

実世界の社会ネットワークに基づく情報共有システム

Real-world oriented Information Sharing System

森純一郎*¹ 松尾豊*² 杉山達彦*³ 石塚満*¹
 Junichiro Mori Yutaka Matsuo Tatsuhiko Sugiyama Mitsuru Ishizuka

*¹東京大学情報理工学系研究科

School of Information Science and Technology Engineering, University of Tokyo

*²産業技術総合研究所情報技術研究部門

Information Technology Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

*³有限会社ユニクス

UNICUS Co., Ltd.

While users are disseminating their various information in the open and widely distributed environment on the Semantic Web, it is becoming an important issue to determine who has access to particular information with privacy concerns. We propose a real-world oriented information sharing system using social networks. The system automatically obtains user's social relationships by mining various external sources and model the social network with event and attribute-based relationship. The system enables users to analyze their social network to provide with awareness of the information dissemination process within the social network. Using the social relationships and the result of social network analysis, users can effectively decide who can access their information. To demonstrate and evaluate our system, we developed the community site where researches from different organizations and projects can disseminate and share their information.

1. まえがき

Web 上では日々、多様な情報が発信されている。特に近年は、セマンティック Web の流れを受けて徐々にではあるが情報はメタデータを付加され構造化された形で流通し始めている。この流れを後押ししているのは Weblog や Wiki などのツールの普及であり、ユーザは容易にコンテンツを生成し、それを構造化データとして発信させることが可能になってきている。情報の発信が容易になりユーザの多種多様な情報が Web 上に流通する中で、今後重要となることは「どの情報を誰に見せるか?」という情報発信者の公開意図を反映した情報共有の実現であろう。例えば、Weblog において内容の一部がイニシャルとして伏せられた形で記述されていることがしばしばある。これは、他者に伝えたい情報であるがプライバシーや機密性の点から不特定多数の受け手には知られたくないという情報発信者の心情を表している。

現在のところ Web 上でユーザが情報共有を行う場合、掲示板や Wiki などの Web ツール、専用のコミュニティ/グループウェア、メールなどさまざまな環境が用いられる。このような従来環境において情報共有のアクセス制御は一般に各ユーザの属性およびグループ形成することにより行われている。このグループに基づくアクセス制御の基本的な考え方は UNIX のパーミッションの概念であり、特定のグループに属するユーザに対して情報へのアクセス権を付与するというものである。例えば、近年多くのサービスが登場しているソーシャルネットワークワーキングサービス (SNS) ではユーザのコンテンツを「友人のみ」や「友人の友人のみ」に公開というように友人によるグループを形成することにより情報のアクセス制御を行っている。多くのシステムで使用されているグループに基づくアクセス制御であるが、情報発信者の公開意図を考慮したときに次の

ような問題が存在する。

- 本来は多様なはずの人の社会的な関係をグループという概念で単純化しているためユーザは情報共有をする際に共有相手の詳細な指定が困難である。友人には学校の友人、趣味の友人などが存在し、また親しい友人もあれば疎遠な友人も存在する。実社会での情報共有を考えると例えば「学校の親しい友人にのみ知らせたい」というように我々は、グループよりも詳細な社会的関係に基づく情報の公開意図を持っている。
- グループでは社会的関係や情報公開意図の動的な変化に対応が困難である。グループを形成しても、実社会においてグループは永続的ではなくメンバが参加、離脱することはしばしばである。また、グループのメンバ間の関係種や信頼度といったものは常に変化する。さらに同一グループであっても情報の内容に応じて共有する相手を変更する必要がある。グループに基づくアクセス制御を用いてこのような変化に対応するにはグループの生成、管理を頻繁に行う必要があり非常に煩雑、非効率である。

以上の背景を考慮して、本論文ではユーザの公開意図を反映した情報共有の実現を目的に、実社会での人の社会ネットワークを考慮した情報共有システムを提案する。ここで、社会ネットワークとは実世界での人と人のつながりを差すものである。具体的には、先にあげた従来情報共有の問題点に対して以下のように解決を行う。

- ユーザの実世界の社会的関係をモデル化し抽出することで、より実世界の関係に基づく情報の公開意図が反映できるようにする
- 社会的関係とアクセス権の柔軟なマッピングを行うことで、発信する情報に対してユーザが容易に公開意図を付与できるようにする

連絡先: 森純一郎, 東京大学情報理工学系研究科, 東京都文京区本郷 7-3-1, 03-5841-6755, 03-5841-8570, jmori@miv.t.u-tokyo.ac.jp

