

# Probe Request を用いた話題提供システムの開発

花家朋宏<sup>†1</sup> 河野恭之<sup>†1</sup>

**概要:** 本研究では Probe Request を用いて人々のコミュニケーションを支援する手法を提案・実装する。スマートフォンなどの無線 LAN クライアントが発信する Probe Request とその応答信号である Probe Response と GPS で取得した位置情報を収集し、それぞれの検出履歴から特定の人物との会合情報を取得しユーザに提供する。個人の生活行動に関する情報を収集し活用するライフログの研究は盛んに行われているが、周囲の人とのつながりを支援するような研究は少ない。本研究では Probe Request 検出履歴、Probe Response 検出履歴、GPS で取得した位置情報を解析することでユーザが関わったイベントの情報を取得し蓄積する。そして特定の人物に会合した際に蓄積した情報をユーザに提示することで話題を提供する。

## Topic Presentation System Analyzing Probe Requests

TOMOHIRO HANAKE<sup>†1</sup> YASUYUKI KONO<sup>†1</sup>

**Abstract:** This research presents the method for supporting communication of people with Probe Request. We develop the system that gets information on chance meeting with a specific person and provides the user with the information. In order to get the information, we collect Probe Requests transmitted by wireless LAN client, e.g., smartphone, Probe Responses as their response signal, and locations information. Research on lifelogs collecting and utilizing information on personal living is actively proposed, but few studies have focused on relation with surrounding people. This research analyzes the Probe Request log, Probe Response log and location information to acquire information on events related to the user. When we meet a specific person, the system provides the user with topics by presenting stored information.

### 1. はじめに

就職活動における説明会、学会等のイベント時に交友関係のない特定の人物を頻繁に見かけることがしばしばある。しかし過去のイベント名を思い出し、本当にその人であると確信を持つことは困難であり、話しかけることを躊躇してしまうことがある。そこで本研究では Probe Request(以下 PR)の検出履歴、Probe Response(以下 P-Res)の検出履歴、GPS で取得した位置情報(以下 GPS データ)から得られる周囲の人との会合情報を蓄積しユーザに提供するシステムを開発する。牛越ら[1]は Bluetooth(以下 BT)の検出履歴を解析して周囲の人の滞留・流動を捉え、ユーザが関わった非日常的なイベント情報を抽出して日記を生成する手法を提案した。しかし近年検出可能な BT デバイスは減少している。また個人の生活行動に関する情報を収集し活用するライフログの研究は盛んに行われているが、周囲の人とのつながりを支援するような研究は少ない。そこで本研究では PR 検出履歴、P-Res 検出履歴、GPS データを用いて周囲の人物との会合情報を取得しユーザに提示することで話題を提供する。

PR 検出履歴は主に人に付随する属人性を持ち、検出履歴を解析することで人の滞留・流動を捉えることができる。また PR 検出履歴には機器固有の ID(MAC アドレス)が含ま

れるため、他の端末との区別が可能である。P-Res と GPS データは主に場所に付随する属地性を持ち、検出履歴を解析することで場所に関する情報が得られる。周囲の人物との会合情報を取得するために PR 検出履歴を解析しイベント区間を取得する。また P-Res 検出履歴と GPS データを用いてユーザの滞在区間を取得しイベント区間推定に利用する。さらに、取得したイベント区間にイベント内容、場所情報を付加しイベント情報(開始時刻、終了時刻、場所、内容)としてデータベースに蓄積する。そして特定の人物と会話をする際に蓄積したイベント情報をユーザに提示することで話題を提供する。

本研究では複数の人が一定時間同じ空間にいることをイベントと定義し、イベント時の周囲の参加者との会合情報を解析する。イベント時の周囲の参加者との会合情報を取得するにはユーザが関わったイベント区間を抽出する必要がある。ユーザが関わったイベントの区間を推定するために PR に加え P-Res と GPS データの検出履歴を解析する。また検出したイベント区間にイベントが行われた場所やイベント内容をタグ付けする。そしてそれらの情報を複数日に渡り蓄積させていくことで特定の人物との会合を検出し話題を提供する。図 1 にシステムの全体の流れを示す。

<sup>†1</sup> 関西学院大学大学院 理工学研究科  
Graduate School of Science and Technology,  
Kwansei Gakuin University

