Google Maps と WebGL を併 用した情報共有システムの開発

— 操作性と汎用性を考慮した空間状況
の把握と環境制御の試行 —

DEVELOPMENT OF INFORMATION SHARING SYSTEM SYNCHRONIZING GOOGLE MAPS AND WEBGL

— Experiment of space based data visualization
and manipulation with operability and utility—

岩田翔士 — * 1 武井幹也 — * 2
竹中 司 — * 3 松島史朗 — * 4

Shouto IWATA — * 1 Mikiya TAKEI — * 2
Tsukasa TAKENAKA — * 3 Shiro MATSUSHIMA — * 4

キーワード：
空間知能化, 情報共有, センサ, グーグルマップ, WebGL

Keywords:
Intelligent space, Information sharing, Sensor, Google maps, WebGL

Web-based information sharing system, running on the Google Maps and with the 3D models mediated by the WebGL, is developed to make the most of information much easies and much more available. The system is composed of (1) server: collecting and storing data from sensor nodes and updating the state of client, (2) client: putting data into the map, visualizing the data in real time and working as terminal device. It shapes virtual space as a result of interaction to real space. It was found that the system provided information sharing much easies, and it promotes the use of information.

1. はじめに

2015年には日本における全人口の25%を65歳以上が占めると言われており、75歳以上の後期高齢者の4割が単独世帯、または夫婦のみ世帯であると予測されている^{1), 2)}。今後の高齢社会では、一人で生活を行わなければならない状況が想定され、安全・安心に暮らすための技術に対するニーズはますます高まると考えられる。このようなニーズに答えようと、近年ロボットや空間知能化による人の支援が注目されている。空間知能化とは、空間自体が情報を取得・処理し、ニーズに応じた機能を実空間に反映する仕組みのことをいい、このような技術の一例として、遠隔の在宅介護が挙げられる。人や空間に関する情報を一元的に取得し、生活状況や危険を共有・察知できれば、遠隔から介護人がそれに応じたコミュニケーションや処置を行うことが可能となる。近年のセンサ技術の進歩はめざましく、日常的に使用するモバイル端末や家電機器にはさまざまなセンサが搭載されており、生活に関する情報の取得はますます容易になると考えられる。

このような背景から、筆者らはこれまでに、建築モジュールの開発³⁾、実験空間の構築⁴⁾およびロボティクス技術の応用⁵⁾を通してセンサ・ロボティクス技術が融合した空間知能化の実現を目指している⁶⁾。人、建築、ロボットが共存する状況では、人やロボットの意図や動作、空間や周辺環境の状態など、取得可能な情報を統合し、相互に利用することによって効率化を図ることが望ましい。また、取得した情報を基に、解決策を反映するための装置を備えた空間の重要性は、今後さらに増していくと考えられる。

2. 既往研究

これまで建築空間に関する情報は、梅千野らによる住環境情報のデータベースの作成⁷⁾や、佐藤らの環境情報の可視化システム⁸⁾などCADやGISなどの専門的なツールを基盤に統合される事例が多かった。齊藤らは、専門的なCADやGISソフトもフリーソフトやオープンソースのものが存在するが、独自に開発されているためデータの互換性が低く、情報共有や相互利用が困難である点、一般の人が使うには敷居が高い点を問題点として挙げ、オープンかつ一般的に利用されているGoogle Earthを用いて簡単な操作と空間を基盤とした情報共有を実現している⁹⁾。また、渡辺らは同じくGoogle Earthを用いた複数のコンテンツの制作を通して、空間を基盤としたユーザー参加型情報共有の可能性を示している^{10) ~12)}。

