

# 電波ブラインド領域における情報通信 ～ジェスチャ制御による空間移動型エージェント・デバイス～

結城修<sup>†1</sup> 山田罔裕<sup>†2</sup> 水野忠則<sup>†3,5</sup>  
峰野博史<sup>†4,5</sup> 西垣正勝<sup>†1,5</sup>

無線通信デバイスは、トンネルなど電波が遮断されるような電波のブラインド領域では使用することができない。例えば、GPSなどがこの電波のブラインド領域に入った場合は、測位が不能となってしまう。このような領域で不意のアクシデントにより動けなくなった場合でも、無線通信が使えることは重要な課題である。本論文では、空間移動型のエージェント・デバイスを用いた電波ブラインド領域での情報の通信方法を提案する。実証実験では、空間移動型エージェント・デバイスを用いた一連の通信サービスの実証を行った。空間移動型エージェント・デバイスには、GPS機能、Pocket WiFi ルータ機能などを搭載した。そして、体に負担のかからないジェスチャにより航行制御されるデバイスは、トンネルの出口まで航行した。その後、トンネル内の携帯型ネットブック PC から空間移動型エージェント・デバイスの GPS 機能との通信を試みた。その結果、トンネル内から GPS の信号を受信することができた。また、空間移動型エージェント・デバイスの Pocket WiFi ルータを併用することにより、位置情報を添付したメールを外部に送ることができた。さらに、DropBoxなどのクラウド・ストレージ上に測定データとテキストを保存することにより、外部からそれらのデータを確認することができた。

## Wireless Telecommunication by Using a Space Movement Agent Device in Blind Zones of Electric Wave

Osamu Yuuki<sup>†1</sup> Kunihiro Yamada<sup>†2</sup> Tadanori Mizuno<sup>†3,5</sup>  
Hiroshi Mineno<sup>†4,5</sup> and Masakatsu Nishigaki<sup>†1,5</sup>

There are some blind zones of electric wave. For example, the tunnel is a blind zone of electric wave. When GPS enter there, it is impossible to get satellite signal. For the person who cannot move from such a place by accidents, in this paper, we propose the wireless telecommunication service in blind zones of electric wave by using a space movement device. In this experiment, we installed Bluetooth GPS function, Pocket WiFi router function, etc. in Multi-Rotor Helicopter. The agent device was able to fly to the exit of the tunnel. After the agent device arrived at the exit of the tunnel, the portable Net-book-PC in the tunnel received the signals from GPS. Then the mail that attached the location information was written. The mail was sent to the outside of the tunnel via Pocket WiFi router. In addition, the measuring data and the text data were able to be saved from the tunnel to the storage of cloud via Pocket WiFi router. We could confirm these data at a faraway place from the tunnel.

### 1. はじめに

近年、地震、津波、火山噴火、台風、豪雨、豪雪、洪水などによる自然災害が多いわが国では、防災のための情報取得が重要な課題となっている。東日本大震災では、津波被害を受けた東北太平洋沿岸部の街がまるごと消失するほどの壊滅的な被害を受け、有線の通信インフラは喪失し、情報から途絶されたエリアが多く発生した。インターネット接続サービスの停止は、主に、(1) 商用停電に伴うバッテリーの枯渇や非常用発電機の燃料枯渇に伴う影響、(2) 装置故障などに伴う影響からであった。このため、通信インフラの壊滅した地域の避難所などを回ってインターネット環境を構築するプロジェクトが活躍した[1]。このプロジ

エクトの活動の中で述べられているのは、「救護関係の通信インフラの確保も必要だが、被災者の方にも通信が届かないと意味がない」ということである。したがって、被災者の周辺からの情報の取得や外部への情報の発信はどちらも重要である。無線通信であっても、被災場所が屋内だった場合には電波が届かない場所で動けず屋内に取り残され、外部との連絡が取れなかったり、逆に、内部から外部の状況や位置が分からなかったりするような事態が発生する。また同様に電波が遮られる場所として、トンネルのような構造物も存在する。例えば、トンネルを通行中に足を怪我したり災害にあたりして動けなくなった場合には、外部との通信が取れず、その場において偶然の救出を待つ以外に方法がなくなってしまう。

近年、環境の情報収集を行う方法として、ネットワーク技術[2]を用いたセンサネットワークが防犯・セキュリティ、学内やオフィス環境モニタリング、農業生産支援などで活用され始めている。センサネットワークでは低コストの静的なセンサノードを多く設置することが、情報の見える化に有効な方法である[3]。一方、携帯電話にもGPSが搭載される

<sup>†1</sup> 静岡大学創造科学技術大学院自然科学系教育学部情報科学専攻  
Graduate school of Science and Technology, Shizuoka University

<sup>†2</sup> 東海大学専門職大学院組込み研究科  
Professional Graduate School Embedded, Technology, Tokai University

<sup>†3</sup> 愛知工業大学情報科学部  
Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

