メッセージ交換の相手を選択する機能(DESTINATION コマンド)を備えている。これは、「不特定の匿名」同士のメッセージ交換の場合、事前に交換相手の情報を持っていないことが前提となるため、必須となる機能である。さらに、メッセージを受信した場合の情報に関しては、RECV イベントとして記録される。また、本システムは、50 名前後の利用者が、同時に 80 文字程度の短いメッセージ交換をする状況を前提として設計されている。

システムの基本的な構成要素は、ピアとメッセージである。ピアには、汎用ピアとランデブーピアの 2 種類が存在し、汎用ピアは、システムの利用者によって操作され、メッセージの交換を担うエージェントであり、通信相手を特定するためのアドレスと、ピアの同一性を保持するために設けたピア識別子を持つ。ランデブーピアとは、汎用ピアのアドレスを配信するサーバ・ピアである。メッセージは、ピアによって交換される情報であり、伝達内容である任意のテキスト情報からなるボディと、配信元のピア識別子等、各種の識別子から構成されるヘッダを持つ。

また、本システムで収集可能な行動記録は、交換した

† 中部大学工学部/中部大学情報科学研究所, College of Engineering, Chubu Univ./ Research Institute for Information Science, Chubu Univ.
‡ 中央立体図株式会社, Chuo Technical Drawing Co., Ltd.
‡ 名城大学理工学部, Faculty of Science & Technology, Meijo Univ.

メッセージの内容、送信コマンドの実行時刻と送信先のピア識別子、探索コマンドの実行時刻、メッセージの受信時刻と送信元のピア識別子等である。

2.2 予備実験

予備実験は、実験システムの動作確認と本実験デザインのためのデータ収集を目的として行った。実験課題は、匿名(ハンドルネーム)を用いる被験者が実験システムを用いて会話(メッセージ交換)を行い、その会話内容から、「各ハンドルネームを使用している被験者が誰なのか」を特定する被験者(ピア)特定課題である。被験者は大学生 18 名で、大学の教育用計算機室のマシンを使用した。実験時間は 30 分である。

実験の結果、1471 件の行動を記録した。結果の分析から、送受信数(SEND コマンドと RECV イベントの合計)が多いほど正答数が多くなる傾向があることが観察された。また、正しい情報に到達する被験者ほど、より多くの被験者と接触を持つ傾向が観察された。

3. 実験 A

本章では、前述の予備実験で得られた知見に基づいて計画し、実施した本実験について報告する。実験の主要な目的は、ピアが正しい情報を取得しようとする際に、送受信数、および、情報交換をする対象ピアとの関係(接触の方法)が、ピアの持つ情報に対して、どのように影響するかを明らかにすることである[Suzuki,03][鈴木,03]。

3.1 実験デザイン

予備実験と同じシステムを用い、同様に被験者(ピア)の行動記録を収集する。被験者は大学生 18 名で、大学の教育用計算機室のマシンを使用する。被験者 18 名のうち、4 名が予備実験に参加しており、後述するステージ I の課題についてのみ経験がある。実験 A では 4 つのステージに分けて実験を行う。

(1)ステージ I

前述の予備実験と同じ被験者(ピア)特定課題である。25 分間の行動記録を収集し、各ピアの送受信数の合計によって被験者を順位付する。この順位はステージ I の実施時点での各ピアの特性を把握し、以降のステージで参考情報を配布する際に利用する。

(2)ステージ II・III・IV

ある特定の問題について、各ピアが実験システムを用いて自由に情報交換し、一定時間ごとに解答を報告する。具体的には、各ステージで 15 分間の会話を行い、開始後 5 分毎にアンケートを実施し、その時点での各ピアの解答情報をアンケート用紙に記入する。以上の作業は、ステージ II、III、IVを通して同じ作業であるが、使用する問題は、ステージごとに異なっており、1 ステージあたり 6 題を用意した。よって被験者は、ステージ II、III、IVで、合計 18 の異なった種類の問題について解答することになる。

