

特集 「センシングネットワーク：目的指向編」

出会いの情報技術

—イベント空間の高度化—

Information Technologies on Encounter —Augmentation of Event Space—

武田 英明
Hideaki Takeda
国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系，東京大学人工物工学研究センター
Informatics Principle Research Division, National Institute of Informatics. / Research into Artifacts, Center of Engineering, The University of Tokyo.
takeda@nii.ac.jp, <http://www-kasm.nii.ac.jp/~takeda/>

西村 拓一
Takuichi Nishimura
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 (AIST).
taku@ni.aist.go.jp, <http://staff.aist.go.jp/takuichi.nishimura/>

松尾 豊
Yutaka Matsuo
東京大学大学院工学系研究科
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo.
matsuo@biz-model.t.u-tokyo.ac.jp, <http://ymatsuo.com/>

濱崎 雅弘
Masahiro Hamasaki
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 (AIST).
hamasaki@ni.aist.go.jp, <http://staff.aist.go.jp/masahiro.hamasaki/>

Keywords: encounter, social network, recommendation, ubiquitous, networked sensing, interaction.

1. はじめに

近代においては人の出会いが仕事においても日常生活においても重要になっている。交通手段と通信手段の発展は出会いの可能性を格段に広げてきた。

インターネットは新たな通信手段とみなすことができるが、単なる通信手段とは異なる新しい機能を提供している。それは、実世界とは異なる別の世界、コンピュータによる疑似的世界、すなわちサイバー世界の提供である。ここでインターネットが疑似的世界であるとは、我々が生活し活動している実世界と同様に何らかの活動の場を提供しているという点である種の世界を構成しているといえるからである。

Webはその大きな第一歩であり、今後もさまざまな技術が用いられてより高度なサイバー世界が構築されるであろう。我々は、その中で自己を表現したり、ほかの人間と出会ったり、一緒に作業をできるようになった。今日、我々の社会的活動の多くの部分はサイバー世界の中でなされるようになり、いずれ一日の中で実世界での活動よりもサイバー世界での活動に多くの時間を費やすようになるであろう。

出会いは実世界だけではなく、サイバー世界の中でも起こるようになった。こと出会いという点においてはサイバー世界は実世界より多くの可能性をもっている。サイバー世界では時間的にも空間的にも自由度が高いた

め、時空間を越えてより多くの人と出会うことが可能である。このためサイバー世界における出会いは今後一層重要になると思われる。

とはいえ、我々は実世界に生きており、実世界での出会いはこれからも必要である。また、実世界での出会いはサイバー世界では技術的にまだ不可能な五感を用いたインタラクションを提供しており、実世界での出会いはサイバー世界での出会いとは別の価値をもち続ける。

本稿ではこのような異なる特徴をもつ二つの世界の出会いとインタラクションをどう統合的に支援するかについての取組みについて紹介する。著者らは2003年から2007年の人工知能学会全国大会において、大会支援システムを運営してきた[武田 07]。このシステムの狙いは学会という出会いの場をいかにコンピュータで支援できるかということであった。ただし、単に大会の会場での出会いを支援するのではなく、すでにあるWeb世界での出会いと連続的に支援することが重要であると考えている。本稿ではこの大会支援システムの開発・運営を通じて著者らのグループが開発してきたさまざまな「出会い」のための技術を紹介する。

以下では次の構成で説明する。2章ではWeb世界での人と人の関係をいかに獲得して表現するかについて述べる。3章で実世界の出会いを検知する仕組みについて述べる。4章でその統合として実世界のコンテキストを利用したコミュニケーション支援について述べる。

2. Web 世界におけるソーシャルネットワーク抽出

我々は、Web 上に書かれている情報から、人と人との関係性を抽出する研究を行っている。Polyphonet というシステム (www.polypho.net) を構築し、Web 上の名前との関係の強さ、関係の種類を取得する試みを行った [Matsuo 06a, Matsuo 06b]。テキスト処理と組み合わせて関係の種類を同定したり、関係の強さに関する指標の比較を行っている。また、同姓同名の処理 [Bollegala 06]、関係の種類教師なし学習 [Mori 06]、企業間関係の抽出 [Jin 07]、そして学会支援システムへの適用 [武田 05] といった展開を行っている。

