

設備追加が不要な キャンパスナビゲーションシステムの研究

仁多見 遼¹ 村田 嘉利¹ 鈴木 彰真¹

概要：1つのエリア内に複数の建物があるキャンパスでは、目的の部屋に到着するまでに、その部屋がある建物へのナビゲーションが必要である。一方、現在のナビゲーションシステムでキャンパス内ナビゲーションを実現できるものは少ない。そこで、マーカーやサーバ、地図情報の新たな製作などの追加設備が不要なキャンパスナビゲーションシステムを開発する。提案システムでは既存のサービス、フロアの部屋番号とスマートフォンに搭載されているセンサを用いる。ナビゲーションには大学の施設案内図、複数の地図サービス、地図 API を利用し、これらはアルゴリズムによって使用するものを切り替える。また、システムを実際に開発し、実現可能性について検証する。

Study of Campus Navigation System without Additional Equipments

NITAMI RYO¹ MURATA YOSHITOSHI¹ SUZUKI AKIMASA¹

1. はじめに

GNSS の精度向上、スマートフォンの普及によりナビゲーションサービスが普及している。Google Maps [1] 等の地図情報サービスが充実し、生活道路が複雑な現代において非常に有用なものになっている。しかし、屋内や地図が正確でない場所のナビゲーションにおいては、GNSS の電波が届かない、建物のデータが揃っていないなどの問題があり、その問題を補う形で独自の地図情報や無線 LAN 等のインフラを使った研究がなされている。

そこで本研究では、設備追加が不要なキャンパスナビゲーションシステムを開発する。設備とはマーカーやサーバの設置、地図情報の新たな製作などのことを指し、システムでは既存のサービス、フロアの部屋番号とスマートフォ

ンに搭載されているセンサーを用いる。スマートフォンは Android 端末を使用する。なお今回は大学のキャンパスで検討するが、病院や大規模な企業など、あらゆるキャンパスへの対応を目指す。

1つのエリア内に複数の建物があるキャンパスでは、目的の部屋に到着するまでに、まず既存のナビゲーションがカバーするエリアから目的の部屋がある建物までのナビゲーション、次にその建物内で目的の部屋があるフロアまでのナビゲーション、そして最後にそのフロア内にある目的の部屋までのナビゲーションが必要である。本論文では、既存のナビゲーションがカバーするエリアから目的の部屋がある建物へのナビゲーションについて検討する。また、開発したシステムを用い、今回のナビゲーションの実現可能性を検証する。

¹ 岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究所
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

2. 関連研究と関連システム

2.1 屋内ナビゲーションシステム

無機質な大学における屋内ナビゲーションシステムの1つとして、AR.Drone 2.0 [2] による道案内システムがある [3]。このシステムは、スマートフォンのアプリで行きたい場所を入力すると大学の敷地内に設置されているAR.Drone が独自のマップ情報をもとにユーザーがいる場所まで移動する。その後、図1のようにDroneは目的地まで移動し、ユーザーはそのDroneについて行く。しかし、Droneがユーザーを案内するのでDrone等の無人航空機が必要となる他、Droneが案内するための詳細な地図情報を準備する必要がある。

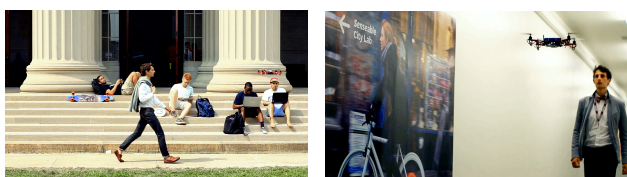


図1 屋内外におけるSKYCALLの利用風景

2.2 スマートフォンアプリを用いたナビゲーション

スマートフォンを用いた屋内ナビゲーションを、QRコードとカメラを使い実現している研究がある。[5] Albertoらは、QRコード付きの地図データを各フロアに準備する必要があるものの、各フロアに設置されたQRコードを読み込み、それを使うことでフロア内のナビゲーションを可能とした。問題点としては、QRコード付きの地図データを各フロアに準備する必要があるため、手間がかかる。

