

# The Polyphonet

## The Polyphonet

濱崎 雅弘\*<sup>1</sup>  
Masahiro Hamasaki

松尾 豊\*<sup>1</sup>  
Yutaka Matsuo

石田 啓介\*<sup>1</sup>  
Keisuke Ishida

藤岡 由季\*<sup>1</sup>  
Yuki Fujioka

西村 拓一\*<sup>1</sup>  
Takuichi Nishimura

武田 英明\*<sup>2</sup>  
Hideaki Takeda

\*<sup>1</sup>産業技術総合研究所

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

\*<sup>2</sup>国立情報学研究所

National Institute of Informatics (NII)

This paper introduces our novel social networking system called *Polyphonet*. A social networking system can become the basis for the information infrastructure of the future. For that purpose, it is important to extract social networks that reflect actual social networks which users have already had. Providing a simple means for users to register their social relations is also important. Our system has a method that combines various approaches to extract social networks. Especially, three kinds of networks are extracted: user-registered *Know-link* networks; Web-mined *Web-link* networks; and face-to-face *Touch-link* networks. This paper describes the combination of social network extraction for an event-participant community. Analyses on the extracted social networks are also presented.

## 1. はじめに

人と人とのつながりを示すソーシャルネットワークが注目されている。情報検索や Semantic Web の分野ではソーシャルネットワークを抽出し利用する研究が多く行われている。また、コミュニケーションや出会いの場として mixi や Orkut といった Social Networking Service(SNS) が人気であり、コミュニケーション支援の面からも注目を集めている。

我々は Web マイニング技術や実世界インタラクション技術によるソーシャルネットワークの抽出と、ソーシャルネットワークを用いた情報支援について研究を進めており、その成果として Polyphonet を開発した。Polyphonet は特にソーシャルネットワークの構築に特徴を持つソーシャルネットワークングシステムである。Polyphonet はコミュニティの参加者を支援するコミュニティウェアとして、また、コミュニティを概観するためのソーシャルネットワーク可視化ツールとして機能する。

例えば複数の企業が出展する展示会や研究者が集まって研究発表し議論する学会や研究会などは、普段は異なるコミュニティに属している人達が集うイベントである。このようなイベントでは、参加者同士の出会いから次の新しいコミュニティが誕生することも期待される。イベント参加者はお互いに面識や交流が無くても、ある程度関わりのある興味を持っている可能性が高いため、実は誰かを介して繋がっていた、ということがありうる [Milgram 67]。このような人のつながりを知ることが、参加者間の相互理解およびコミュニケーションを促すうえで役立つと考えられる。そこで Polyphonet では、イベント参加者間の人のつながり(ソーシャルネットワーク)を抽出し、可視化する。

一般にコミュニティウェアでは、ブートストラップとなるデータがなければ初期におけるユーザは利用メリットが少ない [Takeda 05]。よって初期ネットワークの自動抽出は初期ユーザ獲得にとって有効である。しかし、そのようにして自動抽出したソーシャルネットワークの精度は必ずしも高いとは限らないため、ユーザによって修正できる点は重要である。また、既存の複数のコミュニティが融合する場であるイベント空間にお

いて新しい出会いは貴重なつながりである。よって、イベント空間内で新たに作られたソーシャルネットワークに対応することも重要である。

Polyphonet では、初期ネットワークを Web マイニングにより自動抽出する。その結果は利用者によって追加・修正が可能である。またさらに、システムがイベント空間内での参加者間のインタラクションを取り込むことによりソーシャルネットワークはイベント内行動と共に更新されていく。

ソーシャルネットワークを抽出する技術としてはインタビューやアンケートを用いる方法や、近年では e-mail のやりとりや Web ページのハイパーリンク構造を解析する手法がある。SNS ではユーザ自身が登録することでソーシャルネットワークを得ている。一般に、得られるソーシャルネットワークはその抽出手法の影響を受ける [Marsden 05]。つまり仮に完璧なソーシャルネットワークというものがあったとしても、それを抽出することは不可能に近いといえる。よって、コミュニティの性質やソーシャルネットワークの利用方法に応じて抽出手法を変える必要がある。Polyphonet では場面に応じて複数手法を用いているが、これはイベント参加者コミュニティのような、ある一つの視点からは全体像を掴みにくいコミュニティのソーシャルネットワーク抽出においては適した手法であると思われる。