2.1 基本的なアルゴリズム

基本的なネットワーク抽出のアルゴリズムはシンプルである。まずノードを定め、次にエッジを同定する。ノード間のエッジは、検索エンジンを使って付与する。例えば、松尾 豊と石塚 満であれば、「松尾豊 AND 石塚満」を検索エンジンにクエリとして与え、そのヒット件数が多ければ関係が強い、そうでなければ関係が弱いとする。

氏名が共起するページというのは、研究室のメンバのページ、業績リストのページ、論文データベース、学会や研究会のプログラム、大学内の教官メンバリストなどさまざまである。そして、このようなページが多くあるほど、両者が何らかの社会的関係にあり、またその関係が強い可能性が高い。

共起の強さを測る指標として、次の Simpson 係数 (もしくは overlap 係数) を用いる。

$$R(X, Y) = \begin{cases} \frac{|X \cap Y|}{\min(|X|, |Y|)} & \text{if } |X| > k \text{ かつ } |Y| > k \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$R(X, Y)$ は、「X」と「Y」の関係の強さを表す関数であり、 k はしきい値である。この関係の強さの測定には、相互情報量、コサイン、Jaccard 係数、Simpson 係数など、さまざまな共起尺度を用いることができる。我々は、Simpson 係数 (overlap 係数) を用いているが、ほかの海外の研究 (例えば、Flink [Mika 05] や Referral Web [Kautz 97]) では、Jaccard 係数が用いられている。

次に、検索にヒットしたページから関係の種類を判別する。研究者の関係の種類として、Polyphonet では次のようなクラスを定めた。

- 共著関係：共著の論文がある関係。
- 同研究室関係：同じ研究室や研究所のメンバなど所属が同じである (あった) 関係。
- 同プロジェクト関係：同じプロジェクトや委員会など、組織をまたがる同グループに所属している (いた) 関係。
- 同発表関係：同じ研究会で発表する (した) 関係。

一つのエッジは複数のラベルをもつことができる。

このような関係を抽出するために、まず検索エンジンに「X and Y」をクエリとして入力し、上位ページを取得する。次に、それぞれのページから素性を抽出する。ここでいう素性とは、例えば、X と Y が同行内で共起したか、X および Y の出現回数、タイトルや最初の 5 行に別に定義した語群に含まれる語が出現するかなどである。この素性を用い、判別ルールによって共著や同研究室などのどのクラスにあたる関係かを判断する。判別ルールは、あらかじめ人手で付与した訓練例を用い、C4.5 を用いて生成する。人手による正解の評価および対象となっている研究者への実際のアンケート調査によって、8 ~ 9 割程度の精度で関係を判別することができることが示されている。

2.2 同姓同名の問題とさまざまな拡張

Web 上には、多くの人の情報があるので、求めたい人物を正しく特定することが重要である。例えば、Flink では、Semantic Web コミュニティを対象としているので、「Semantic Web OR ontology」というクエリを名前に付加している。著者らの方法では、所属名をクエリに付与している。同姓同名問題は、自然言語処理では word-sense disambiguation の一つのクラスとして、さまざまな研究が行われている。同じ名前の別人は、namesake と呼ばれ、namesake をいかに排除するかが鍵である。

我々は、名前で検索してヒットした文書をクラスタリングし、関連するクラスタ (対象となる人物) を最も同定する検索語は何かを調べる方法を提案している [Bollegala 06]。この検索語を付与することで、よりの確にその人物が同定できるようになる。

さらに、Polyphonet では、関係の教師なし学習、スケーラビリティ、語と氏名の共起といった要素を扱っている。関係をあらかじめ与えるのではなく、教師なしで複数の関係を捉えようという試み [Mori 06] では、二者の関係においてよく出現する語の集合 (文脈) をクラスタリングすることで、関係において頻出するパターンを同定し、それを一つの関係の種類として同定する。

スケーラビリティも重要な観点である。関係を抽出するために n 人のリストが与えられれば、本来 $O(n^2)$ の検索クエリが必要である。[浅田 05] では、最初に関係がありそうな人のペアを同定することで、実際の検索クエリを減らす方法を提案している。