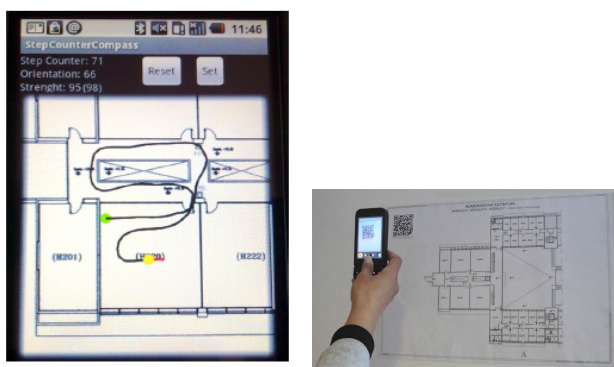


図2 QRコードとカメラを用いた研究の利用風景

3. 先行研究

先行研究では、大学構内をターゲットとして、目的の部屋があるフロアまでたどりつけたという前提のもとで、目的の部屋に効率的に案内することができる、スマートフォ

ンを用いた屋内ナビゲーションシステムを提案した。また、実際にシステムを開発し、そのシステムの有効性について、実際の大学の部屋番号を利用して検証した。

3.1 システム概要

図3に入力画面、図4にルート表示画面の画面イメージを示す。本システムでは、目的の部屋があるフロアの入口でGoogleマップを利用することで、現在地の確認と目的の部屋がある建物情報の取得を可能にした。また、ユーザーが目的の部屋の番号、入口付近の部屋番号を入力することで、目的の部屋へのルート表示を可能にした。表示するルートと部屋の配置図は、上記の調査結果を基に設定している。なお、容易に実装できたため、システム上では片側(左)、片側(右)として、片側で左側にのみ部屋がある場合と右側に部屋がある場合に対応した。合わせて周回として、時計回りの他に反時計回りである場合にも対応した。

部屋の配置図は、少ない操作で実現するために入力画面の初期設定で設定し、ユーザーがメイン画面で選択した、建物の形と大きさから判断して表示する。表示された図が異なっていた場合はユーザー側でプルダウンメニューを使って修正する。

ルート表示は、入口付近の部屋番号を比較して基準値を決定し、その基準値と目的の部屋の番号を比較してルートを割り出す。

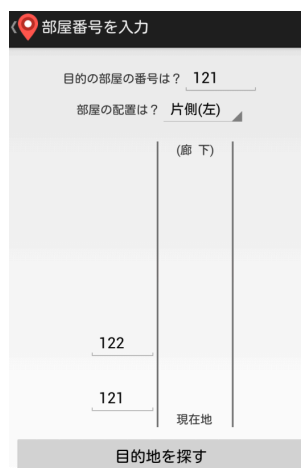


図3 入力画面

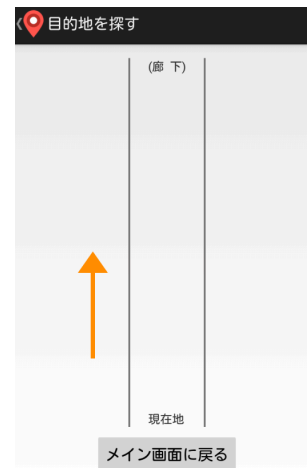


図4 ルート表示画面

3.2 検証実験

3.2.1 実験目的と実験方法

提案システムの有効性を検証するための実験を、調査した大学と調査していない未知の大学で行った。調査した大学は、実際の場所と部屋の配置図のデータを使ったシミュレーション形式で、未知の大学は、シミュレーション形式でのみ実施した。未知の大学はフロアごとに構造が異なっていたため、目的の部屋が自明な場合を除き、すべてのフ

ロアで調査を行った。実験では、初期設定で表示される配置図の精度と、“目的地を探す”画面で表示されるルートの精度を検証した。正しい配置図、正しいルートが表示されれば、検証が成功したと見なす。

3.2.2 実験結果

実験結果を表1と表2に示す。実験の結果、表示されたルートの精度は、調査済みの大学も未知の大学も100%であった。また、初期設定で表示される配置図の精度は、調査済みの大学は100%だった。調査で見つかったパターンにあてはまらなかったフロアが存在したため、未知の大学は90%だった。