Polyphonet はコミュニティウェアとしても機能すると同時に、ある特定のコミュニティを概観するためのツールとしても機能する。例えば大阪市のロボットラボラトリー\*<sup>1</sup>では、産学連携のための共同研究者探しツールとして Polyphonet を提供している [松尾 05]。横浜トリエンナーレ 2005\*<sup>2</sup>は約 80 名のアーティストが集う現代美術の国際展であるが、Polyphonet はアーティスト間のソーシャルネットワークを閲覧できるツールとしてサービス提供を行った [金 06]。

本論文では、様々な実装を持つ Polyphonet の中でも特に学会支援を目的とした Polyphonet Conference について、システムの概要とその運用結果について述べる。

## 2. Polyphonet Conference

Polyphonet Conference は学会などのイベント参加者を対象とした Polyphonet である。イベント空間情報支援プロジェ

連絡先: 濱崎雅弘, 産業技術総合研究所, 〒135-0064 東京都江東区青海 2-41-6, 03-3599-8294(代表), 03-3599-8255, hamasaki@ni.aist.go.jp

\*<sup>1</sup> <http://www. robo-labo.jp/>

\*<sup>2</sup> <http://www. yokohama2005.jp/>

クト [西村 03] における Web 支援部のポータルシステムとして機能し、JSAI2005 にて運用された際には、様々なサービスのプラットフォームとして運用された。

## 2.1 システム概要

Polyphonet Conference では、Web マイニングにより WWW 上の情報から研究者間の関係を抽出して、社会ネットワークを提示することを行っている。Web マイニングにおいては、参加者の氏名と所属を元に、2 人の参加者が共に出現するページを WWW 検索エンジンから収集して分類することで、人間関係を推定している。このデータが、利用者がシステムにアクセスした時点で既に蓄積されている初期データとなる。これはシステムにログインするとまず最初に訪れるマイページ (図 1) に表示されており、利用者にとって自分の知り合いがどこにいるかをナビゲート役を果たす。このネットワークはグラフとしてみることができ、探索もできる。



図 1: マイページ

Polyphonet Conference の 2 つ目の大きな機能として、自分の知り合いをシステムに登録することができる。SNS における知り合い登録と同じ機能であり、明示的に自分の知り合いを宣言する。Web 上で、相手のページへ移動した上で追加ボタンを押すと知り合いを表すリンク (*Know* リンクと呼ぶ) が生成される。また、個人のスケジュールを支援する機能があり、聴講したい発表を自分のスケジュールにいれることができる。これらの情報を元に発表推薦や人物推薦といった推薦を行うことができる。

図 2 は Polyphonet Conference のシステム構成を示している。Polyphonet Conference は MySQL データベースと PHP および Perl で記述されたプログラムにより構成される。個人用にカスタマイズされたスケジュール表、人 (著者・共著者) の情報、発表情報、セッション情報など学会情報と、Web マイニングで抽出したものや利用者から追加された社会ネットワークデータとをそれぞれ DB に格納している。ユーザは Web ブラウザを通じてシステムを利用する。

一方、情報キオスク (図 3) では、配布された IC カードをカードリーダーに置くことで簡単に Web システムへアクセス

できる。一人で IC カードを置いた場合は、マイページが表示される。情報キオスクには二つのカードリーダーが設置されており、二人のカードを共にカードリーダーにかざすと、二人を含むネットワーク図が表示される。また共通にチェックしている発表を見ることもできる。会場内では、情報キオスクの前に人が集まって、操作している様子を見たり、ネットワーク図を互いに見合ったりするなどの利用の様子が観察された。

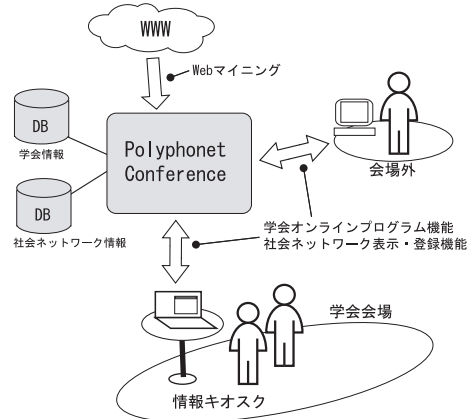


図 2: Polyphonet Conference のシステム構成



図 3: 情報キオスク (左) と IC カード (右)

