

研究活動支援のための Bluetooth に基づくユーザ状態推定システム

A User State Estimation System Using Bluetooth for Research Activity Support

渡邊 正人*¹ 大園 忠親*² 新谷 虎松*²
Masato Watanabe Tadachika Ozono Toramatsu Shintani

*¹名古屋工業大学大学院創成シミュレーション工学専攻

Department of Scientific and Engineering Simulation, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

*²名古屋工業大学大学院情報工学専攻

Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

Lightning Talk(LT) is an emerging presentation style, making a lot of very short presentations. It is quite significant that conducting LT requires switching presentation materials on public displays very quickly. We developed a user state estimation system using Bluetooth in order to support LTs as research activities. Bluetooth beacons with users allow us to move presentations smoothly because the system can estimate a state of a user by using proximity information of the beacons. This paper describes how to implement this system and discusses how to support facilitators on the system.

1. はじめに

本研究では, Bluetooth ビーコンを用いた屋内測位技術 [渡邊 15] およびデバイスグルーピング技術 [渡邊 15] を基に, 組織における会議を支援するシステムを試作している. 組織において, メンバー間の情報共有およびメンバーのスキルの向上のため, Lightning Talk (LT) を行う機会がある. 本研究では, 研究の進捗報告や, 研究発表の場での LT を支援することで, 研究活動を支援する. LT は, 5 分程度の制限時間で発表者が入れ替わり, 連続してプレゼンテーションを行う. LT では制限時間を以内に発表が終わらない場合, 即座に発表を止め, 次の発表者が発表を始める. そのため, 発表者には, 滞りのない発表および発表者の入れ替わりが求められる.

LT における発表者の入れ替わりと, 発表中の発表資料の操作を支援する, 会議支援システムを試作した. 本システムでは, 発表者が登壇すると, 発表者に紐付けられた発表資料が, 発表に用いる PC に全画面表示される. 発表者が降壇し, 次に発表する発表者が登壇すると, 登壇した発表者に紐付けられた発表資料が, 自動で発表に用いる PC に全画面表示される.

発表者の登壇および降壇を認識するためのツールとして本研究では, Bluetooth ビーコン (以下, ビーコン) を用いる. 発表者は, ビーコンデバイス (ビーコンの発信および受信が可能なデバイス) を発信および受信可能なデバイスを携帯する. 発表者が持つデバイスが発信するビーコンによって, 発表者が未発表の状態なのか, 次に発表する状態なのか, 発表済みの状態なのかを推定し, システムの動作を切り替えることができる.

本システムは, 一人のファシリテータに対して, 複数の発表者および聴講者がいるような会議での運用を想定している. ファシリテータとは, 会議の議事進行を務める人を指す. LT では, ファシリテータは, 発表者の入れ替わりがスムーズに行われるよう促す必要がある. 例えば, 次の発表者に発表の準備を促す場合, 現在の発表を妨げることなく, 次の発表者とコミュニケーションする必要がある. 本システムでは, ファシリ

テータから, 次に発表する発表者に対して通知を行うことができる. 直接話しかけたり, 身振り手振りを行う必要が無いため, 現在の発表を妨げることなく, 次の発表に, 発表の準備を促すことが出来る.

ファシリテータは, 会議の目的を達成するために, 会議中の発表者および聴講者に対して働きかける必要がある. 本システムは, ファシリテータの働きかけを支援するために, 聴講者から発表者への質問や議論を促す機能をファシリテータに提供する. ファシリテータは, 聴講者が持つビーコンデバイスに対して通知を送信することができる. 通知の送り先の聴講者は, ファシリテータが用いる会議支援システムから視覚的に選択することが出来る. 聴講者の会議室内の位置は, ビーコンによって測位されており, ファシリテータが用いる会議支援システムから閲覧が可能である.

2. 関連研究

家庭やオフィスなどのデスクワーク空間において人間の状態推定を行うシステムの需要が高まっている [松本 13]. 松本らは, 状態推定のためのセンシングによるプライバシーの侵害や, 使い慣れない道具の使用を強いられることを問題視し, センサ内蔵椅子を用いて解決した. 松本らの手法は, センシングされていることを感じさせない点に主眼を置いているため, センシング対象にフィードバックを与えたり, センシング対象とインタラクションするようなシチュエーションに不向きである. 会議においては, ファシリテータが聴講者の状態を知るために利用できるが, 知った上で聴講者に対して働きかけることまでは想定しておらず, LT にそのまま適用することはできない.