また、各ステージの開始前に参考情報として、ステージ I での送受信数に基づき、その順位が奇数のピアには問題に関する正しい情報を与え、偶数のピアには誤った情報を与えている。各ピアは、与えられた参考情報と他のピアが所有する情報から、問題の正答を推測することになるので、送受信数の順位に基づく上記配分によって、各ピアに対する均等な参考情報の配布を行なった。

以上の条件下で、各ステージ 3 回ずつ計 9 回のアンケート結果と行動記録を収集、分析し、各ピアがどのように信頼する情報を得るのかについて考察する。

3.2 実験結果

実験の結果、4081 件の行動を記録した。以下では、送受信数とステージ I の正答数、ステージ II から IV における、对被験者別の送受信数と解答情報の推移に着目した分析について報告する。

§1 ステージ I における送受信数と正解数

予備実験の結果と同様に、送受信数の合計数が多いほど正答数が多くなる傾向が観察された。

§2 对被験者別送受信数

ここでは、ステージ II から IV において、被験者がどのような情報交換の行動をしているかに着目してデータを検討する。表 1 にステージ IV の実験結果の一部を例として示す。情報交換の行動は、対象被験者との送受信数のバラツキに表れていると観察される。具体的には、例えば、被験者 1 は、特定の被験者(c, i, p)と多くの送受信を交わしていることがわかる。対照的に被験者数 j は、ほとんどの被験者と送受信を交わしている。他の被験者

表 1 对被験者別送受信数対応表

		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	total	分散
a	SEND	*	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	5	0	0		
	RECV	*	1	2	0	0	3	0	2	1	0	1	0	0	0	0	8	0	0		
	SEND+RECV	*	2	3	0	0	3	0	3	2	1	0	2	0	0	0	13	0	0	29	9.97
i	SEND	1	1	0	0	1	0	0	2	*	0	3	5	0	0	0	0	0	4		
	RECV	1	1	0	0	0	3	0	1	*	1	2	5	0	0	0	0	0	3		
	SEND+RECV	2	2	0	0	1	3	0	3	*	1	5	10	0	0	0	0	0	7	34	8.38
j	SEND	1	2	1	1	0	1	2	1	*	2	1	1	1	1	1	1	1	1		
	RECV	0	3	0	1	1	3	1	1	*	1	1	1	1	1	1	0	0	0		
	SEND+RECV	1	5	1	2	2	3	2	3	*	3	2	2	2	2	2	1	1	1	33	1.31
k	SEND	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	*	0	0	1	0	0	0	3		
	RECV	0	0	0	0	1	2	0	1	3	2	*	0	0	2	0	0	0	3		
	SEND+RECV	0	0	0	0	1	3	0	2	5	3	*	0	0	3	0	0	0	6	23	3.87
l	SEND	1	0	5	0	0	2	1	1	5	1	0	*	0	1	1	6	0	0		
	RECV	1	0	6	0	0	3	1	1	5	1	0	*	0	1	0	4	0	0		
	SEND+RECV	2	0	11	0	0	5	2	2	10	2	0	*	0	2	1	10	0	0	47	14.82
m	SEND	0	0	0	1	1	3	1	1	0	1	0	*	1	0	0	0	0	0		
	RECV	0	0	0	1	1	3	1	1	0	1	0	*	1	0	0	0	0	0		
	SEND+RECV	0	0	0	2	2	6	2	2	0	2	0	*	2	0	0	0	0	0	18	2.56
s	SEND	0	3	1	0	3	0	3	1	2	3	0	3	0	0	0	7	0	0	*	*
	RECV	0	8	0	0	2	0	3	0	4	4	1	3	0	0	4	0	0	0	*	*
	SEND+RECV	0	11	0	0	5	0	6	1	6	7	1	6	0	0	0	11	0	0	54	15.90