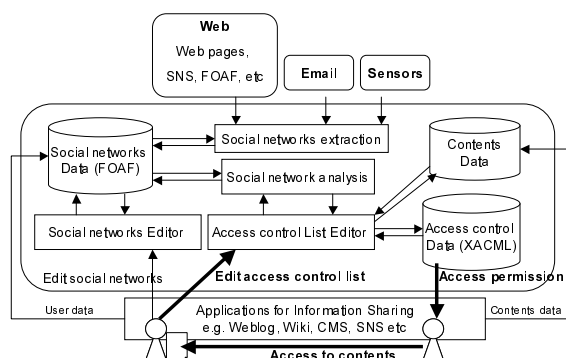


図 1: 提案情報共有システムの概要

以下では、2章において社会ネットワークに基づく情報共有について社会関係の表現、抽出や分析など提案の基本となる技術を述べる。3章では具体的なシステムの応用として研究者のための情報共有システムについて述べ、最後に4章で関連研究との比較とまとめを行う。

2. 社会ネットワークに基づく情報共有

図1は、本提案である情報共有システムの概要図である。システムはWeblogやWikiなどの既存のWebアプリケーションのプラグインとして利用可能である。これによりユーザは従来のアプリケーション上で社会ネットワークを利用した情報共有を行うことができる。システムはユーザの社会ネットワークをWeb, emailや位置情報などから自動的に抽出し、そのデータを保持する。ユーザはこれらを適宜調節し管理する。ユーザは情報発信時に、自身の社会ネットワークを用いてアクセス権を情報に付加する。その際にシステムは社会ネットワークを表示することで情報の伝播に関して視覚的にユーザに気づきを与え、さらにネットワーク分析により誰に情報のアクセスを許可するかを決定を支援する。アプリケーションは他のユーザからその情報に対するアクセス要求を受け取るとあらかじめ設定されたアクセス権を元にアクセスを許可するかを決定する。

現在、提案システムは研究者コミュニティをターゲットとしている。研究者は研究室やプロジェクトや学会などを通して多様な社会関係を持っており、論文、研究データやアイデア、報告書など所属を超えて情報を共有することが多い。それらの情報はしばしばプライバシーや機密性の高いものであるため、適切な情報共有が必要となる。社会的ネットワークを自動抽出する際に研究者の情報はWebやデータベースなどオンラインで比較的容易に手に入りやすいというのも研究者コミュニティをターゲットとする理由である。

以下では、社会的ネットワークをどのようにモデル化し抽出するか。さらに、社会的ネットワークに基づきどのように情報のアクセス権を決定するかを述べる。

2.1 情報共有のための社会的関係表現

実世界の社会的関係をシステム上で扱うには、それらを適切にかつ情報共有への利用ということを考慮し表現することが必要になる。また、表現のモデルは既存の情報源から抽出される社会的関係と親和性の高いものである必要がある。セマンティックWebの普及により社会関係の表現に関してもいくつかの提案がなされている。The Friend of a Friend (FOAF)

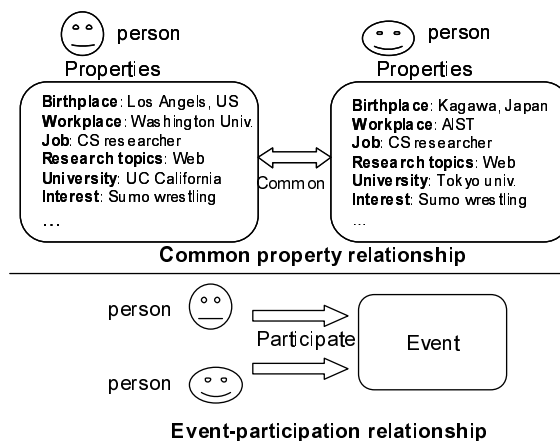


図 2: 行為と属性に基づく2つの社会的関係モデル

[2]は、ユーザ同士が知りあいであることを表現するためのオントロジーである。FOAFでは社会的関係の表現は知り合い関係(knows)に集約されている。しかし、これは情報共有のための社会的関係の表現としては単純化されすぎている。

我々は、図2に示すような2種類の社会関係のモデルを提案する[8]。第1のモデルは、人がある行為に参画する、つまり人が意図を持って現象を引き起こすことに関するものである。社会関係は複数の人がある行為に参画し社会的なインタラクションを通して生じ、変化するものである。例えば、野球、会議や研究という行為に参画している人々の間には何らかの社会的関係が存在している。ここでの行為は一般的なオントロジーの一つであるDOLICE[7]のperdurantに分類されるものである。人Aと人Bが行為Xへ参画するとしよう。このとき、行為XというコンテキストにおいてAとBは共同参画関係になる。そして、行為Xに対して、AとBが同じ役割を果たすとき同役割関係、行為Xに対してAとBの役割に代替可能性がないとき、AとBは役割分担関係である。例えば、授業における生徒同士や職場における同僚は同役割関係であるのに対して、授業における先生と生徒は役割分担関係である。

