

# 滞在履歴データを用いたグループ内交友関係の可視化

大石 晃平<sup>1,a)</sup> 角 康之<sup>1,b)</sup>

**概要：**本研究は、グループメンバー全員の滞在履歴データから、グループメンバー間でのコミュニケーションの状況を把握し、グループ内コミュニケーションを促進することが目的である。滞在履歴を収集する方法として、学内での滞在履歴をトラッキングしているサービス、「LATTE」を利用する。収集したデータを、時間・人・スポットを考慮した形で可視化する。今回は、ネットワークグラフでの可視化を行った。可視化した結果として、1人1人のグループ内での交友関係を知ることができた。これらによって、滞在履歴データからメンバー間のコミュニケーションの状況を理解するための、第一歩となった。

## 1. はじめに

本研究は、グループメンバー全員でグループメンバー間の接触状況を把握することで、メンバー同士の行動・コミュニケーションがどのように変化するかを分析し、グループ内の実世界でのコミュニケーションをより活発化させることが目的である。そのために、学内の滞在履歴データを用いて、グループメンバーの接触状況を可視化するシステムを提案する。本稿では、その試みの一つとして、ネットワークグラフでの可視化システムの構築を行い、交友関係などを把握することを目的としている。

これまで様々なコミュニケーション支援の研究が行われてきた。例えば、オフィス内での対面コミュニケーションと体の動きのセンシングデータに着目して、オフィス内の対面コミュニケーション支援を行った研究 [1] がある。この研究は、グループ内の対面コミュニケーションと個人の行動を結びつけてコミュニケーション支援を行った研究である。また、本棚前における会話や行為を示すシーンとつながりのある本の持つ情報を本棚に紐づけてコミュニケーション支援を行った研究 [2] や、写真撮影とメモ書きを融合させた行為を複数ユーザで共有することで、知識共有や体験の現場でのコミュニケーションを支援する研究 [3] といった、体験を共有することによってコミュニケーション支援を行った研究もある。以上のような様々なコミュニケーション支援を行った研究があったが、本研究ではグループメンバーの滞在履歴に着目する。本研究は、対面かつ同じ場所でもに活動することによって、グループ内コミュニケーションが行われていると仮定する。そして、

グループメンバーそれぞれの滞在履歴を可視化・フィードバックすることで、グループ内コミュニケーション状況を見直すきっかけになり、コミュニケーションの促進につながるのではないか、という仮説を立てる。本研究が解明すべき問いは以下の通りである。

- メンバーそれぞれの周期的な行動を読み取ることができるのか？また、偶発的なコミュニケーションを誘発できるようなスポットを発見できるか？
- グループ内の滞在履歴を可視化することで、グループ内の関係性や交友関係を把握し、グループ内コミュニケーションの促進に役立つか？

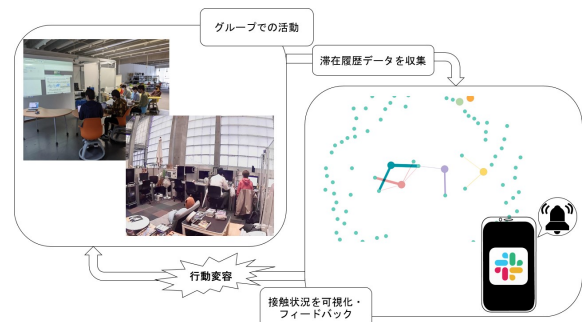


図 1 提案システムのイメージ図

本研究で提案するシステムのイメージ図を図 1 に示す。メンバーの学内での滞在履歴を収集するために、松原らが開発した「LATTE」 [4] を利用する。収集したグループメンバーそれぞれの滞在履歴データを学内の見取り図などで可視化する。可視化したものを Web アプリケーションとしてメンバーが確認できるように公開し、グループメンバー全員が閲覧できるようにする。また、可視化したデータなどを元に、グループメンバーに交友関係やグループ内