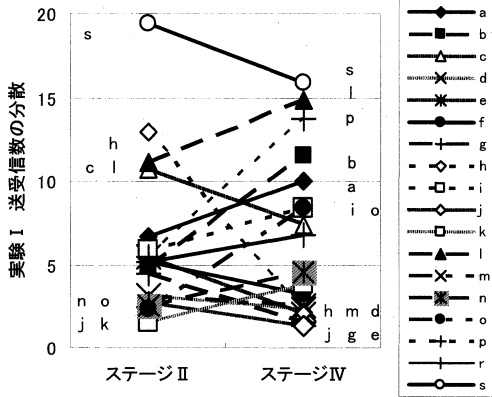


図1 実験Aにおける被験者別送受信数の分散の推移にも、どちらかの傾向が見受けられる。

さて、被験者1のようなタイプが現れることから、何らかの一定の情報交換コミュニティが形成されていることが推測される。そこで、情報交換の行動を、被験者1のように、交換する相手を絞り込んで行なう限定タイプと、被験者jのように、交換する相手を幅広く求める広範囲タイプとして分類を検討する。その基準としては、送受信数の分散を計算した値を用いる。表1では被験者ごとに計算した、送受信数の分散値を最右列に表示している。今回は暫定的な基準として、この分散値が8を超えている被験者a, l, s等を限定タイプ、3を超えない被験者j, m等を広範囲タイプと分類して扱う。この分類の基準は、限定タイプを分散値の上位6名(全体の3分の1)、広範囲タイプを分散値の下位6名として設定した場合を前提としている。

また、このような情報交換行動の特徴は、時間の経過とともに、変化すると考えられる。そこで、時間経過との関係を把握するため、ステージIIからステージIVに至る分散値の推移を図1にその結果を示す。実験開始直後のステージIIにおいては、限定タイプ(分散値が8以上)がc, h, l, sの4被験者であったが、ステージIVにおいては、a, b, i, l, o, p, sの7被験者に増加している。また、広範囲タイプ(分散値が3未満)についても、ステージIIにおいては、j, k, n, oの4被験者であったが、ステージIVでは、d, e, g, h, j, mの6被験者に変化している。

以上から、被験者の送受信の形態には限定タイプと広範囲タイプの2つのタイプの存在することが確認された。また、時間の経過とともに限定タイプが増加することから、一部の被験者を中心として、情報流通のコミュニティが形成されていることが観察された。

§3 正解分布の推移

次に、被験者の送受信の量が交換される解答情報の内容にどのような影響を与えているかを調べるため、そのステージにおける送受信数の上位4名(FWD)、中位10名(other)、下位4名(ROM)に分類し、解答情報の時間ごとの変化を分析する。これは、送受信数が上位の被験者の持つ情報に、他の被験者が強い影響を受けているのではないかと考えられるからである。そして、分類の具体的な方法は、例えば、先の表1のステージIVの場合、各被験者の送受信数をもとに、f, h, l, sを上位(FWD)グ

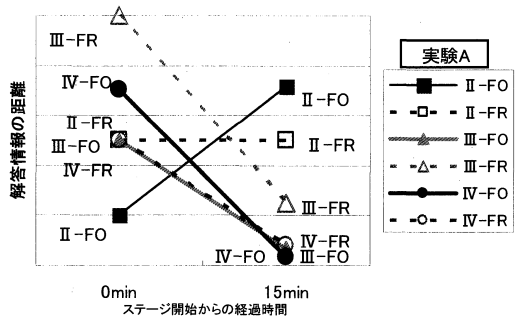


図2 実験Aの各ステージにおけるグループ間の解答情報の距離の変化

ループ、d, g, k, mを下位(ROM)グループ、残り10名の被験者を中位(other)グループとして分類している。

以上の分類基準をもとにグループ分けされた被験者が、どのような解答情報を持ち、それがどのように変化するかを把握するために、各グループ内の正解情報を持つ被験者の割合を求める処理を行う。ステージII, III, IVについて、5分ごとにこの処理を実施した結果、FWDグループの解答情報がある意見に一致している場合、他のグループが、その解答情報に近づく傾向が観察された。

