



平成 26 年度 修士論文

近距離無線通信を用いた
エリア内在籍者の状態・所在提示システム

電気通信大学 大学院情報システム学研究所
情報システム基盤学専攻
1353009 熊谷 佑弥

指導教員 多田 好克 教授
小宮 常康 准教授
新谷 隆彦 准教授

提出日 平成 27 年 1 月 26 日

目次

第 1 章	序論	4
第 2 章	背景	5
2.1	コミュニケーションについて	5
2.1.1	コミュニケーションの種類	5
2.1.2	電子端末を利用したコミュニケーションについて	6
2.2	電子端末コミュニケーションの伝達について	7
2.2.1	電子端末を用いたコミュニケーションツール	8
2.3	人の状況とコミュニケーションの関係	9
2.4	本研究の目的	9
2.5	位置と状態情報取得	10
2.5.1	測位システム	10
2.5.2	屋内の位置測位方法	11
第 3 章	関連研究	14
3.1	位置情報の共有方法	14
3.2	状態情報の共有方法	14
第 4 章	設計	16
4.1	システム概要	16
4.2	システムを利用環境	17
4.3	本研究での情報のフロー	18
4.4	UI	19
4.4.1	位置取得アプリケーションの UI	19
4.4.2	状況把握 Website の UI	21
4.4.3	NFC	22
4.5	位置情報について	24
4.6	Django	26
4.6.1	Django の要素	27
4.7	提案システム	28
4.7.1	本研究のモデル	28
4.7.2	本研究のビュー	29

4.8	Android の位置測位システム	30
4.8.1	Beacon の選択	30
4.8.2	使用環境	31
4.9	位置情報取得するためのアプリケーション	31
4.9.1	BeaconWatcher	31
4.9.2	BgScansettingsActivity	32
4.9.3	BgScanService	32
4.9.4	FgScanActivity	33
4.9.5	BeaconData	33
第 5 章	実験と考察	35
5.1	実験概要	35
5.2	実験結果	35
5.3	考察	36
5.3.1	アンケート結果について	36
5.3.2	関連研究との比較	38
5.3.3	提案システムの拡張性	38
第 6 章	結論	40

図目次

2.1	状態変化のフロー	10
4.1	位置情報送信のフロー	18
4.2	状況提示フロー	19
4.3	フロー図	20
4.4	アプリケーションのフォアグラウンド画面	21
4.5	バックグラウンド処理の決定画面	22
4.6	バックグラウンド復帰画面	23
4.7	ログイン画面	23
4.8	テーブル選択画面	24
4.9	テーブル画面	24
4.10	人物の状況確認画面	24
4.11	テーブル情報追加画面	25
4.12	テーブル情報変更画面	25
4.13	テーブル情報変更画面	26

第 1 章

序論

通信技術の進歩により、電話といった遠隔コミュニケーションは多様な方法で連絡をとることが可能になりどのような場所でも連絡を取ることが可能になった。

遠隔コミュニケーションによりどのような場所でもリアルタイムで連絡を取ることが可能になった。しかし相手が会える距離にいた場合、遠隔コミュニケーションを利用しないで面と向かって話し合う方が相手との意思疎通を行いやすい。そのため相手が会える距離にいる場合は実際に会って話合うこと多く存在する。

しかし実際に会って話す場合、コミュニケーションする相手の位置を知らないため相手が何処にいるかわからないため話すことができない。また相手の会議や他の人物と会話を行っている (以下会議や会話等のことを状態と呼ぶ) 場合、相手とコミュニケーションがとれない可能性がある。

このような場合において、遠隔コミュニケーションでは相手の位置や状態がわからないため相手に連絡をとり相手の情報を取得する必要がある。しかし遠隔コミュニケーションを利用する場合、相手が連絡に気づかない可能性があるため応答してくれない可能性がある。

そこで本研究では、Bluetooth Low Energy を用いた Bluetooth 機器 (本研究では iBeacon と表記) を利用することにより各ユーザの位置を検知し、データベースを用いてその状況を提示するシステムを提案する。ユーザの位置や状態を提示することにより、相手の状況を理解することができ、問題を解決できると考えている。本研究は位置や状態といったユーザの状況を周囲と共有することでユーザ相互に自分の状況を提示しそれを共有することで相手の状況がわかるようになり、相手の状況がわからないために発生していた問題が解決できるようになる。本研究では、状況を確認することで、相手の状況を理解しコミュニケーションの機会があるか判断する。コミュニケーション支援ツールの構築を目指す。普段交流が少ない人物とも短い時間 (小休憩、昼休憩) の合間に交流が行えるような人とも交流する機会が増えるのではないかと考えている。また本研究の提案システムは、位置と相手の行動のみを利用するが、提案システム自体は情報の追加や変更が容易に行えるようにシステムを拡張できるようにする。システムを拡張することで、コミュニケーション支援以外にも利用できるようにし、様々な用途で利用できるシステムを目指す。

第 2 章

背景

本章では、コミュニケーションの手法と傾向について述べていく。現在主流になっている電話といった電子端末を用いたコミュニケーション手法の問題点を挙げ、その解決策について議論する。またその解決策に利用する位置情報は様々な位置取得方法があるため、位置取得方法を調査しそして本研究に取り入れる研究手法について議論した。

2.1 コミュニケーションについて

人は相手との意思疎通するために、自分の感情や思考を他者に伝達する必要がある。この伝達をコミュニケーションと呼ぶ。しかし価値観や性格の相違などにより、情報以外の感情や思考を完全に他者に伝達することは難しい。そのためにコミュニケーションにおいて他者に自分の思考や感情を伝える伝達力が重要になってくる。

2.1.1 コミュニケーションの種類

コミュニケーションでは他者への伝達が重要となる。ここで言語、非言語でわけて例を示していく。まず言語のコミュニケーションから説明していく。言語のコミュニケーションとは意思疎通等の情報を伝達する人同士が共通の音や記号の認識を持っている場合に使用可能な伝達方法である。言語のコミュニケーション方法は共通の認識を持っているため互いの認識が同じになりやすい。方法としては音声を用いた会話や記号を用いた手紙で利用することが可能である。非言語のコミュニケーションは言語を使用しない方法である。非言語の場合、共通の認識がないため伝達するのが難しい。伝達方法としては身振りや手振りや伝達するボディランゲージや相手との間合いによって自分の感情を伝達する方法等がある。非言語コミュニケーションは共通の認識がないため意思疎通は難しいが、言語コミュニケーションは言語を知っていなければならないため、言語コミュニケーションができない場合でも使用することが可能である。しかし多くの方は共通の言語を知っているため本研究でも言語コミュニケーションを前提として進めていく。

言語コミュニケーションとして会話や手紙を例に示したが、この二つの方法は、感覚器官の聴覚を利用するか視覚を利用する方法かの二つの伝達方法にわけることができる。二

.....

つの伝達方法の違いとして記録が残るかどうかあげられる。会話の場合音声媒体なので記憶として残すことが可能であるが基本記憶以外の情報は残らない。しかし手紙の場合、紙という媒体があるため視覚情報として記憶した後でも手紙を読み直すことで手紙の内容を伝達することが可能である。また会話の場合音声が届く範囲にいないが手紙の場合は媒体が見れる範囲にいれば伝達が可能である。これは紙で保存することができる。そのため手紙は自分以外の誰かに届けることでどのような場所にも伝達ができる。しかし手紙は一度文字として紙に書きそれを他者に見せなければいけない。これは文字を書き起こし相手に見せなければならぬため、音声を発生するよりも時間がかかる。よって会話と手紙は契約等の重要な案件以外は、近い距離に居る場合は会話を遠くにいる場合は手紙をといた区分けが行われていた。しかし近年技術の進歩により、携帯電話やパーソナルコンピュータといった電子媒体を持っていれば、遠くにおいても会話を行うことが可能となり。媒体を通じて文字情報も数秒で送ることが可能になった。これにより時間と場所に制限されないでコミュニケーションを行うことができる。

2.1.2 電子端末を利用したコミュニケーションについて

技術の進歩により、コミュニケーションは場所、時間を問わず行うことができる。そのため実際に会わない状況でのコミュニケーションが多くなった。実際に会う機会が少なくなったため、コミュニケーションの方法も技術が発達する前と比べ変わっていった。例えば、従来自分の近くにいないができなかった会話が、電話によって遠く離れた地でも行えるようになった。また数秒で送ることができる手紙 (以下メール) は約束ごとや報告書等の文書の伝達に役に立った。

インターネットの普及により匿名でのコミュニケーションが多く存在するようになった。一つの例をあげるならば掲示板である。掲示板は手紙やメールと同様に文字情報を利用したコミュニケーション方法である。インターネットの普及により何処にいても掲示板に書き込むことができる。掲示板自体は誰でも書くことができ、名前のような個人情報を書かなければ、匿名で使用することができる。この匿名でコミュニケーションを行える掲示板は、誰でも気軽に情報を見ることができる。なので一度個人の情報が書き込まれた場合、不特定多数の人に個人の情報が漏れる可能性がある。

掲示板といった匿名性のコミュニケーションには、個人の情報を載せると流失する可能性があることを述べた。しかし掲示板といった匿名のコミュニケーション以外にも問題はあつた。メールや電話は端末同士を利用したコミュニケーション方法である。コミュニケーションには相手側の端末情報が必要になる。端末情報を知っていれば誰でもその端末にメールや電話を送ることが可能である。しかし端末情報は、掲示板で漏れる可能性がある。また掲示板以外にも自分がインターネット上で何かのサイトに登録している場合や、

.....

