

「コミュニケーションの場」の創出による拡張情報空間の実現

Implementation of Augmented Information Space for Communication Field

今吉 晃*¹
Akira Imayoshi

棟方 渚*¹
Nagisa Munekata

小野 哲雄*¹
Tetsuo Ono

*¹ 北海道大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science and Technology Hokkaido University

Communication field that people create affects significantly intellectual activity. In this study, we proposed a system that augments informationally communication field through information exchange with nearby users. By using this system, users can share information in the field, and augmented information space that advanced users' creative activity is produced.

1. はじめに

ユーザへの情報提示の方法は、情報空間の情報を端末のディスプレイに単純に表示するという手法だけでなく、実世界に情報を重ね合わせることで直感的な情報提示を行う手法、すなわち Augmented Reality(拡張現実感)に関連する技術が提案され、実用化も進められている。

また高性能でモバイルなスマートフォンの普及が目覚ましい中で、新たにユビキタスコンピューティングを支え得るプロダクトの研究開発も行われている。Google Glass [1]は、Google 社によって開発が進められている、HMD(Head Mounted Display)方式の拡張現実ウェアラブルコンピュータである。Google Glass は、従来の HMD と比べて小さく、軽量であることが特徴であり、日常生活の中でも、またスポーツ中でも装着して、利用することが可能である。またインターネットを介することで、他のユーザとリアルタイムでの映像の共有や、地図や周辺の情報などと連動して直感的なナビゲーションが可能であることが示されている。

Google Glass のような拡張現実ウェアラブルコンピュータ製品の普及によって、情報はさらに実世界と結び付いたものになることが予想される。それによって提示される情報は、実世界の場所、時間、出来事やユーザ個人と関係性の深いものになる。

そのような未来において、どの情報を誰がアクセスすることが可能であるか、どの情報を誰と共有すべきなのか、という情報共有やセキュリティといった問題に配慮する必要がある。この問題は、実世界でも、Web 上でも注意深く取り組まなければならない問題であるが、Google Glass のような製品が普及した未来においても、そこで構築される情報空間に適した情報共有とセキュリティの手法を検討していく必要がある。

実世界と結びついた情報空間における情報共有とセキュリティに関する問題は、実世界の変化と連動しながら、つまりユーザの行動や状態に応じながら、情報の制御が行われることで、実世界上のユーザのコンテキストに適応した情報提示システムの構築が実現できる。

実世界では、人は集団という構造を持ちながらコミュニケーションを行っている。その集団における境界や集団内の規範は、社会的な関係性や距離の関係性などに依存する [4]。この集団が持つ境界や規範は、誰に対して情報を発信するか、何に対して注意を向けるか、という情報的な観点での境界や規範としての役割も見つけることができる。本研究では、集団が持つ境界や規範に着目し、情報共有とセキュリティの範囲を決定し、さらに情報

の入出力を制御するための要素を生成する手法を提案する。

提案手法は、Wi-Fi の受信信号強度からユーザ間の距離情報を取得することで集団の認識を行い、情報共有の範囲を定める。また Facebook [2] 上のユーザ情報を用いた集団の属性の推定を行い、その集団における情報制御の規範の獲得を行う。さらにユーザが所持するスマートフォンによる入力音声から会話の活性度を推定し、それによってリアルタイムに情報制御が行われるという可能性を示す。

2. 情報的な観点から見た集団の境界と規範

本研究では、実世界の集団が持つ境界や規範に着目し、それらを情報空間の制御にも適用させることを目的とする。つまり実世界で集団の形成が行われると、その集団に対応した情報空間の共有範囲やセキュリティがダイナミックに設定されるシステムの構築を目指す。

2.1 集団の境界による情報の共有とセキュリティ

実世界上で、人間同士が情報を共有する状況としては、集団を形成している時がその1つである。集団内で情報を共有することで、会話を楽しむことや、建設的な議論を行うことも可能になる。逆に、集団のあるメンバーが話を聞いておらず、情報共有ができていないとコミュニケーションが上手く行われないう状況に陥る。情報的な観点から見ると、集団を形成するという事は、どの人に対して情報を発信し、また情報を受け取るのかを定義することである。

情報の共有とは反対に、集団を形成するという事は、情報のセキュリティ範囲を定める行為とも考えられる。集団の中で共有している情報は、集団の外に漏れることを意図しておらず、集団の内部に留めておきたい情報として考えることができる。