そこで、他のグループに対するFWDグループの影響を分析するために、解答情報の数値化を試みた。問題(i)ごとに、FWDグループの正解情報の割合を $pct_F(i)$ 、otherグループの正解情報の割合 $pct_O(i)$ 、ROMグループの正解情報の割合 $pct_R(i)$ とし、開始時、5分後、10分後、終了時における、グループ間の、6問の値の平均解答情報の差をグループ間の距離とみなす(次式参照)。

$$\text{距離 (FR)} = \frac{\sum_{i=1}^6 (|pct_F(i) - pct_R(i)|)}{6}$$

$$\text{距離 (FO)} = \frac{\sum_{i=1}^6 (|pct_F(i) - pct_O(i)|)}{6}$$

そして、ステージII, III, IVの結果に対してこの計算を行い、求めた値を用いて、開始時と終了時の解答情報の距離の変化として図2に示す。図中の凡例「II-FO」は、ステージIIにおけるFWDグループとotherグループの解答情報の距離の変化を示し、「II-FR」は、FWDグループとROMグループの解答情報の距離の変化を示している。図2からは、ステージIIの結果(II-FO, II-FR)を除いて距離の減少傾向が確認され、FWDグループの他の被験者への影響が認められた。

3.3 考察

3.2で述べた実験結果の検討から考察されることは、以下の2つの仮説にまとめられる。

(1) 情報流通のコミュニティの形成

表1より、被験者によって送受信の形態が異なることが観察される。また、この形態の違いを、対被験者別の送受信数の分散という数値で表現した結果、特定の相手との送受信が多くなる形態(限定タイプ)と、すべての被験者と均等に送受信する形態(広範囲タイプ)に分類が可能であると確認された。そして、ステージIIとIVの分散の値の変化を求めた結果から、時間の経過とともに限定タイプの増加の傾向が認められた。このことから、限定タイプの被験者を中心として一部に情報流通のコミュニティが形成されていく、という仮説が考えられる。

(2)情報の流通量の影響

被験者の送受信数の量の解答情報への影響を調べるために、被験者を送受信の多いグループ(FWD)、少ないグループ(ROM)、中間のグループ(other)と分類し、分析した結果、FWDグループの他のグループへの影響が観察された。そして、その影響をFWDグループと他のグループの解答情報の距離という数値で表現し、時間による変化を求めた結果(図2参照)、距離の減少が確認された。このことから、送受信数の多い被験者の情報が他の被験者の解答情報へ影響を与えている、という仮説が考えられる。

4. 実験B

本章では、前述した実験Aの結果から得られた2つの仮説を検証するために行なった実験Bについて報告する。実験の目的の1つは、特定のピアとの送受信が多い傾向を持つ(限定タイプ)ピアを中心として、一部に情報流通のコミュニティが形成されていく、という仮説の確認である。さらに、送受信数の多い被験者の情報が他の被験者の解答情報へ影響を与えている、という仮説についての確認も目的とする[鈴木,03]。

4.1 実験デザイン

前述したように、実験Aの結果から得られた仮説の検証を目的とするため、実験Bは実験Aと全く同様の手順で実施することを基本とした。被験者は実験Aと同様に大学生18名である。18名のうち、事前の予備実験参加の被験者は0名、実験A参加の被験者は4名含まれている。また、実験Aと同様に4つのステージに分けて実験を行う。

ステージIは、実験Aと同じピア特定課題であり、この結果から、被験者の送受信数による順位付も行う。また、ステージII、III、IVも、実験Aと同様に、特定の課題について各ピアが実験システムを用いて自由に情報交換し、一定時間ごとに解答を報告する形式である。実験Aと異なる点は、参考情報の配布の方法である。実験Bでは、ステージIでの送受信数に基づき、その順位が上位4名のピアには問題に関する誤った情報を与え、下位4名のピアには正しい情報を与えている。中位の10名については、実験Aと同様に、順位が奇数のピアには正しい情報、偶数のピアには誤った情報を与えている。この配布方法は、送受信数の多い被験者の解答情報の影響を、より明確に把握するために、実験Aの方法から変更した。