2者の行為が上位クラスにおける関係でも成り立つとき、その上位クラスのコンテキストのもとでの2者の関係が発生する。例えば、一緒の場所で勤務する、一緒の会議に出るなどの行為があるとき、2者の関係は「仕事の関係」という上位の行為における同役割関係になる。また、行為の上位下位関係ではなくとも複数の行為へ参画関係を束ねた関係がある。例えば、「恋人関係」はデートをする、会話をする、プレゼントをするなどの典型的な複数の行為への参画関係を束ねたものである。さらに行為に対する影響力や感情や利害などを考慮することに多様な社会関係が表現可能である。

行為への参画に対して、人の属性が、行為への参画や他の属性に強い含意をもつ場合がある。これを同属性関係とする。同属性関係では、属性が同じことによって、その属性が含意することについて共通の話題があったり、共感性が生まれたり、同役割関係、役割分担関係に関する相談や取引ができたりする。例えば、海外における日本人同士という属性の共有による関係である。ここで、人の属性とは主に性質(性格、能力や趣味など)と履歴(過去の行為への参加)を差し、これらはある継続的な行為、特徴的な行為が記号化されたものであると考えられる。

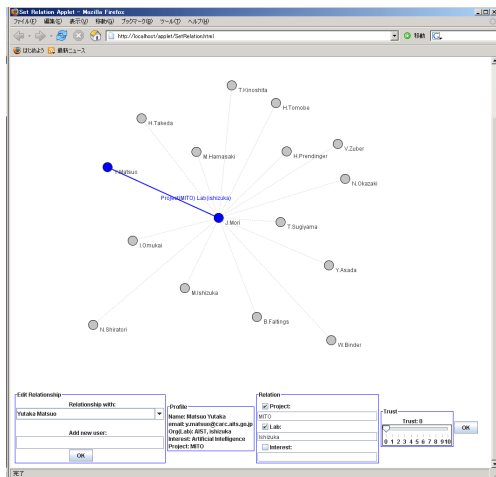


図 3: 社会関係エディタ

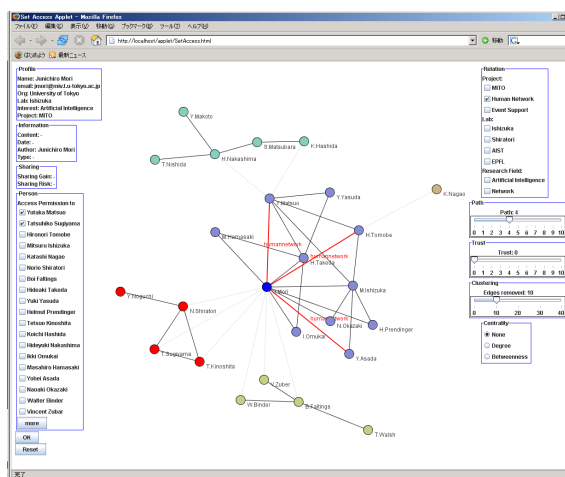


図 4: アクセス権設定エディタ

2.2 社会的ネットワークの抽出

2者が共同参加関係や同属性関係があるとき、コミュニケーションが多く発生する。その形態は実際の会話であったり、オンライン上でコミュニケーションであったりする。これらのコミュニケーションから、空間的に近い位置に存在する、Web上に2者の名前が現れる、などのようにして観測可能な情報が生まれる。したがって、社会的関係の抽出は、こういった観測可能なものから、こういった共同参加関係、同属性関係にあるのか推定することと等しい。

社会的関係の抽出は Web [10], email [1], スケジュールデータ, 引用関係 や FOAF files などさまざまな情報源を対象に研究がなされている。