表1 初期設定で表示される配置図の精度

調査場所	対象数	検証に成功した数
調査済みの大学	13フロア	13フロア
未知の大学	22フロア	20フロア

表2 ルートの精度

調査場所	対象数	検証に成功した数
調査済みの大学	13フロア	13フロア
未知の大学	22フロア	22フロア

4. システムの構想

今回開発するシステムの構想は次の通りである。まず、大学の敷地内にある施設案内図を見つけることができた場合、ユーザーはアプリでそれを撮影する。撮影したら目的地の部屋がある建物の場所を確認し、アプリ上でその建物までのルートをポイントで取る。アプリはユーザーがポイントで取ったルートに従って案内をし、進むべき方向を矢印で示す。建物に近づいたら音や振動等で知らせる。施設案内図を見つけることができなかった場合、ユーザーはアプリでGoogleマップかOpenStreetMapの見やすい方を選択し、表示されている目的地の部屋がある建物の場所を確認する。そして、その建物へのルートをポイントで取り、アプリはそのルート通りに案内をする。案内時の挙動は施設案内図を撮影した場合と同様である。



図5 提案システム全体の構想図

5. ピンポイントデータと使用する案内図

本論文では、目的地の部屋がある建物の場所を座標等で示した物をピンポイントデータと呼ぶ。提案システムでは、新たにマーカーやサーバを追加せず、既存のサービスやAndroid端末に搭載されているセンサーを用いてナビゲーションを実現する。既存のサービスで建物の情報を保持しているサービスや地図サービスが複数存在しているので、それらを使うことにした。

5.1 ピンポイントデータの有無についての調査概要

今回ピンポイントデータとして、Google Maps API, OpenStreetMap API, Foursquare APIを用いる。これらのAPIを用いてピンポイントデータが取得できるかどうかを判断するため、14大学129の建物で調査した。各サービスで建物名を入力し、その建物に該当するデータを見つけてくれることができればデータ有、見つけることができなかったらデータなしとしてカウントする。

5.2 ピンポイントデータの有無についての調査結果

ピンポイントデータはFoursquareで7割近くの建物について取得することができた。

表3 APIごとのピンポイントデータの有無

API	データ有	データなし
Google Maps	26	103
OpenStreetMap	1	128
Foursquare	89	40

5.3 既存の地図サービスを用いた案内が可能かについての調査概要

今回用いる地図として大学内の施設案内図、Google Maps, OpenStreetMapがあるが、施設案内図を見つけることができなかった場合、Google MapsかOpenStreetMapを用いる。そのため、このどちらかの地図を用いた場合でも案内が可能であるか調査した。Google MapsとOpenStreetMapそれぞれで各大学の地図を見て、建物まで案内できそうかを判断する。

5.4 既存の地図サービスを用いた案内が可能かについての調査結果

調査結果は表4のとおりとなった。Google Maps単独では35%、OpenStreetMap単独では50%の建物が案内可能で、両方の地図を組み合わせて使う場合は64%となる。合わせて施設案内図はどのキャンパスでも存在したため、案内できる建物の数は飛躍的に向上する。

表 4 各地図の案内の可否

大学	Google Maps	OpenStreetMap
東京理科大学 神楽坂キャンパス	○	○
明治大学 駿河台キャンパス	○	○
上智大学 四谷キャンパス	○	○
慶應義塾大学 三田キャンパス	×	○
明治学院大学 白金キャンパス	×	×
早稲田大学 早稲田キャンパス	×	×
早稲田大学 戸山キャンパス	×	×
拓殖大学 文京キャンパス	×	×
中央大学 後楽園キャンパス	×	×
岩手県立大学	×	○
岩手大学	×	○
岩手医科大学 矢巾キャンパス	○	×
東海大学 高輪キャンパス	○	×
東京大学 本郷キャンパス	×	○

