

プライバシー保護のために空間的精度を変化させる 位置情報共有手法の提案

山村 典子^{†1} 塚田 晃司^{†2}

GPS を搭載した高性能スマートフォン端末の普及により、自分自身や知人の位置情報を共有することが容易になった。しかし位置情報はプライバシーと結びつきやすく、日常的に共有するには精度が高いと問題である。本研究では、日常的に利用可能な位置情報共有手法を提案する。提案手法ではプライバシーを保護するために、位置情報の空間的精度に着目した。ユーザの登録情報によって共有する現在地の空間的精度を制御することで、プライバシーの保護を実現する。

Proposal of a Method to Control Spatial Accuracy for Privacy Management in Location-Sharing Systems

NORIKO YAMAMURA^{†1} KOJI TSUKADA^{†2}

Smartphones equipped with GPS have been widely popularized, so we can share current location among our friends using location sharing systems. When we share the location, privacy about our location is influenced because GPS coordinates are so accurate. In this paper, we propose a method to share current location enabling protection of our location privacy. The method controls level of spatial accuracy, for example, "available best location," "city level" and "prefecture level."

1. はじめに

GPS を搭載した高性能スマートフォン端末の普及により、自分が「今どこに居るのか」という現在の位置情報を知人と共有することが可能になっている。

Foursquare[1]に代表される、現在居る場所や施設の名前の共有を目的としたソーシャルロケーションサービス[2][3]では、今自分がどの施設に居るかを選択し共有する（以降、あるユーザの現在地として表示される場所の住所や施設名を「ロケーション」と呼ぶ）。しかしこの手法では施設を移動する度に端末を操作する必要が発生し、自動的な現在地の共有は実現していない。また、ロケーションと共に登録されている住所がテキストだけでなくマップで公開されるため、情報を共有される側は知人が今どこに居るのかを正確に把握出来る反面、本人にはプライバシーの問題が発生する。これは「帰宅したことを知人たちに伝えたいが、自宅の住所までは知られたくない」といったケースである。更にユーザによっては「ここに居ることを知人たちには知られたくない」場所が存在すると考えられるため、現在地の共有の自動化を妨げる要因の一つとなっている。

一方で日本におけるソーシャルロケーションサービスを利用しない理由の上位に、「プライバシーが心配」「操作が面倒」が並んでいる[4]。

本研究ではプライバシーに配慮した、日常的な現在地の共有手法を提案する。提案手法ではプライバシー保護のために、

位置情報の空間的精度に着目した。本研究における空間的精度は、住所でいえば「都道府県」「市町村」「番地」「施設名」をどのレベルまで共有するかということである。この空間的精度を変化させることによって、日常的な現在地の共有を目指す。

2. 既存の位置情報共有手法

知人と位置情報を共有しようとするサービスは現在でも数多く提供されている。ここでは既存の位置情報共有サービスの紹介と、その位置情報共有手法について分類する。

2.1 既存の位置情報共有サービス

ソーシャルネットワークキングサービスと親和性が高いのが、チェックイン系のサービス[1][2][3]である。このサービスではサービス提供者や他のユーザの登録によって、街の至るところにスポットという現実世界の地理座標系とそこに存在する施設の名前を紐づけた場所が多数設定されている。ユーザは自身のスマートフォン端末に搭載されたGPS情報に基づき周囲のスポットを検索し、自分の居る施設を選択（チェックイン）する。知人たちにはチェックインした場所がロケーションとして表示され、「今どこに居るか」を共有することが可能となっている。しかしスポットでの共有が前提とされているため、スポットが設定されていない場所に居ることを知人と共有は出来ない。ユーザはスポットを新たに登録することも可能だが、スポットは現実世界の地理座標系と結びつき、ロケーションとして共有する際に公開される。そのため、登録するには適さない場所も存在する。たとえばユーザの自宅はその一例である。

スポットなどに左右されず、GPS が取得した現在の位置

^{†1} 和歌山大学大学院システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{†2} 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

情報を共有するサービスも存在する。Glympse[5]はマップ上に現在地および移動の軌跡を表示し、位置情報を共有するサービスである。現在地および移動の軌跡を共有する時間を設定可能なのが特徴で、「今から一時間だけ自分の現在地を共有する」といった使い方が出来る。共有を開始すればあとは操作を必要とせず、GPSが取得した地理座標系に基づき現在地がマップ上で共有され、設定した時間を経過すれば共有は自動的に終了される。このように自動的な現在地の共有は可能であるが、現在地が移動の軌跡とともにリアルタイムに、それもマップ上で共有されてしまう。そのため、プライバシーを脅かす恐れがあり、日常的な位置情報を共有するには向いていない。

