

# ビーコンを用いたオープンキャンパス来場者の行動履歴の取得と展示配置最適化の試み(GSIS 学生プロジェクト)

池野 直人<sup>†</sup> 佐藤 壮真<sup>†</sup> 星川 貴樹<sup>†</sup> 岡村 容伸<sup>†</sup>

東北大学大学院情報科学研究科<sup>†</sup>

## 1. 概要

オープンキャンパスにおける展示配置や展示の訪問ルートは、混雑状況や訪問者の満足度に影響する重要な要素である。GSIS 学生プロジェクトにおいて我々の開発したスマートフォン向けのオープンキャンパス案内支援システム[1]は、近年普及しつつあるビーコンを用いて、GPS では取得の難しい屋内における来場者の行動履歴を取得することができる。今回、東北大学工学部電気情報理工学科の2015年度のオープンキャンパスで本システムを運用し、得られた行動履歴データを解析することで、ユーザーや各展示場所の特性を把握し、今後のオープンキャンパスでの展示配置や展示の訪問ルートの改善に役立てることを試みた。

## 2. 行動履歴の取得

### 2.1 行動履歴の取得原理

我々の開発したオープンキャンパス支援案内システム(以下当該システム)は、Android と iOS 上それぞれでネイティブアプリケーションとして動作する。来場者が当該アプリケーションを利用している間、状況に応じて1分または2分おきに自動で周囲のビーコンの電波をスキャンし、反応のあったビーコン全てのそれぞれのidと電波強度をスキャン時刻と共に記録するようプログラムされている。これをログの単位とする(そのため、1つのログには複数のビーコンへの反応データが含まれることがある)。周りに反応するビーコンがなかった場合も、空のログが記録される。これらのログはユーザーIDと紐付けられてサーバーに蓄積されていく。これにより、ユーザーの時系列での位置情報を把握することが可能となる。本研究では、この時系列での位置情報を行動履歴と呼ぶことにする。

### 2.2 設置したビーコン

東北大学工学部電気情報理工学科の2015年度のオープンキャンパスでは、計79個の展示が9つの建物に分かれて設置された。今回、これらの各展示場所と、廊下や階段やロビーといった移動経路上に計107個のビーコンを設置した。

## 3. 行動履歴の取得結果とその解析

### 3.1 実施内容

2015年度の7月29日と30日の2日間にわたって行われ

た東北大学工学部電気情報理工学科オープンキャンパスにおいて当該システムを運用し、ユーザーの同意の上で行動履歴を取得した。

### 3.2 得られたデータ

当該システムは誰でも自由に利用できるように、展示場所に展示説明のため常駐している学生などの行動履歴も記録されてサーバーに送信されている可能性がある。そういった内部者の行動履歴をなるべく除外し、外部の訪問者の行動履歴だけを見るために、IPアドレスや接続時間をもとに内部者と思われるユーザーを解析対象から除外した。結果、最終的に160ユーザーの行動履歴が解析対象となり、履歴のログの総数は5250となった。以降、このデータを用いて解析を進めていく。ユーザーが残したログの数の分布は、以下のようになっている。

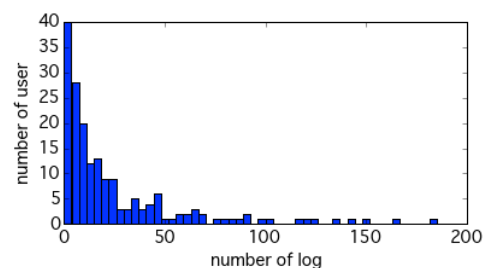


図1 利用者の残したログの数

### 3.3 利用者数の時間帯推移

まず初めに、当該システム利用者数の時間帯推移を以下に示す。この図は、各時間帯に何人のユーザーがビーコンに反応したのかを表している。

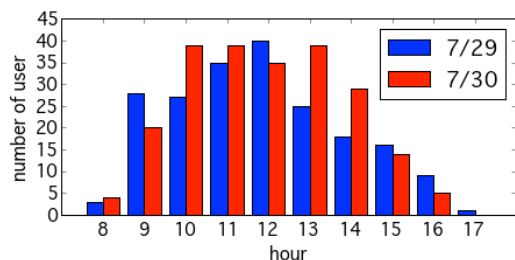


図2 利用者数の時間帯推移

両日とも、利用者数のピークは正午付近に位置していることがわかる。当該システム利用者数の推移は、オープンキャンパスの訪問者数の推移を反映していると考えられ、混雑度の指標となりうると考えられる。

### 3.4 得られた行動履歴の一例

以下の図は、あるユーザーのログを、マップ上に行動履歴として描いたものである。ログが残っていた場所は赤い円で示してあり、連続してログが残っていた場合は、その

Acquisition of visitor's trajectories in college open day by beacons and its analysis for optimizing exhibition layout performed as a GSIS student project

<sup>†</sup> Naoto Ikeno, Soma Sato, Takaki Hoshikawa, Yasunobu Okamura  
Graduate School of Information Sciences, Tohoku University.