4.2 実験結果

実験の結果、4276件の行動を記録した。以下では、実験Aと同様に、送受信数とステージIの正答数、ステージIIからIVにおける、対被験者別の送受信数と解答情報の推移に着目した分析結果について報告する。

§1 ステージIにおける送受信数と正解数

実験Aと同様に、送受信数の合計数が多いほど正答数が増える傾向が観察された。

§2 対被験者別送受信数

実験Aと同様に、時間の経過により相手を限定していく(分散値が増加する)被験者と、広範囲な相手との交換を継続する(分散値が増加しない)被験者が観察された。

§3 正解分布の推移

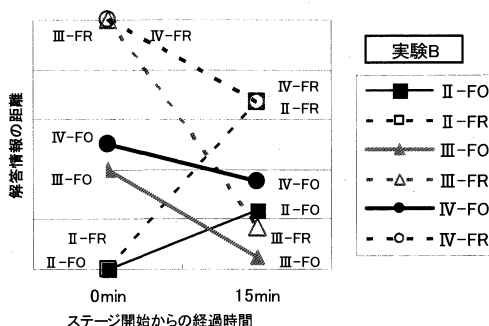


図3 実験Bの各ステージにおけるグループ間の解答情報の距離の時間による変化

ここでは、実験Aと同様に計算した解答情報の距離の数値を図3に示す。ステージII(II-FO, II-FR)を除いて距離の減少傾向が確認され、実験Aと同様の結果となった。

実験A、Bともに、ステージIIにおける距離の減少が確認されなかったが、これは実験の初期であることが影響しているのではないかと考えられる。

4.3 考察

実験A、Bの結果に対して検定を行なった結果は以下のとおりである。

(1)情報流通のコミュニティの形成

実験A、Bにおける分散の平均値の推移を求め検定を実施した(図4参照)。両実験ともに、その値は増加しており、限定タイプの増加、すなわち、一部に情報コミュニティが形成されていると確認されるが、検定では有意な差は認められなかった。

(2)情報の流通量の影響

3.2-§3で言及した図2、4.2-§3で言及した図3から、各ステージにおける送受信数の上位4名の正解率と、中位10名、下位4名の正解率の差、すなわち初期状態に対する距離の減少に対して検定を実施した。実験A、Bともに、ステージIII、IVの最終状態(15分後)と5分後について、有意差が確認された。

また、実験AとBにおける被験者の違いによる有意差は検定されなかった。よって、送受信数の多い被験者の情報が、他の被験者の解答情報に対して影響することが確認された。

5. 信頼度評価行動のモデル

前述した実験の結果より、被験者の行動には、幅広く多数のメンバーと情報を交換するタイプと、限定したメンバー間で情報を交換するタイプが観察された。また、送受信数の多い被験者の持っている情報が、他の被験者

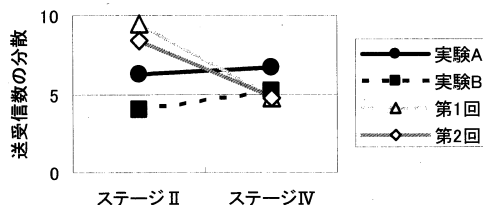


図4 実験およびシミュレーションによる分散の平均の推移の比較

へ影響を与えていることが確認された。これらの結果は、被験者が「情報を収集するという外面的行動」と、「情報の内容を検討するという内面的行動」の結果といえる。

そこで、本研究では、被験者が情報の信頼度を評価するためにとる行動を、外面的な「情報収集」と内面的な「情報検討」という2つの側面に分類したモデルを提案し、シミュレーション実験による検証を試みる。本章では、その経過について報告する。