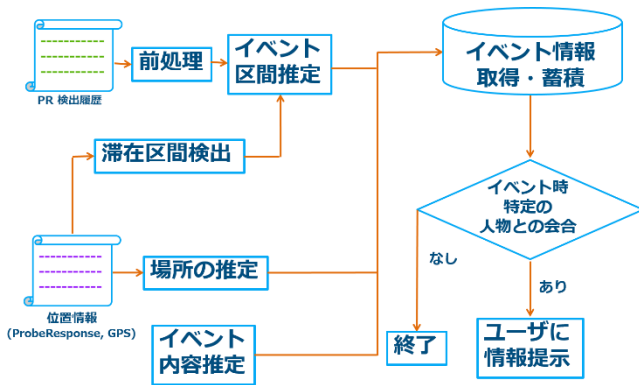


図 1 システム概要

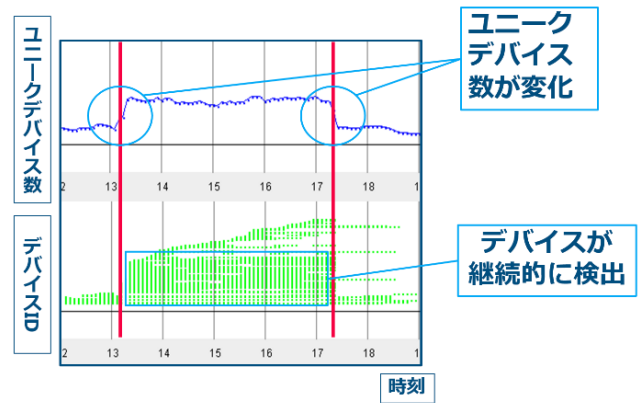


図 2 イベント時の PR 検出履歴

## 2. イベント区間推定

イベント区間推定にはユーザが収集した PR の検出履歴に加え P-Res の検出履歴と GPS データを利用する。P-Res の検出履歴と GPS データを利用することで、PR のみでは正しく検出できない一部のイベント区間を検出する。以下にイベント区間を推定する流れを記す。

1. PR 検出履歴を用いたイベント区間推定
2. P-Res 検出履歴と GPS データを用いた滞在区間取得
3. 滞在区間を利用したイベント区間の補正

### 2.1 PR 検出履歴を用いたイベント区間推定

あらかじめノイズ除去を施した PR 検出履歴からイベント区間を推定する。イベント区間を推定するためにイベントの開始時刻、終了時刻とその間の時間に取得できる PR の検出特徴を捉える。松原は PR 検出履歴を利用して人の滞留・流動を捉え、ユーザの行動履歴を半自動生成した[2]。定野は Bluetooth/Wi-Fi 検出履歴を用いてイベント区間推定を行った[3]。定野のイベント区間検出手法であるデバイスの連続検出を用いた方法に、捉えた PR の検出特徴を組み合わせることでイベント区間を推定する。イベント時の PR の検出履歴に現れる検出特徴はイベントの開始時刻には新規かつ継続的に検出されるデバイスが増え、イベントの終了時刻には継続的に検出されていたデバイスが検出されなくなる。またイベントの開始時刻と終了時刻には単位時間あたりのユニークデバイス数が増減する。図 2 はイベント時に取得した PR 検出履歴を可視化したものである。青線は単位時間あたりのユニークデバイス数を示している。緑色の線は PR 検出履歴をプロットしたものである。横軸は時刻を示している。赤色の線はイベントの開始と終了時刻を示している。この日、筆者は 13 時 15 分頃から 17 時 20 分頃まで大学内の教室で行われた研究の審査会に参加していた。そのため審査会に参加した学生や教授が持つスマートフォンなどから発信される PR が多く検出されている。

これらの特徴を利用したイベント区間推定手法で一部のイベントを検出することができた。しかしこの手法ではイベント参加者の流動が大きいイベントなどを検出することができなかった。そこで場所に関する情報が得られる P-Res 検出履歴と GPS データを利用し、PR のみでは検出できなかったイベント区間を検出する。

### 2.2 P-Res と GPS データを用いた滞在区間の取得

PR 検出履歴を解析することで複数人との共在を検出することができるが、同じ空間にいるということを検出することができない。そこで場所に依存した情報である P-Res と GPS を利用する。この 2 つの情報を組み合わせることでユーザが同じ空間に滞在していたと考えられる区間を抽出し、PR 検出履歴から推定したイベント区間を補正する。Wi-Fi ルーターや公衆無線 LAN などの無線 LAN アクセスポイントは場所に固定されて設置される。そのため同じ Wi-Fi ルーターや公衆無線 LAN が継続して検出された場合、ユーザは一定時間同じ空間に滞在していると考えられる。そこで、継続して検出された P-Res の検出開始時刻と検出終了時刻から滞在区間候補を求める。P-Res は主に場所に依存した情報であるが、人が持ち歩くポケット Wi-Fi の PR が検出されることがあるため、P-Res だけでユーザの滞在を判定することが難しい。そこで P-Res に加え、GPS データを用いてユーザの滞在地と滞在区間を抽出する。GPS データからユーザの滞在場所とその滞在区間を推測するために DBSCAN[4]を利用する。DBSCAN は入力データ中のデータ密度の高いデータを 1 つのクラスタに分類し、いずれのクラスタにも属さないデータをノイズとして除去するアルゴリズムである。つまり、ユーザの収集した GPS 履歴に DBSCAN を適用することで、ユーザが滞在した場所を抽出することができる。DBSCAN で得られたそれぞれのクラスタに属する GPS データを時系列順にソートし、先頭のデータの時刻を滞在開始時刻、末尾のデータの時刻を滞在終了時刻とし、その区間を滞在区間候補とする。