Polyphonet Conference は学会開始前に運用を開始される。この時点ですでに学会の発表者などの登録済ユーザについては Web マイニングが完了した状態にある。会期前には、利用者は社会ネットワーク表示機能や知り合い登録機能を持った学会オンラインプログラムとして利用が可能である。会期中には、それらに加えて学会会場内に設置された情報キオスクからの利用が可能となり、学会参加者同士の同時利用といった実際に同じ会場内に集まっているからできるような利用の仕方ができる。

## 2.2 3 種類のつながり

JSAI2005 における学会支援システムでは、人と人をつなぐ 3 種類のつながりのデータが得られる。本論文では、それぞれを *Web* リンク、*Know* リンク、*タッチ* リンクと呼ぶことにする。

*Web* リンクは Web マイニングによって自動的に生成されたリンクである。Web 上で 2 つの氏名がどのくらい一緒に出てくるかを計ったもので、利用者がシステムに利用登録をした際に自動的に生成される。この手法は検索エンジンを用いた非常にシンプルな手法であるが、様々な改良がなされている [Matsuo 06]。トリエンナーレ版 Polyphonet では対象が研究者ではなくアーティストのためデータの性質が異なるため、それに適した手法を用いた [金 06]。Web リンクは比較的大規

模なソーシャルネットワークを容易に構築できるという利点がある。

Know リンクは利用者が明示的に生成するもので、多くの知り合いを登録する、すなわち Know リンクを張る人もいれば、Know リンクを全く張らない人もいる。その意味で、Know リンクは、ユーザのシステムの利用に依存したネットワークである。なお、Know リンクは片方向リンクであるので、自分が知り合いだと宣言しても（システムを利用しなかったなどの理由で）相手は知り合いだと宣言しないことも起こり得る。

タッチリンクは、情報キオスクで他の人と一緒に IC カードをかざすことで生成される。2人でカードを置くとその2人を含むネットワーク図が表示されるが、この「同時にカードを置いた」ことをもって、2人の間にタッチリンクという関係が成立したと考える。タッチリンクは、Web リンクや Know リンクと違って、実世界で同時に情報キオスクを利用するという行動を共にしたことを表す。なお、2人でカードを情報キオスクに置く際、ほとんどの場合、何らかの会話をしながら操作することになり、少なくとも何らかのコミュニケーションは行うといえる。

### 3. 3種類のつながりの分析

Polyphonet Conference は学会支援システムとして JS AI2003, JS AI2004, JS AI2005 と3年間運用されており、Web リンク、Know リンクは2003年からデータがあるが、タッチリンクは2005年になって導入された機能によって得られたので2005年のデータだけである。発表件数やセッション数などの学会の基本的なデータを表1に示す。登録者数はシステムに登録されている人の数で、著者と新規登録者が含まれる<sup>\*3</sup>。利用者はシステムに一度でもアクセスしたことがある人を指す。

表 1: 基本データの比較

	JS AI03	JS AI04	JS AI05
セッション数	49 件	64 件	66 件
発表件数	259 人	288 件	297 件
著者数	510 人	544 人	579 人
登録者数	558 人	639 人	600 人
利用者数	276 人	257 人	217 人

Web リンク取得対象となった人の数は、JS AI2003 では298人、JS AI2004 では540人、そして JS AI2005 では585人であった [安田 05a]。JS AI2003 のみ極端に少ないが、これは JS AI2003 での実装では発表の第一著者もしくは新規利用登録者のみを Web マイニングの対象としていたためである。対して JS AI2004 および JS AI2005 ではシステム登録者（著者、共著者、および新規利用登録者）全員を対象としている。Web での共起をもとに、Simpson 係数を計算して閾値を定め、ネットワークとして表示するので、閾値によってリンクの数は異なる。

そこで、3年間通じてシステムに登録されており、かつ、Web マイニングによって Web リンクが取得できた90人に対して、参加者全体のエッジ数が一定になるように正規化<sup>\*4</sup>した値を示