5.1 シミュレーションモデルの構成要素

本モデルは、第1段階として、前述の2つの側面のうち、「情報収集」行動に限定して構築した。

ここで、「情報収集」行動に影響を与える要因として、前述の「広範囲/限定」に加えて、「主体的/受動的」という要因を追加した。これは、送受信データの分析から、積極的に送信する主体性を持つ被験者と、他の被験者からの送信を受けて返信するという行動パターンが多い受動的な被験者の、異なるタイプが確認されたからである。これらの2つの要因を仮定して構築したシミュレーションモデルについて、以下で説明する。

§1 シミュレーションの流れ

図5、6に、シミュレーションの流れと、シミュレーションで行われるピアの情報交換処理の流れを示す。

まず、各ピアにID(番号)、タイプと参考情報を振り分ける。このタイプによって各ピアの情報収集の行動が決定される。次に、タイプ分けされたピアは、ID順に1対1の情報交換を行う。本シミュレーションは、全ピアがそれぞれ1回の情報交換処理を行うサイクルを、ターンという単位で表現する。N個のピアが存在する場合の1ターンは、図6に示す情報交換処理をN回(各ピア1回×N)処理することである。

情報交換処理の流れは、最初に、送信者となるピアがID順に選択される。送信者ピアを選択後、情報交換の相手ピアを選択する。他ピアからのアクセスの有無によって、選択方法が異なる(後述)。そして、事前のタイプ設定に基づいて、相手ピアへの情報の要求処理を行う。相手ピアからの返信がある場合のみ情報交換する。最後に、交換した情報に対して、タイプに対応した検討処理を行い、その結果に基づいて送信者ピアの情報が更新される。なお、本文におけるシミュレーションでは、「情報収集」行動を対象としているので、図6の情報検討・更新処理については実装していない。

§2 環境

実験の環境に関しては、先の実験A、Bと同一の構成を前提として、18個のピアが存在する。実験A、Bにお

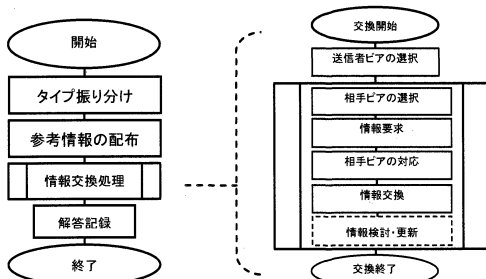


図5 シミュレーションの流れ

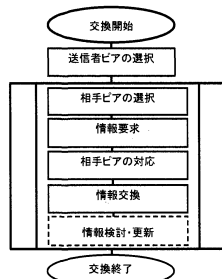


図6 情報交換処理の流れ

ける時間に該当する環境要素として、前述したターンという単位を用いる。実験A、Bの結果から、実験時間に相当する処理サイクルを計算した結果、本実験では17ターンを採用する。

§3 ピアの通信モデルの実装

ここでは、ピアの通信モデルの実装に関して、構成データ、パラメータ、情報交換処理の詳細について説明する。

(1)構成データ

各ピアは、ID、タイプパラメータ、参考情報、情報交換によって変更される「解答情報」、相手ピアごとの「受信履歴」「送信履歴」、「アクセスフラグ」で構成される。各履歴は相手ピア別の送受信の回数が記録される。アクセスフラグは、受信した場合にON、送信するとOFFとなる。これは、受信はしたが返信していない相手ピアを把握するために利用する。

(2)パラメータ

各ピアの実装に関して、以下の2つの要因を組み合わせたパラメータを与え、行動タイプを決定する。本シミュレーションでは、「情報収集」行動に関するパラメータとして、収集対象に関するパラメータ(広範囲/限定)と収集態度に関するパラメータ(主体的/受動的)を用意する。ピアに実装されるパラメータは、具体的には、広範囲主体的タイプを示す「0」、広範囲受動的タイプを示す「1」、限定主体的タイプを示す「2」、限定受動的タイプを示す「3」の4種類である。