聴講者および発表者の位置をソフトウェアが把握できると, 会議の進行をスムーズに行うことや, 会議への聴講者の積極的な参加を促すことができる. 会議が行われる場所は, 屋内であることが多い. そのため, 屋内で利用可能な測位技術が求められる. 屋内でも適応可能な測位技術として, 小河原ら [小河原 15] のように, Global Positioning System および Dead Reckoning 技術によって測位する手法や, 谷内ら [谷内 14] のように, Wi-Fi

連絡先: 渡邊正人, 名古屋工業大学大学院創成シミュレーション工学専攻, 愛知県名古屋市昭和区御器所町, 052(732)2111, masatow@toralab.org

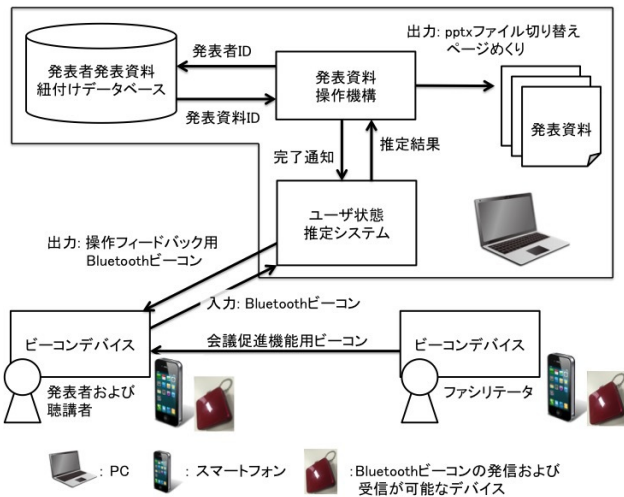


図 3: プレゼンテーション支援システム構成図

る，ユーザ状態の推定結果を発表資料管理システムに反映させるまでの流れを，図 2 に示す．ビーコン情報抽出機構は，最新のビーコン情報から $T(0 \leq T)$ 秒前までに受信したビーコン B_0, B_1, \dots, B_T すべてのビーコン情報を，ユーザ状態推定機構に送信する．4. 節で述べるシステムでは， $T = 3$ とした．

ユーザ状態推定機構では，ユーザの状態推定のために，あるビーコン B を受信することで生成されたビーコン B_0, B_1, \dots, B_T のみを用いる．複数のビーコンを受信しているときは，最も RSSI が大きいビーコンをビーコン B とする．一種類目の推定方法は，発表者の状態推定および聴講者の状態推定に用いる．発表者が未発表状態から発表中状態に設定される際，および聴講者が会場移動中状態から聴講中状態に設定される際に用いる．受信中のすべてのビーコンの RSSI が，閾値 R より小さいとき，ファシリテータを除くユーザは，聴講者となる．聴講者となったユーザは，会場移動中状態に設定される．4. 節で述べるシステムでは， $R = -65(\text{dBm})$ とした．

4. Lightning Talk を考慮した会議支援システムへの応用

ビーコンを用いたユーザ推定手法を応用し，会議支援システムを試作した．本システムは，LT での運用を想定している．LT において発表者には，制限時間以内に発表を終えること，次の発表者との入れ替わりをスムーズに行うことが求められる．

発表時に 3 種類のユーザが用いるデバイスおよび PC 用の発表資料管理システムの関係，図 3 に示す．本システムは，PC 用の発表資料管理システムおよび，ビーコンデバイスによって構成される．ビーコンデバイスとして，iOS 用の会議支援システムをインストールした iOS デバイスおよび，LBT-MPVRU01 シリーズ [LBT-MPVRU01 シリーズ] のような安価なデバイスを使用できる．

本システムのユーザは，聴講者，発表者およびファシリテータの 3 種類である．本システムを利用するために各ユーザが使用するデバイスを，図 4 に示した．PC，スマートフォンおよび Bluetooth の発信・受信が可能なデバイスをユーザの種類毎に組み合わせて，本システムを利用する．ビーコンデバイスは，音や光，振動といった，何らかの形でユーザにフィードバックを与える機能を備えている必要がある．