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学

<sup>a)</sup> k-oishi@sumilab.org

<sup>b)</sup> sumi@acm.org

の偶発的な出会いを促せるようなスポットのフィードバックを行う。これによって、グループ内のメンバーそれぞれの行動を変化させ、実世界でのコミュニケーションを促進できると考えている。

## 2. 関連研究

社会グループの周期性を観測した関連研究として、Nunes らの研究 [5] がある。Nunes らは、近接接触の痕跡をもとに、時間を通じて社会グループの進化、周期性、ミーティングの継続時間など、グループの移動特性の特徴を明らかにした。また、人間の移動グループを検出・追跡するための体系的な方法を提案した。結果として、社会グループの特徴は、日中の時間に大きく依存していることがわかった。それだけでなく、グループ内での接触は周期期に行われ、日単位だけでなく、週単位でも周期性があることがわかった。また、グループ内での再開確率が時間とともに減少することもわかった。さらに、グループミーティングの期間は、グループメンバー間の仲の良さと社会的結合の強さに中程度の相関関係があることがわかった。このことから、本研究は、日単位ではなく週単位での滞在履歴を可視化することで、週単位のグループ内コミュニケーションの周期性を観測する。その周期性をグループ全体で共有することで、自身のグループ内の関係性を把握することができ、行動変容を誘発できると考える。

コミュニケーション支援のアプローチの関連研究として、辻らの研究 [1] がある。辻らは、オフィスのコミュニケーションを促進するためのビジネス顕微鏡ディスプレイのプロトタイプを開発した。ビジネス顕微鏡とは、オフィス内での対面コミュニケーションと体の動きのセンシングデータを加工して表示するものである。結果として、行動ログが状況共有の会話を活性化するために有効であったこと、ディスプレイ表示することがコミュニケーションのきっかけになっていたことが確認できた。このことから、本研究では、滞在履歴データをグループメンバーに可視化・フィードバックすることによって、自身の行動ログを振り返り、グループメンバー間の状況共有の会話の手助けになるのではないかと考える。

位置推定からユーザそれぞれの重要な場所の抽出をした関連研究として、King らの研究 [6] がある。King らは、座標をトレースし、位置情報を推定だけでなく、その場所がユーザにとってどのような場所なのかを抽出した。「ユーザにとってどのような場所」は、位置情報のみで表されるものではなく、「仕事場」や「住んでいる場所」などの、ユーザにとって重要な意味を持つ場所のことを指す。座標ベースの位置情報システムを用いて、700 時間のデータを収集した。その結果、ユーザにとって最も重要な場所をうまく抽出できた。抽出したデータをユーザのカレンダーなどの追加情報と合わせることで、自動的にラベリングを行

うことにも取り組んでいた。将来的には、ユーザの現在地と過去の行動履歴から、ユーザの目的地を予測することもできるのではないかと述べられていた。本研究でも、長期間にわたってグループメンバーの学内での滞在履歴を収集することによって、メンバーごとの重要な場所を理解することができる。それを共有することで、グループメンバー間の重要な場所が変化し、行動変容を誘発できると考える。

また、位置推定から社会グループの動きのダイナミクスを測定した関連研究として Cho らの研究 [7] がある。Cho らは、携帯電話の位置情報と、Gowalla と Brightkite という 2 つのロケーションベースのソーシャルネットワークサービスのデータを利用し、人間の動きとダイナミクスを支配する基本的な法則を理解するというを試みた。結果として、短距離の移動は空間的にも時間的にも周期的な行動であるが、社会的ネットワークからの影響は受けないことがわかった。一方で、長距離の移動は、社会的ネットワークの結びつきに影響を受けていることがわかった。また、長距離の移動をする場合は、友人関係のある人が近くで移動している可能性が高いことがわかった。これは、新たな友人関係を構築することに与える影響よりも 2 倍強いことがわかった。また、全移動の中で、社会的な関係のものが約 10～30%で、周期的な行動が 50～70%であることがわかった。このことから、本研究では、詳細な滞在履歴を長期間収集することで、グループメンバーそれぞれの行動の周期性を確認できることを示している。また、学内の長距離・長時間の移動が計測できた時、その近くで同じ移動をしていたメンバーとは、交友関係が深いと推測できる。