(3)情報交換処理

ピアの情報交換処理(図6参照)に関して、以下のルールを採用した。各ピアはID(1-18)の順に、このルールに従って行動を起こす。

(a)他ピアにアクセスするかの選択

主体的タイプは無条件にアクセス行動を起こし、後述(b)による選択ピアの中から、必ず2個のピアに送信する。受動的タイプは、アクセスフラグがONのピアが1以上の場合のみ送信する。ただし、アクセスがない状態が4ターン続いた場合は送信する。

(b)アクセス対象ピアの選択

広範囲タイプはランダムに選択する。限定タイプは、送信履歴1以上のピアの中からランダムに選択する。ただし、初期状態(全ピアの送信記録がすべて0)の場合のみ、全ピアの1/3をランダムに選択する。

(c)アクセス後の処理

アクセスが生じた後は、自己の送信履歴に1を加算し、相手の受信履歴に1を加算した後、相手のアクセスフラグに1をセットする。

5.2 動作確認

構築したシミュレーションモデルのパラメータ、情報交換処理の設計が妥当かどうかを検証するために、異なるタイプ間の相互作用を受けない条件による処理を行った。具体的には、18個のピアが、全てパラメータ0、全てパラメータ1、全てパラメータ2、全てパラメータ3、という条件を与えて処理を行った。4条件ともに、処理はステージ1回分、17ターン行った。

結果は、広範囲主体的タイプ(0)は全ピアともに低い分散値となり、広範囲に情報交換している結果を示した。また、広範囲受動的タイプ(1)と限定主体的タイプ(2)は

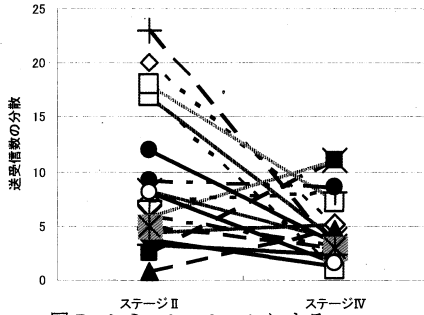


図7 シミュレーションによる
各ピア別送受信数の分散の推移 (第1回)

分散値が高くなる傾向を示した。前者が受信記録のある相手ピアへの送信を優先し、後者は特定の相手限定して送信する行動をとるため、特定のピア間での送受信が中心となる、すなわち、コミュニティが形成されている結果を示したといえる。最後に、限定受動的タイプ(3)は、他ピアからの受信が発生後、そのピアに送信するという設計のため、全て限定受動的タイプ(3)の場合、送受信行動は発生しない結果となった。

5.3 実験結果

次に、構築したシミュレーションモデルのプログラムに、実験 A, B の被験者と同等のパラメータ (付録 1 参照) を与えて処理を行った結果について報告する。それぞれ第 1 回、第 2 回とし、第 1 回の結果に関して、各ピア別送受信数の分散の推移を図 7 に示す。また、実験 A, B, シミュレーション第 1 回、第 2 回について、分散の平均の推移の結果を図 4 (4.2 参照) にまとめる。

5.4 考察

今回のシミュレーション実験は、被験者による実験から確認された、情報の評価行動に関する外面的行動である「情報収集」行動に着目して実施した。その結果(図 7 参照)からは、時間の経過とともに、分散値が増加するピアと、減少するピアの両者が観察された。また、第 2 回のシミュレーション実験においても同じ傾向が確認された。これは、前述の被験者を用いた実験と同様の結果である。よって、被験者の「情報収集」行動にはいくつかのタイプが存在し、そのタイプによる行動の相互作用によって、限定タイプの被験者を中心とした情報流通のコミュニティが形成されていく、という仮説がシミュレーションにより確認されたといえる。