一方、空間内の機器はネットワーク化、エネルギーの見える化が進み、建築の分野でも中島らによる環境・エネルギー情報の閲覧¹³⁾などHEMS・BEMSに関連した研究が盛んに行われている。植田らはGoogle Mapsを用いて空間をベースに家電を管理・操作するシステムを構築し、Web上から実空間を操作する可能性を示した¹⁴⁾。一方、ここで取り上げられている問題点として、家電や空間の状態を把握することが困難であること、リアルタイムに家電の状態をデータに反映することが挙げられている。例えば、照明を点けるか否かは、周辺の環境光が明るい暗いか、どこに人が存在しているかによって判断される。つまり、家電操作の必要性を判断するための環境情報や、操作時の安全性などの人の有無に関する情報など、空間の現状を把握する必要がある。このような点を考慮すると、Google Maps

¹⁾ 豊橋技術科学大学大学院工学研究科環境・生命工学専攻 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1)

²⁾ 豊橋技術科学大学大学院工学研究科建築・都市システム学専攻

³⁾ 豊橋技術科学大学建築・都市システム学系 研究員

⁴⁾ 豊橋技術科学大学建築・都市システム学系 教授・博士(デザイン学)

¹⁾ Doctoral Student, Dept. of Environment and Life Science Eng., Toyohashi Univ. of Tech.

²⁾ Doctoral Student, Dept. of Architecture and Civil Eng., Toyohashi Univ. of Tech.

³⁾ Researcher, Dept. of Architecture and Civil Eng., Toyohashi Univ. of Tech.

⁴⁾ Prof., Dept. of Architecture and Civil Eng., Toyohashi Univ. of Tech., Dr. Design

は二次元の画像をベースにしているため、空間の状態変化をリアルタイムに反映するなどのインタラクティブな情報表示が難しい。また、空間の現状を把握するには三次元の方が望ましいが、映像によるストリーミングなどは、プライバシーの確保など課題が残る。

3. 研究目的と手法

本研究は、建築空間と連動した情報共有手法に着目し、以下の(1)(2)の問題点を解決することを目的とする。

(1) 一般の人に対する情報共有システムのハードルの高さ

専門的なソフトウェアではなく、建築を専門としない一般の人でも容易に参加・利用できる情報共有のプラットフォームの開発を目的として、既に一般的に使用されており、無料かつ操作が容易な Google Maps を用いることで解決を図る。

(2) 空間の現状把握と状態変化を反映する困難さ

既往研究で挙げられている問題点を基に、空間の状態を取得し、リアルタイムに表示するシステムを構築する。Google Maps 上に Web-based Graphics Library (以下 WebGL) を用いて仮想空間を表示し、実空間と仮想空間を同期することによって解決を図る。近年、Google Maps をはじめとして建物の 3D 表示は身近なものとなっており、本稿に示す WebGL を用いた三次元仮想空間の可視化手法は特別なソフトウェアを必要とせず、スマートフォンでも表示可能であり、汎用性および実用性がある。

本研究は既往研究で挙げられている問題点を図るものとして位置づけることができ、加えて実空間と仮想空間から相互に機器の操作を行うシステムを開発し、Google Maps 上からの各種機器の操作および、実空間の状態変化をリアルタイムに WebGL モデルに反映するなどのインタラクティブな空間情報の表示を試行する。

4. 実験空間および各機器の概要

実験に使用した空間は、遠隔からの介護などを想定し、人やロボット、モノの位置を取得できる超音波位置測位システム、人の動作や空間の形状を取得できる Kinect、温湿度、照度などの環境センサ類が備えられている(図1)。また、一般的な空調機器の他、自由な位置に取り付け可能な照明、壁一面に投影可能なプロジェクタなどが備えられている。

図1 さまざまな設備が取り付けられた実験空間

5. 情報共有システムの概要

本研究で開発する情報共有システムの概要を図2に示す。

(1) 情報の入力

- ①空間の利用者がセンサおよびアクチュエータの情報を登録する
- ②センサおよびアクチュエータの情報をサーバーへ送信する
- ③サーバーがデータを受信し、データベースへ反映する