趣味などを語る掲示板のようなコミュニティに参加している場合、サイト内の情報の流失等の影響で端末情報が漏れる可能性がある。その結果不特定多数から連絡の申し込みが発生する場合がある。それ以外にもメール等の文字を記憶した情報コミュニケーションは容易に変更、削除を行うことのできるため簡単に改ざんできてしまう。よって本人確認が必要な書類等の場合、紙の媒体として保存したい人も多く存在しており。従来どおり紙の媒体を利用した伝達方法を利用することが多い。このように情報コミュニケーションは何処でも利用できるため多く利用されているが、多くの問題もあり紙媒体の伝達方法や会話がなくなるといったことは、現状では考えられていない。

2.2 電子端末コミュニケーションの伝達について

遠隔コミュニケーションといったコミュニケーションは情報が早く伝達できるため、多くのところで使用されている。しかしこれらは電子媒体を利用しているため、電子端末を使いこなせない場合、通常のコミュニケーションよりも時間がかかってしまう可能性がある。これは一対一の場合では問題にならないが、複数人のを行うコミュニケーションのときには情報の多さから問題が発生する可能性がある。例えば会議を行う場合では、資料の視覚情報とプレゼンテーションの画面の情報、議論があるならば、発言をだれがしたかわかるような画面の情報の三つの視覚情報が必要になる。全ての情報を同じ端末で行う場合、通常は机やプロジェクター等の、三次元的に得ていた視覚情報を二次元のディスプレイで表示しなければならない。また資料なども端末に保存してあるため、資料の書き込みを行う場合は端末上で操作しなければならない。そのため端末を上手く動かせない人物や、端末の環境が悪い(画面が小さい)場合、通常の場合よりも時間がかかる可能性もある。また相手が目の前にいない状態から議論が白熱した場合、言動がきつくなっていく可能性がある。これは本人が目の前に居ないため気を緩みが発生する現象であり、通常の場合では起こりえない現象である。

他にも電子端末を利用したコミュニケーションは環境で問題が発生する可能性がある。例えばネット回線の速度が遅い環境の場合、音声通信等のリアルタイム通信を行おうとすると回線が遅いため音声が入り遅く伝達できない可能性がある。またネットの回線が速くても、コミュニケーションを行っている相手の回線が遅い場合、速い人物も影響を受けてしまう。また複数で通信を行う場合、回線が速くとも遅くなる可能性があり伝達できない可能性がある。このように電子端末を使うコミュニケーションの場合、端末を利用する側と端末の環境によって伝達が困難な可能性がある。特に端末操作の問題はデジタルデバイスという社会問題にもなっており、全ての人物が電子端末を上手く扱えるとは限らない。よって電子端末でのコミュニケーションは多く利用されているが、複数の操作を要求

.....

する会議や端末や回線に高い環境を求む場合、(例：高画質の生放送番組を見ながらのグループ電話) 伝達が正常にいかない可能性があり、実際に会って会議等を行った方が時間がかからない可能性がある。

遠隔コミュニケーションはコミュニケーション相手の状況がわからないため、多忙が理由で無視されているのか、気づいてないだけかが判断できない。よって多忙な状況の相手に何度も連絡してしまう可能性や、気づいてないだけなのに機会を改めてしまう場合がある。しかし、相手がどちらなのかを確認するには、相手の状況を知っている人物(本人も含む)に聞きに行くか、相手を自ら探しだして確認するかのどちらかである。この方法は相手と会える距離に居た場合、短い時間で相手の状況を知ることが可能である。しかし短い時間で相手の状況を知るには、相手の居場所がわかっているか、相手の状況を知っている人物がわかっている必要がある。そのため、相手のことを余りよく知らない人物が訪ねてきた場合や、交流を深めようと交流の少ない人物とのコミュニケーションに利用する場合にはこれらの確認方法を利用することが難しい。また小休憩などの短い時間では、確認にする時間が長くなると休憩が終わってしまう可能性もあり、確認する時間は短い時間で確認する方法が必要であると考えられる。この問題を解決するためには、相手の状況が把握できるシステムが必要であり、また操作は電子端末をうまく扱えない人のことも考え、できる限り操作が簡単なシステムが好ましいと考える。

2.2.1 電子端末を用いたコミュニケーションツール

情報コミュニケーションは遠隔コミュニケーション等の多くのツールが存在しているが、技術の進歩により利用できる情報が増えてきている。例をあげると昔は固定された電子媒体から音声を送るのみだった電話は、携帯電話の開発により持ち運びが行えるようになり、カメラ等を利用することでカメラの情報を音声と一緒に伝達できるようになっている。また伝達できる情報も年々向上しており、Skype といった複数人に対応したコミュニケーションが開発されている。従来の電話のような端末を利用した音声伝達ツールは基本一対一のコミュニケーションが基本であったが Skype 等のコミュニケーションツールはグループ間でコミュニケーションが行える。複数人のコミュニケーションに対応したことにより、一対一で行うよりも他者への情報伝達速度が向上した。また様々な情報をグループ間で転送できるため、情報共有も容易に行うことが可能である。しかし、電子端末を用いる以上実際に会う場合よりも処理する行動が増える(合う場合：資料手渡し 電子端末の場合：データ送信→データ入手→データを読み込めるプログラム起動→読み込むファイル選択)。また情報の質を上げる場合、高価な設備やシステムを動かす人員を増やす等手間がかかる。

2.3 人の状況とコミュニケーションの関係

コミュニケーションを行う上で重要となってくるのが、相手の状況である。相手の状況を本研究では相手の位置と状態だと定義する。相手の状態と位置がわかることで、今その人がどのような状況であるか判断することができる。例えば、ある人が休憩所で読書をしていた場合その人は休憩をしている状況であり、少し時間なら会話を行うことが可能だろうと推測される。また相手が会議室で会議を行っていた場合、その人は会議中だから会いに行くのはやめようと判断することができる。このように人の状況をというはその人とのコミュニケーションをとるのに重要になってくると考えられる。

2.4 本研究の目的

本研究では、相手の状況を把握することで現在連絡をとることが可能かを判断を促すコミュニケーション支援ツールを提案する。従来の遠隔コミュニケーションでは相手へのコミュニケーションを行うことが可能になっている。しかし、電子端末の扱いに慣れていない人や短い時間でコミュニケーションを行う場合、遠隔コミュニケーションでは相手の応答が得られずに時間だけが経つ場合がある。本研究ではこの問題は周囲の状況を共有することで解決できると考えられる。周囲と状況を共有することによって、様々な人と交流する機会が増えると考えられる。また本研究システムは電子端末がうまく扱えない人物のことを考え、なるべく少ない操作で、必要な情報を提示を行う。

本研究では食事や会議等といった相手の状態を示すことを考えている。状態は位置情報や時間情報等の他の情報を元に変更することを考えている。

本研究では以下の情報を利用することを考える。

- スケジュール情報:スケジュール情報を元に状態を付与し、時間になると状態を変更する
- 位置情報:位置情報を元に状態を変更する(食堂なら食事、会議なら会議等)
- グループ情報:特定の人物が同じ位置にするため、状態を変更する
- 時間情報:状態が一定時間たった場合、状態を変更(会議中→普段なら会議間際)

状態の変更を図 2.1 に示す。情報は、スケジュール情報、位置情報、グループ情報、時間情報の順に推測する。

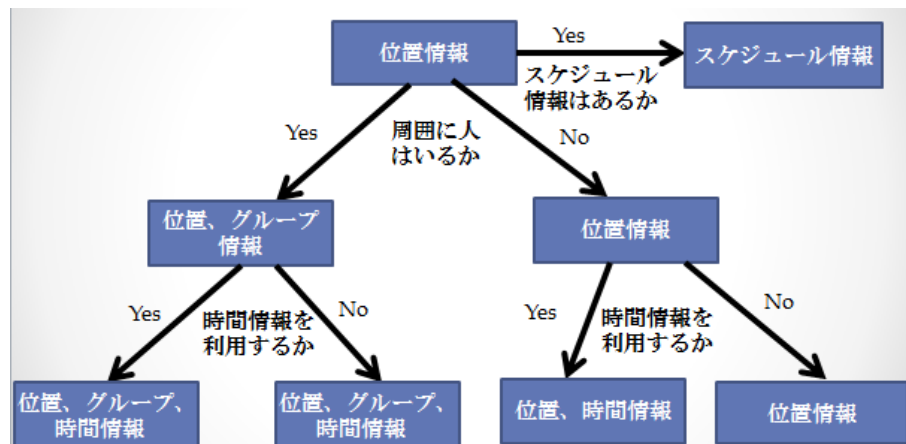


図 2.1 状態変化のフロー

2.5 位置と状態情報取得

本研究は人の行動や位置を取得しその情報を周囲と共有することで問題の解決を考えている。そのため位置や状況を把握するシステムが必要である。以下位置と情報の選定方法について調査した結果を示す。この節では位置情報の取得および研究に利用する機器について述べる。

2.5.1 測位システム

位置情報は屋内屋外で測位方法が大きく変わってくる。まず屋内と屋外で変わってくるのが尺度である。屋外の場合、基本的な尺度は地図上で示すような二万五千分の一の縮尺(1cmが250m)等のかかなり大きい縮尺だが、屋内で同様の範囲で縮尺すると地図が小さすぎて見えなくなってしまう。これは屋外がとても広い範囲を想定しているのに対し、屋内は大きさが決まった小さい範囲で作られているからである。そのため屋内の縮尺を屋外で使用することは難しい。縮尺の違いから問題となってくるのが誤差範囲である。屋外の場合縮尺が広いため数百mの誤差が出たとしても、数cmの誤差で問題とならないが屋内では数百mの誤差は大きな誤差なため屋内で同じようなシステムを用いようとした場合大きな問題となってしまう。また次節の屋内の位置測位方法で述べるが、屋外のGPS測位は衛星からの電波で行っているため、遮蔽物等がある建物内での使用は困難である。よって屋内の測位システムで屋外のシステムの使用は難しく、屋内は屋内独自の測位システムが必要となった。屋内の測位システムについて以下で示していく。

2.5.2 屋内の位置測位方法

屋内の位置測位方法を調べた。調べた測位方法は以下の測位方法である。

- 無線 LAN による測位
- Bluetooth による測位
- RFID(Radio-Frequency Identification) による測位
- Impulse UWB(Ultra Wide Band) による測位
- 超音波測位
- 可視光による測位
- 赤外線による測位
- 無線ビーコンによる測位
- IMES (Indoor MESSaging System)

以上の測位方法を調べ使用する方法を選定した。以下に調べた結果を示していく。以下の文献を参考した [10]。

- 無線 LAN：無線 LAN による測位は屋外の GPS 同様、電波をから距離を測定する方法である。取得する電波は多ければ多いほど観測箇所がふえるため、測位が行いやすくなる。基本は無線 LAN を三つ利用した三点測位や四点測位が主流である。距離の特定には電波の到達時間からの測位を行う TDOA 方式や電波強度から測定する RSSI 方式がある。TDOA 方式は端末が送信した信号を受信する時刻のタイミングで位置を同定する方法である。屋内では反射波の影響を受けやすく、安定した測位を行うのが難しい。また正確な時刻同期を行うため特別な装置が必要となってしまうため導入コストも高い。RSSI は電波の受信強度から求める方法である。一般的に電波の受信強度は距離の二乗に反比例する。この方法では複数の電波が飛んでくるため受信した電波の最も大きい電波を判定しその電波強度から距離の計算を行い、距離を測定している。
- Impulse UWB：Impulse UWB は広域の周波数を利用した無線通信方式であり、インパルス (inpulse) は変調を行わない方法である。UWB 広域の周波数を扱うため半径は短くコストが高い反面、屋内の測位には高い精度を持っている。UWB を利用するには追加のデバイスが必要である。
- 超音波：超音波の測位は測位したい対象に超音波を発信するタグと、超音波を受信するレシーバを利用して測位を行う。測位方法としては、タグが発信した超音波を複数のレシーバが感知する。複数のレシーバで受信した超音波の到達時間をもとに測位を行う方法である。UWB の測位同様、測位に利用するには追加のデバイスが