また、氏名同士の共起ではなく、氏名と語の共起を考えることもできる。我々は、氏名と語の共起に着目した人物のキーワード抽出、また語の共起の分布に着目した研究者の分類を提案している [Matsuo 06]。複数の語と複数の氏名の共起は、氏名-語の行列を構成する。これは、社会ネットワーク分析では、アフィリエーション行列と呼ばれるものに相当し、2 分グラフで表すことができる。

2.3 FOAF と関係の表現

数年前から、ソーシャルネットワークサービス (SNS) と呼ばれるサービスが人気である。海外では、Facebook, MySpace, LinkedIn といったサービスが有名であり、日本でも、mixi が 1000 万人規模のユーザ数である。これらのサイトでは、ユーザが自分の自己紹介を書き込んだり、友人とのつながりを登録することができる。SNS では、人のネットワークが手に入るため、セマンティック Web との関連が着目されている。

一方、W3C の活動として、Brickley と Miller が中心となって進めている FOAF (Friend Of A Friend) プロジェクトでは、個人の情報を記述する FOAF と呼ばれる RDF の語彙の構築を進めている。FOAF を使うことで、個人のメールアドレスを識別子として、ホームページや所属、職場や学校の URI, Blog の URI, 所属するグループやプロジェクト、興味などさまざまな情報を RDF で記述することができる。

FOAF は、SNS の共通データ形式として期待されているが、プライバシーやデータの管理と検索など、さまざまな問題を解決する必要がある (最近では Google が主導するオープンソーシャルの動きもある)。FOAF では、特に、自分の知り合いを foaf:knows プロパティにより記述することができる。knows のサブプロパティとして RDF スキーマで関係を定義しておくことで、さまざまな関係を FOAF ファイルの中で使えるように記述できるようになる。

本論文で得られた研究者のネットワークもこのような枠組みで記述することができる。例えば、Coauthor, Lab, Proj, Conf というプロパティを、foaf:knows のサブプロパティとして定義する。ユーザが自分で記述する know 関係と、ほかの情報源から自動的に取得される人同士の関係は異質なものであるが、うまく融合すれば効果的である。例えば、JSAI2004 では学会支援の一つとしてユーザが聴講する発表のスケジューリングを管理するスケジューリング支援システムが運用された。スケジューリングの推薦にいかすために、自分の知り合い情報 (knows 関係) を登録できるシステムであるが、その中で我々の手法によって自動的に抽出された関係の強い人を「知り合いではありませんか」と提示することによって、ユーザがより漏れが少なく登録できるようになっている。

3. 実世界での人の関係性の推定技術

本章では、実世界において人々がどのように行動しているかをセンシングすることにより人々の関係性を推定するための技術について概説する [西村 07]。まず、ユーザとユーザデバイス ID を対応付ける方法の重要性と一例を概説し、次に関係性を推定するうえで役立つ位置および向き の推定手法の一例を示す。

3.1 ユーザとデバイスの ID の対応付け

固有の識別番号つまり ID をもつデバイスを物や人に取り付けることで、その移動履歴を取得できる。最近では、バーコード、RFID だけでなくメモリや暗号機能をもち交通機関などで広く使われている Sony 性 Felica カード (IC カードや携帯内蔵タイプ) が利用されている。

いずれの場合も移動履歴を取捨するためには事前に個人の情報と本人または実物との対応をシステムが把握していることが必要である。通常は、実世界において第三者が本人と面会することで、高い信頼性で個人情報収集する、または、信頼できる情報 (免許証、自宅住所) と対応付ける。生体認証においてもこのような対応付けなしにはユーザを決定できない。システムの取り扱う情報によって信頼性を適度に設計した対応付け手法を採用する必要がある。

3.2 ID の対応付け法の一例

例えば、イベント空間情報支援システムのように、金融機関のシステムなどと比べて対応付けに高い信頼性を要求しない場合の対応付け手法を概説する [西村 07]。Web システムを利用しているユーザが実空間のイベントに参加するため、Web システムの ID と会場で利用するユーザインタフェースの ID を対応付ける必要がある。ユーザインタフェースとしては、デバイス ID を発信できる携帯デバイス (バーコードの紙、IC カード、携帯、アクティブ RFID タグなど) を想定している。会場支援システムはデバイス ID を読み取り、対応する人物を特定し、その人の Web 支援システムのマイページを表示する。