(2) 情報の表示

- ④Google Maps 上でデータベースに登録されている環境および機器の現在の状態を表示する
- ⑤データベースに登録されている情報を基に、WebGL を用いて表示し 3D モデルに反映し、実空間と連動した機器の状態を表示する

(3) 情報の反映

- ⑥表示された状況によってアクチュエータを操作する
- ⑦②～⑦を非同期で繰り返し、随時実空間・仮想空間に反映する

図2 情報共有システムの概要図

5.1 Google Maps を用いた情報共有システムの構築

2014 年現在 Google Maps では、大規模なショッピングセンターや公共施設において屋内地図の提供を開始しているが、まだ一部に限定されている。そこでまず、Google Maps API を用いて地図の最大ズームレベルを標準の 19 層から変更し、マップタイトルのオーバーレイを用いて、19 層目を超えると屋内の地図情報を表示するシステムを制作した(図3)。

次に、AJax (Asynchronous JavaScript + XML) を用いて、メインサーバーおよびデータベースとの通信環境を構築した。センサの位置表示には Google Maps API のマーカーを利用し、ユーザーが情報を登録したい地図上の位置をダブルクリックすると、マーカーと固有の ID が生成されると同時に、クリックされた位置の緯度・経度・標高がデータベースに登録される。マーカーは通常のマーカーと同様、ドラッグアンドドロップで移動でき、機器の移動があった場合は随時位置情報を更新することができる。センサやアクチュエータなどの情報は、Http Request などのデータ通信によってサーバーへ送信し、固有 ID を基にデータベースに数値を登録・更新・保存することができる。マーカーをクリックすると、機器のタイプ、名前、入力可能な最大値、最小値、現在値が示される(図4)。値はサーバーから一定時間ごとに Ajax を用いて呼び出され、折れ線グラフで表示される。また、この値はブラウザ上で人為的に書き換えることも可能であり、値の書き換えによって照明やエアコンなどのアクチュエータを操作可能である。

図3 屋内表示用にカスタマイズした Google Maps の概要図

図4 Google Maps と Ajax 用いた空間を基盤とする情報共有

5.2 WebGL を用いた仮想空間情報表示システムの構築

実験空間を三次元化したモデルを制作し、WebGL を用いて Google Maps 上に表示する。この仮想空間は 5.1 で生成した Google Maps 上のマーカーをクリックすると表示され、センサやアクチュエータの情報が表示される。仮想空間は、メインサーバーと通信を行い、室内の明るさなど、データベースに登録されている値が更新されると、リアルタイムに仮想空間にも反映される (図5)。

例えば、照度センサと WebGL 上のアンビエントライトのパラメータを同期することによって実空間が暗ければ仮想空間も暗くなる、実空間と仮想空間のスポットライトのパラメータを同期することによって、仮想空間のスポットライトをクリックすることによって実空間の照明を点灯することが可能となる。他にも、位置情報が取得可能であれば、実空間の人の動きにあわせて、仮想空間に表示されているモデルも移動し、人やロボット、物の位置をリアルタイムに認識可能となり、位置情報を用いたサービスの提供が容易となる。

図5 Google Maps と WebGL を用いた三次元仮想空間の表示

5.3 情報共有システムを実空間に反映するシステムの構築

本研究では、空間の状態を取得するセンサとして、照度、温・湿度、超音波を用いた位置取得センサを登録した。また、空間の状態を変更するアクチュエータとして赤外線のリモコンで操作可能な機器 (照明、エアコン、プロジェクタ、DVD) を登録した。次に Processing を用いてメインサーバーと通信するクライアントサーバーを構築した。クライアントサーバーはメインサーバーと非同期で通信し、データベースの値に応じて命令を送る。命令は Xbee を用いた無線通信で Arduino に信号を送られ、機器を操作するために予め解読された赤外線の信号を発信し、各機器が操作される仕組みである (図6)。

前述の介護を想定すると、位置情報を利用して、明るさや温・湿度等の環境を操作することによる快適性の提供やロボットは建物上の位置を手掛かりにして自己位置を同定し、人をサポートすることができる。