6. まとめと今後の展望

本論文では、Google Maps API, OpenStreetMap API, そして Foursquare API の 3 つを組み合わせることでピンポイントデータを取得するため、各 API で建物を調査し、データを取得できるかどうか確かめた。また、施設案内図, Google Maps, そして OpenStreetMap の 3 つを組み合わせることで案内図の地図を用いることにした。ただ、案内図を見つけれない場合があるため、Google Maps と OpenStreetMap で案内が可能かどうかを確かめた。今後の展望としては、アプリを開発し、それを使って建物へのルート案内が実現可能かどうかを評価する。評価には Android 端末を用い、岩手県内の大学のキャンパスで行う。入力された大学名や建物名を元にピンポイントデータが取得できているかどうか、ユーザーがポイントで取ったルート通りに案内し、目的の部屋がある建物にたどり着けるかどうかを確認する。

参考文献

- [1] Google マップ : <https://www.google.co.jp/maps>
- [2] AR.Drone 2.0. Parrot new wi-fi quadricopter - AR.Drone.com - HD Camera - Civil drone - Parrot : <http://ardrone2.parrot.com>
- [3] SKYCALL : <http://senseable.mit.edu/skycall/>
- [4] Ryo Nitami, Akimasa Suzuki, and Yoshitoshi Murata, "Development a Pedestrian Navigation System Without Additional Infrastructures", IPIN2014, 3B-1, 2014
- [5] Alberto Serra, Davide Carboni, Valentina Marotto, "Indoor Pedestrian Navigation System Using a Modern Smartphone", Conference: Proceedings of the 12th Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Mobile HCI 2010, 2010

<正誤表>

×

5章は5.4で終わり，6章はまとめと今後の展望についての記述

○

5.5～6.1.3にピンポイントデータと案内図を使い分けるアルゴリズム，開発した
キャンパスナビゲーションシステムについての記述がある。

7章にまとめと今後の展望についての記述。

表 4 各地図の案内の可否

大学	Google Maps	OpenStreetMap
東京理科大学 神楽坂キャンパス	○	○
明治大学 駿河台キャンパス	○	○
上智大学 四谷キャンパス	○	○
慶應義塾大学 三田キャンパス	×	○
明治学院大学 白金キャンパス	×	×
早稲田大学 早稲田キャンパス	×	×
早稲田大学 戸山キャンパス	×	×
拓殖大学 文京キャンパス	×	×
中央大学 後楽園キャンパス	×	×
岩手県立大学	×	○
岩手大学	×	○
岩手医科大学 矢巾キャンパス	○	×
東海大学 高輪キャンパス	○	×
東京大学 本郷キャンパス	×	○

5.5 ピンポイントデータと案内図を使い分けるアルゴリズム

提案システムでは、どの地図を用いるかで用いるピンポイントデータを変えていく。詳細を図 5.5.1~図 5.5.3 を用いて説明する。

5.5.1 案内図を用いる場合

案内図を用いる場合、案内図に正しい建物名、建物の形、場所、そして建物名と建物の場所が掲載されている。多少デフォルメされているが、大学が設置しているのと初めて来た人に対してわかりやすく作られているので情報の正確性、視認性は高い。そのため、ピンポイントデータも案内図に掲載されているものを用いる。

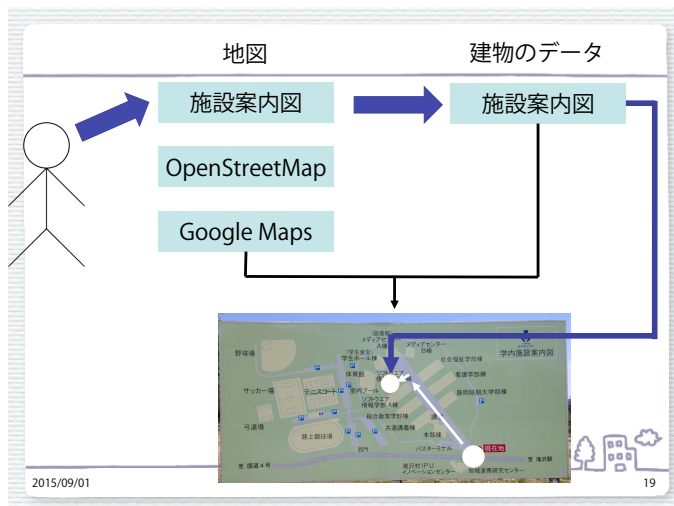


図 6 案内図を見つけた場合のアルゴリズム

5.5.2 Google Maps を用いる場合

Google Maps を用いる場合、Google Maps の地図には、案内図ほど建物名等のデータはないため API を用いてピンポイントデータを取得する。API は Google Maps,