## 3. 提案システム

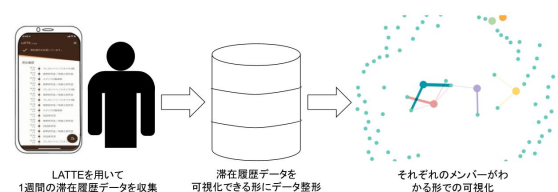


図 2 提案システムの流れ

本研究で提案するシステムの流れを図 2 に示す。まず、「LATTE」を用いて、学内での滞在履歴データを記録する。本研究で使用する滞在履歴データは、公立はこだて未来大学内の同意のとれた角康之研究室のメンバー 6 名から収集する。「LATTE」で記録した滞在履歴データを Nunes らの研究 [5] を参考に Slack で週に 1 度収集する。その滞在履歴データを可視化できるような形に整形し、可視化を行う。そのため、提案システムには、2 つの主要な機能が存

在する。滞在履歴データの整形、滞在履歴データの可視化である。



図 3 LATTE における滞在履歴表示 (松原らの研究 [4] から引用)

### 3.1 滞在履歴データの収集

本研究では、松原らが開発した「LATTE」[4]を用いて、学内の滞在履歴の収集を行っている。「LATTE」は、キャンパス内に約 100 個設置されたビーコンを使用して、学内での滞在していたスポットや時間を記録するスマートフォン向け接触確認アプリである。図 3 は、「LATTE」で収集した滞在履歴を表示した画面である。一定時間以上滞在していたスポットにビーコンが設置してあると、そのスポットを自動推定してスマートフォンにのみ記録される。それを図のように、スポットに滞在し始めた時間・滞在していた時間・滞在していたスポットが表示される。また、直近 2 週間の滞在履歴をいつでも確認することができる。「LATTE」を被験者それぞれのスマートフォンにインストールし、記録された滞在履歴データを、週ごとに Slack で収集する。

### 3.2 滞在履歴データの整形

「LATTE」から出力した滞在履歴データは text ファイルで出力され、検出した日時、使用しているスマートフォンの OS、レイジングの状態を表す type がわかるようになっている。また、ビーコンを検出した場合、その時検出したビーコンの数だけ UUID, major 値, minor 値, rssi, distance が加えられる。UUID と major 値・minor 値は、ビーコン固有を識別するための識別子である。rssi は、受信した際の電波強度である。distance は、ビーコンとの距離である。今回は、長時間での滞在履歴を元にグループ内の周期性、学内でのグループメンバーの作業場所、メンバーが何気なく通りかかったり、訪れたりするスポットの発見を目指す。そのため、「LATTE」から出力されたデータの中で、日時やスポットについての情報である、検出された日時、UUID, major 値, minor 値を抽出し、メンバーを識別できる要素を加えて、整形を行う。整形したデータをデータベースに格納して、API として可視化する Web システムからアクセスできるようにする。