登録済みのユーザがほかのユーザに会場支援システムを推薦し招待できるという、利用者同士のインタラクションによりユーザを増やすことを狙ったユーザデバイスのリンク方法を提案している [西村 07]。これにより、会場支援システムを利用するためのユーザの事前アクションを必要とせず、またスタッフの負荷も小さくすることができる。この方法は一定の信頼性を担保しながら、システム登録の負担を軽減するうえで効果的である。

3.3 音響信号を用いた位置関係抽出手法

音響信号を用いた位置関係抽出手法 [中村 08] では、まず図 1 右に示すように、参加者同士や壁や机などの基準点との間の二者間の相対位置関係を取得する。相対位置関係とは、本稿では、相対的な距離および角度の関係と定義する。取得したこれらの位置関係をトポロジー推定 [中村 07] を用いることで全体の位置関係、すなわち大局的な位置推定を行う。参加者は図 1 に示すようにそれぞれ IC レコーダなどの録音機器を装備する。このとき、向いている方向の音を主に録音するよう音響マイクを異なる方向に向けておく。例えば、図 1 左上のように前後左右の 4 方向に対してマイクを向けている。

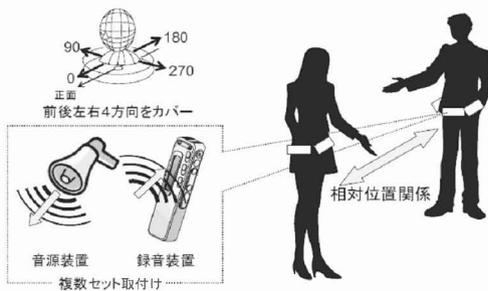


図1 音響信号を用いた位置推定における装置構成

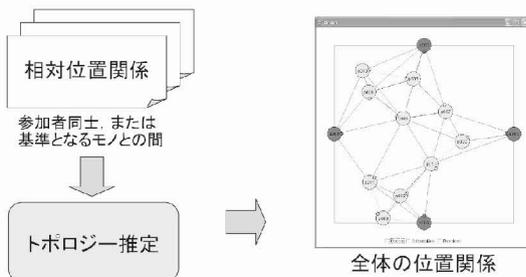


図2 トポロジー推定のフロー図

一方、図1左下に示すように、マイクと一対になるように音源装置、つまりスピーカを設置する。このスピーカからは、それぞれの固有音を定期的に出力する。固有音は、参加者の好みの音楽や逆に聞き取りにくく符号化されたものを用いる。参加者自身の声(声紋)を固有音とすることも考えられる。複数の録音データから固有音を識別することにより、ある参加者から見ていつ、どの方向のどの位置にほかの参加者(または壁や机などの基準点)が存在するかの相対的位置関係を取得する。

次に図2のように複数の相対的な位置関係をトポロジー推定技術[中村 07]により統合し、全体の位置関係を推定する。このトポロジー推定は、位置センサ(GPSなど)や向きセンサ(電子コンパスなど)を用いなくとも、対象とするオブジェクト(ヒトやモノ)全体の位置および向きを推定できるという特長を有する。また、相対位置関係の数が多ければ多いほど推定精度は向上するため、比較的混んだ空間での利用に適している。

トポロジー推定では、相対位置関係を満たすように力学モデルを用いている。オブジェクト間の距離はばねの自然長で表す。回転方向に対してもばね力を作用させる。一方、位置関係が取得されなかったオブジェクト同士には斥力が働く。これは、関係をもたないオブジェクトは遠くにいるだろうという仮定による。ばね力と斥力の総和が局所解に収束するまで繰り返し計算を行うことで全オブジェクトの位置および方向を推定する。

4. サイバー世界と実世界の融合した空間での出会い支援

サイバー世界での人の関係性と実世界での人の関係性は重なる部分もあるだろうが、基本的に独立である。それは1章で述べたように実世界とサイバー世界では我々の活動にとっての意味が異なるからである。しかし、活動が両方の世界にまたがるときは両者が統合されていることが望ましい。