2.2 集団の持つ属性や雰囲気が生成する行動の規範

集団は、構成するメンバーによってその属性は様々である。また集団が作る雰囲気もその時々において変化する。集団固有の属性や雰囲気に合わせて、人は発信する情報を選択している。

集団の内部に居る人は、集団を構成するメンバーの顔ぶれから、どんな情報を集団のメンバーに発信したいのか、あるいは発信したくないのかを考える。人間は、家族や、職場、学校、サークルなど複数のコミュニティに帰属している。また同じコミュニティの中にも、いくつかのグループが形成されることがある。人は、それぞれのコミュニティやグループでの社会的な関係を考慮して、現在自分が居る集団の属性を察し、どのように振る舞うかを考えている。また集団が作る雰囲気は、集団の属性と同様に人の振

る舞いに影響を与えている。人は、その場の雰囲気に応じて、何をどう伝えるか考え、その場に適した振る舞いを選択している。つまり集団の属性や雰囲気によって、人が発信する情報が制御されていると言える。

3. 実世界と結びついた情報制御システム

第2節では集団の境界と規範が、情動的観点から見た時に人と人が発信する情報にどう作用しているかということ述べた。本節では、実世界と結びついた情報空間が実現した未来において、必要となることが予想される情報制御システムとそこの集団の認識の有用性について述べる。

3.1 情報共有とセキュリティ範囲の決定

情報空間が実世界と重なり合わさった世界では、情報の共有とセキュリティの範囲は、実世界上のコミュニケーション対象と対応していることが望まれる。共有とセキュリティの範囲が、実世界上のコミュニケーション対象の範囲と一致していれば、情報空間上の情報をシームレスに利用することができる。逆に、その範囲が一致していなければ、情報共有が適切に行われず、意図しない形で情報が公開されてしまうなどの問題が発生してしまう。

情報制御システムとしては、コミュニケーションの境界、つまり集団の境界となるものを認識することで情報の共有とセキュリティの範囲を定める必要がある(図1)。

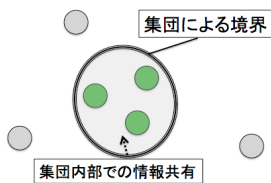


図1: 集団の境界と情報共有の範囲

3.2 集団の状態推定とその応用

第2節では、集団での人の振る舞いは、その集団の属性や雰囲気によって影響を受け、人はその集団に適した振る舞いを選択しているということ述べた。つまり属性や雰囲気などの集団の状態を抽出することができれば、実世界のユーザのコンテキストに応じた情報の入出力が可能となる。ここでは、集団の状態の抽出によって可能となる応用例を述べる。

(1) 集団の属性に対応したプライバシーの設定(図2)

実世界では、自分が所属している集団をメンバーの顔ぶれからどんな属性(コミュニティやグループ)の集団なのかを判断し、それによって発信する情報を選択している。例えば、あるグループでは、Aという話題の話をしたいが、別のグループではAという話題の話をしたくないといったように、集団の属性によって公開したい情報としたくない情報がある。これは実世界に限らずWeb上のSNSでも同様であり、情報の公開設定を他ユーザとの関係性に応じて設定するという手法も提案されている[3]。

実世界と結びついた情報空間が実現した時、集団の属性によって集団内で共有する情報を制御できれば、ユーザの実世界での振る舞いと対応したプライバシーの制御が実現できる。

(2) 集団の属性に対応したフィルタリング機能(図3)

集団は、ある特定の目的や関心を持っている場合が多い。集団のその目的や関心は、集団にとっての必要な情報や関心のある情報と強く結びついている。逆に必要性のない、関心のない情報を提示することは、集団にとっては迷惑な行為になる。つま

り、集団に対する情報提示を行うとき、集団の属性などを推定し、その集団の目的や関心と関連した情報を選択して提示することで、ユーザビリティの高いシステムを構築することができる。

(3) 集団の状態の可視化とコミュニケーションの創発(図4)

実世界では、集団の外に居る人も、集団のメンバーの顔ぶれからどんな集団なのかを推測し、またその集団の雰囲気などを察知して、その場に応じた振る舞いを選択している。

長く付き合いのある間柄であれば、より詳しく推測することもできるが、特に初対面の人には、目の前の集団がどんな属性の集団なのか、どんな状態なのかを推測することは難しい。