### 3.3 可視化の方法

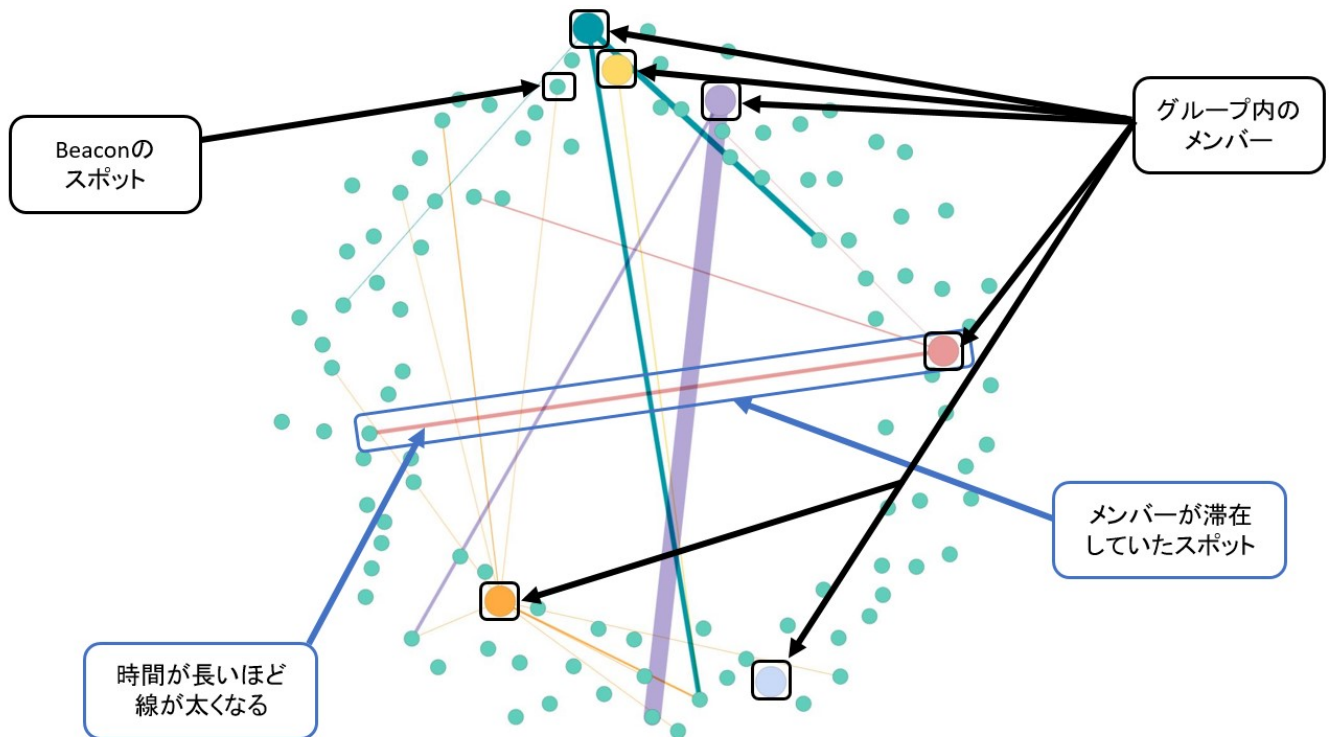
滞在履歴データの可視化は、ネットワークグラフでの可視化を行った。ネットワークグラフで可視化することによって、メンバーがどのスポットによく滞在しているのか、誰とよく同じスポットに居たり、訪れたりしているのかなどが他の可視化方法と比べて一目で把握できると考えられます。それによって、グループ内の滞在場所や交友関係の深さなどをより直感的に把握できると考えたからである。また、人があまり滞在していないにもかかわらず、メンバーとのつながりが多いようなスポットは、メンバー間がよく行き来している通りかかったり、訪れていたスポットだと考えられる。そのハブのような役割を持っているスポットを視覚的に発見できると考えたからである。これらの理由から、ネットワークグラフでの可視化を Web で行い、グループ内で共有した。

## 4. システムの実装

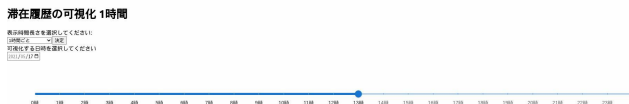
ネットワークグラフの作成には、nivo<sup>\*1</sup>というライブラリを使用した。実際のある一日の滞在情報を可視化したものを、図 4 に示す。数が多い青緑色のノードには、学校に設置されているビーコンのスポットを割り当てている。それ以外の色には、グループ内の各メンバーを割り当てている。ノードにカーソルを合わせると、ノードの詳細情報である、ノードの名前やスポットの階数やメンバーの学年が表示される。指定した時間に、そのスポットに 1 人のメンバーが滞在していた場合、滞在していたメンバーのノードと青緑色のスポットのノードが、メンバーのノードと同じ