必要となる。

- 可視光：可視光による測位は LED(Light Emitting Diode) を利用し光を点滅からデータ受信を行う。可視光の測位方法は照明機器に ID 情報を付与する。付与した ID 情報を照明機器の点滅によって送信する。受信側は光の点滅から ID 情報を取得し ID 情報を判別することで、位置を測位する。可視光通信を用いることにより既存の照明機器に用いることが可能なため、今までと変わらない景観をたもつことができる。また電源の確保も容易である。可視光による測位の問題点として環境に左右されやすい点があげられる。
- 赤外線：赤外線の測位には、赤外線を受信する装置と送信する装置が必要であり、赤外線を受信することで測位を行う。赤外線測位は測位といっているが厳密には赤外線を受信した場合、赤外線の情報が読み込まれる機構であり、厳密には位置測位は行っていない、赤外線と同様な測位方法として可視光、NFC 等がある。
- 無線ビーコン：無線ビーコンによる測位は VHF 帯の信号を発信するビーコン端末を使用した測位方法である。この測位には専用の端末が必要となるが VHF 帯を使用しているため、人が多く集まる場所でも性能が低下しない。
- IMES：IMES は屋外で利用していた GPS をと同じ電波形式を用いた屋内型 GPS 送信機である。また同じ電波形式を利用しているため、屋内から屋外に出た時の切り替えが早く行える。GPS は衛星から受信した時刻情報を元に位置を計算するが、IMES は送信機の設置してある緯度経度情報を直接送信する。しかし市販のデバイスでは IMES の暗号を解読できるソフトウェアが存在しないため、専用のデバイスが必要になる。
- Bluetooth：Bluetooth による測位は設置されている Bluetooth 発信機器からの情報を用いて端末の位置を計測する技術である。Bluetooth 機器を利用した測位には RSSI 方式で行うことが可能である。また近年発売された iBeacon は従来の Bluetooth 機器よりも省電力になっている。

屋内測位を調べた結果、屋内の情報の取得には電波を用いた手法(無線 LAN、IMES、Impulse UWB、無線ビーコン、Bluetooth)とその他の手法(可視光、赤外線、超音波)があることがわかった、また測位方法も計算を用いて測位する方法(Bluetooth、無線 LAN、Impulse UWB、RFID 無線ビーコン、超音波)と特定の位置(以下絶対位置)からの測位(IMES、Bluetooth、可視光、赤外線、)の二つの手法があることがわかった。以下、測位方法から本研究で利用する機器を選定する。

計算による測位は無線 LAN、RFID、無線ビーコン、UWB、超音波に利用されている。また電波の計算方法の多くは RSSI を用いて距離の測定を行っている。無線 LAN、無線ビーコンや Bluetooth は基本、固定されている場所から電波を送信し受信するのに対し、

RFID は小型の IC タグを利用するため、移動物体の距離を見ることが可能である。UWB は時間間隔が短いため、より高い精度の測位を行うことが可能となる。電波を用いる測位のデメリットとして電波の吸収や反射等が発生し測位が乱れる可能性がある。超音波では時間差による測位を行っているが、正確な測位が行えるが測位するには超音波発信機と受信端末のマイクが必要になる。また測位方法を利用する場合、自分の位置情報を常に送信し続けるか手動かアルゴリズムで位置情報を送るタイミングを開発しなければならない。本研究での位置情報は会議室や食堂といったフロア単位での位置情報の利用を考えているため、本研究では計算を用いた測位方法は適切ではないと考えられる。

絶対位置からの取得方法は IMES、Bluetooth、可視光、赤外線、に利用されている。IMES は位置情報を直接端末におくるシステムである。GPS と同じシステムを利用しているため、多くの端末で利用が可能だが、IMES の情報を解読できるソフトウェアが市販の端末に入っていないため専用のデバイスが必要となっている。可視光は光の点滅から位置情報を送信するシステムである。光の点滅は高速で行うため、点滅を確認できる専用のデバイスが必要となる。また光を扱うため何かの影響で光がさえぎられると情報の送信が行えない。赤外線は赤外線を送り位置情報の送信を行う。従来市販されている端末には、赤外線機能が付いていたが、現在販売されている端末には赤外線が非搭載になっているデバイスが増えており、赤外線照射機だけでなく受信デバイスも必要となる可能性がある。Bluetooth を用いた機器は、位置情報を電波によって送る方法である。電波によって送信するため、電波を吸収材質の物があるとうまく測位情報を伝達できない可能性がある。追加デバイスは増えているが、古い端末には対応していない。

本研究では Bluetooth を用いた位置測位方法を利用する。Bluetooth である理由は、Bluetooth に対応したデバイスが年々増えていることと、測位方法で計算による測位と絶対位置による測位の両方が行えるためである。本研究では絶対位置からの情報を端末に移動しそれを識別することで位置情報を取得する。複数の Bluetooth 機器の反応があった場合、電波強度の計算を行い端末から近い機器の情報を取得する。

第 3 章

関連研究

関連研究として、位置情報の共有方法と状態情報の共有方法に関する研究をあげる。

3.1 位置情報の共有方法

位置情報の取得方法として以下の二つの情報取得方法の例を示す。

- 位置情報の研究として病院で医師の居場所を判別する activebadge system[1] がある。activebadge system は病院の天井に赤外線照射機を設置し、病院内にいる医師に赤外線受信装置であるバッジを着けてもらうことにより、赤外線受信の情報から医師の場所を把握するシステムである。システムでは医師の付近にある固定電話機の番号と医師の情報を提示している。activebadge system は 1992 年に利用されていたシステムであり、当初の赤外線の精度は低いため、位置情報の提供頻度が期待していた結果を得ることができなかった。
- Devora[2] はメールと専用のタッチパネルを利用した位置情報共有システムである。Devora はタッチパネルで自分の位置情報が変更できるほか、携帯電話を用いてメールでサーバーに情報を変更するコマンドメールを送信し利用することが可能になっている。Devora の欠点として位置情報を手動で変更するため人的なミスが発生する可能性がある。

3.2 状態情報の共有方法

状態情報の関連研究として以下の三つの研究を挙げる。

- Lss[3] は自分の状態を周囲と共有するシステムである。Lss はスケジュール情報の利用を考えており、状態の把握にはスケジュール情報を重視している。Lss ではユーザのプライバシーの情報をユーザルールで指定すること可能である。
- Docoitter は現在の在席状態と未来の在席情報とを提示するシステムである。Docoitter の特徴として未来の在席情報の予測がある。このシステムは過去に在籍し

.....

ていた状況を記録しておき、過去の在席情報から在席情報を予測するシステムである。

- グループ情報の識別について **The Calendar as a Sensor: Analysis and Improvement Using Data Fusion with Social Networks and Location [4]** がある。この研究ではグループを人物の識別、電話帳アドレス等のソーシャルネットワークの繋がり、交流状態からグループ情報を取得する。

第 4 章

設計

4.1 システム概要

本研究では自分の情報を周囲と共有することにより、周囲にいる人物の状況を提示するシステムである。これにより、コミュニケーションが行いたい相手の状況が判断できる。また普段は話さない人物ともコミュニケーションを行う可能性が増えると考えられる。

本研究では状態の推定に複数の情報を用いる予定だったが、実装がうまく行えなかったため、位置情報での推定しか行えなかった。

本研究は状況を確認する状況提示システムと、自分の位置を取得する位置取得システムの二つのシステムから構成されている。以下二つについて記す

- 状況提示システムに関してはスクリプト言語である Python の Web アプリケーションフレームワークである Django を使用して、人物の状況をデータベースとして表示する Web サイトを作成。
- 位置情報の取得に関しては Android 端末で動作するアプリケーションを作成。このアプリケーションは Bluetooth 機器である MyBeacon から情報を送信してもらう。送信してもらった情報を識別し、識別した情報に合わせて提案システムに情報送信する。また位置情報の取得に関しては Android 端末で動作するアプリケーションを作成。位置情報の取得は Bluetooth 機器である iBeacon から情報を送信する。

状況送信してもらった情報を識別し、識別した情報に合わせて提案システムに情報送信する。提案システムはこの情報から人物情報の位置と状況を変更する。開発環境は Eclipse4.3 を使用した。

提案システムで利用する三つの情報を示す。以下に利用する三つの情報を示す。

- 人物情報とは、位置や状態を提示している本人の情報であり。この情報から相手のだれであるかを確認することができる。人物情報には人物名を表すユーザ情報と、所属を表すグループ情報の二つの情報を扱っている。

- 位置情報とは自分の位置を提示する情報であり、この情報から相手が何処にいるかを確認することができる。
- 状態情報とは自分の行動を提示する情報であり、この情報から相手がどんな行動をとることができるか確認することができる。

本研究では位置情報と状態情報のことを合わせて状況情報と呼ぶ。位置情報取得のフローを図 4.1、状況提示フローを図 4.2 に示す。

図 4.1 では、位置情報が状況提示アプリケーションに送信するフローを示す。位置情報は Beacon の固有 ID 情報である UUID を受信する。このとき Beacon は教室等といったエリア内に置いておく、ビーコンの UUID を受信することで場所の情報がわかるため UUID とユーザの情報を状況提示アプリケーションに送信することでどのユーザが位置を変更することができる。

図 4.2 では、状況提示アプリケーションで状況提示を確認するフローを示していく。状況情報は指定されたアドレスにアクセスすることで利用することができる。アドレスがわからないユーザには NFC を利用することでアクセスすることが可能である。アプリケーションでは食堂や食事等の文字で相手の状況を示している。位置情報取得アプリケーションでは位置情報が送信された場合、位置情報を元に状態を変更する。変更した情報はアプリケーションを更新することで画面の情報を変更することが可能になる。