亀井らはインターネット上で形成されているが明確ではないコミュニティに対して、人々の関心やそこで交換されている情報を表現することで、ユーザがコミュニティを自発的に感じることができシステムを提案している[5]。

実世界においても、集団の状態が外部に対して明示的に発信することができれば、周囲に居る人は、集団の属性やその雰囲気が分かり、その集団に対してどう対応して良いか理解し、近付きやすくなるであろう。

集団の情報をどれだけ外部に発信するかは、プライバシーの問題に依存するが、内部の情報の一部を外部のユーザと共有することで、今までにはなかったコミュニケーションの創発が期待できる。

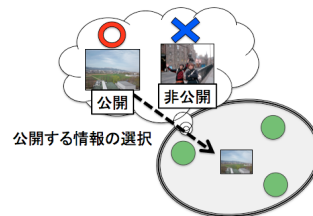


図2: 集団の属性に対応したプライバシーの設定

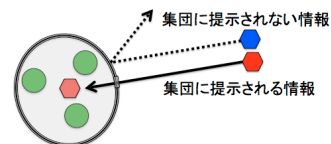


図3: 集団の属性に対応したフィルタリング機能

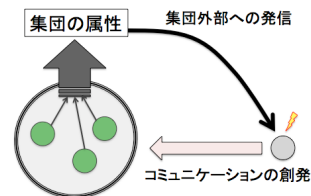


図4: 集団の状態の可視化とコミュニケーションの創発

4. システムの実装例

本節では、前節で述べたような情報制御システムの実現に向けて、情報の共有とセキュリティ範囲を決定する手法と、集団の状態を推定する手法を提案する。

共有とセキュリティ範囲の決定は、ユーザ間の物理的な距離を測定し、集団を認識することで行う。集団の状態の推定について

は、1つは Facebook の情報を利用して、集団の属性を抽出する手法を提案する。もう1つは、ユーザの発する音声を取得することで、集団の会話の活性度を推定する手法を提案する。

4.1 情報共有範囲決定モデル

ここでは、集団の形成を認識するためのモデルを提案する。このモデルで定義された集団によって、ユーザがどの他ユーザと情報を共有するかが決定される。

本研究で提案するモデルの実装例は、ユーザ間の物理的な距離を計測し、この距離情報だけを用いて集団の認識を行う。距離の測定には、Wi-Fi の受信信号強度を用いる。各ユーザはスマートフォンと Wi-Fi ポケットルータを所持する(図5)。Wi-Fi ポケットルータからはユーザ名と対応した SSID を持つビーコンパケットが発信される。周辺に居る他ユーザは、スマートフォンでそのビーコンパケットを受信し、信号強度を計測することで、対象のユーザとの距離を測定する。

SSID とユーザの対応は、専用のデータベースサーバーにアクセスすることで行う。またこの専用のデータベースサーバーには、ユーザの SSID の他、IP アドレス、受信ポート番号を登録しておく、これらの情報を用いてユーザ間で P2P 通信を行う。



図5: スマートフォンと Wi-Fi ポケットルータ

(1) 周辺ユーザとの距離を測定する

ユーザは、スマートフォンから Wi-Fi のネットワークをスキャンすることで、周辺にいる他ユーザのビーコンパケットを取得し、受信信号強度を測定する。

(2) 周辺ユーザから距離情報を受信する

(1)の手順に従って全ユーザが、周辺に居るユーザからの受信信号強度を取得するが、手順(2)では、これらの距離に関する情報を一定時間ごとにユーザ間で交換する。

(3) 結合強度を計算する

以下の式に従って結合強度を定義する。 $S_{ij}(t)$ は、時刻 t におけるユーザ i から見たユーザ j に対する結合強度である。 $R_{ij}(t)$ は、時刻 t におけるユーザ i が受信したユーザ j のビーコンパケットの信号強度である。また N_i はユーザ i の周辺に居るユーザの総数とする。 α, β, γ, D は定数とする。

$$S_{ij}(t) = \alpha S_{ij}(t-1) + \beta R_{ij}(t) + \gamma \sum_k^{N_i} R_{kj}(t) - D$$

結合強度 $S_{ij}(t)$ は、ユーザ i が受信するユーザ j の信号強度 $R_{ij}(t)$ と、ユーザ i の周囲に居るユーザ k が受信したユーザ j の信号強度 $R_{kj}(t)$ の和に関する入力を持つ。結合強度は、ステップ毎に定数 D によって減衰される。