\*3 学会支援システムは大会オンラインプログラムとしても機能するため、初期データとして著者が登録されている。それ以外の聴講者や関係者などが新規登録者となる。

\*4 今回は全体の平均エッジ数が1.0になるように Simpson 係数の閾値を設定

したものが表2である。この90人に対しては、エッジ数が毎年増えている、つまり関係が強くなっていることがわかる。3年間同じ学会に出席すると、そのメンバー間において何かしらの交流が行われ、共同研究をしたり他の同じ学会と一緒に参加したりすると考えられる。そのような新しい関係の追加を Web マイニングによって抽出できていることを、この結果は示しているといえる。

表 2: Web リンクの取得状況

	JS AI03	JS AI04	JS AI05
ノード数	90	90	90
エッジ数	189	419	850
密度	0.0472	0.105	0.212

図3は、JS AI2003～JS AI2005での Know リンク数を比較したものである。括弧内の数字は、片方向リンクである Know リンクのうち双方向関係にあるものの割合を示している。

JS AI2003 と JS AI2004 とでは基本的な傾向は変わらないが、JS AI2005 では双方向リンクの割合が大きく増えている事がわかる。JS AI2003 や JS AI2004 では、Know リンクを管理するシステムと Web リンクを管理するシステムが分離して運用されていたのに対し、JS AI2005 では、その2つが統合され、Web リンクとの連携が良くなったためであると考えられる。

表 3: Know リンクの利用状況

	JS AI03	JS AI04	JS AI05
利用者数	99	94	94
リンク数	840	883	1326
	(0.20)	(0.19)	(0.24)
リンクを張られた人	260	289	308

タッチリンクの利用状況を4に示す。タッチリンクは情報キオスクに2人でカードをかざすだけで生成されるので、自分でログインして Know リンクに張ることに比べると、会場内にいる参加者であれば比較的簡単に利用できる。しかし逆に多くのリンクを作るのは難しい。そのために、Know リンクと比較して、利用者数は多いもののリンク数は少ないと考えられる。

表 4: タッチリンクの利用状況

利用者数	162 人
リンク数	288 本
密度	0.022

3つのつながりをネットワークとして表示したものを図4、図5、図6に示す。なお、Web リンクは全てのエッジを表示するとエッジ数が膨大で特徴がつかみにくなるため、図示するにあたって閾値を設定してエッジ数を減らしている。

Web リンクは中央や左上に中心的なグループがあるのに加え、その他の周辺のノードもいくつかのグループを形成している。それに対して Know リンクは中心に凝縮している。タッチリンクは対照的に、比較的ばらけた凝集性の低いネットワークとなっている。

Web リンクは、研究分野における研究グループを比較的客観的に表していると考えられるので、いくつかのグループが

中心的な役割を果たしていることが分かる。Know リンクは知り合い関係でつながっていくという性質のためか、真ん中が濃く、周辺が薄くなる構造をしている。mixi における 30 万人のユーザに対しても、リンク数の多い上位のメンバーは大きく 2 つの密度の高いクラスターを構成すること [安田 05b]、スケールフリーの特徴があること [湯田 05] などが報告されており、中心が凝縮することは SNS 的な特徴のひとつであるかもしれない。一方で、タッチリンクは、会場内の情報キオスクという実空間を介在した関係であるため、明らかに物理的な制約による次数の上限があり、ネットワーク的に次数の分布が比較的一様であることが見てとれる。

このようなネットワークの性質をシステムで積極的に利用しながら、たまたま学会に来た人や初めて学会に来た人なども多くの人とつながりを作れるように、Web リンク、Know リンク、タッチリンクのデザインを考えることは、今後の重要な課題である。

#### 4. まとめ

本論文では我々が開発した Polyphonet について、そのシステム概要とともに運用例について述べた。特に Web マイニングによる関係性、知り合いの関係性、そして学会会場でのインタラクションという関係性による 3 つのネットワークを示し、ユーザの利用状況について述べた。

ソーシャルネットワークは情報流通システムにおいて今後ますます重要になってくると思われる。ソーシャルネットワークはユーザが様々な行動を経て時々刻々作り上げていくものであり、ソーシャルネットワークの抽出とユーザの利用はサイクルとして捉えることが重要であると考えられる。これについては、我々は Polyphonet の継続運用を検討しており、その長期運用結果を元に知見を深めていきたい。