本研究は位置や状態といった状況情報を扱うが、利用者がシステムを利用するのに必要な持ち物は携帯端末のみである。この携帯端末は専用の端末が必要なわけではなく、Web サイトにアクセスすることができる携帯端末なら利用することが可能である。しかし、初めて利用する人はサイトの URL を打ち込むので、サイトの打ち込みで人為的なミスが発生する場合や方法がわからない可能性も考えられる。この問題の解決に NFC を利用する。NFC にはあらかじめ提案システムの URL を書き込んでおくことで、このようなミスを失くす。

また位置取得には Bluetooth 機器を利用しており、状況確認を行う人物には Bluetooth が対応している携帯端末が必要である。本研究では Bluetooth Low Energy(以下 BLE) を利用した Bluetooth 機器を用いるため、AndroidOS が 4.4 以上でなければならない。

4.2 システムを利用環境

本研究は、周囲にいる人物の状況を提示するコミュニケーション支援ツールである。

従来のシステムと違い、本コミュニケーションツールでは相手の行動や位置といった個人の情報を提示する。本研究は人の位置や行動といった状況を扱う。よって個人情報の提供範囲を狭めるため、本研究では建物内のローカルサーバーでの利用を考えている。また

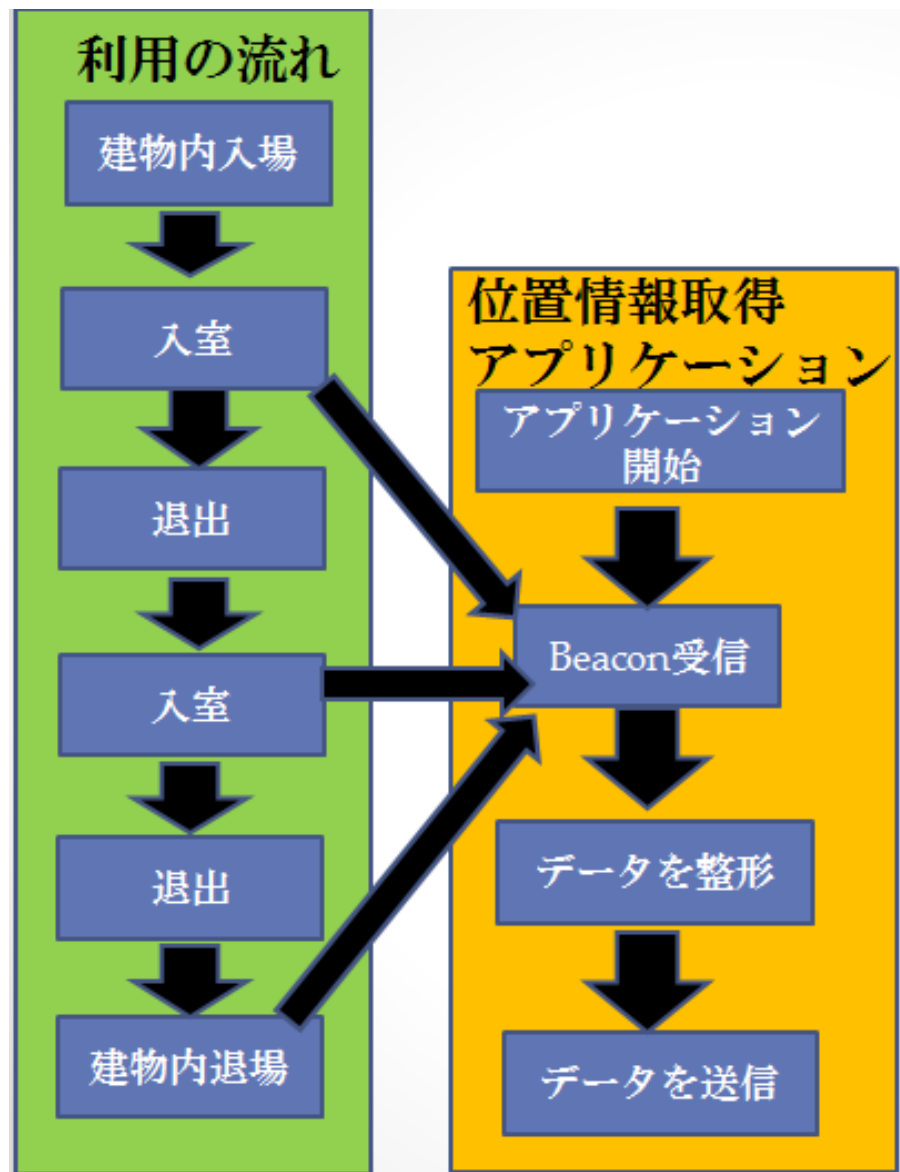


図 4.1 位置情報送信のフロー

来訪者がきた場合には設置した NFC タグを利用することによってシステムにアクセスし利用してもらう。

4.3 本研究での情報のフロー

フロー図を図 4.3 に示す。本研究のフローについて説明していく。まず本研究ではあらかじめ四つのテーブルとテーブルに明示する情報(ユーザなら人物名)を作成する。位置情報を送信するアプリ(以下ビーコンアプリ)は UUID を識別したのちに変数テーブルを

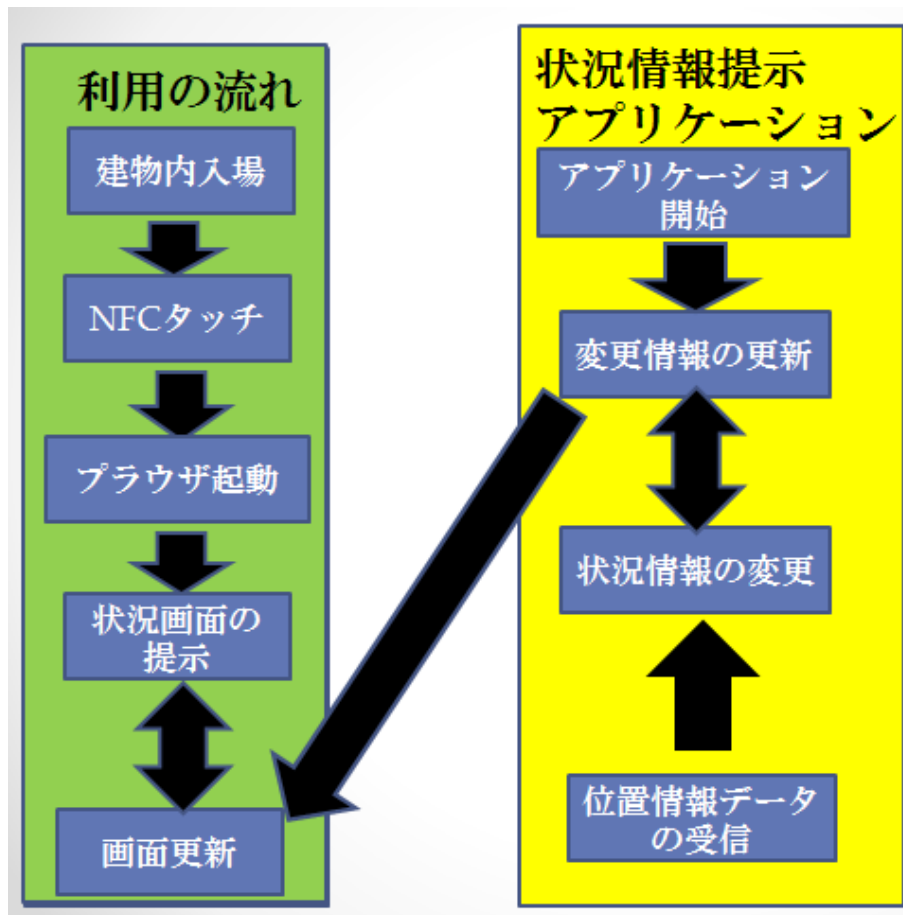


図 4.2 状況提示フロー

参照し識別子に変える。識別子の情報からデータの整形を行い POST データを送信する。送信した POST データは研究システム内で対応する場所と状態に変換され、その情報を指定したデータベースに格納し研究システムの画面を更新する。以上が本研究のフローとなっている。

4.4 UI

本研究の UI について記していく。本研究システムは位置情報を取得する Android 端末と、周囲の状況を把握する Django の Web サイトの二つのシステムから作成されている。

4.4.1 位置取得アプリケーションの UI

Android の位置取得アプリケーションの UI を図 4.4、図 4.5、図 4.6 に示す。

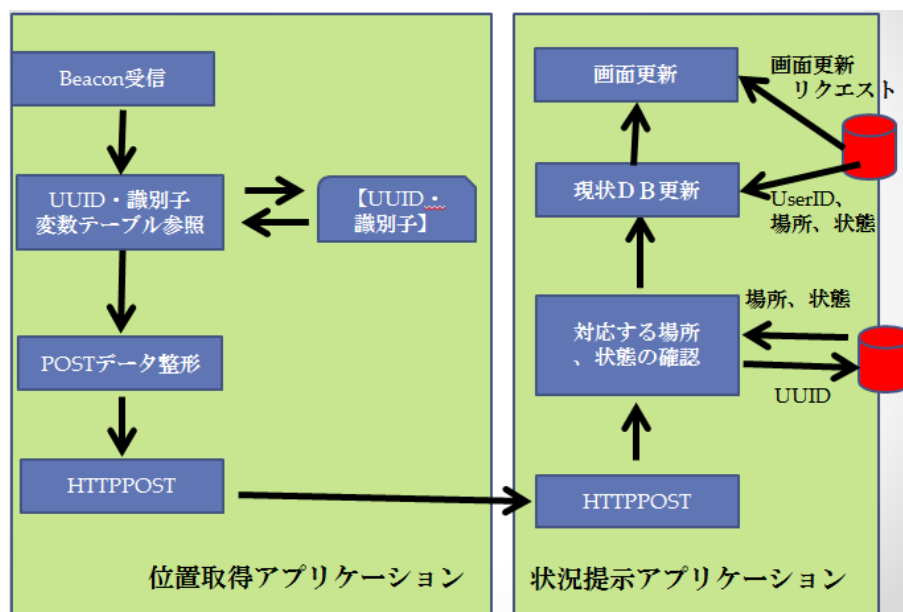


図 4.3 フロー図

本研究では Mybeacon を利用した装置でアビダルマ株式会社の開発 SDK 利用し、開発用 SDK 付属のサンプルを流用し開発を行った。

図 4.4 では選択できるビーコンの情報が入っており、トグルスイッチを切り替えた時に指定したビーコンの情報を受信した場合には推測距離、それに伴う領域情報、電波強度の三つの情報を取得することができる。