### 2.3 滞在区間を用いたイベント区間の補正

PR 検出履歴を用いたイベント区間推定手法はイベント参加者の流動が大きいイベントなどを正しく検出できなかった。そこで P-Res 検出履歴と GPS データで推測したそれぞれの区間で共通する区間をユーザの滞在区間とし、この滞在区間を利用して PR 検出履歴のみを用いて推定したイベント区間を補正する。滞在区間内に 2 つ以上の PR イベント区間があった場合に 2 つのイベント区間を結合する。また滞在区間内にその区間より長い PR イベント区間が存在する場合、その PR イベント区間を滞在区間に合わせる。この処理を全ての PR イベント区間に施すことで正しいイベント区間を推定する。

### 3. 場所の推定

推定したイベント区間にイベントの場所に関する情報をタグ付けする。イベント区間推定処理の一部で利用した DBSCAN はノイズを除去できるため、場所に関する情報の取得にも DBSCAN を利用する。DBSCAN で取得した座標群から推定したイベント区間内に含まれる座標を取得する。取得したイベント区間内に含まれる座標から重心を取り、Google Geocoding API を用いて住所を取得する。取得した住所は場所に関する情報であるためイベント区間にタグ付けする。しかしイベントの場所の情報は住所だけでは不十分である。例えば関西学院大学は 1 つの住所で表せるが、関西学院大学のキャンパス内には多くの建物があり、更にその建物内には多くの教室がある。それらを区別するために P-Res を用いる。歴本らが提案した PlaceEngine[5]は無線 LAN アクセスポイントの場所に依存する特徴を利用して屋内での精度の高い位置測位を実現している。本研究では無線 LAN アクセスポイントの場所に依存する特徴を利用し場所情報を推測する。ユーザは初めて訪れた場所であればイベント区間内に検出された P-Res 群に建物名などの場所名を入力しデータベースに格納する。そして 2 度目以降同じ場所に訪れた際にそのイベント区間内に検出された P-Res 群とデータベースに格納されている P-Res 群を比較し、類似度が高ければ同じ場所と判定しユーザに提示する。

### 4. イベント内容の推定

推定したイベント区間にイベントの内容に関する情報をタグ付けする。本研究ではイベント名をイベント内容として推定する。イベント内容の推定にはイベントが行われた場所と日時の情報を利用する。ユーザが特定のイベントに訪れた際、初めて訪れた場所であれば場所名を入力する。またその場所で行われたイベントの名前も入力し場所名とともにデータベースに格納する。そして 2 度目以降同じ場所に訪れた際に場所の推定手法でその場所が同じ場所と判

定された場合、場所名とともに入力したイベント内容をユーザに提示する。しかしイベントが行われた場所が同じであってもイベント内容が同じとは限らない。大学の講義などでは同じ教室でも異なった講義が行われる。そのため 1 つの場所に複数のイベント名が登録され、ユーザは 2 つ以上のイベント名を提示されてしまう。そこでイベントの周期性を利用する。大学の講義などは 1 週間毎の周期性を持つことが多い。このような周期性を持つイベントはイベント内容も同じである可能性が高い。そこで 1 つの場所に複数のイベント名候補がある場合、周期性を持つイベントを優先的にユーザに提示する。

### 5. まとめ

本研究では PR 検出履歴、P-Res 検出履歴、GPS データから特定の人物との会合情報を取得しユーザに提供するシステムを実装した。周囲の人物との会合情報を取得するために PR 検出履歴、P-Res 検出履歴、GPS データからイベント区間を推定した。また P-Res 検出履歴、GPS データを用いて滞在区間を取得し、イベント区間推定に利用した。推定したイベント区間にイベントが行われた場所やイベント内容をタグ付けしデータベースに蓄積した。今後、データベースから複数回会合した人物の ID(MAC アドレス)を抽出し個人名と紐付けする。そしてユーザに提示する情報(イベントの開始時刻、終了時刻、場所、内容)は話題として適切であるかを調査する。またシステムの UI の設計も行う予定である。

### 参考文献

- [1] 牛越達也, 河野恭之. “AirDiary : Bluetooth デバイス検出履歴を用いた半自動日記生成ツール”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2011-HCI-142(7), Mar 2011.
- [2] 松原輝志, 河野恭之. “ユーザの移動状態と周囲の人の滞留・流動を捉えた行動履歴の半自動生成”, 情報処理学会第 78 回全国大会, IPSJ78-6L-07, 2016.
- [3] 定野真志, 白神大典, 河野恭之. “Bluetooth/Wi-Fi 検出履歴及び GPS 履歴の解析に基づく属地属人分類手法”, 情報処理学会研究報告, vol.2014-HCI-156(12), Jan 2014.
- [4] M.Easter, H.P Kriegel, J. Sander, and X. Xu. “A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise”, KDD-96, pp.226-231, 1996.
- [5] PlaceEngine, <http://www.placengine.com/>