研究活動はその良い例であろう。研究そのものは通常実世界の小グループで行われるが、研究コミュニティは世界中に散らばり、論文の査読、購読やメールのやり取りはサイバー世界を通じて行われている。研究自体をサイバー世界で行うケースも増えているが、一方で国際会議の増加に見られるように実世界での出会いの重要性もむしろ増している。

ここでは、2章と3章で紹介したシステムを統合することによって、どのようなサービスが可能かを例とともに紹介する。

4.1 人工知能学会大会支援システム

人工知能学会全国大会では著者らを含む多くの研究者の共同開発により、大会の参加者を総合的に支援するシステムを開発して運用してきた[武田 07]。大会ごとにシステムは異なるが、その主要な構成を以下で説明する。

開発したシステムでは、WebマイニングによりWWW(Web)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もとに、二人の参加者がともに出現するページをWeb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すで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最初に訪れるマイページに表示されており、利用者にとって自分の知り合いがどこにいるかを示す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見ることができ、探索もできる。

図2は大会支援システムの構成を示している。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たWebアプリケーションである。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。

会場内に配置された情報キオスク(図3)では、ユーザIDに紐づけられた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。二人

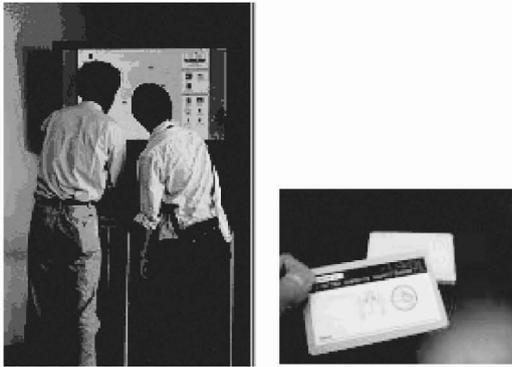


図3 情報キオスク (左) と IC カード (右)

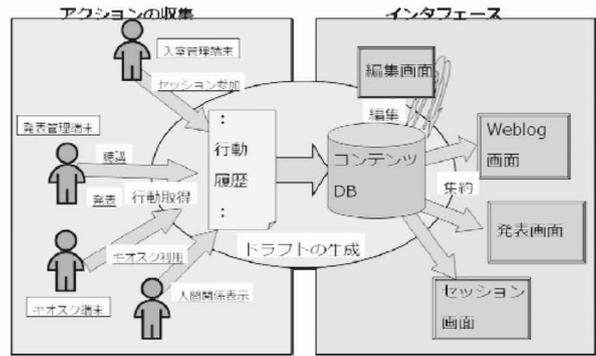


図5 センサ情報からの Weblog 生成の仕組み

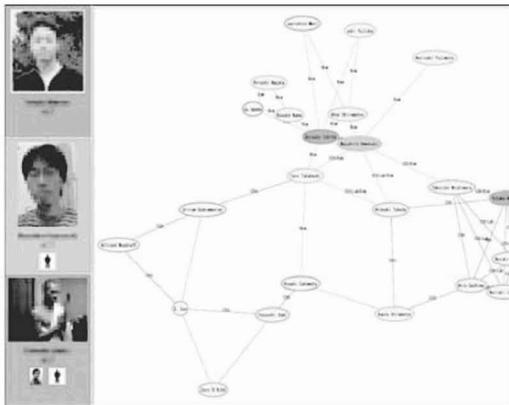


図4 三者をつなぐネットワーク

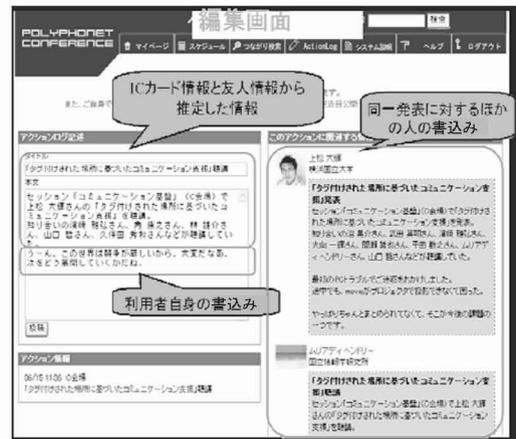


図6 生成された Weblog のエントリ例

のカードをともにカードリーダにかざすと、二人を含むネットワーク図(図4)や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する様子が観察された。