図 4.5 では、バックグラウンド処理の決定をすることができる。図 4.5 はチェックボックスにチェックを入れることで、設定した情報に関して通知をすることが可能である。invoke on はビーコンの領域内情報を参照し復帰を行っている。enter の場合はビーコンの領域内にいた場合アプリがユーザが操作可能な画面に戻す (以下復帰と呼ぶ)。exit はビーコンの領域外に位置にいる場合、10 秒後に復帰にする。また Beacon には近接度が設定されており、immitate、near、far、unknown の四つの領域が設定されており、これを用いて復帰することも可能である。

図 4.6 は研究室のビーコンがイベントを取得し復帰した画面である。復帰時のトグルスイッチは最初から ON 状態になっており、復帰後すぐにビーコン情報を取得する。

本研究ではバックグラウンドで指定領域内 (imm、near) に入った場合復帰し、ビーコン情報を取得するシステムとなっている。このような機構にすることによりビーコンの衝突を避けることが可能になる。



図 4.4 アプリケーションのフォアグラウンド画面

4.4.2 状況把握 Website の UI

状況を把握するシステムである Django の Web サイトの UI を図 4.7、図 4.8、図 4.9、図 4.10、図 4.11、図 4.12 に示す。

本研究システムでは Django のテンプレートを流用する。

図 4.7 ではログインを行う、ログイン情報は管理サイトないし `createsuperuser` コマンドを利用することにより作成することが可能である。

図 4.8 ではテーブル情報の選択ができる画面である。通常ログイン情報でユーザ承認した成功した場合このページにアクセスされる。青い文字をクリックすることで各テーブルを閲覧できる。

図 4.9 はテーブル情報が載っているページである。このページを見ることでそのテーブルにある情報を知ることが可能である。

図 4.10 は本研究である、人物の状況情報を載せたページである。このページでは各テーブルで作られた情報を一つのテーブルにまとめた。この情報を見ることにより、人物の状況を確認することができる。

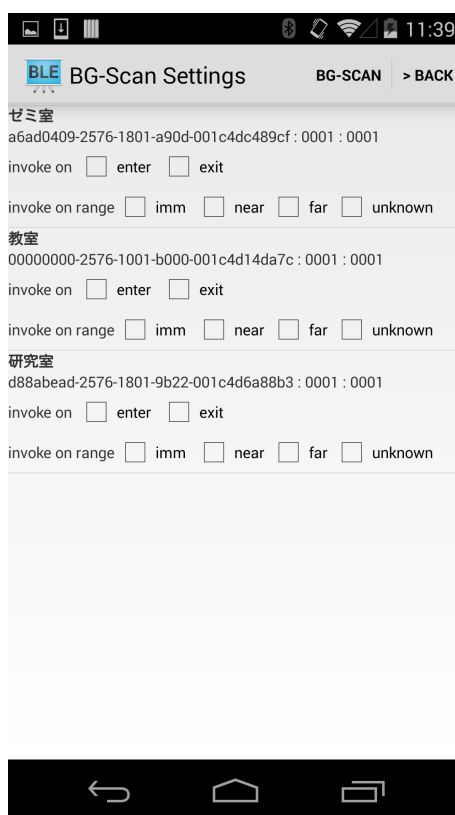


図 4.5 バックグラウンド処理の決定画面

図 4.11 はカラムの追加を行うページである。図 4.11 では研究システムの人物を追加する際の画面である。人物の状況確認のテーブルでは、それぞれのテーブルにある情報を取得している。そのため追加画面では画面の名前のようにテーブルの中にある情報を選択し取得することが可能である。また各情報の隣にある緑色の＋アイコンは参照しているテーブルに情報を追加する。(画面の場合、ユーザテーブルの追加)

図 4.12 はテーブル内の情報を変更する画面である。図 4.12 は追加画面同様、状況確認システムテーブルを利用し、テーブル内の情報の変更を行っている。追加画面とは異なり、名前とグループ情報の欄が変更不可能となっているがこれは、Django で読み取り専用にしたためである。読み取り変更にした場合、テーブルの全情報に反映されてしまう。そのためユーザ情報を追加する場合は読み取り専用をオフにしなければならない。

4.4.3 NFC

NFC は提案システムを簡単にアクセスさせるために利用する。利用方法としては NFC にタッチして情報を読み込んでもらい、提案システムにアクセスしてもらう。NFC 搭載の携帯では、NFC タグを読み込みを行える。読み込みを図 4.13 に示す。

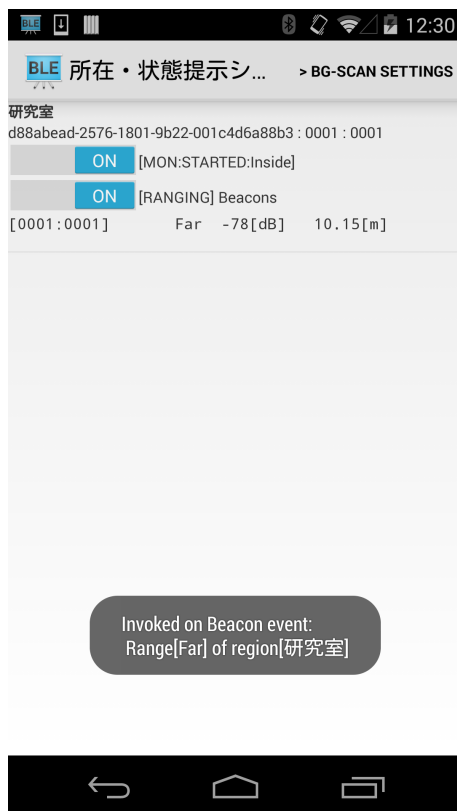


図 4.6 バックグラウンド復帰画面

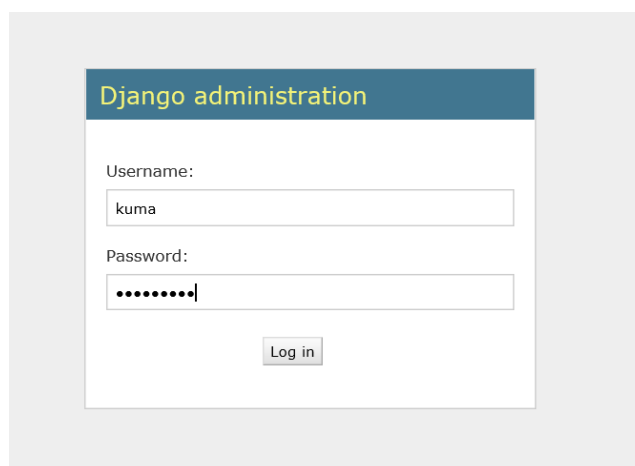


図 4.7 ログイン画面

Cms	
Glopes	+Add Change
Kens	+Add Change
Locations	+Add Change
Situations	+Add Change
Users	+Add Change

図 4.8 テーブル選択画面

Select user to change Add user +

Action: 0 of 2 selected

<input type="checkbox"/> ID	名前
<input type="checkbox"/> 2	院生A
<input type="checkbox"/> 1	院生B

2 users

図 4.9 テーブル画面

Select ken to change Add ken +

Action: 0 of 2 selected

<input type="checkbox"/> ID	グループ	名前	位置	状態
<input type="checkbox"/> 2	研究室A	院生B	研究室	研究
<input type="checkbox"/> 1	研究室A	院生A	教室B	打ち合わせ

2 kens

図 4.10 人物の状況確認画面

4.5 位置情報について

本研究では位置情報を扱う。使用機器については2章の屋内測位システムで記したとおり、Bluetooth 機器を利用した位置取得を行った。以下 Bluetooth 機器について記す。

本研究で利用する Bluetooth について説明していく。Bluetooth は数 m から数十 m 程度の情報端末間で電波を利用して情報交換を行う。Bluetooth 機器はマウスやキーボード等といった周辺機器、デジタルオーディオプレーヤー、RFID、バーコードリーダー等多くのデバイス利用されている。Bluetooth は、多数のデバイスに利用されているため、デバイス同士で干渉が起きてしまう。Bluetooth はこのような問題を解決するために、周波数ホッ

グループ:	<input type="text" value="-----"/> ▼ +
名前:	<input type="text" value="-----"/> ▼ +
位置:	<input type="text" value="-----"/> ▼ +
状態:	<input type="text" value="-----"/> ▼ +

図 4.11 テーブル情報追加画面

位置:	<input type="text" value="研究室"/> ▼ +
状態:	<input type="text" value="研究"/> ▼ +
ID:	2
グループ:	研究室A
名前:	院生B

図 4.12 テーブル情報変更画面

ピング・スペクトラム拡散 (以下 FHSS) を利用している。FHSS は送信側と受信側で一定の規則に乗っ取り、飛び飛びになるホッピング周波数を高速な切り替えにより対処し通信を行うことで他のデバイスの干渉を防ぐ方法である。しかし FHSS では電子レンジ等の家電製品の電磁波の影響や無線 LAN の干渉が問題となった。この問題を解決するために、Bluetooth のバージョン 1.2 から advance frequency hopping (以下 AFH) は、通常の干渉を回避するために他のデバイスと干渉している場合、AFH を利用することにより干渉している場所を回避し空いている帯域に移動することが可能になり他のデバイスとの干渉を軽減することができる。

BLE は Bluetooth4.0 の規格の一部であり以下の特徴がある。

- 電力が少ない。(ボタン電池 1 つで数年間稼働)
- 2.4Ghz 帯を利用して、最大 1Mbps の通信が可能。
- これまでの Bluetooth 機器と互換性がない。

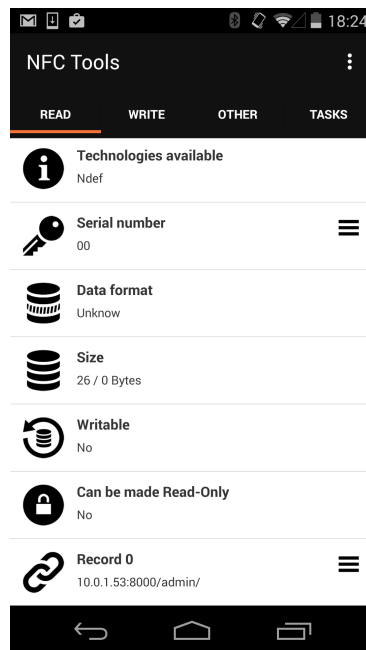


図 4.13 テーブル情報変更画面

- 同時接続数に制約はない。(従来の Bluetooth では最大 7 台)
- 電波を反射・吸収する材質があると電波強度に影響が出る。

MyBeacon は BLE を用いた Bluetooth 機器である。数十mの範囲に送信することができ、受信した端末に ID 情報を渡せる。携帯端末は iPhone OS7 以上もしくは Android4.3 以上でないと使用することはできないが、時間がたつにつれてこの問題は解決するため、問題はないと考えている。本研究では送信された ID 情報から位置情報を取得し提案システムに位置情報を送信している。