<sup>\*1</sup> <https://nivo.rocks/>





色の線で繋がる仕様になっている。また、この線は滞在していた時間が長いほど線が太くなる。



そして、ネットワークグラフの時間を変更するために、図5のような可視化する時間の長さを実際の時間を選択する項目を作成した。可視化する時間の長さは、プルダウン形式で選択することができる。時間の長さは、1分、1時間、1日、1週間の4項目から選択することができる。時間の長さを選択すると、実際の時間を選択する項目が表示される。実際の時間を選択する項目では、年、月、日を選択する日付選択欄と、時間の長さに応じた時間を変更するスライダーを作成した。スライダーを動かすことによって、指定した時間の長さでネットワークグラフのノード同士のつながりが変化する。これによって、動的にネットワークグラフの変化を見ることができる。

## 5. システムの評価

ネットワークグラフでの可視化によって、各メンバーがよく滞在しているスポットとそのスポットにどのメンバーといるのかを把握することができた。例として、図6では、オレンジと濃い青のメンバーがほとんど同じようなスポッ

人に滞在していることがわかる。一方で、赤色のメンバーは他のメンバーとはどれも違うスポットに滞在していることがわかる。このように、リンクが同じようなスポットにつながっているメンバーは一緒に行動していると考えられるため、交友関係が深いと考えられる。一方で、ミーティングなどのフォーマルな時間以外では、他のメンバーとあまり同じスポットに滞在していないメンバーは交友関係が浅いと考えられる。このような形で、交友関係を把握することはできた。しかし、物理的な距離が近いスポットを複数個表示しているため、正確な滞在時間を把握するまでには至らなかったという問題点も浮上した。

## 6. 今後の展望

5 節で述べたように、ピーコンのスポット同士の物理的な距離が近いスポットを複数個取得してしまっている。そのため、整形したあとのデータで、本来滞在しているであろう場所から、近い他のスポットになっている場合が散見した。そのようなことを無くすために、データ整形の方法を改善する必要がある。また、現状では、ノードを色だけで区別しており、カーソルを合わせなければノードの詳細情報を見ることができない。そのため、ノード同士のつながりは把握することができるが、より直感的にノードの情報を把握することができていない。より直感的にノードの情報を把握するために、ノードごとにラベルをつけるなどして、よりノードの区別をわかりやすいものにしていきたい。