図6 実空間を操作するシステムの概念図

6. 実験

情報共有システムの一連の動作を把握し、知見を得るためにスマートフォンおよび NFC タグを用いた照明の操作実験および、超音波センサを用いて人間の移動動作を WebGL 上に表示する実験を行った。

本研究は、誰でも容易に情報の共有および利用に参加できることを目的に掲げている。空間の知能化や遠隔操作が可能となっても、操作が難しく使いこなせなくては意味がない。そこで、照明の操作実験ではスマートフォン等の端末から簡単に操作できるユーザーインターフェース (UI) として Near Field Communication (NFC) に着目した。NFC は、Suica などに使われている近距離通信であり、アプリなどを起動しなくても、スマートフォンなどの読み取り端末をかざすだけで簡単にデータの通信ができる。今回は全灯・消灯など4つの空間の状態を表示したカードに NFC のタグを貼り付け、端末をかざすと自動的に URL を開き、Http Request を行うことによって照明の操作を行う仕組みとした。

その結果、カードにスマートフォンをかざすだけで、実空間の照明を操作することができた。また、実空間の状態は仮想空間にも反映され、仮想空間上の照明も連動して点灯状態を変更することを実現した (図7)。また、超音波センサを用いて取得した位置情報を WebGL のオブジェクト座標に適応した。表示の滑らかさに問題が残るものの、実空間での人間の動作と WebGL 上でオブジェクトの移動が同期している事を確認することができた。

図7 NFCを用いた実空間と仮想空間の連動実験の様子

7. まとめ

本システムを実際に運用して得られた特徴と問題点を以下にまとめる。

(1) 特徴点

- ・インターネットを用いることで誰でも参加可能な情報共有システムを構築し、一般的に利用されている Google Maps を用いることによって、汎用性を確保すると共に、容易な操作を実現した。
- ・WebGL を用いて仮想空間を構築し、機器の状態および空間の状態をリアルタイムに仮想空間に反映することによって、これまでよりも容易に現状を理解することが可能となった。WebGL は特別なソフトを必要とせず、スマートフォンやタブレット端末からも利用・閲覧する可能なため、利用者の広がりおよび参加が期待できる。
- ・情報共有システムを媒介として、実空間と仮想空間が連動することによって、1対1ではなく、多対多のシステムの構築が可能となった。

(2) 問題点

- ・IDを用いて、情報を送信受信する部分はシンプルではあるが、専門知識が必要であり、現時点では手間がかかると言える。簡単に扱えるインターフェースの構築が必要であると共に、空間に入ると利用者のデバイスにプッシュ通知するなど、システムの利用や情報共有を促すシステムの構築が必要であると考えられる。
- ・インターネットを通じて自由に操作できる反面、実空間の操作が遠隔からでも可能であるためセキュリティ面に課題が残る。
- ・WebGL の表示に関しては、照明表現などリアリティに多少の問題があるが、これらの問題点は技術の進歩によって改善すると考えられる。また、今回は約1秒ごとの表示更新であったため、人間の移動の表示が滑らかに欠けた。

以上の特徴と問題点から、さまざまな情報や機器を共有するにあたり考慮すべき点として、①空間的精度：位置座標の分解能など、②感覚的精度：温度や湿度の差を人間がどのように感じるか、③時間的精度：表示やセンサのサンプリング間隔などが挙げられる。

上述の人の移動を例にすると、歩幅を参考に50cmなど空間的な精度を決定し、平均的な歩行速度を基に約0.3msに表示を更新するなどが考えられるが、温度・湿度では頻繁な更新やリアルタイムな変化の反映を必要としない。つまり、機器ごと・利用目的ごとに設定が異なることから、具体的な利用を想定し、利用者による本システムの評価および検証が必須である。