4.2 実世界のコンテキストを利用した Weblog

ActionLog [沼 05] とは、個人の行動の履歴に基づきユーザの Weblog 上にコンテキスト情報を付加したコンテンツのドラフト(草稿)を自動的に生成するシステムである。システムはユーザの行動を、周辺情報(コンテキスト)とともに取得、蓄積する。このコンテキストをもとに、ユーザの Weblog のドラフトを自動的に生成し、ユーザに提示する。ユーザは、ドラフトをもとにして、行動を振り返り、Weblog コンテンツを完成させ、公開する。一方、コンテキストはほかのユーザと共有されている。したがって、同様なコンテキストの人の情報を簡単に知ることができる。このようにして、ユーザの体験が、コンテキストを伴って共有されることとなる。行動が行われた際のコンテキストとして、時間、位置、および周囲の人物を利用している。

人工知能学会全国大会で使われた本システムは、行動が行われた際のコンテキストの取得は3章で述べた各種

システムを通じて行う(図5参照)。各種のシステムの利用記録をもとに各ユーザの行動履歴を生成する。システムから収集した記録は一次的なコンテキストを提供しているが、ほかの情報と統合して二次的なコンテキスト(利用者に提供するコンテキスト)を生成する。例えば、会議室の入場記録は、会議のスケジュール、発表者管理システムからの記録と突き合わせることで、そのときに発表していた発表を同定する。

ここで実世界のシステム以外の情報として2章で述べた Polyphonet の情報を利用する。Polyphonet から友人情報を得ることができるので、会議室への入場記録から同時に参加していた友人を同定する。これもコンテキストとして利用される。

このようにして同定された行動履歴に基づいて、システムは自動的にユーザの Weblog のエントリを生成する。コンテキストはメタデータとして利用するとともに Weblog のエントリのドラフトとしてテキストとして提示される。図6にあるように、ドラフトにはそのときの状況(部屋、発表)や同室にいたであろうほかのユーザなどが含まれた文章が用意されている。また、右側には同じコンテキスト(ここでは同じ発表)に関するほかのユーザのエントリが参考情報として提示されている。

4.3 仲介者を用いた出会い支援

紹介という行為は、さまざまな効果をもった優れた出会い支援の方法である。紹介で重要な点は第三者が介在することである。それによって、初めての人同士が直接コミュニケーションする場合と比較して心理的負荷が下がり、また互いの背景や共通点など、相手を理解するさまざまなヒントが提示される。また、その出会い自体に関して、仲介者が信頼性と有効性を担保していることになる。

しかしこれを系統的に取り扱おうとすると、いくつかの課題がある。例えば Referral Web では、自分が知り合いたい相手を仲介してくれる可能性のある人はわかる。しかしこういった、人に「あの人を紹介してください」と直接頼むのでは仲介者の中立性が失われ、紹介のメリットの一つである出会いに対する信頼性と有効性の担保が得られない。あくまでも、「あの人と知り合いたい」という暗黙的な要望に対して、善意の第三者が自分なりの基準で出会いの信頼性と有効性を担保できると考えたときのみ、その第三者が紹介を行うべきと考える。

したがって、システム的な実装としては次のような形が現実の紹介に近いのではないかと考える。

- ユーザ A は知り合いたい人 B を登録する。
 - もし、たまたま自分の知り合い (A) が、自分の別の知り合い (B) と知り合いたいと思っているときは、そのユーザ C (仲介者) は紹介を行うことができる。
 - システムは仲介者となるユーザ C が A と B の関係に気づくこと、ユーザ C が紹介することを支援する。
- ここで重要なのは、ユーザ A は知り合いたい人しか入力できないこと、またユーザ C は紹介してもよいしなくてもよいことである。

このような議論に基づき、我々は紹介支援システムを構築し、学会コミュニティ支援システムにて試験運用を行った [濱崎 08]。ユーザは知り合いたい相手に対して、紹介を希望するという登録 (システム上は「知り合いたい登録」と呼ぶ) を行うことができる。ここでどのようにして適切な仲介者候補をシステムが見つかるかという問題が生じるが、それには前節で述べた Polyphonet の情報を利用する。Polyphonet から得た友人情報を用いることで、紹介を希望したユーザとその相手の両方と友人関係にある仲介者候補を見つけることができる。