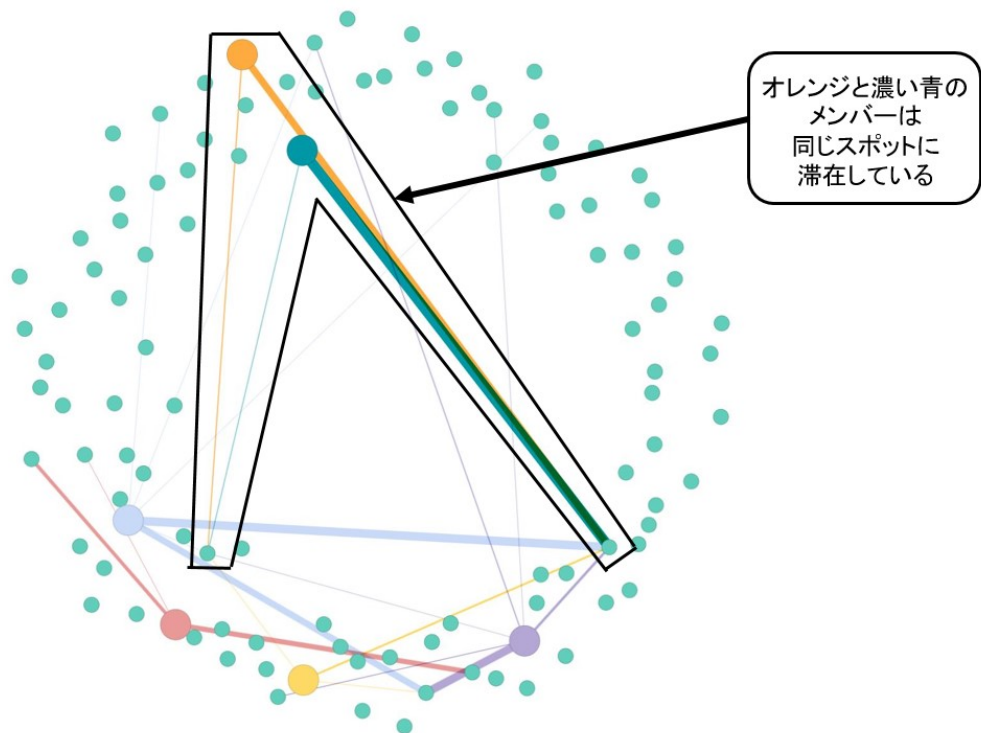


図 6 濃い青とオレンジのメンバーが同じスポットに滞在している様子

## 7. おわりに

本研究では、グループメンバーの滞在履歴を収集し、グループメンバー全員でグループメンバー間でのコミュニケーション状況を把握する。それにより、メンバー同士の行動・コミュニケーションを見直すきっかけを与え、グループ内の実世界コミュニケーションをより活性化させることを目的としている。その試みの一つとして、ネットワークグラフでの可視化システムの構築を行い、交友関係などを把握することを試みた。そこで、学内での滞在履歴を記録しているサービス、「LATTE」を用いて、グループメンバーの滞在履歴を収集し、可視化する手法を提案した。可視化の方法として、スポットとメンバーの関係性、メンバーとメンバーとの関係性が視覚的にわかりやすいと考えたため、ネットワークグラフでの可視化を行った。結果として、メンバーの滞在场所を把握することができた。今後は、滞在履歴データの整形の精度向上や、交友関係の浅いメンバーなどとコミュニケーションを促進するようなフィードバックシステムの開発し、グループ内のコミュニケーションを支援することを目標としている。

**謝辞** 学内行動履歴データ収集のためのスマホアプリ LATTE の利用に関する議論やご支援を頂戴した松原克弥准教授をはじめとする LATTE 開発チームに深く感謝します。

## 参考文献

- [1] 辻聡美, 佐藤信夫, 大塚理恵子ほか: ビジネス顕微鏡ディスプレイ: オフィスでのコミュニケーションを促進する行動ログ表示アプリケーションの開発, 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol.11, No.4, pp.69-76(2012).
- [2] 三木可奈子, 角康之, 西田豊明: 本棚を通じた体験共有コミュニケーション支援, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.125, No.9, pp.55-62(2007).
- [3] 角康之, 伊藤惇, 西田豊明: PhotoChat: 写真と書き込みの共有によるコミュニケーション支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.6, pp.1993-2003(2008).
- [4] 松原克弥, 零石卓耶, 倉茂雄人ほか: 大学における COVID-19 対策としての IT を用いた行動履歴記録支援, 研究報告情報システムと社会環境 (IS), Vol.2021, No.2, pp.1-6(2021).
- [5] Nunes, I. O., de Melo, P. O. V., & Loureiro, A. A. : Group mobility: Detection, tracking and characterization, In 2016 IEEE international conference on communications (ICC), pp.1-6(2016).
- [6] Kang, J. H., Welbourne, W., Stewart, B., & Borriello, G. : Extracting places from traces of locations, ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, Volume.9, No.3, pp.58-68(2005).
- [7] Cho, E., Myers, S. A., & Leskovec, J. : Friendship and mobility: user movement in location-based social networks, In Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, pp.1082-1090(2011).