現在、我々は主に Web 上の情報を中心に研究者の社会的関係の抽出を行っている。抽出の基本的なアイデアは、ある2者について多くの Web ページに氏名があらわれている場合に、それらに関係があると推測するものである。関係の強度は氏名の共起に基づいており、また Web ページの内容から共著, 同所属, 同プロジェクト, 同発表 (同じ学会や研究会への出席) を判別している [9]。共著, 同発表は「研究」や「発表」という行為に対する共同参加関係である (同役割関係か役割分担関係かは拘らない)。一方, 同所属は性質 (所属) もしくは履歴 (過去の所属) による同属性関係である。同プロジェクト関係は、あるプロジェクトという行為への共同参加関係、もしくはプロジェクトに参加している (した) という性質もしくは履歴の同属性関係と捉えることができる。これは、プロジェクトがある程度の期間をもっており含意があるため記号化された属性となるので、このように2種類の解釈ができる。Web の他に email やセンサー情報からの社会的ネットワークの抽出を行っているが、自動抽出ですべての関係を網羅することは困難である。そのため、システムでは抽出された社会的関係をユーザが適宜修正することで、自動抽出による欠落や誤りを補っている。

関係の種類に加えて、社会的関係をモデル化するためには関係の強さが必要となる。社会的関係の強さは感情, 頻度, 信頼や相補性など複合的で多岐に渡る。システムでこれらを扱う場合は、対象を限定し単純化することが必要である。例えば、ソーシャルネットワークサービスの Orkut では友人との関係の強さを “haven't met” が “best friend” までの5段階で表している。提案システムでは、Trust を用いている。Trust は、セマンティック Web における情報の信頼性に用いられるなど

多様な意味を持つが、Golbeck は Trust を credibility もしくは reliability と定義している [5]。我々は「相手がどのように自分の情報を扱うか」に関する reliability を情報共有における Trust と定義し、ユーザは離散的な値として入力を行ったり、ネットワーク上におけるノードの固有ベクトルとして自動的に算出している [9]。

抽出された社会ネットワークデータは FOAF の拡張ファイルとして統合され、データベースに格納される。関係の種類や強度は、例えば「ある Trust 以上のプロジェクトメンバー関係に対して情報のアクセスを許可する」のように以下に述べる社会ネットワークの分析とあわせてユーザが情報にアクセス権を設定する際に利用される。

2.3 社会的ネットワークの分析と情報共有

社会ネットワーク分析は行為者の属性でなく行為者間の関係とそれらが作り出すネットワーク構造に注目し分析を行う社会学のアプローチのである。ネットワーク構造上でのユーザの位置は、情報共有の点からも大きな影響をもっている。例えば、多くの人とつながりのある人はそうでない人に比べて多くの情報にアクセスできる機会がある。

社会ネットワーク分析のモデルはグラフに基づいており、中心性やクラスターなどのグラフ構造の尺度を用いて分析がなされる。Freeman は、主要な中心性の尺度として *degreeness*, *closeness*, *betweenness* などを提案している [3]。*degreeness* はノードにつながっているエッジの数に基づいている。*closeness* はネットワーク上のすべてのノードへの距離に基づいている。*betweenness* はノードのネットワーク上における媒介性に基づいている。一般に *betweenness* が高いほど、そのノードまたはエッジは異なる組織や集団をつなぐようなブリッジとして機能する。ブリッジとなる関係は情報の伝播において重要な役割を担っており、Granovetter はそのようなエッジを “weak tie” と呼んでいる [6]。weak tie のようなブリッジが存在するように、社会ネットワークは、しばしばいくつかのクラスターに分割される。社会ネットワーク分析ではそのようなクラスターを発見するための手法が提案されている。例えば、*betweenness* クラスタリングは、*betweenness* が低いエッジを取り除いて行く手法である。

システムは、ユーザの社会ネットワークについて以上のような中心性の分析やクラスタリングの機能を提供する。これにより、ユーザは情報が社会ネットワーク上で適切に共有されるよ

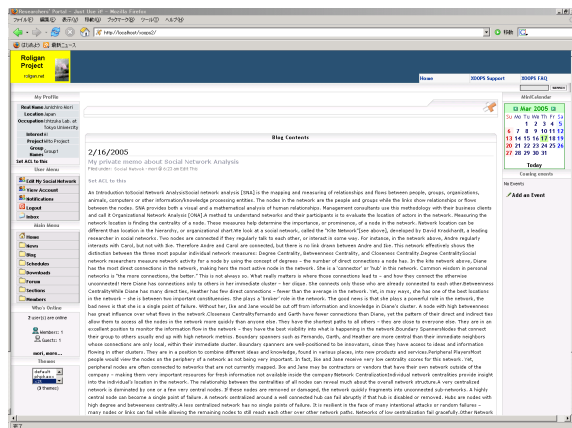


図 5: 研究情報共有サイト

うにアクセス権を設定できる。例えば、*betweenness* などの中心性が高いユーザにアクセスを許可することで情報を効率的に伝播させることが期待できる。一方、プライバシーや秘匿性の高い情報のようにアクセスを限定したい場合は、クラスタリングを行い自身の周りの適切な相手とのみ共有するようにアクセス権の設定を行う。その際には関係の種類や強度なども考慮に入れる必要があるだろう。ユーザが情報に対するアクセス権を決定すると、それは情報とあわせてアクセスポリシーとして保存され、後に同様の情報を共有しようとするときそのポリシーを再び適用可能である。また、ユーザはあらかじめシステムが提供するデフォルトポリシーを適宜修正して利用することができる。