#### 参考文献

- [Marsden 05] Marsden, P. V.: *Recent Developments in Network Measurements*, pp. 8-30 (2005)
- [Matsuo 06] Matsuo, Y., Mori, J., Hamasaki, M., Takeda, H., Nishimura, T., Hashida, K., and Ishizuka, M.: Polyphonet: An advanced social network extraction system, in *Proceedings of WWW2006* (2006)
- [Milgram 67] Milgram, S.: The small-world problem, *Psychology Today*, Vol. 2, pp. 60-67 (1967)
- [Takeda 05] Takeda, H. and Ohmukai, I.: Building semantic web applications as information/knowledge sharing systems, in *Proceedings of End User Aspects of the Semantic Web* (2005)
- [湯田 05] 湯田 聡夫, 小野 直亮, 藤原 義久: ソーシャル・ネットワーク・サービスのリンク特性とクラスター構造, ネットワーク生態学 2005 シンポジウム, pp. 1-8 (2005)
- [安田 05a] 安田 雪, 松尾 豊: 人工知能学会における研究者ネットワークの分析, 人工知能学会全国大会, No. 2A3-02 (2005)
- [安田 05b] 安田 雪, 松尾 豊, 濱崎 雅弘: SNS における関係形成原理 - No man is an island -, Web が生み出す関係構造と社会ネットワーク分析ワークショップ (2005)
- [金 06] 金 英子, 松尾 豊, 石塚 満: Web 上の情報を用いたアーティスト間の弱い社会的関係の抽出, 第 5 回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会 (2006)
- [松尾 05] 松尾 豊, 石黒 周, 松原 仁, 橋田 浩一, 中島 秀之: 効果的な共同研究を支援するための Web からの研究者ネットワーク抽出, 2005 年情報学シンポジウム (2005)
- [西村 03] 西村 拓一, 橋田 浩一, 中島 秀之: イベント空間情報支援プロジェクト, 第 17 回人工知能学会全国大会, pp. 3E1-01 (2003)

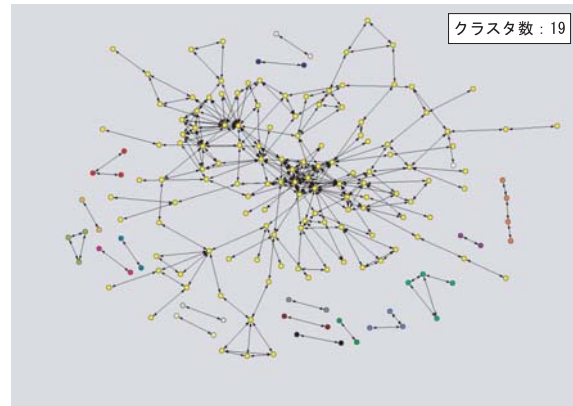


図 4: Web リンクによるネットワーク

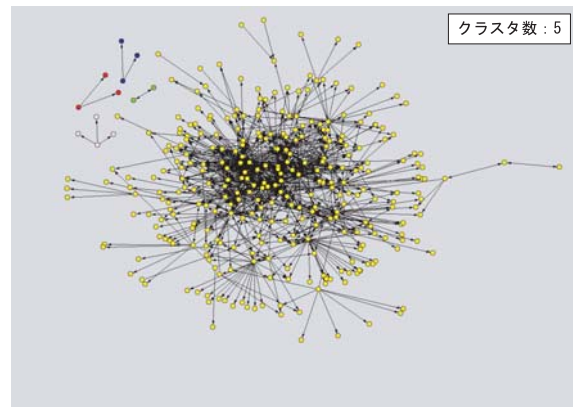


図 5: Know リンクによるネットワーク

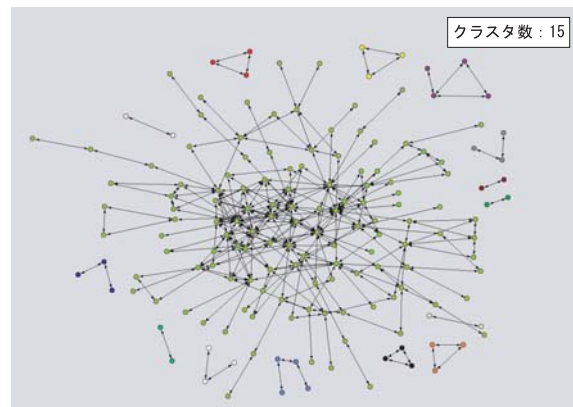


図 6: タッチリンクによるネットワーク