仲介者候補となったユーザには、そのような紹介待ちのペアがあることが提示される。ユーザがこの二人を紹介してもよいと思えば、「紹介メッセージを書く」ボタンをクリックし、紹介メッセージの作成および送信を行う。

図 7 は、紹介メッセージの作成画面である。紹介者は両者を知っている人物であるため、どのような分野で二人が興味や関心を共有しているか、ある程度わかるはずである。しかし、そうであったとしても、紹介のための文章を作成するのは、紹介者となるユーザにとって負荷が大きい。そこでシステムでは紹介対象となる二人に送る紹介メッセージのドラフトを自動生成することで、



図 7 紹介メッセージの作成画面

できるだけ負荷を軽減している。

5. おわりに

本稿ではサイバー世界と実世界にまたがる人の関係性と出会い支援の仕組みについて、我々のこれまでの構築してきたシステムに基づいて述べた。紹介したシステムはどれもまだ汎用性や一般性をもつとはいえないが、このようなサービスの重要性と可能性を実証的に示すには十分役に立ったと考えている。1章で述べたように、我々はいやおうなしに両世界にまたがって生活をしないといけない。求められているのは両者を必要に応じて統合して利用者にみせる仕組みである (図 6 参照)。

ここで重要なのはいかに両者をつなぐかである。センサ技術、ことに実世界を覆い尽くすセンサネットワークは実世界をデジタル化するうえで必須の技術である。ただし、ただ詳細な情報が取得することが目的ではない。サイバー世界の情報と必要に応じて結びつける手がかり、事物のアイデンティティやコンテキストをいかに実世界から取得できるかということが重要である。

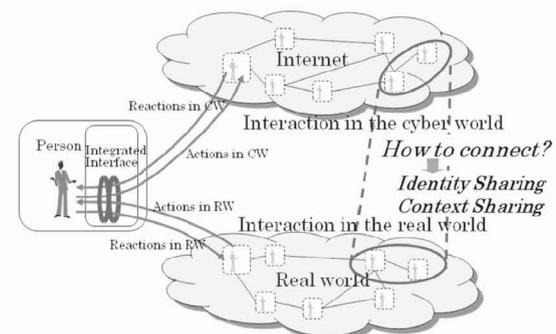


図 8 実世界と Web 世界での出会いの融合

著者らは、今後さらにセンサ技術のコミュニティとインターネット、Webのコミュニティが協力してこの分野を発展させることを期待している。

謝 辞

大会支援システムの構築、運営に参加した多くのメンバ、組織に感謝いたします。また、本調査の一部は、JST CREST「情報デザインによる市民芸術創出プラットフォームの構築」の助成を受けて行った。

◇ 参 考 文 献 ◇

[浅田 05] 浅田洋平, 松尾 豊, 石塚 満: Webからの研究者ネットワーク抽出の大規模化, 人工知能学会論文誌, Vol. 20, No. 6, pp. 370-378 (2005)

[Bollegala 06] Bollegala, D., Matsuo, Y. and Ishizuka, M.: Disambiguating personal names on the web using automatically extracted key phrases, *Proc. ECAI2006* (2006)

[濱崎 08] 濱崎雅弘, 松尾 豊, 武田英明, 西村拓一: ソーシャルマッチングのための紹介支援システムについての考察, 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol. 20, No. 4 (2008) (掲載予定)

[Jin 07] Jin, Y., Matsuo, Y. and Ishizuka, M.: Extracting social networks among various entities on the web, *Proc. ESWC2007* (2007)

[Kautz97] Kautz, H., Selman, B. and Shah, M.: The hidden Web, *AI Magazine*, Vol. 18, No. 2, pp. 27-35 (1997)

[Matsuo 06a] Matsuo, Y., Mori, J., Hamasaki, M., Takeda, H., Nishimura, T., Hasida, K. and Ishizuka, M.: POLYPHONET: An advanced social network extraction system, *Proc. WWW 2006* (2006)

[Matsuo 06b] Matsuo, Y., Hamasaki, M., Takeda, H., Mori, J., Bollegala, D., Nakamura, Y., Nishimura, T., Hasida, K. and Ishizuka, M.: Spinning multiple social networks for semantic web, *Proc. AAAI-06* (2006)