3. 実例

提案の実験システムとして、我々は図 5 に示すような Web コミュニティサイトを開発した。提案システムは、プラグインとしてアプリケーションの外部に組み込むことが可能であるため、容易に既存のアプリケーションと統合できる。Web サイトは異なる組織、プロジェクトに属する研究者間の情報共有を目的としたものであり、Weblog や Wiki などのさまざまなツールを使用して研究データやアイデア、論文、報告書、スケジュールなど多様な情報が適切なアクセスコントロールのもとで共有が可能である。

図 3 は抽出された社会ネットワークをユーザが修正するためのエディタである。図 4 は社会ネットワークを利用して情報にアクセス権を付与するためのエディタであり、可視化された社会ネットワーク上でユーザは同所属やプロジェクトなどの関係をハイライトしたり中心性やクラスタリングなどのネットワーク分析を行うことにより、情報にアクセス権を付与を行う。アクセス権は、閲覧および編集の可否を許可するものである。

研究という限定された領域のために現在のところ各人の社会ネットワークは原則として公開されているが、社会的関係は個人に関わる情報であるため、プライバシーの観点から社会関係の公開については今後、慎重検討する必要がある。

4. むすび

Goecks らは情報共有のために社会ネットワークを利用したシステム Saori を開発している [4]。彼らは社会ネットワークをユーザの email から抽出し、コンテンツの種類に基づく情報共

有のポリシーを与えている。一方、我々はオントロジ的な考察に基づく社会関係のモデルを定義した上で、Web や email やセンサー情報などの多様な情報源から抽出を行っている。さらに社会的関係を FOAF を用いて保持することで、データの再利用と管理を容易にしている。アクセス権の設定においては、ユーザの社会的ネットワークを可視化しさらにネットワーク分析を行うことでアクセス権の決定を支援している。これにより事前に定義された共有ポリシーを適用するよりもさらに柔軟なアクセス権の設定を実現している。

今後は、実証実験を通して本提案の有効性の検証を行い、また、Semantic Web のような異種混合かつ分散的な環境においての運用を行う予定である。

謝辞

本研究は、独立行政法人 情報処理推進機構 (IPA) の未踏ソフトウェア創造事業の支援を受けて行われている。

参考文献

- [1] L. Adamic and E. Adar. Friends and Neighbors on the Web, <http://www.parc.xerox.com/istl/groups/iea/papers/web10/>, 2001.
- [2] D. Brickley and L. Miller. FOAF: the 'friend of a friend' vocabulary. <http://xmlns.com/foaf/0.1/>, 2004.
- [3] L. C. Freeman. Centrality in social networks: Conceptual clarification, *Social Networks*, Vol.1, pp.215-239, 1979
- [4] J. Goecks and E. D. Mynatt. Leveraging Social Networks for Information Sharing *In Proc. of CSCW'04*, 2004.
- [5] J. Golbeck, J. Hendler, and B. Parsia. Trust networks on the semantic web, *in Proc. WWW 2003*, 2003.
- [6] M. Granovetter. Strength of weak ties, *American Journal of Sociology*, Vol.18, pp.1360-1380, 1973.
- [7] C. Masolo, S. Borgo, A. Gangemi, N. Guarinno, and A. Oltramari. WonderWeb Deliverable D18, <http://wonderweb.semanticweb.org/deliverable/D18.shtml>
- [8] Y. Matsuo, M. Hamasaki, J. Mori, H. Takeda and K. Hasida. Ontological Consideration on Human Relationship Vocabulary for FOAF. *In Proc. of the 1st Workshop on Friend of a Friend, Social Networking and Semantic Web*, 2004.
- [9] Y. Matsuo, H. Tomobe, K. Hasida, M. Ishizuka. Finding Social Network for Trust Calculation. *In Proc. of 16th European Conference on Artificial Intelligence*, 2004.
- [10] P. Mika, Bootstrapping the FOAF-Web: an experiment in social networking network mining, *Proc. of 1st Workshop on Friend of a Friend, Social Networking and the Semantic Web*, 2004.