4.6 Django

本研究で使用するスクリプト言語である Python とその Web フレームワークである Django について記す。Python とはフリーかつオープンソースのソフトウェアである。Python の主張としてどのようなプログラムでもクリアで少ないコード量で書けるとして、Django を使用することにより少ないコード量で複雑なデータベース主体の web サイトが開発できる。

4.6.1 Django の要素

Django はモデルテンプレートビュー (MTV) で構成されている。以下にそれぞれの機構について示す。

- モデルは、データベースの定義をする要素である。データベースの定義とは、データベースの中身の指定を行うことである。例をあげると、書籍のデータベースを作成を想定した場合、データベースには書籍名がなければ何の書籍かがわからない。またページ数がないと書籍のページ数があるかがわからない。そこでモデルで書籍名は文字が書いてある場所、ページ数は数字が書いてある場所と定義しておくことで、データベースに書き込む事が可能となる。モデルで定義したこと意外ではデータベースは動かない。またモデル情報はマイグレーションという操作を行わなければデータベースを動かすことができない。これはマイグレーションを行うことで、モデルが更新されシステムの利用が可能になるからである。図 4.1 でモデルコードの例を示す。モデルコードの例は GeekLab.NAGANO[12] 主催の「Django 入門」講座用教材の Python Django 入門 (3) からモデルコードを提示した。モデルコードはソースコード 4.1 では `Book` と `Impression` のデータベーステーブルを作成している。`Book` では三行目から五行目にデータベースの中身が入っている。`name` では書籍名を文字情報 (`CharField`) で定義されている。`page` はページ数を数字 (`int`) で表すことが可能になっている。`Impression` クラスで `book` で定義されている書籍名引用し書籍といて提示する。`name` 情報は `str` で返す。

ソースコード 4.1 モデルコードの例

```
1 class Book(models.Model):
2     '''書籍'''
3     name = models.CharField(u'書籍名', max_length=255)
4     publisher = models.CharField(u'出版社', max_length=255, blank=True)
5     page = models.IntegerField(u'ページ数', blank=True, default=0)
6
7     def __str__(self):
8         return self.name
9
10 class Impression(models.Model):
11     '''感想'''
12     book = models.ForeignKey(Book, verbose_name=u'書籍', related_name='impressions')
13     comment = models.TextField(u'コメント', blank=True)
14
15     def __str__(self):
16         return self.comment
```

- ビューは、データベースを変更が行える場所であるユーザインターフェース (UI) との更新を行う要素である。このビューではモデルで定義した情報を UI でわかるようにする場所である。例あげると、UI でデータベースの中身 (例。商品情報) を変

更した場合、データベースに情報の変更と更新を行う。ソースコード 4.2 でビューのコードを記す。ビューコードの例は GeekLab.NAGANO 主催の「Django 入門」講座用教材の Python Django 入門 (4) からビューコードを提示した。ソースコード 4.2 にコードの一部を記す。ソースコード 4.2 ブックのリストを定義している。book list のビューは三行目で Bookmodel にあるオブジェクトを全て取得し四行目の *booklist.html* を利用して、五行目で modelbooks の中身 books を取得している。

ソースコード 4.2 ビューの例

```

1 def book_list(request):
2     '''書籍の一覧'''
3     books = Book.objects.all().order_by('id')
4     return render_to_response('cms/book_list.html',
5                               {'books': books},
6                               context_instance=RequestContext(request))

```

- テンプレートではモデルの情報を UI に見やすくするために使用する。この要素ではシステム内での見栄えを変えるものであり、例えば文字の大きさや色が変更される。Django には多くのテンプレートが用意されており、本研究では標準テンプレートを用いてシステムの作成を行った。

4.7 提案システム

本研究ではこの三つの要素でシステムを作成している。システムとしては、モデルに人物情報、位置情報、状態情報の三つの情報をグループテーブル、ユーザーテーブル、シチュエーションテーブル、ロケーションテーブルの 4 つのテーブルに分け、それぞれのテーブル情報を取得することができるケンテーブル (本のデータベース) にわけ、ビュー要素でそれぞれの要素の変更を行う。以下に詳しく説明していく。

4.7.1 本研究のモデル

本研究のモデルに関しては、本研究で述べているように四つのテーブルで表している。これらのテーブルは以下のようにになっている。

- グループテーブル、システム利用者の所属が格納されてる。
- ユーザテーブル、システム利用者の名前が格納されてる。
- ロケーションテーブル、フロア情報が格納されている
- シチュエーションテーブル、行動が格納されている。

四つのテーブルにはそれぞれに CharField という、文字を書き込むフィールドを用意しており。それぞれテーブルに合った文字情報を書き込むことで、システムが利用できる環境

を作成していく。本研究では一例として、大学内での仕様を想定し作成を行った。そのためテーブル情報のグループには、〇〇研究室といった研究室の名前が入っており、シチュエーションやロケーションにも教室や講義といった、学生主体のデータベーステーブルとなっている。このテーブル情報は、システム内で変更可能となっており、システム内でデータベースの情報の追加 (以下カラムの追加) を行うことで簡単に変更できる。本研究ではこの四つのデータを一つに統合したケンテーブルを作成し各テーブルからデータベースの中身を取得することにより、人の状況を示す。テーブル情報の取得には外部キーを用いて情報を引っ張る。外部キーは Django で利用されている `ForeignKey` を用いてテーブル情報の取得を行った。コードの一部をソースコード 4.3 に記す。ソースコード 4.3 は `location`、`situation`、`user`、クラスはそれぞれ、`locate`、`situ`、`user` のテーブルが作成されており、その情報を `ken` クラスで引用している。

ソースコード 4.3 モデルコードの一部

```

1
2 class location(models.Model):
3     locate = models.CharField(u'位置', max_length=255)
4
5     def __str__(self):
6         return self.locate
7
8
9
10 class situation(models.Model):
11     situ = models.CharField(u'状態', max_length=255)
12
13     def __str__(self):
14         return self.situ
15
16 class user(models.Model):
17     user = models.CharField(u'名前', max_length=255)
18
19     def __str__(self):
20         return self.user
21
22
23 class ken(models.Model):
24     '''ユーザー'''
25     glope = models.ForeignKey(glope, verbose_name=u'グループ', related_name='ken')
26     user = models.ForeignKey(user, verbose_name=u'名前', related_name='name')
27     location = models.ForeignKey(location, verbose_name=u'位置', related_name='location')
28     situation = models.ForeignKey(situation, verbose_name=u'状態', related_name='situation')
```

4.7.2 本研究のビュー

本研究のビューは、モデルで作成したテーブルのカラム情報の変更で変更を行っている。変更箇所はケンテーブルでの状態と位置情報の変更を行う。ビューでは指定された URL に接続するとケンテーブルの列の情報を取得し、位置情報と状態情報のテーブルの変更を行う。Django では `get(id)` を利用することによりデータベースの取得を行っている。

る。get(id) に利用されている id 情報はカラムの生成した ID ナンバーである。

ソースコード 4.4 では kenkyuusituView では、モデル ken に入っている ID2 の情報の変更を行った。tadaken や kozin はモデル内に入っている情報を取得している。例えば tadaken では glope モデルに入っている ID1 を取得している。ビューではこのような ID 情報を取得し、その情報を VView に入れることによってデータベースの変更が可能になっている。kenkyuusituView を利用するには、Django の url.py で url に kenkyuusituView を入れることによって、kenkyusituview が使用可能となる。

ソースコード 4.4 ビューコードの一部

```
1  kozin = glope.objects.get(id=3)
2  tadaken = glope.objects.get(id=1)
3  komiyaken = glope.objects.get(id=2)
4  syokudou = location.objects.get(id=1)
5  kenkyuusitu = location.objects.get(id=58)
6  kyousitua = location.objects.get(id=59)
7  kyousitub = location.objects.get(id=60)
8  zemisitu = location.objects.get(id=61)
9  kougi = situation.objects.get(id=4)
10 utiawase = situation.objects.get(id=3)
11 kenkyu = situation.objects.get(id=2)
12 syokuzi = situation.objects.get(id=1)
13
14 class kenkyuusituView(JSONView):
15     def get(self, request, *args, **kwargs):
16         ken1 = ken.objects.get(id=2)
17         ken1.glope = tadaken
18         ken1.location = kenkyuusitu
19         ken1.situation = kenkyu
20         ken1.save()
21
22     return self.render_to_response({'研究室'})
```

4.8 Android の位置測位システム

この節では位置情報取得であるアプリである所在・状況提示システムを示していく。

4.8.1 Beacon の選択

現在、多様な種類の iBeacon が存在しているが本研究ではアプリックス社により販売されている Mybeacon[11] を使用した。Mybeacon を使用する理由として、日本国内で販売されており日本の規格にそっている点と、成りすましなどのビーコンのセキュリティが高い点が挙げられる。本研究では Mybeacon を利用した装置でアビダルマ株式会社の開発 SDK 利用し、開発用 SDK 付属のサンプルを流用し開発を行った。

4.8.2 使用環境

本研究では AndroidOS4.4 以上を利用することを想定して開発を行った。AndroidOS4.3 以上から BLE に対応したため、OS 環境が 4.3 以上からの携帯端末から利用することができるが、AndroidOS4.4 以上から Background 操作が可能になり、アプリケーションを終了させなければ Beacon の処理が行えるからである。

4.9 位置情報取得するためのアプリケーション

位置取得には iBeacon を用いたアプリケーションを利用して開発する。研究システムの位置取得のアプリケーションは以下のクラスで作成されている。BeaconWatcher、BgScanService、BgScansettingsactivity、FgScanActivity、BeaconData それぞれのクラスに記していく。