OpenStreetMap, Foursquare のものを使用するが、図 5.5.2 にある順番で使用するものを決定する。

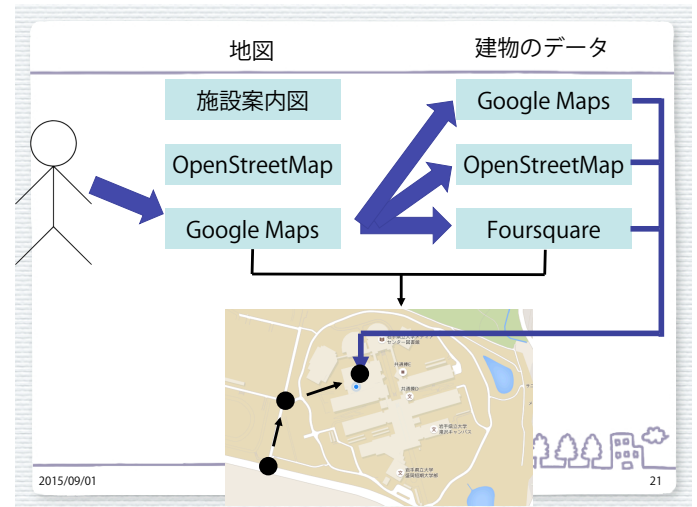


図 7 Google Maps を用いる場合のアルゴリズム

5.5.3 OpenStreetMap を用いる場合

OpenStreetMap を用いる場合も、Google Maps と同様である。図 5.5.3 にある順番で使用するデータを決定する。

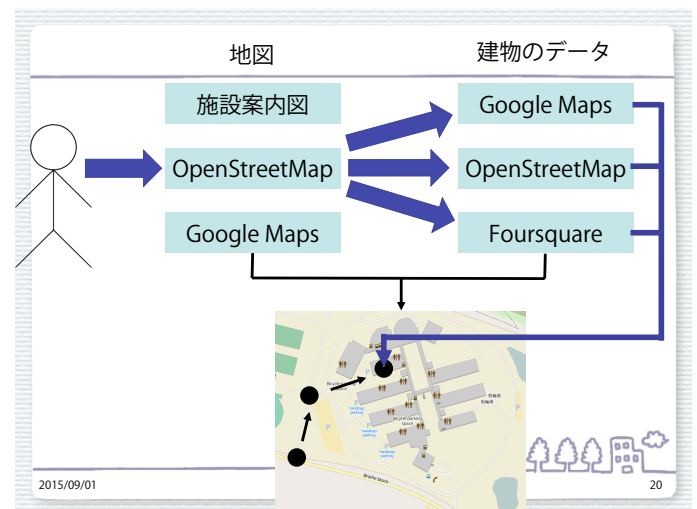


図 8 OpenStreetMap を用いる場合のアルゴリズム

5.5.4 ピンポイントデータの優先順位

Google Maps が優先順位 1 位なのは更新頻度が他より高く、最近作られた建物も反映されているためだ。OpenStreetMap が 2 位なのは、Google Maps よりも更新頻度は遅いものの、元の地図が国土地理院の地図であるため、正確性が高く、キャンパス内の道路も反映されている。Google Maps よりも道路が反映されているため、Google Maps を使うか OpenStreetMap を使うかはユーザーが見やすいもので判断することになる。そして、Foursquare はピンポ