おおよその滞在時間(分)を円内に示している。この図から、このユーザーがどのような順序・経路で展示を見て回ったかある程度見て取ることができる。

しかし、図中の点線の赤丸の場所についてだが、はじめに1号館の玄関前でログが記録されてからしばらくログの記録が途絶え、約1時間後に再び同じ場所からログの記録が再開されていた。その間ユーザーがそこに留まり続けたのか、それとも他の場所へ移動して再度戻ってきたのかは定かではない。このようなデータの欠けは他のユーザーの行動履歴にも見られ、その理由は、主にスマートフォンの電池消費量の観点から、アプリケーションがバックグラウンドの状態にある際に、状況によってはアプリケーションが停止するような仕様になっているためと考えられる。また、図からは取り除いてあるが、実際には現在地と異なる場所に置いてあるとビーコンが反応してしまったと考えられるデータがいくつか存在していた。これは、ビーコンの反応範囲が広いために起こったと考えられ、他のユーザーの行動履歴にも多く見られた。また、数分に1度というログ記録間隔では、移動経路までは特定することができない場合も多かった。

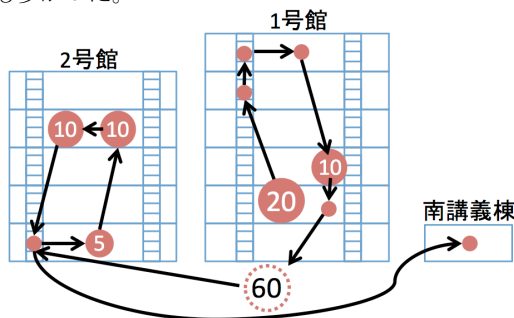


図3 とあるユーザーの行動履歴 (7月29日)

### 3.5 ビーコンの距離と電波強度の関係

ビーコンの距離と電波強度の関係を測定した結果を以下に示す。この図から、5m以上離れた場合の電波強度が-75以上の値を取ることはほとんどないことがわかる。よってここからは、現在地とは異なる場所のビーコンの反応を排除するために、各ログ中に記録されているビーコンのうち、電波強度が-75dBm以上のもののみを用いて解析を行っていく。

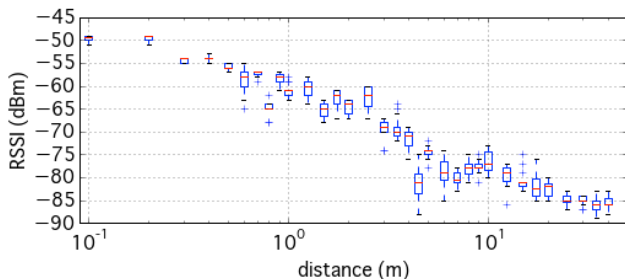


図4 ビーコンとの距離と電波強度の関係

### 3.6 展示の共起分析

$U_A$  と  $U_B$  を、それぞれ展示 A, B を訪れたユーザーの集合とすると、展示 A と展示 B の間の共起スコア  $J(A,B)$  は、Jaccard 指数を用いて以下の式で表される。

$$J(A,B) = \frac{|U_A \cap U_B|}{|U_A \cup U_B|} \quad (1)$$

展示の全組み合わせにおいて上記の共起スコアを算出し、その共起スコアの行列を用いて、展示のクラスタリングを行った結果を以下に示す。表記の簡略化のため、同じテーマ・建物名・階は、同じ色や形で表してある。赤枠に注目すると、場所的には遠いが同じテーマである展示がクラスタを形成していることがわかる。逆に、緑枠に注目すると、場所的には近いがテーマの異なる展示は離れたクラスタに属していることがわかる。このことは、行動履歴データの集合からユーザーの興味を知ることができる可能性を示している。

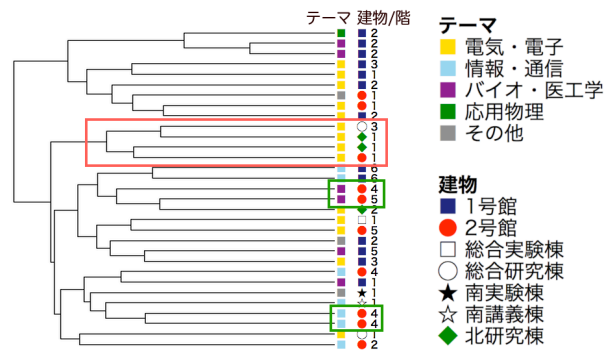


図5 共起スコアによる展示場所のクラスタリング

## 4. 考察・課題

今回、ビーコンを用いることで、ユーザーの行動履歴をある程度の精度で取得できた。また、展示の共起を見ることにより利用者の興味に関する情報を得て、実際の展示の配置に反映することができる可能性を示した。

### 4.1 展示配置・展示訪問ルート最適化に向けて

展示配置や展示訪問ルート最適化のためには、ユーザーがどのような移動経路を取るのか、どの時間にどんな場所が混雑しやすいのかといった情報も有用である。そのような情報を取得するためには、より多量で質の良い行動履歴のデータが必要であると考えられる。3.4節でも述べたように、今回取得したログの中には、ログが途中で欠けているもの、真に訪れていた場所がどこなのかの判別が困難なもの、移動経路を特定できないものが散見されている。以上を踏まえ、ビーコンの位置やログの記録の時間間隔を調整するなどして、より良い質のデータを取得できるようにしていく必要がある。また、ユーザーに積極的に利用してもらい、より多く長く行動履歴を提供してもらえるよう、案内アプリケーションとしての利用価値や、アプリケーションの認知度を更に高めていかなくてはならない。

### 参考文献

- SmartCampus | 電気情報理工学オープンキャンパスネット <http://www.ecei.tohoku.ac.jp/eipe-oc/lab/sc.html>