(4) 集団の認識

ユーザがどの他ユーザとも集団を形成していない場合は、ある対象のユーザとの結合強度が閾値 θ 以上になり、その対象のユーザから見た結合強度も θ 以上になった場合に、集団を形成したと認識する。

ユーザが他ユーザと既に集団を形成している場合は、集団を形成しているユーザの過半数が、対象のユーザとの結合強度が閾値 θ 以上になった場合に、その対象ユーザを新たに集団に加える。逆に結合強度が閾値 θ 未満となるユーザが集団で過半数に達した場合は、その対象のユーザは集団から除外される。

4.2 集団の属性の抽出

本研究での提案手法では、Facebook 上のユーザの情報を用いて、集団の属性を多次的に抽出する。Facebook からは、ユーザの友達関係、所属グループ、職歴や学歴、好きな本や音楽、スポーツなど、多くの個人情報を取得することが可能である。ここでは、これらの情報を各要素として、ユーザの特徴ベクトルを定義する。

特徴ベクトルの各要素は、ユーザ i が $f(c,x)$ であるならば $E(i, f(c,x))$ として特徴ベクトルの要素に追加する。例えば、ユーザ x と友達であるや、 x というグループに所属しているなどが $f(c, x)$ の例として挙げられる。特徴ベクトルは可変長であり、ユーザが情報を持つ分だけ、それに対応して特徴ベクトルの要素を保持する。

そして集団の属性は、集団に所属する全ユーザが共通して持っている特徴ベクトルの要素を、その集団の属性として定義する。

例として、3人のユーザから構成される集団の特徴ベクトルの例を表1に示す。この例では、「グループ G に所属」という要素と「音楽 M が好き」という要素については、全ユーザが保持している項目である。つまりこれらの要素が、この例では集団の属性として定義される。

| | 学校 S に所属 | グループ G に所属 | 本 B が好き | 音楽 M が好き |
|-------|----------|------------|---------|----------|
| ユーザ A | ○ | ○ | × | ○ |
| ユーザ B | × | ○ | ○ | ○ |
| ユーザ C | ○ | ○ | × | ○ |

表1: ある集団のユーザの特徴ベクトルの例

4.3 集団の会話の活性度推定

本研究では、集団の雰囲気として会話の活性度を推定する手法を提案する。会話の活性度を用いて、集団に提示する情報の制御や集団の状態の外部への可視化に応用できる。

活性度の推定は以下の手順で行う。各ユーザは、スマートフォンを所持していることを前提としている。

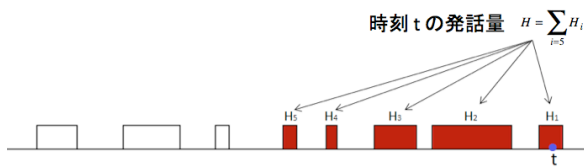
(1) 有声区間検出

ユーザが所持するスマートフォンから入力される音声に対して、有声区間検出を行う(図6)。

(2) 検出した区間に値を与える

検出した区間に対して、時刻 t におけるユーザの発話量に寄与する値として、 $H_i(t)$ を以下の式に従って計算する。 $Start(i)$ はその区間の始まりの時刻、 $End(i)$ はその区間の終わりの時刻、 α は定数である。

$$H_i(t) = (End(i) - Start(i)) \times \frac{1}{1 + \frac{1}{\alpha} \times (t - End(i))}$$

図6: 時刻 t の発話量の検出

(3) ユーザの発話量の計算

手順(2)で計算した $H_i(t)$ を用いてユーザの発話量を計算する。ユーザ j の発話量 $U_j(t)$ は、時刻 t から直近の 5 つの $H_i(t)$ の和として算出する。

$$U_j(t) = \sum_i^5 H_i(t)$$

(4) 会話の活性度の計算

会話の活性度 $A(t)$ は、集団を構成するユーザの発話量の平均として算出する。 M は集団のユーザの総数である。

$$A(t) = \frac{1}{M} \sum_j U_j(t)$$

5. 提案システムを応用したシナリオ

前節では、情報制御システムの根幹となる機能の実装案を提示したが、本節ではそれらが具体的な場面でどう機能するのかを示す。そのために1つのシナリオをベースに、システムの機能の働き方を検証する。シナリオとしては、あるユーザが研究者として学会に参加し、他の研究者ユーザと交流を図るという場面を例に挙げる。