共有する相手によって、位置情報の空間的精度を変化させることが可能なサービスに Google Latitude[6]がある。このサービスは他のチェックイン系のサービスと同様、チェックインすることで知人と現在地を共有する。また、マップ上で自身が「今どこに居るか」を一方向的に共有するだけでなく、知人が「今どこに居るか」を共有することも可能である。プライバシーの設定次第では、自身の現在地を常に共有出来る。また機能の一つとして、現在地を共有する相手によって、どの程度の空間的精度まで共有を許すかの設定が存在する。「最新の現在地を教える」「現在地の都市名のみ共有する」「この友だちに現在地を教えない」の三段階である。このように、位置情報の空間的精度を本人の意思でコントロールすることが可能となっている。しかし空間的精度の変化を共有する相手一人ひとりに設定しているため、特定の場所に居る時だけ全ての友だちに現在地を教えないということが出来ない。具体的には「ここに居ることを知人たちには知られたくない」ケースや「帰宅したことを知人たちに伝えたいが、自宅の住所までは知られたくない」ケースには対応し難い。

だが、誰かと位置情報を共有する際にその空間的精度を変化させることは、必要な機能の一つと考えられる。位置情報を共有する本人が自身の位置情報を、どの程度の空間的精度までなら共有を許容するか、またどのような形式(テキスト・マップ・時系列)での共有が最適と考えるかは、共有する相手との関係性によって変化することが調査により明らかになっている[7]。

2.2 位置情報共有手法の分類

既存の位置情報共有手法を、自動か手動か、位置情報の空間的精度が高いか低いかで表したのが図1になる。本研究における位置情報の空間的精度は、次のように定義する。たとえば和歌山大学で現在地を共有した場合、「和歌山県和歌山市栄谷 930 和歌山大学」までロケーションとして表示することを位置情報の空間的精度が高いとし、「和歌山県」までしかロケーションとして表示しないことを位置情報の空間的精度が低いと表現する。

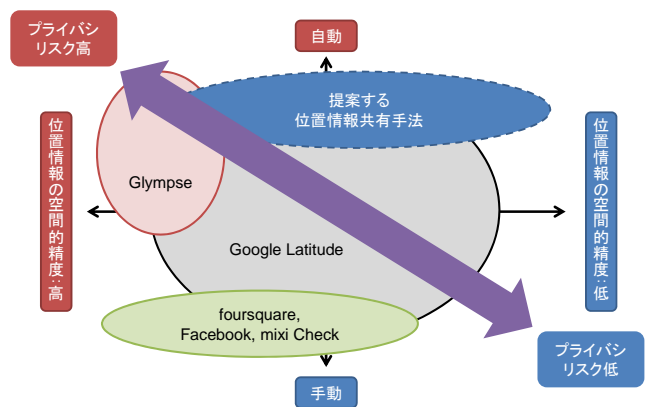


図 1 位置情報共有手法の分類

日常的に位置情報を共有する場合、自動かつ空間的精度が高くなればなるほど現在地（本人が実際に居る場所）とロケーション（知人たちと共有した際、現在地として表示される場所）との差がなくなり正確な現在地の共有が可能であるが、ユーザのプライバシーを脅かすリスクが高くなると考えられる。逆に、手動かつ空間的精度が低くなればなるほどユーザのプライバシーを脅かすリスクは低減するが、正確あるいは有益な現在地の共有は難しい。

また、空間的精度を本人の意思に基づき変更可能かについて考える。Google Latitudeのように相手ごとに空間的精度をコントロール可能なサービスはあるが、場所ごとにコントロール可能なサービスはあまり見られていない。チェックイン系のサービスについては周囲のスポットから「今ここに居る」場所を選択することが出来るので、意図的に自身の現在地とは異なる場所をロケーションとして選択するような使い方をすれば場所ごとにコントロール可能とも言えなくもない。しかしチェックイン系のサービスには、やはり共有する位置情報がスポットに限定されているという点で欠点が残る。