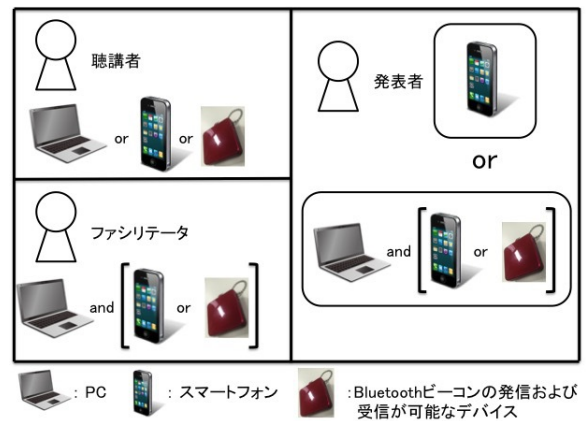


図 4: 聴講者，発表者およびファシリテータが使用するデバイスの組み合わせ

聴講者は，PC，ビーコンデバイスのうち一つを使用することで，本システムを利用できる．自身のユーザ状態を興味状態に変更する場合や，ファシリテータからの会議促進機能のためのビーコンを受信するために，PC やビーコンデバイスを利用する．

発表者は，PC とビーコンデバイスを併用することで，本システムを利用することができる．PC で発表資料管理システムを利用し，ビーコンデバイスで，発表資料表示用 PC に対する操作を行う．発表者は，スマートフォンを用いることで，スマートフォンをビーコンデバイスとして利用しながら，発表資料管理システムを利用することができる．スマートフォンを用いる場合，発表資料の編集は本システムとは別のシステムを利用する必要がある．しかし，3. 節で説明した，iOS 用の発表資料管理システムのユーザの種類を発表者に変える作業を省略することが出来る．

ファシリテータは，PC とビーコンデバイスを併用することで，本システムを利用することができる．PC で発表資料管理システムを利用し，発表者-発表資料紐付けデータベースを構築すると，構築を行った発表資料管理システムのユーザの種類がファシリテータに設定される．ファシリテータ用の発表資料管理システムから，ファシリテータ設定用ビーコンを発信することができる．ファシリテータ設定用ビーコンをビーコンデバイスに受信させると，ユーザ状態推定システムが作動し，ビーコンデバイスのユーザの種類を，ファシリテータに設定することが出来る．

本システムを用いた LT の一連の流れを説明する．ビーコンデバイス A をもつ発表者 A が会議支援システムが動作中の PC に近づくと，ビーコンデバイス A が発表中状態に設定される．ビーコンデバイス A とファシリテータ側の会議支援システムは互いにビーコンを発信しており，ファシリテータ側の会議支援システムは，ビーコンデバイス A が発表者状態かどうかを推定できる．推定結果は発表資料操作機構に送信され，発表資料操作機構は，ビーコンデバイス A に紐付いた発表資料 A を表示する．ビーコンデバイス A が発表資料 A と紐付いているかどうかは，3. 節で述べた発表資料管理システムによってファシリテータが作成した発表者-発表資料紐付けデータベースに保存されている．

ビーコンデバイス A を持つ発表者が降壇し，ビーコンデバイス B を持つ発表者が登壇すると発表資料 B が PC 用の発表

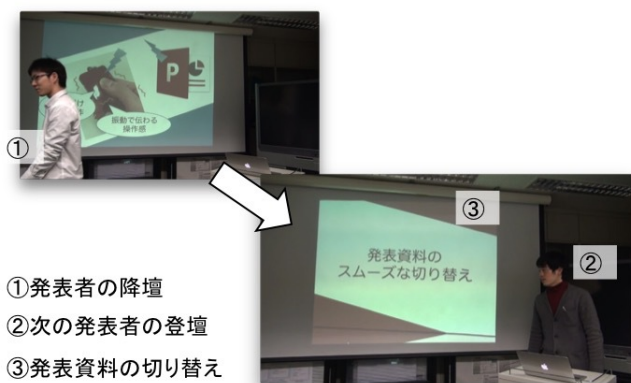


図 5: 発表者の入れ替わりによる発表資料の切り替えの様子

資料管理システムによって表示される。図 5 に、システムの動作例を示す。発表資料 B は全画面表示されるため、図 5 のように発表資料表示用の PC が外部ディスプレイと接続されている場合、発表者 B は登壇してすぐに発表を開始することが出来る。

発表中、ビーコンデバイス A から、発表資料への操作（発表資料のページを進める操作、ページを戻す操作、発表資料のページ一覧を表示する操作、発表資料を全画面に表示する操作）ができる。発表資料操作機構による発表資料への操作および発表資料の切り替えが完了すると、操作が完了したことがユーザ状態推定システムに通知される（図 3 中の完了通知）。通知を受けると、ユーザ状態推定システムは操作フィードバック用ビーコンを 1.5 秒間発信する。ビーコンデバイスが操作フィードバック用ビーコンを受信すると、ビーコンデバイスが振動する。振動によって発表資料の切り替わりや、スライドのページ遷移が完了したことを、ユーザが感じ取ることが出来る。