(1) 集団の状態の可視化と新規メンバーの参入

シナリオ(1): ある研究者ユーザ A は、学会に参加し、休憩時間に他の研究者と交流を深めたいと考えている。顔を見ても誰が何の研究をしているのかは分からない状態である。そこで提案システムを利用したところ、近くに居る集団が研究者のグループで、自分の関心のある分野の研究をしている人の集まりであることが分かった。ユーザ A はその集団に声を掛けて、交流をすするに至った。

シナリオ(1)の議論: シナリオ(1)に登場する集団は、提案システムによって集団として認識され、その集団の属性の推定の結果、研究者の集まりであると認識された。そのため集団の外部に対して、集団のユーザ達による研究に関する情報が発信され、それを見たユーザ A が興味を持ち、集団に参入したという結末になっている。集団の属性やその情報を明示化することによって、コミュニケーションの創発を促している例である。

(2) 集団内での情報公開設定の変化

シナリオ(2): シナリオ(1)によって、ユーザ A が研究者集団に参入した。その集団では、初対面であるユーザ A が参入することで、お互いに友人同士で形成されていた集団は、内部で共有されていた情報の一部が非公開となった。これによって、初対面であるユーザ A には知られたいくないプライベートな情報を隠すことができた。

シナリオ(2)の議論: シナリオ(2)では、集団にユーザ A が参入したことで、集団内で共有する情報の内、一部が非公開となった。

ここで働いた機能は、集団の属性の変化による共有設定の変更である。ユーザ A が集団に入るまでは、集団内のメンバーはお互いに友人関係であったので、プライベートな情報も共有されていたが、ユーザ A は集団のメンバーにとっては初対面であったので、集団の属性がパブリックなものへと変化し、共有する情報に変化が生じた。現時点の集団の属性に合わせてプライバシーの設定を行うという例である。

(3) 集団への情報提示情報の変化

シナリオ(3): ユーザ A は集団に加わった後、活発な議論を行うことができた。その後しばらくして議論が落ち着くと、集団の内部では研究に関する外部の情報がいくつか提示されるようになった。

シナリオ(3): シナリオ(3)では、議論が盛んに行われている時は、外部からの情報が提示されることはなかったが、議論が落ち着くと外部の情報が提示されるようになった。これはシステムが、集団の場の状態を推定し、それに応じた情報の制御を行っているためである。また提示される情報が研究に関するものであるのは、集団のメンバー全員が研究に関心をもっており、集団の属性に研究に関するものが含まれているためである。コンテキストに合わせた集団への情報提示の例である。

6. まとめと今後の展望

本研究では、拡張現実ウェアラブルコンピュータの普及した未来、すなわち情報空間の情報が実世界に重畳されて提示される未来を想定した、情報制御システムを提案した。集団を認識することが情報の共有とセキュリティの範囲を決定するために有用であるという観点から、本研究では集団の形成を認識するモデルを提案した。また集団の状態(集団の属性と会話の活性度)を推定する手法を提案し、それらが情報制御にどう機能するのかを具体的なシナリオの例を用いて検証した。

今後の展望としては、まず情報共有範囲モデルの性能の検証を行うことである。本稿では、単純な物理的な距離だけを用いてその範囲を決定したが、他の集団の形成に関わる要素を考慮しながらモデルの評価と改良を行う必要がある。また情報制御がユーザにとって適切に行われるかどうか、ユーザスタディを通して評価を行う必要がある。そこから、さらに快適な情報空間の構築のために、集団の属性や雰囲気等を推定するモデルの改良を行う必要がある。

参考文献

- [1] Google Glass <http://www.google.com/glass/start/>
- [2] Facebook <http://www.facebook.com>
- [3] Lujun Fang and Kristen LeFevre, "Privacy Wizards for Social Networking Sites," Proceedings of the 19th international conference on World wide web, Pages 351-360, 2010.
- [4] Merton, R. K., "社会理論と社会構造," みすず書房, 1961.
- [5] 亀井剛次, エバジェットマー, 藤田邦彦, 吉田仙, 桑原和宏, "ネットワークコミュニティの形成を支援するシステム "Community Organizer" における情報提示手法の検討," 電子情報通信学会論文誌, D-I, Vol.J84-D-I, No.9, pp.1440-1449, 2001.