8. 今後の展望

近年のDIY (Do It Yourself) やCGM (Consumer Generated Media) は、一般のユーザーによるデータの利活用やものづくり、空間を自分好みにカスタマイズする可能性を示している。このような観点からも、利用者による評価を行うとともに、危険や快適性を評価するための人間工学的指標、建築環境工学的指標を加え、実際の利用を想定した介護現場へのヒアリング等が必要であると考えられる。

本研究の成果は、ロボティクスをはじめとした異分野の技術が住空間へ導入される際の一考察であり、分野を横断したコラボレーションを促すものである。今後は本システムを用いて実際にロボットを動作させる予定である。

参考文献

- 1) 総務省統計局：日本の統計2013、人口の推移と将来人口、p.39、2013
- 2) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の世帯数の将来推計(全国推計)、人口問題研究資料第329号、pp.11~17、2013.1
- 3) Tsukasa Takenaka, Aya Okabe: Networked Coding Method for Digital Timber Fabrication, In Integration through Computation: Proceedings of the 31st Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA), pp.390~395. 2011.10
- 4) 岩田翔士, 松島史朗, 竹中司: 領域横断型のものづくりのための実験的空間の構築—豊橋技術科学大学における2つの空間整備事例を通して—, 第34回情報・システム・利用・技術シンポジウム2011, 報告, pp.299~304, 2011.12
- 5) Shouto Iwata, Mikiya Takei and Shiro Matsushima: ENHANCED 3D-SPACE-SCANNING SYSTEM BY ROBOTIC TECHNOLOGY - Extracting Building Geometry and Capturing Human Behavior for Architectural Design -, The 19th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 2014), pp.347~356, 2014.5
- 6) 栗山繁, 岡田美智男, 竹中司, 松島史朗, 三浦純: 人間とロボットが共生するための空間創出, ヒューマンインタフェース学会誌, 第12巻 第1号, pp.13~18, 2010.2
- 7) 梅干野晃, 浅輪貴史, 深澤朋美, 清水敬示: 住環境の維持管理支援を目的とした3D-CADによる住環境情報データベースの作成に関する事例研究, 日本建築学会技術報告集, 第26号, pp.663~668, 2007.12
- 8) 佐藤理人, 梅干野晃, 浅輪貴史: 熟環境に配慮したまちづくりのための環境情報の可視化システムの開発, 日本建築学会技術報告集, 第35号, pp.255~258, 2011.2
- 9) 斉藤圭, 篠崎道彦, 日高圭一郎: 時空間情報共有プラットフォームとしてのGoogle Earthの多面的活用に向けた技術検討, 日本建築学会技術報告集, 第25号, pp.317~320, 2007.6
- 10) 渡邊英徳, 坂田晃一, 北原和也, 鳥巢智行, 大瀬良亮, 阿久津由美, 中丸由貴, 草野史典: "Nagasaki Archive" 事象の多面的・総合的な理解を促す多元的デジタルアーカイブズ, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 第16巻 第3号, pp.497~505, 2011.9
- 11) 高田百合奈, 朴婉寧, 蜂谷聖未, 高田健太郎, 西田志帆, 渡邊英徳, 植田佳樹: デジタル地球儀を用いた成長型海洋生態系アーカイブのデザイン手法, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 第17巻 第3号, pp.253~260, 2012.9
- 12) 台風リアルタイム・ウォッチャー: 台風情報と「減災リポート」のリアルタイム・マッシュアップ, <http://typhoon.mapping.jp/> (参照2014.10.13)
- 13) 中島裕輔, 佐藤光太郎, 納富昭光: 住宅における環境・エネルギー情報提供システムの開発, 日本建築学会技術報告集, 第34号, pp.1069~1074, 2010.10
- 14) 植田健太, 小坂隆浩, 佐藤健哉: Google Mapsを用いた統合型家電機器操作システムの構築, 情報処理学会研究報告, 第16号, pp.399~404, 2007.3

[2014年10月15日原稿受理 2015年1月6日採用決定]