しかし、図 4 に示されるように、平均値においては、シミュレーションの分散値は、第 1 回、第 2 回ともに減少した。この違いについては、被験者へのタイプ設定に関係する 2 つの理由が考えられる。第 1 は、人である被験者の場合、その行動には揺らぎがあり、特定のタイプの行動を、1 つのステージ内でとり続けるとはいえないことである。今回のシミュレーションのモデルにおいては、1 ステージ内では、1 つのタイプの行動をとり続けることを前提としており、その違いが結果の違いに影響していると考えられる。また、第 2 の理由として、被験者に対するタイプの設定の基準 (付録 1 参照) が適切ではなかった可能性も考えられる。以上から、シミュレーションモデルにおける、同一ステージ内でのタイプ変更

処理の追加、および、タイプ設定における条件の再検討が、課題として挙げられる。

6. おわりに

本研究は、匿名型 P2P 通信ネットワーク上を流通する情報に対して、その情報の信頼性を評価するために、各ピアがどのような行動をとるかについて調査することを目的としている。そして、本文では、その行動を記録するために作成した実験システムを用いて行なった 2 回の実験の結果と、実験結果の分析に基づいて構築したシミュレーションモデルによる実験の経過について報告した。それは、次のようにまとめられる。

被験者の行動には、幅広く多数のメンバーと情報を交換するタイプと、限定したメンバー間で情報を交換するタイプが観察された。また、送受信数の多い被験者の持っている情報が、他の被験者へ影響を与えていることが確認された。このことから、被験者が信頼できる情報を獲得するためにとる行動は、「情報を収集」する外面的な行為と、「情報を検討」する内面的な行為の両者から影響を受けていることがわかった。

また、この知見を検証するために、今回の実験結果を参考に、実際の人間の行動の傾向を考慮に入れたシミュレーションモデルを提案し、このモデルを用いた検証実験を行った。得られた成果として、「情報収集」行動において、その行動のタイプによる相互作用の結果により、限定タイプの被験者を中心とした情報流通のコミュニティの形成が、シミュレーションにより確認されたことが挙げられる。また、残された課題として、モデルに与えるパラメータの設定に関する問題点が明らかになった。

今後は、引き続きシミュレーションによる検証作業を行い、より詳細なモデルを提案し、マルチエージェントシステムを用いた検証を進めていく予定である。そこで得られる、匿名通信における人間の情報評価行動に関する知見を、防災情報流通システム等の具体的なシステムへ反映させることを目指している。

◇ 参考文献 ◇

- [廣井 04] 廣井脩 (編) : 災害情報と社会心理, 北樹出版 (2004) .
- [長谷川 01] 長谷川敦士, 植田一博 : 人工社会における発生と消滅-インターネット上の Peer-to-Peer コミュニケーションにおける情報伝播の影響-, 認知科学, vol.8, no.4, pp.417-430 (2001) .
- [山影 02] 山影進, 服部正太 (編) : コンピュータの中の人工社会(マルチエージェントシミュレーションモデルと複雑系), 共立出版 (2002) .
- [奥居 03] 奥居哲, 鈴木裕利 : 匿名型 P2P 通信における流通情報の信頼度評価に関する検討, 情報処理学会研究報告, vol.2003, no.47, pp.49-54 (2003) .
- [Suzuki 03] Suzuki, Y., Okui, S. & Takahashi, T.: Confidence in Peer-to-Peer Communication at Disaster Situation, in Proceedings of First International Workshop on Synthetic Simulation and Robotics to Mitigate Earthquake Disaster Associated RoboCup, (2003) .
- [鈴木 03] 鈴木裕利, 奥居哲, 谷本貴幸, 高橋友一 : 匿名型 Peer-to-Peer 通信における流通情報の信頼度評価行動に関する検討, JAWS2003 (合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2003) 論文集, pp.1-8 (2003) .

付録 1 被験者に対するタイプ設定の基準

被験者のタイプ設定のための基準			送受信した被験者の数が	
			10 以上	10 未満
			広範囲	限定
送信後、その相手から受信を受ける割合が	50%以上	主体的	タイプ 0	タイプ 2
	50%未満	受動的	タイプ 1	タイプ 3