3. 提案する位置情報共有手法

図1に示した通り、本研究では自動かつ位置情報の空間的精度を低めることで日常的にも利用可能な位置情報共有手法を提案する。しかし精度の低い位置情報をロケーションとして常に共有していても、その情報が有益なものになるとは言い難い。たとえば大学に所属する学生であれば、大学構内に居るという情報や大学の周辺に居るという情報は知人と共有されても抵抗感が少なく、また共有される側にとっても有益なものである。更に、他の人々には一般的な施設とかわりはないが、知人たちの間でよく話題にあがる場所であれば、大学構外であっても「今そこに居る」という情報は積極的に共有したいし、知人たちにとっても有益な情報と考えられる。そこで場所により空間的精度を自動的に変化させることで、有益な位置情報の共有を目指す。

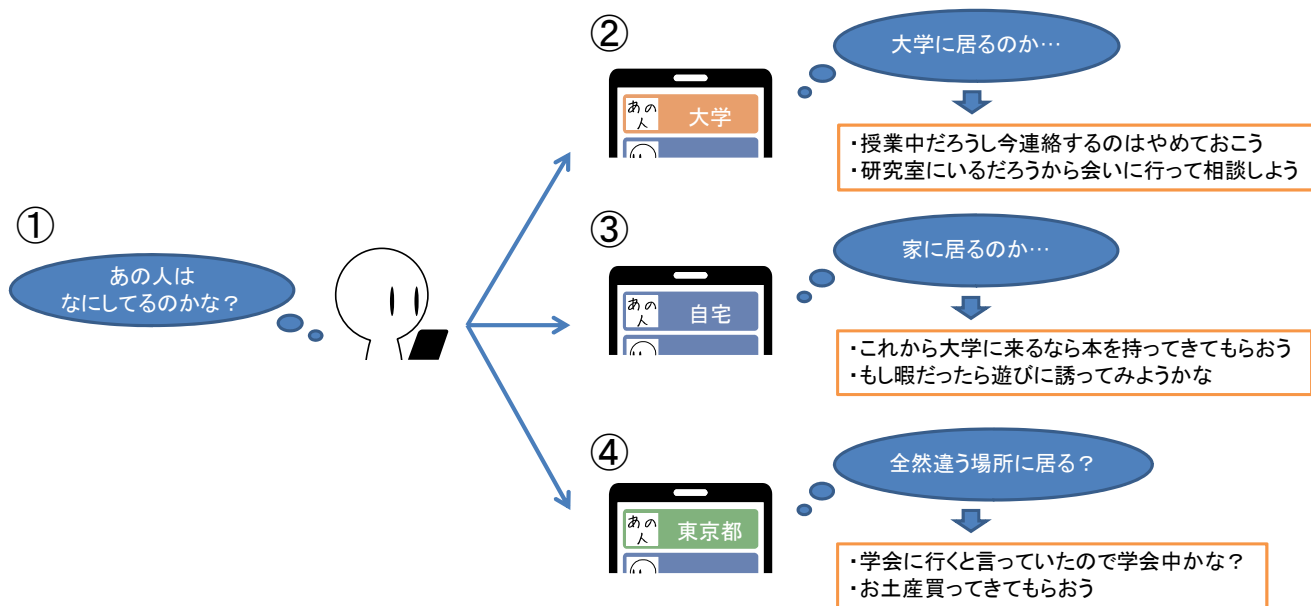


図 2 知人のロケーションの把握による相手の状態の推測および行動の変化

本研究は、面識のある知人間での日常的な位置情報の共有を想定している。ここで言う知人とは、大学に在籍する学生であれば、仲の良い友人や同じ研究室に所属しているメンバーなどである。

日常的な位置情報の共有を実現するには、GPS 情報の取得および位置情報を共有する際に必要となっていた動作を自動化する必要があると考えられる。動作がたとえ、スマートフォン端末の画面を一度タッチするだけだったとしても、移動の度にこれをおこなうのは煩わしいものだからである。

しかし位置情報の共有を自動化するにあたっては、プライバシーの問題が大きく関わってくる。自身の現在地を共有する相手が知人たちとはいえ、あるいは面識のある知人たちだからこそ、「ここに居ることを知人たちには知られたくない」場所が存在すると思われる。そのような場所に出かけるにあたって一時的に位置情報の共有をしないという機能による問題の解決も考えられるが、やはり操作という手間が発生するし、共有の切り替えを忘れた時のリスクを考えるとそもそもの使用に対する抵抗感を感じる人もいるだろう。それにこの機能は、一時的に位置情報を共有しない間はすなわち知人たちに知られたくない場所に出かけていると自ら告白するようなものである。