[Mika 05] Mika, P.: Flink: Semantic web technology for the extraction and analysis of social networks. *J. Web Semantics*, Vol. 3, No. 2 (2005)

[Mori 06] Mori, J., Tsujishita, T., Matsuo, Y. and Ishizuka, M.: Extracting relations in social networks from web using similarity between collective context, *Proc. ISWC2006* (2006)

[中村 07] 中村嘉志, 並松祐子, 宮崎伸夫, 松尾 豊, 西村拓一: 複数の赤外線タグを用いた相対位置関係からのトポロジカルな位置および方向の推定, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 3, pp. 1349-1360 (2007)

[中村 08] 中村嘉志, 友部博教, 須永剛司, 西村拓一: 参加体験型ワークショップにおける複数の音響信号からの位置関係の抽出 情報処理学会研究報告 (2008-HCI-127), pp. 23-28 (2008)

[西村 07] 西村 拓一, 中村 嘉志, 松尾 豊, 濱崎 雅弘, 石田 啓介, Thomas Hope, 武田 英明: コミュニティ支援システム UbiCoAssist のデザインと評価, 第 16 回 UBI 研究会, UBI-16, pp.113-120, 2007/11

[沼 07] 沼 晃介, 平田敏之, 大向一輝, 市瀬龍太郎, 武田英明: 学術会議における体験共有のための行動履歴に基づく Weblog システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 1, pp. 85-97 (2007)

[武田 05] 武田英明, 松尾 豊, 濱崎雅弘, 沼 晃介, 中村嘉志, 西村拓一: イベント空間におけるコミュニケーション支援, 電子情報通信学会誌, Vol. 89, No. 3, p. 206 (2006)

[武田 07] 武田英明, 西村拓一, 松尾 豊: イベント空間情報支援システムの展開について, 人工知能学会全国大会 (第 21 回) 論文集, 1B2-10 (2007)

2008 年 5 月 28 日 受理

— 著 者 紹 介 —



武田 英明 (正会員)

1986 年 3 月 東京大学工学部卒業。1988 年 3 月 同大学院工学系研究科修士課程修了。1991 年 3 月 同博士課程修了。工学博士 (東京大学)。ノルウェー工科大学, 奈良先端科学技術大学院大学を経て, 2000 年 4 月から国立情報学研究所助教授, 2003 年 5 月 同教授。2006 年 4 月 同学術コンテンツサービス研究開発センター長 (併任)。東京大学人工物工学研究センター特任教授 (兼務)。知識共有, 設計学などの研究に従事。



西村 拓一 (正会員)

1992 年 東京大学大学院工学系研究科修士 (計測工学) 課程修了。同年, NKK (株) 入社。1995 年 RWPC に出向, 1998 年 NKK (株) 復職。1999 年 RWPC つくば研究センターに所属。2001 年 産業技術総合研究所サイバースタディオ研究センターに所属。2005 年 同情報技術研究部門実世界指向インタラクショングループ長, 筑波大学大学院知能機能システム専攻准教授 (連携大学院), 現在に至る。博士 (工学)。時系列データ検索・認識, 実世界情報支援に興味をもつ。電子情報通信学会, ヒューマンインタフェース学会, ACM 各会員。



松尾 豊 (正会員)

1997 年 東京大学工学部電子情報工学科卒業。2002 年 同大学院博士課程修了。博士 (工学)。同年より, 産業技術総合研究所研究員。2005 年 10 月よりスタンフォード大学客員研究員。2007 年 10 月より東京大学大学院工学系研究科総合研究機構准教授。人工知能と Web マイニングに興味がある。情報処理学会, 言語処理学会, AAAI, ACM の各会員。



濱崎 雅弘 (正会員)

2000 年 同志社大学工学部知識工学科卒業。2002 年 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程修了。2005 年 総合研究大学院大学数物科学研究科博士後期課程修了。博士 (情報学)。同年より, 産業技術総合研究所情報技術研究部門勤務。情報推薦やオンラインコミュニティの研究に従事。人のネットワークを活用した情報システムに興味がある。電子情報通信学会, ACM 各会員。