イントデータを多く取得することができるが、これらは Foursquare ユーザーによって作られたもので正確性に欠けるため、最後の候補として使用する。

6. キャンパスナビゲーションシステム

6.1 システムの画面構成

6.1.1 大学名や建物名を入力する画面

大学名、建物名、あればキャンパス名を入力し、入力された情報を使ってピンポイントデータを各 API から探しに行く。案内スタートを押すと、施設案内図があるかどうかを聞かれるので、あればはい、なければいいえを押して次に進む。入力画面を図 9、施設案内図の有無を聞くダイアログを図 10 に表す。



図 9 入力画面

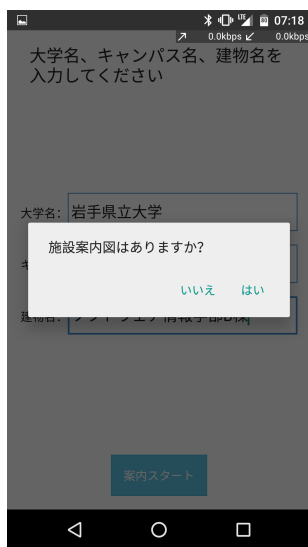


図 10 施設案内図のダイアログ

6.1.2 施設案内図でのルート作成画面

施設案内図を見つけたことができた場合、まず図 11 のように施設案内図を撮影し、保存する。そして図 12 のようにルートを作成する。



図 11 施設案内図の撮影



図 12 施設案内図上でルート作成

6.1.3 Google Maps, OpenStreetMap でのルート作成画面

Google Maps または OpenStreetMap を使う場合、画面上部にある Google Maps (OpenStreetMap) をタップするか、左右にフリックすることで両方の地図を見ることができる。入力画面で入力された情報を元に取得したピンポイントデータがピンとして表示されているので、そこへのルートを各地図で作成する。Google Maps の画面を図 13 に、OpenStreetMap の画面を図 14 に表す。



図 13 Google Maps

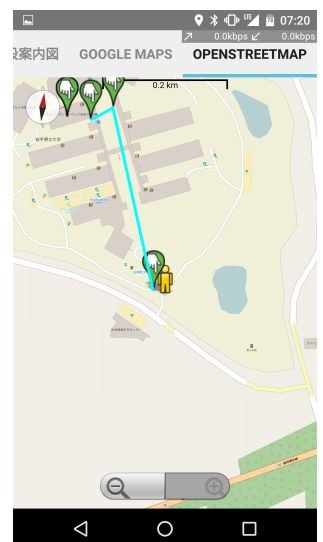


図 14 OpenStreetMap

7. まとめと今後の展望

本論文では、Google Maps API, OpenStreetMap API, そして Foursquare API の 3 つを組み合わせることでピンポイントデータを取得するため、各 API で建物を調査し、データを取得できるかどうか確かめた。また、施設案内図、Google

Maps, そして OpenStreetMap の 3 つを組み合わせて案内図の地図を用いることにした。ただ, 案内図を見つけれない場合があるため, Google Maps と OpenStreetMap で案内が可能かどうかを確かめた。また, アプリを開発し, ピンポイントデータの取得や 3 つの地図上でルートを作成する機能を実装した。今後の展望としては, メインとなるルート案内機能を実装し, それを使って建物へのルート案内が実現可能かどうかを評価する。評価には Android 端末を用い, 岩手県内の大学のキャンパスで行う。入力された大学名や建物名を元にピンポイントデータが取得できているかどうか, ユーザーがポイントで取ったルート通りに案内し, 目的の部屋がある建物にたどり着けるかどうかを確認する。

参考文献

- [1] Google マップ : <https://www.google.co.jp/maps>
- [2] AR.Drone 2.0. Parrot new wi-fi quadricopter - AR.Drone.com - HD Camera - Civil drone - Parrot : <http://ardrone2.parrot.com>
- [3] SKYCALL : <http://senseable.mit.edu/skycall/>
- [4] Ryo Nitami, Akimasa Suzuki, and Yoshitoshi Murata, "Development a Pedestrian Navigation System Without Additional Infrastructures" , IPIN2014, 3B-1, 2014
- [5] Alberto Serra, Davide Carboni, Valentina Marotto, "Indoor Pedestrian Navigation System Using a Modern Smartphone" , Conference: Proceedings of the 12th Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Mobile HCI 2010, 2010