3.1 位置情報の把握による相手の状態の推測

そこでまず、位置情報を共有している場合、ユーザは知人のどのような位置情報を期待するかについて考える。大学という場所を共通の活動拠点とする学生にとって、ある知人が今なにをしているのか位置情報から推測を立てる時(図2の①)、期待する情報としては「大学に居るのか」「自宅に居るのか」だと思われる。知人のロケーションが大学であれば、曜日や時間帯によって講義を受講しているか研

究をおこなっているかななどの推測が可能であろう(図2の②)。ロケーションが自宅であれば、プライベートな時間を過ごしていることが分かる(図2の③)。このように相手の状態がロケーションから推測出来れば、それによって取る行動も柔軟に変化させられる。

更には「グループの間でよく話題にあがる場所に居るのか」についても期待が高いと考えられる。これは形成されたグループによって異なるが、駅や図書館などの公共施設、飲食店や遊技場などの商業施設などが当てはまる。

それ以外の場合、たとえば知人のロケーションが、大学や知人の自宅がある以外の都道府県であれば、何らかの理由があって出かけていることが判明するだろう(図2の④)。位置情報を共有する本人にとっても、たとえその地域や施設に居ることを知られたくない場所であったとしても、「都道府県」レベルでの共有であれば知人たちに共有する抵抗感は低減すると思われる。

以上の考えに基づくと、大学のような共通の活動拠点やグループ内で話題にあがるような場所に居る場合は位置情報の空間的精度は高い必要があるが、それ以外の場所については空間的精度が低くとも構わないと言える。例外としては各ユーザの自宅があげられるが、プライバシー保護の観点からすれば空間的精度を高く設定し、住所までも共有してしまうのは不適當である。そこで各ユーザの自宅については、特別な扱いをする必要がある。

