

QR コードを用いた実世界からの関係情報の抽出と分析

木村 諒史[†] 福原 知宏^{††} 大向 一輝[‡] 武田 英明[‡][†] 東京大学工学部システム創成学科 ^{††} 東京大学人工物工学研究センター[‡] 国立情報学研究所

1 はじめに

実世界指向情報獲得の一つのアプローチとして身の回りのものに IC チップを埋め込み、ユビキタスな社会を実現しようといった研究が最近盛んである。中島らはサイバースピット [1] という概念を提唱し、コンピュータの世界と人間の世界を結びつけ人間を助けることを可能にするためには、まだ実世界と情報空間の結び付きが十分でないとして述べている。本研究ではその入り口として、実世界の人や物がどのような関係を持っているかを実験的に身近な場から抽出し、そのネットワーク構造について分析する。本論文の構成は次の通りである。2 で実験システムについて述べ、3 で実験結果について述べる。4 では考察を述べ、5 で本論文のまとめと今後の課題について述べる。

2 実験システム

2.1 概要と特徴

本研究で作成した実験システムでは、図 1 のように人や物を ID 化し、携帯のアプリを用いて 2 者の関係を記述し、サーバに送信することで関係情報を蓄積していった。本手法のメリットは QR コードが IC チップと違って作成しやすいこと、バーコードリーダとなる携帯がすでに普及していること、携帯電話は人と共に移動するので読み取る場所や読み取った時刻についてより実世界に密着したデータを得られることにある。

2.2 バーコードと ID

ID は、人・物すべて合わせて通し番号で 1 から振った。新しい人や物にはその時点で最も大きい番号の ID が割り振られる。人の ID は携帯のアプリの初回起動時に登録される。物の ID は、QR コードに「54&ver1.0」のように ID 番号 54 と実験バージョン 1.0 を入れ実世界上の物に貼るか、商品の 1 次元バーコードを読み取り ID に対応させることで割り振った。

Study on extraction and analysis of realworld relations among humans and objects using a cell-phone and a QR Code

[†] Akifumi KIMURA

^{††} Tomohiro FUKUHARA

[‡] Ikki OHMUKAI

[‡] Hideaki TAKEDA

Department of System Innovation, Faculty of Engineering,
The University of Tokyo (†)

RACE (Research into Artifacts, Center for Engineering)

The University of Tokyo (††)

National Institute of Informatics (‡)

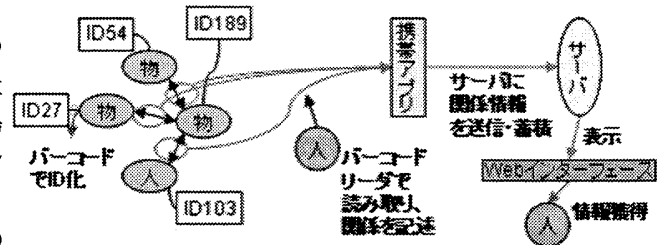


図 1: 実験システムの流れ

2.3 i アプリ

i アプリでは初回起動時に使用ユーザの ID 登録を行い、その後バーコードを読み取ることで関係情報の登録と属性情報の登録が行える。[†]関係情報とは人や物二者間の関係をユーザが自由に記述出来るもので、人と物では人が物に対して行った行為や物に対する感情^{††}、物と物では位置関係を主に記述することになる。又、属性情報とは物の情報を「属性名:属性値」で登録出来るもので、例えば「味:甘い」、「色:青」のようになる。属性情報は一つの物に対して複数登録出来る。

2.4 ウェブインターフェース

ウェブ上[‡]でユーザは実験で登録された関係情報や属性情報を確認出来る。また調べたい ID をクリックすると、その ID の情報とそれに関係する人や物、及びその情報が色分けされたテーブルに表示されるようにし、ID ごとのページを見られるようにした。これらはリアルタイムな情報を表示している。

3 実験結果・考察

3.1 実験データによるネットワーク分析方法

物のみのネットワーク、人と物すべて合わせたネットワークの 2 つについてノード数、リンク数、密度、度数に関する値を計算し、表 1 の結果を得た。また、ネットワーク分析ツール pajek^{††}を使い、人や物をノー