4.9.1 BeaconWatcher

Beaconwatcher では Beacon を探す動作を行っている、ソースコード 4.5 ではクラス Beaconwatcher で書かれている一部をしている。図 4.5 について説明していく、ソースコード 4.5 はビーコン領域の監視を開始をするシステムである。このメソッドを複数回呼び出すことにより、複数のビーコンを見ることが可能である、システム 2 行目でスタートモニタリングを定義する。3 行目でスタートモニタリングをトレースする。4 行目でビーコンデータ内から領域内にいるビーコン r を探す。5 行目から 8 行目で領域内にビーコンがない場合、スタートモニタリングは unknown region(領域内に存在しない) と表示される。それで 10、12 行目で複数のビーコンに対応することができる。

ソースコード 4.5 BeaconWatch コードの一部

```
1 void startMonitoring(final String regionName) {
2     trace("startMonitoring(" + regionName + ")");
3     BeaconRegion r = BeaconData.getRegion(regionName);
4     if (r == null) {
5         trace("startMonitoring - unknown region");
6         return;
7     }
8
9     getHolder(r).setMonitoring(true);
10
11     mMgr.startMonitoringForRegion(r);
12 }
13
```


4.9.2 BgScansettingsActivity

BgScansettingsActivity は、バックグラウンド処理を行う際に復帰条件が書かれている。ソースコード 4.6 にコードの一部を記す。ソースコード 4.6 では呼び出しイベントの設定を行っている。CBINDEX_ON_は checkbox の管理用のインデックスである。checkbox がオンになった場合、オンにしたイベントを起動させてバックグラウンドでイベントが起動されるのを待っている。

ソースコード 4.6 BgScansettingsActivity コードの一部

```
1 private static class ViewItem {
2     boolean[] check_status = new boolean[CBINDEX_MAX];
3     boolean isChecked(int cbindex) {
4         try {
5             return check_status[cbindex];
6         } catch (Exception e) {
7             Log.e(LOG_TAG, LOG_NAME + "ViewItem.isChecked(" + cbindex + "): caught "
8                 + e, e);
9         }
10        return false;
11    }
12    int getMonitorTriggers() {
13        int invokeTrigger = 0;
14        boolean enter = isChecked(CBINDEX_ON_ENTER);
15        boolean exit = isChecked(CBINDEX_ON_EXIT);
16        if (enter) { invokeTrigger |= BgScanService.EVENT_ON_ENTER; }
17        if (exit) { invokeTrigger |= BgScanService.EVENT_ON_EXIT; }
18        return invokeTrigger;
19    }
20    int getRangeTriggers() {
21        int invokeTrigger = 0;
22        boolean imm = isChecked(CBINDEX_ON_IMM);
23        boolean near = isChecked(CBINDEX_ON_NEAR);
24        boolean far = isChecked(CBINDEX_ON_FAR);
25        boolean unknown = isChecked(CBINDEX_ON_UNKNOWN);
26        if (imm) { invokeTrigger |= BgScanService.EVENT_ON_RANGE_IMM; }
27        if (near) { invokeTrigger |= BgScanService.EVENT_ON_RANGE_NEAR; }
28        if (far) { invokeTrigger |= BgScanService.EVENT_ON_RANGE_FAR; }
29        if (unknown) { invokeTrigger |= BgScanService.EVENT_ON_RANGE_UNKNOWN; }
30        return invokeTrigger;
31    }
}
```

4.9.3 BgScanService

BgScanService では、バックグラウンド上での動作について記してある。ソースコード 4.7 にコードの一部を記す。ソースコード 4.7 では復帰方法がかかっている。コード内にある invokeTrigger は BgScansettingsactivity で定義したトリガー情報 (ビーコンの反応や指定領域内) でセットアップマネージャを呼び出し、入手したビーコン情報をリストに表示する。startMonitor と startRange は情報を指定しなければならぬためトリガーが必要になる (クラスの二行目) が stopMonitor は稼働しているビーコンの停止 (対象が領域外にでる) が条件のためトリガーの必要がない。

ソースコード 4.7 BgScanService コードの一部

```

1 private void startMonitor(final BeaconRegion region, final int invokeTrigger) {
2     mInvokeTriggers.put(region.getIdentifier(), invokeTrigger);
3     BeaconLocationManager mgr = setupManager();
4     mgr.startMonitoringForRegion(region);
5 }
6
7 private void stopMonitor(final BeaconRegion region) {
8     BeaconLocationManager mgr = setupManager();
9     mgr.stopMonitoringForRegion(region);
10 }
11
12 private void startRange(final BeaconRegion region, final int invokeTrigger) {
13     mInvokeTriggers.put(region.getIdentifier(), invokeTrigger);
14     BeaconLocationManager mgr = setupManager();
15     mgr.startRangingBeaconsInRegion(region);
16 }

```

4.9.4 FgScanActivity

FgScanActivity ではフォアグラウンド状況での動作について記している。ソースコード 4.8 にコードの一部を示す。ソースコード 4.8 ではビーコン情報の取得を行っている。ビーコン情報は `uuid : major : minor` の順に表しており、それぞれの情報を `get` 関数で取得している。

ソースコード 4.8 FgScanActivity コードの一部

```

1 private String toStringUuidMajorMinor(BeaconRegion region) {
2     String uuidStr = region.getUuid().toString();
3     int major = region.getMajor();
4     if (major == BeaconRegion.DEFAULT) {
5         return String.format("%s : **** : ****", uuidStr);
6     }
7     int minor = region.getMinor();
8     if (minor == BeaconRegion.DEFAULT) {
9         return String.format("%s : %04x : ****", uuidStr, major);
10    }
11    return String.format("%s : %04x : %04x", uuidStr, major, minor);
12 }

```

4.9.5 BeaconData

BeaconData では使用するビーコン情報を保存している。ソースコード 4.9 にコードの一部を示す。図 4.9 ではビーコン情報の指定と取得するビーコンを定義している。1、2、3 行目は使用する UUID を取得するコードである。12、13、14 行目のの部分に入る数字によって、何番目のビーコンか表すことができる。四行目以降は UUID の情報の取得を実行している。ビーコンには UUID、MAJOR、MINOR の三つの ID 情報があり、ID を指定することで指定のビーコン情報を取得することができる。本研究では UUID を変更させてビーコン情報を指定している。ビーコンの名前に関しては `name` の部分で定義している。

ソースコード 4.9 BeaconData

```
1 private static final UUID sBEACON_UUID_0 = UUID.fromString("00000000-2576-1001-b000-001
   c4d14da7c");
2 private static final UUID sBEACON_UUID_1 = UUID.fromString("a6ad0409-2576-1801-a90d
   -001c4dc489cf");
3 private static final UUID sBEACON_UUID_2 = UUID.fromString("d88abead-2576-1801-9b22
   -001c4d6a88b3");
4
5 @SuppressWarnings("serial")
6 private static final HashMap<String, BeaconRegion> mRegionMap = new HashMap<String,
   BeaconRegion>() {
7     {
8         String name;
9         // name = "all"; put(name, new BeaconRegion(sBEACON_UUID_0, BeaconRegion.
   DEFAULT, BeaconRegion.DEFAULT, name));
10        // name = "MAJOR0000"; put(name, new BeaconRegion(sBEACON_UUID_0, 0x0001,
   BeaconRegion.DEFAULT, name));
11        // name = "MAJOR0001"; put(name, new BeaconRegion(sBEACON_UUID_0, 0x0001,
   BeaconRegion.DEFAULT, name));
12        name = "教
   室"; put(name, new BeaconRegion(sBEACON_UUID_0, 0x0001, 0x0001, name));
13        name = "ゼミ
   室"; put(name, new BeaconRegion(sBEACON_UUID_1, 0x0001, 0x0001, name));
14        name = "研究
   室"; put(name, new BeaconRegion(sBEACON_UUID_2, 0x0001, 0x0001, name));
```

第 5 章

実験と考察

5.1 実験概要

今回の研究は見えない人物との状況情報が有用かどうかの評価と、使用者のビーコンの反応を見てもらった。内容としては一人の人物にビーコンを置いたフロア内に移動してもらいその他の人物に移動した人物の状況を確認してもらい研究システムが使いやすいかどうか判断した。提案システムの使いやすさとビーコンの反応に関する評価を自由記述を含むアンケートで行い評価した。Android の位置情報取得アプリケーションのバックグラウンド操作は、Immediate と Near で反応するように設定した。

本研究で三人の被験者に利用してもらった。被験者はそれぞれ情報系の研究室の学生に利用してもらった。

アンケートは五項目 0 から 5 までの 6 段階評価で示した。0 が最低 (使い勝手が悪い) で 6 が最高 (使いがってがよい) の評価である。また研究システムに関する自由記述をもらい、システムについて評価する。

結果を次節に示す。

5.2 実験結果

結果を表 5.1 で示す、以降各項目について説明していく。

- ビーコンの反応 (利用者側) : 部屋にエリア情報が切り替わる情報が早い (5) か遅い (0) かを示す。
- 見やすさ : 研究している状況情報を提示するシステムが見やすい (5) 見づらい (0) かを示す。
- システムとしての機能 : 研究している状況情報を提示するシステムが機能的に満足 (5) か不満足 (0) かを示す。
- 使いやすさ : 機能は研究している状況情報を提示するシステムが使いやすい (5) か使いづらい (0) かを示す。
- 利用したいか : 本研究システムを利用したい (5) か利用したくない (0) かを示す。

表 5.1 の結果、アンケートの評価として全体としてややよいという評価を得た。やや低い評価を受けたのがシステムとしての機能だが、評価が低い理由として二人の人物から変化情報を自動で切り替えて欲しいという意見をもらった。また位置情報を地図情報として表示してもらいたいとの意見をもらっており、機能的には不十分であると評価された。しかし利用したいかのアンケートに対しては 15 点中 11 点と高い評価を得ている、よって機能が良くなればさらに高い評価が得られると考えられる。ビーコンの反応に関しては反応が遅いという評価もあったが受信強度の強さや反応させる領域を増やすことによりこの問題を解決することができると考えている。

表 5.1 アンケート結果

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	合計点
ビーコンの反応 (利用者側)	4	2	3	9
見やすさ	3	4	4	11
システム機能	2	4	2	8
使いやすさ	3	2	4	9
利用したいか	4	4	2	10
それぞれに与えられた点数	16/25	16/25	15/25	47/75

5.3 考察

考察ではアンケートと関連研究の二つに分けて考察し、最後に提案システムの拡張性について考えていく。

5.3.1 アンケート結果について

アンケートを項目ごとに考えていく。アンケートを考察するにあたり、六段階評価の良し悪しを定義しておく。本研究のアンケートは六段階評価になっている。そこで六段階中 0 と 5 を良し悪しの最大の評価とし、2 と 3 を最少の評価とする。また 0、1、2 を悪い評価とし 3、4、5 を良い評価とする。アンケート結果の考察の中ではこの六段階評価を 0 から順にとても悪い、悪い、ややわるい、やや良い、良い、とても良いと表記する。