また、今回はある大学に在籍する学生と、同じ研究室に所属するメンバーを例にあげたが、これ以外にも共通の活動拠点を持つようなグループで同じことが言えるだろう。

3.1.1 共通の活動拠点および話題にあがる場所

位置情報の空間的精度が高くとも、自身の位置情報を共有する本人にとって問題が少ないと考えられる場所である。

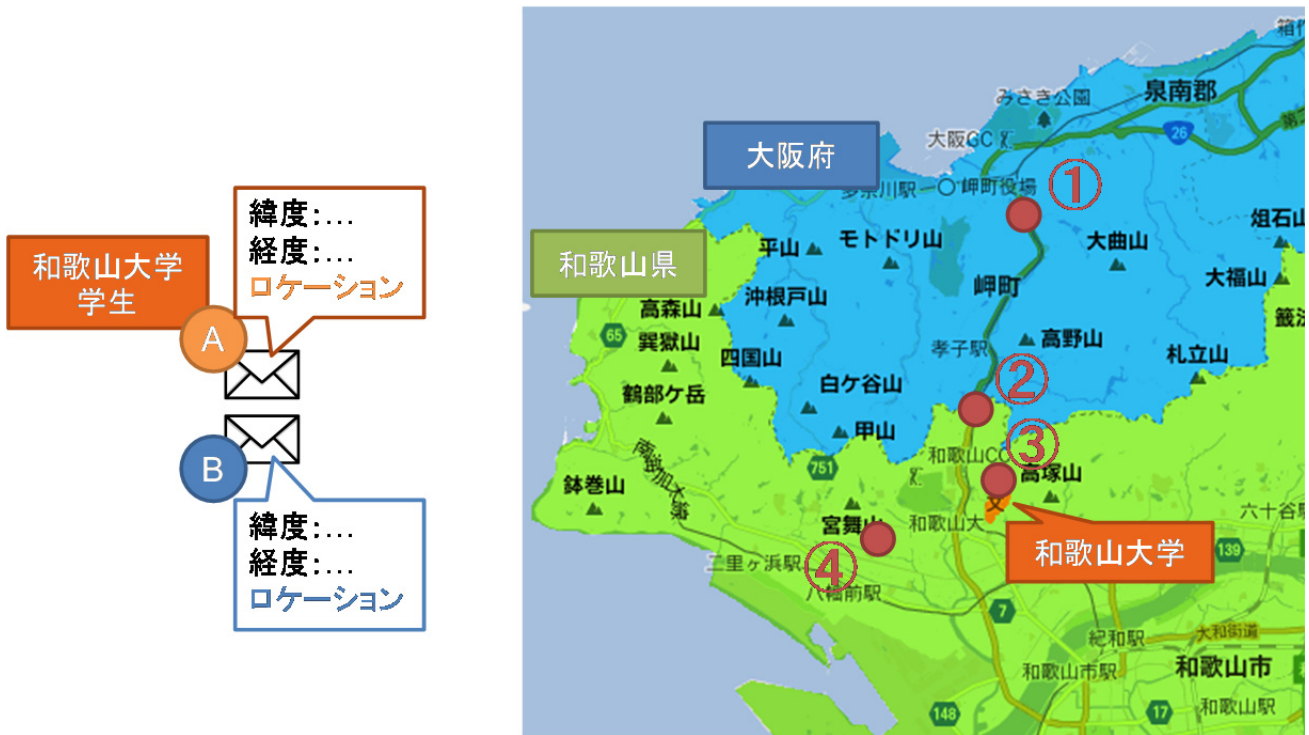


図 3 ユーザ A,B と二人の現在地

これは、グループ内で既にその場所がどこにあるかを知られている可能性が高いためである。このような場所では、住所の番地や施設名までをロケーションとして共有しても問題は生じ難い。また、このような場所の地理座標系は、グループのメンバーしかアクセス出来ないようであれば、サーバに保存して取り扱っても構わない情報だと言える。更には既存の位置情報共有手法のように、テキストだけでなくマップ上にプッシュピンでその場所を明示しても構わない。

3.1.2 各ユーザの自宅

「そこに居るかどうか」を共有することが期待されているが、位置情報の精度を高くするには不適當な場所である。

各ユーザの自宅の住所、またはその地理座標系は非常にプライベートな情報であり、また保護されるべきものである。ユーザによっては、たとえ住所まで共有されることはないとしても、登録情報としてサーバに保存するのにさえ抵抗感を抱く可能性がある。よってこのような情報はサーバに保存するのではなく、各ユーザのスマートフォン端末でのみ保存し、扱うべきである。また、既存の位置情報共有手法のような、マップ上でその場所を明示するといった共有方法は避けられるべきである。

3.1.3 それ以外

自身の位置情報を共有する本人にとっては、位置情報の空間的精度が低い方が好ましい可能性のある場所である。

このような場所において、日常的な位置情報の共有を目標とする場合は、その空間的精度が低くとも共有される側

にも問題は少ないと考えられる。日常生活における関心事は「共通の活動拠点に居るのか」「自宅に居るのか」に大別されるためである。また、日頃から共に活動していれば、位置情報の空間的精度が低くとも知人が何をしているかの推測が立てられる可能性も存在する（図2の④）。

よって、「共通の活動拠点」「自宅」以外の場所については空間的精度を低く設定する。具体的に共有されるロケーションは「都道府県」や「市町村」レベルになるが、プライバシーをどの程度公開するかの許容度は個人によって異なる。そのため、グループのメンバーの行動範囲とメンバー一人ひとりの意思によって決定されるべきである。

3.2 共有する場所の登録

本提案手法では、ロケーションとして共有する場所の位置情報は緯度・経度で取り扱う。ユーザが本提案手法の実装されたシステムで位置情報の共有を始める前に「共通の活動地点」の緯度・経度とその名前をシステムに登録、言い換えればサーバに保存する必要がある。また各ユーザは「自宅」の緯度・経度を自身のスマートフォン端末で選択し登録、言い換えればローカルに保存するのが望ましい。

4. 想定する提案手法による位置情報の変化

提案手法では、現在地が同じである二人にもかかわらず、各々の知人に対して共有するロケーションは異なる場合がある。

図3のAとBは本提案手法を実装した位置情報共有システムの利用者である。Aは和歌山大学に在籍する学生、B

はそれ以外の人物とする。A は共通の活動拠点として和歌山大学（図 3 の③）を登録しているが、B はしていない。また、図 3 の④は A の自宅であり、A は自宅の場所を自身のスマートフォン端末に登録している。

A と B が図 3 で示した各地点（図 3 の①②③④）に居る場合、二人の現在地として各々の知人たちに共有されるロケーションは表 1 の通りになる。

表 1 本来の住所と共有されるロケーション

図 3	本来の住所	A のロケーション	B のロケーション
①	大阪府 泉南郡岬町 深日	大阪府	大阪府
②	和歌山県 和歌山市 中	和歌山県	和歌山県
③	和歌山県 和歌山市 栄谷 930	和歌山県 和歌山市 栄谷 930 和歌山大学	和歌山県
④	和歌山県 和歌山市 木ノ本	自宅	和歌山県