ビーコンデバイスとして、iOS デバイス以外のビーコン発信・受信機を用いる場合、発表資料のページを進める操作のみが利用できる。機能が制限される一方で、安価なデバイスを利用することができるので、例えば聴講者に配布し、アドホックに発表者とする事ができる。

聴講者は、発表資料管理システムを利用している場合、発表中に自信の発表資料管理システムのユーザ状態を、興味状態に設定することが出来る。一度でも興味状態に設定した発表は、聴講者側の発表資料管理システムに記録される。聴講者側の会議支援システムからは、興味状態に設定したところのある発表に使われた発表資料の一覧を閲覧することが出来る。

ファシリテータは、会議の目的が達成されるために、発表者や聴講者に対して何らかの働きかけを行う必要がある。ファシリテータの働きかけを支援するため、会議への積極的な参加を促す、会議促進機能を実装した。ファシリテータは、ファシリテータ用の発表資料管理から、特定の聴講者が利用する PC 版の発表資料管理システムかあるいはビーコンデバイスが受信可能な会議促進用ビーコンを発信することができる。会議促進用ビーコンを受信した PC 版の発表資料管理システムには、会議への積極的な参加を促すメッセージを通知する。本システムにおける会議への積極的な参加とは、会議中の発表を聴講する、質疑応答の機会があれば質問をする、聴講だけでなく発表を行うこととする。会議促進用ビーコンを受信したビーコンデ

バイスは、振動によって会議促進用ビーコンを受信したことを聴講者に伝える。iOS 版デバイスをビーコンデバイスとして利用している場合は、会議への積極的な参加を促すメッセージを表示する。本機能によって、例えば、他の聴講者の発表の聴講を妨害せずに、居眠りや他事をしている聴講者に対して会議への参加を促すことが出来る。

会議室内の聴講者の位置は、ビーコンによって測位されている。測位結果は、ファシリテータ用の発表資料管理システムに可視化される。会議促進用ビーコンを受信させる対象は、ファシリテータ用の発表資料管理システムに可視化された聴講者の位置情報によって、選択することができる。会議室内の聴講者を測位することで、例えば、発表に対して興味を持っていないような聴講者に対して、積極的にファシリテータが会議促進機能を利用することができる。

5. おわりに

LT を支援するための会議支援システムを試作した。LT では、発表者の入れ替わりをスムーズに行うことや、発表そのものをスムーズに行う必要がある。本研究では、ビーコンを利用して、3 種類のユーザ（発表者、聴講者、ファシリテータ）の状態を推定する、ユーザ状態推定システムを試作した。発表者の状態を推定することで、発表者と次の発表者をシステムが把握し、発表者の入れ替えおよび発表資料の切り替えをスムーズに行うことを支援できる。ファシリテータから聴講者とのインタラクションを実現する機能として、会議促進機能を実装した。会議促進機能によって、聴講者に対して、会議に積極的に参加するよう促すことが出来る。聴講者の位置は、ビーコンによって測位され、ファシリテータ用の発表資料管理システム上に可視化される。可視化された聴講者の位置情報によって、会議促進機能を使う聴講者を指定することができる。

参考文献

- [渡邊 15] 渡邊正人, 白松俊, 大園忠親, 新谷虎松: "Bluetooth ビーコンを利用したログイン機構とその応用", 人工知能学会全国大会論文集, 第 29 回, pp.1-4, (2015).
- [渡邊 15] 渡邊正人, 大園忠親, 新谷虎松: "Bluetooth ビーコンを用いた近接情報伝搬によるアドホックなデバイス識別手法について", 日本ソフトウェア科学会大会論文集, 第 32 回, pp.1-4,(2015).
- [松本 13] 松本翔平, 綿谷亮, 岩井大輔, 佐藤宏介: "アンビエントな着座揺動センシングによるデスクワークにおける筆記・非筆記状態識別", 電気学会論文誌. C, Vol.133, No.2, pp.373-379, (2013).
- [谷内 14] 谷内大祐, 前川卓也: "位置フィンガープリントの自動更新を用いた電波環境変化に頑健な屋内位置推定手法", 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.1, pp.280-288, (2014).
- [小河原 15] 小河原亮, 羽多野裕之, 藤井雅弘, 伊藤篤, 渡辺裕: "GPS 測位情報とセンサ情報に基づく位置推定システムに関する研究", 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.1, pp.2-12, (2015).
- [LBT-MPVRU01 シリーズ] <http://www.logitec.co.jp/products/bluetooth/lbtmrvru01/>