- ビーコンの反応 (利用者側) の項目について考えていく。この項目はアンケート者がフロアを移動したときにビーコンの反応が早いか遅いかを判断してもらった。この項目は利用者の歩行速度でビーコンが動作するかの確認と、ストレスを感じないかどうかの反応を行った。アンケート結果は、良いと答えた人物が一名、やや良い

と答えた人物が一名、やや悪いと答えた人物が一名であった。やや弱いと答えた被験者は、ドアを開けてからの反応が遅いとの指摘を頂いた。この問題の解決策として電波強度をあげて範囲を広くする(実験では五段階中三段階目の電波強度で実験を行った)方法や近接度の範囲領域を広げる(Farの領域を利用する、Nearの距離を拡大させる)方法等がありこの項目については十分に改善できると考えた。

- 見やすさの項目について考えていく。見やすさの項目は、研究システムが見やすいかどうかを評価してもらった。アンケートの結果は、やや良い、良い良いであった。この結果は研究システムには人物の状況情報のみを記載した結果シンプルで見やすい評価を得た。しかし、次の項目であるシステムとしての機能としては足りない指摘されたため、見やすいが機能的には足りないという評価が妥当だと考えている。
- システムとしての機能の項目について考えていく。システムとしての機能は研究システムだけの機能で満足かどうかを評価してもらった。アンケートの結果はやや悪い、良い、やや悪いであった。やや悪いの評価として研究システムの自動更新機能と地図に位置をプロットとする機能を追加して欲しいと指摘があった。この機能を改善することは可能だと考えられるが、しかし良いという評価をもらった被験者から自動更新にしてしまうと他の人物の行動を追跡しているように思えるとの指摘を頂いた。これは被験者がシステムを常時見続けているのか、それとも一回確認を行ったらシステムを利用しないかの違いから起きた評価ではないかと考えられる。本研究での考えは、話し合いを行う時間帯は予定などで実際に会う機会を作れない状態での利用を考えており、昼食の休憩等の短い時間の中でコミュニケーションが行えるかの判断を支援するツールだと考えている。よって短い時間に相手とコミュニケーションの機会があるかどうかの判断に関してシステムの利用は数回程度で十分だと考えており、自動更新システムに関しては必要はないと考えている。
- 使いやすさの項目について考えていく。使いやすさの項目は研究システムが使いやすいかどうかを評価してもらった。評価結果はやや良い、やや悪い、良いであった。やや悪いと評価として、ビーコンの反応速度に悪かったためとの指摘を受けた。一項目のビーコンの考察よりこの問題は解決できると考えている。
- 利用したいかの項目について考えていく。利用したいかの項目については研究システムを利用したいかどうかを評価してもらった。評価結果は良い、良い、やや悪いであった。やや悪いと評価として、本人が現状使うような場面がないため使わないだろうとの感想をもらった。

総評として、位置情報取得に関してのビーコンの反応速度は反応が遅いが電波強度を強くする方法や近接度の範囲領域を広げるなどの対策で問題はないと考えられる。提案シス

.....

テムに関しては機能的には足りていないとの指摘を受けたが機能が少なくても利用したいとの評価を得たので提案システムの有用性は実証できたと考えている。また自由記述欄に更新の自動化を入れてほしいとの意見を頂いたが、自動更新にしてしまうと常に利用者の行動を追跡するため、不快に思う人物ができる可能性がある。また本研究システムは相手の状況を理解し、コミュニケーションが可能かどうかを判断するツールであり、自動更新がしなくとも十分に機能するものだと考えている。

5.3.2 関連研究との比較

本研究と関連研究を比べる、関連研究との考察として仕様機器、システムとわけて考えていく。

使用機器について考えていく。従来の研究では、位置情報の取得には QR コードやタッチパネル、赤外線等を用いていた。しかし QR コードやタッチパネルは至近距離にいかなければ反応しない。また赤外線は近年携帯電話に非対応機種が販売されるなど、従来の研究手法では現在のシステムに対応させることは難しいと考えられる。また赤外線は服や遮蔽物の影響を受けるが、Bluetooth には透過性があるためポケットに入れたままでも使用することが可能である。

システムについて考えていく、提案システムは位置情報と状態情報を表示し相手の状況を理解するシステムである。状態の判別には位置情報を用いて判別を行った。関連研究では、状態を判別はスケジュールや手動状況の変更を行っており、また状態の種類も本研究では容易に場所や状況を追加することが可能である。そのため従来研究では知人グループのシステムに対し本研究では、建物内にいる人物内と関連研究と比べ広い領域に対応していると考えられる。

5.3.3 提案システムの拡張性

提案システムは人の状況を提示するシステムであるが、提案システムで行っていることはデータベース内に保存してある情報を利用者に合わせて適宜変更させていくことである。またデータベースも簡易にテーブルを追加や変更が行えるシステムである。これは追加の情報の組み込みを容易にできることを示している。例えばある人物の進捗状況を追加する場合、本研究システムでは IntegerField を用いて書かれた進捗のテーブルを提案システムに作成し、進捗の更新状態を提案システムに送信する機構があれば、提案システムに進捗状況を考慮した状況提示システムを作ることができコミュニケーション支援だけでなく、複数人で行うグループワークにも利用することができる。また文字だけでなく地図情報を追加し、状態情報を手伝いが必要等の仕事に関わる内容にすれば会社内の進捗が遅い人物を手助けするヘルプシステムにもなることが可能である。携帯端末をスマートフォン

.....

ではなく、ゴーグルグラスに変えると手に持たなくても状態を表示することができるため、工場内にでも利用することが可能になると考えている。このように提案システムには多くの拡張性があり、多くの場面で利用可能なシステムであると考えている。

第 6 章

結論

本論文では、人の位置や行動といった状況を提示する、所在・状態提示システムを Bluetooth を用いて提案した。提案システムとしては Web サイトを見れる端末なら提案システムを見ることは可能であるが、位置や提案のシステムのアクセスを行うならば Bluetooth、NFC 機能を搭載した AndroidOS4.4 以上が必要となる。本提案システムを用いることにより、相手の状況を理解することができコミュニケーションができるかどうかを判断することが可能となった。また交流が少ない人物や相手を良く知らない人物とのコミュニケーションする機会を増やすきっかけになると考えている。提案システムは容易に情報を増やすことが可能なため、情報を追加することで多様な機能を使うことが可能になると考えている。

本研究システムは拡張性のある提案システムを作成しており、複数の情報を組合すことにより多様なシステムを作ることが可能になると考えている。そのため提案システムは相手の状況を伝える基礎の部分である位置と相手の行動(状態)を付与した状況提示システムを作成し評価した。その結果、状況提示システムは位置と状況の提示で有用であることを示せた。今後はこの機能を基礎とし、進捗やスケジュールのような状況を知る目安となる情報を追加し、より正確な状況提示システムの作成を行うことも可能であり、もしくは進捗情報等の仕事関連情報を追加しグループワーク支援システムとして利用することも可能である。また端末を Google Glass や Android Watch 等を利用することにより、手に物を持たずに情報を見ることが可能になるため工場や建設現場といった場所での提案システムを利用することが可能になると考えている。

今後の課題としては、プライバシー問題が挙げられる。提案システムは情報を追加することにより様々な用途で利用することが可能である、そのためプライバシーに関しても用途に合ったプライバシー方法にしなければならない。また UI 部分に関しても提案システムで不足している部分があると意見されており、情報を追加した場合、追加前のシステムが全て必要かどうかを考えなければならない。また技術の進歩から現在の位置取得方法も変わっていくと考えられる。提案システムは位置情報の取得方法や状態情報の内容が変わったと

.....

しても、対応でき状況を提示すること可能なシステムになることが今後の課題である。

謝辞

本研究を遂行するにあたっては、いろいろな方々にお世話になりました。

まず、指導教員の多田好克先生には日頃から熱心なご指導、そしてご鞭撻を賜わりました。また、ご多忙中にもかかわらず論文の草稿を丁寧に読んで下さり、大変貴重なご助言をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

そして、本研究が行なえたことは、研究方針や方法論について議論をし、共に研究生活をおくってきた多田研、そして小宮研の学生諸氏おかげでもあります。最後に、これらの皆さんに感謝いたします。

参考文献

- [1] Want,R.,Falcao,A.H and Gibbons,J.: The Active Badge Location System,ACM Trans. Information Systems,Vol.10,No.1,pp.91-102 (1992).
- [2] 上田宏高,WangWooiGhee, 塚本昌彦, 西尾章治郎:Devora:電子メールを用いたユーザ位置管理システム, 情報処理学会論文誌,Vol41, No.12,pp.3295-3306(2000).
- [3] 平田敏之, 國藤進:プライバシ保護を可能とする状況情報共有システムの開発と運用実験, 情報処理学会論文誌,Vol41,No.1,pp.189-199(2007).
- [4] Tom Lovett, Eamonn O' Neil, James Irwin, and David Pollington. : The Calendar as a Sensor: Analysis and Improvement sing Data Fusion with Social Networks and Location ,UbiComp '10 Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing Pages 3-12(2010).
- [5] 田中優斗, 福島拓, 吉野孝 : 未来の在室を予報する在室管理システム「Docoitteer」の開発, 情報処理学会論文誌,Vol.54 No.9 2265-2275(Sep.2013) pp.2265-2275(2013).
- [6] Dragan H. Stojanovic and Natalija M. Stojanovic INDOOR LOCALIZATION AND TRACKING: METHODS, TECHNOLOGIES AND RESEARCH CHALLENGES, Series: Automatic Control and Robotics Vol. 13, No 1, pp. 57 - 72.(2014).
- [7] Zahid Farid, Rosdiadee Nordin and Mahamod Ismail : Recent Advances in Wireless Indoor Localization Techniques and System, Journal of Computer Networks and Communications Vol 2013,F pp.1-12(2013).
- [8] Skype <http://www.skype.com/ja/> (2015).
- [9] LINE <http://line.me/ja/> (2015).
- [10] 財団法人 ニューメディア開発協会 , 屋内測位普及発展に関する調査研究 , 平成 2 1 年 3 月 (2009).
- [11] APLIX <http://www.aplix.co.jp/> (2015).
- [12] GEEKLAB.NAGANO <http://geeklab-nagano.com/> (2015).