このように A にとっては活動の拠点や何らかの意味を持つ場所であったとしても、B にとっては特別な意味を持たないような場所では、二人の現在地が同じ場合でも各々の知人に共有されるロケーションは大きく異なる。

5. システム構成

提案する位置情報共有手法を実現するためのシステム構成を図 4 に示す。

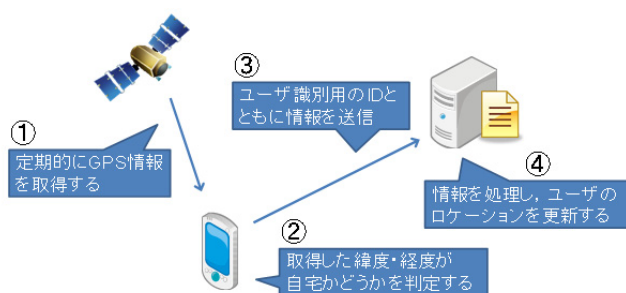


図 4 システム構成と処理の手順

システムにおけるユーザの現在地を取得し、ロケーションを決定、更新する際の処理手順は次のようなものが考えられる。

1. 位置情報を共有しているユーザのスマートフォン端末が定期的に現在地の GPS 情報を取得する（図 4

の①）。

2. 取得した GPS 情報の緯度・経度が自宅かどうかを判定し、ユーザ識別用の ID とともに結果をサーバへ送信する（図 4 の②③）。
3. サーバが受信した通知を処理し、ユーザのロケーションを書き換える（図 4 の④）。

図 4 の②で判定された結果が「自宅」でなかった場合、図 4 の④では、緯度・経度から住所へ変換する処理が必要となる。しかしこれは、独自に対応するには非常に大きな労力を割かなければならない。日本国内に対応したリバーズジオコーディングサービスが Google[8]や Yahoo!Japan[9]などから提供されているため、これらを利用すれば処理が実現可能である。

また、緯度・経度は座標であるので、登録した地点からどの程度の周囲をその場所と見なすかをシステム側で決定しなければならない。GPS の誤差の問題があるため、あまりにその幅が小さいとシステムが有効に機能しない恐れがある。共通の活動拠点となる場所の敷地面積が広大な場合は、敷地面積が参考になる。たとえば大学のキャンパスを登録しようとするれば、キャンパスの中心から敷地面積全てをカバーするような円を作成すれば半径が逆算可能である。自宅や敷地面積が狭い場所といった場合の決定は、数十メートル程度であれば GPS の誤差を吸収し、本来の現在地と共有する際に表示されるロケーションとの間に大きなずれが発生しないものと思われる。

6. まとめと今後の課題

高機能スマートフォン端末の普及により知人と自らの位置情報を共有しあうことが可能になったが、日常的な位置情報の共有には問題がある。本研究はその理由を、プライバシーに対する懸念と操作の煩わしさとし、共有の自動化と位置情報の空間的精度の変化によってプライバシーに配慮する位置情報共有手法を提案した。

今後の課題としては提案手法を実装したシステムの構築と、ユーザによる評価が必要だと考える。評価の方法は、一切の制限なしにシステムを利用してもらう期間と、幾つかの機能を制限したシステムを利用してもらう期間を設け、その後にアンケート調査をおこなう。ただし本稿の中でも幾度となく触れたが、位置情報はプライベートと密接に結びつく可能性が高いため、評価実験をおこなう際はプライバシーに十分留意する必要がある。

参考文献

- 1) Foursquare
<https://foursquare.com/>
- 2) Facebook
<http://touch.facebook.com/>
- 3) mixi Check
<http://mixi.jp/promotion.pl?id=37>
- 4) 携帯電話等の「位置情報サービス」に関するアンケート

<http://research.goo.ne.jp/database/data/001439/>

5) Glympse

<http://www.glympse.com/>

6) Google Latitude

http://www.google.com/intl/ja_jp/mobile/latitude/

7) Karen P. Tang, Jason I. Hong, Daniel P. Siewiorek: Understanding How Visual Representations of Location Feeds Affect End-User Privacy Concerns, UbiComp 2011, pp.207-216 (2011).

8) Google Maps JavaScript API V3 サービス

<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/services?hl=ja>

9) Yahoo!リバーズジオコーダ API

<http://developer.yahoo.co.jp/webapi/map/openlocalplatform/v1/reversegeocoder.html>