[†] 本 i アプリの説明書は次の URL に存在する。

<http://bs1.race.u-tokyo.ac.jp/~r-kimura/relation/information.pdf>

^{††} おいしかったなど主観的な気持ちなど

[‡] http://bs1.race.u-tokyo.ac.jp/~r-kimura/relation/relation_index.html

^{†††} <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>

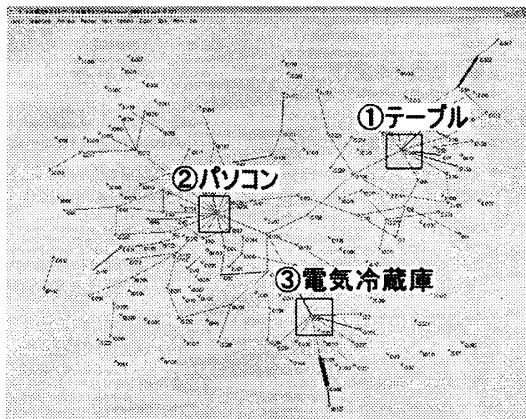


図 2: 物ネットワーク

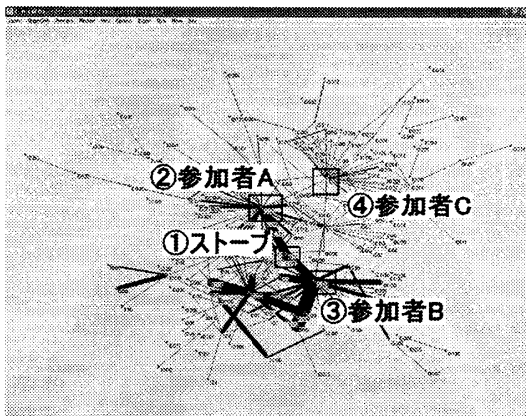


図 3: 人・物ネットワーク

ドとし関係をリンクで結んだネットワーク可視化（無向グラフ・リンク重み付き）を行い、図 2 と図 3 を得た。これらは実験参加者 6 人を対象に 2007 年 12 月 23 日～2008 年 1 月 14 日の 23 日間で得られた結果であり、実験を行った場所は主に家や研究室などの身近な空間である。

3.2 可視化データより読み取れたこと

物同士のネットワーク（図 2）より、テーブル・パソコン・冷蔵庫などのハブとなる存在が見て分かった（図 2 の①～③）。これらは物を置いたり、つないだり、入れたりする物であるケースが多い。それに対し、人と物すべてを表したネットワークを見ると、前者になかった強いリンクが現れる物がある（図 3 で①のストーブは参加者 A と参加者 B を強く結び付けているが、ストーブは図 2 ではリンクを持たない）。このように人が実生活で使うハブになる物と物同士のネットワークでハブになる物は必ずしも同じでないことが分かった。集団生活の中心にある物は多くの人とリンクを共

表 1: ネットワークの特徴を表す数値

項目\ネットワーク	物	人と物
全ノード数	173	179
存在するリンク数	121	246
存在し得るリンク数	14878	15931
グラフ密度	0.008132	0.015441
次数の平均値	1.398	2.748
次数の分散	3.418	22.501

有していること、個人が実生活でよく使う物はその人につながっている重みの大きい物（図でリンク線の太い物）であることが言える。さらに図 2 で示したハブとなるノードの周辺のノードを見ると、パソコン周辺的环境、テーブル周辺的环境など特定の空間が確認できた。

3.3 数値データからの考察

得られたネットワークの数値データ（表 1）について分析を行った。この結果、物のみのネットワークに人も加わると本実験のように 6 人だけでもリンク数、グラフ密度、ノードの次数平均値は共に倍近くなり、次数の分散も大幅に大きくなった。これは人の物に対する行為が非常に複雑であったことを表す。人と物の関係の方がアプリでは登録しやすいことも反映していると言える。また、次数が 1 では人や物が連結していくことは不可能であるが、2 であれば理論的には直線的に連結していくことが可能である。これより、次数の平均値が 2 を超えることで孤立点や独立したサブグラフが少なくなったと考えることができ、これは図 2 と図 3 を見比べても確認できる。

4 まとめと今後の課題

本論文では実世界における人や物のネットワークを抽出するために、QR コードと携帯のアプリを用いて関係情報の抽出を行った。その結果、家などの身近な空間における中心となる物や共有されている物が分かった。今後、実験人数や規模を拡大し、街などの広い実世界空間におけるネットワークを分析することが課題である。その分析結果は、街中での中心になる物の存在を始め、物と物や人と人で密接な関係を持っていたり似ていたりするグループを発見する手段として役立つといえる。

参考文献

- [1] 中島秀之:「人の行動を支援する技術」, 野島久雄、原田悦子 編, “家の中”を認知科学する, 新曜社, 2004.
- [2] 安田雪:「実践ネットワーク分析」, 新曜社, 2001.