<sup>†4</sup> 静岡大学情報学部  
Faculty of Informatics, Shizuoka University

<sup>†5</sup> 独立行政法人科学技術振興機構, CREST  
Japan Science Technology and Agency, CREST

ようになり、個人の歩行位置情報を利用した動的なセンシング・サービスなども増えてきている[4]。大都市圏では通信可能な静的なセンサや通信ノードが多数配置されており、多くの場所でセンシングや通信が可能である。このような場所では、携帯通信機器の普及により非常時の通信が困難な場所は少なくなっている。また、GPS機能を搭載したスマートフォンなどもあり、位置情報を文に添付して送信することも可能となっている。

しかしながら、不意の負傷や災害などは、どのような場所で起こるか予想することが困難である。都市から少し離れたトンネルや建物の中などで電波遮断領域となる場所では、非常時にセンシング機器での情報収集や携帯電話網を用いた通信が行えない場合も多い。GPSの信号も無線通信であり、その波長は(1)式で表わされるように、約19.03 cmである。このような短波長の電波は、障害物があれば容易に通信が遮断されてしまう。

信号の波長を、光の速度を、信号の周波数をとすれば、信号の波長は(1)式で表わされる。

$$\lambda = c \div f \quad (1)$$

ここで、

$$c = 29979245800 \text{ cm/s}, f = 1575.42 \text{ MHz}$$

さらに、電波による静的なノードや携帯機器内蔵センサからの情報収集ができないということは、言い換えれば、同様な電波を用いたその領域からの通話やデータの受信、メールの送信なども困難となっている場合が多い。

本研究の目的は、計測デバイスとルータ・デバイスを搭載した簡易な小型の空間移動型エージェント・デバイスを用いて、電波のブラインド領域の内部の人には近傍の位置情報が、外部の人には内部の人の位置情報と現場状況の情報が得られるサービスを提供することである。また、これらのサービスを実証するために、近年、普及しているWi-Fi、Bluetoothなどの通信機能付きの携帯機器と提案のポケットサイズの移動型エージェント・デバイスを用いて、電波ブラインド領域で情報の入出力の実験を行った。

本論文は、全5章で構成される。第2章では、関連研究とその課題について述べる。第3章では、本提案のサービスの手法と空間移動型エージェント・デバイスについて述べる。第4章では、実証実験とその結果を示す。最後の第5章で、本研究の結論を述べる。

## 2. 関連研究

情報処理技術や情報通信技術の高度化と普及を背景として、災害が発生したときの応急対策を速やか・適切に行うための災害情報システムが開発されている。例えば、国土を覆う超高密度な地震観測網として、無線マルチホップ通

信などを用いたセンサネットワークによる防災情報取得の基盤構築が期待されている[5]。気象衛星からのマクロ情報と広範囲に設けた降雨センサネットワークからのマイクロ情報を用いて、高速道路の防災や災害状況をモニタリングするシステムなども研究されている[6]。このような静的なセンサや通信ノードを用いたセンサネットワーク技術は、学校や農場の、さらには都市といった広域な領域で、情報収集のために活用され始めている[7]。一方で、移動型ノードを用いた低消費電力通信の研究やロボテックセンサノードの研究もいくつか行われている。移動型ノードを用いた低消費電力通信の研究は、複数の静止ノードと複数の可動ノードから構成されるWNSで電力消費のバランスのとれたデータ収集木を構築することを目的としている[8]。ロボテックセンサは、温度センサ計測での数cmのセンシング・スポットやRFIDリーダの数mから数百mの固定センシングエリアを、移動可能な複数台のロボティック・アクチュエータにより拡大する[9]。しかし、これら複数台の移動型ノードを自律分散協調させる方法や伝達プロトコルの実現に課が残っている。

## 3. 提案手法

### 3.1 適用環境

図1に本提案の空間移動型エージェント・デバイスの適用環境例を示す。

この例で左図は、工場のような厚いコンクリートなどに囲まれた建物内で負傷し移動が困難になった状態を示す。また、右図では、トンネル内で足を負傷するなど動けなくなった状態を示している。いずれも、内部は厚いコンクリートに囲まれており、電波が遮断された電波ブラインド・ゾーンである可能性が高い場所である。

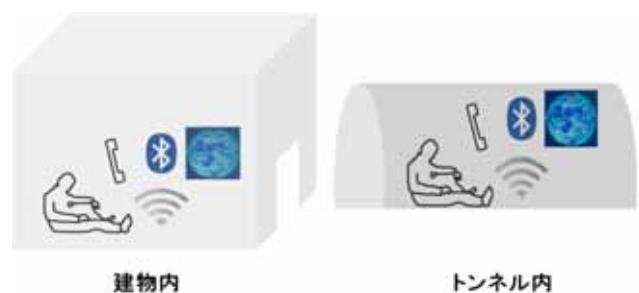


図1 本提案の空間移動型エージェント・デバイスの適用環境例

Figure 1 Adapted condition of the proposed communication by using the pace movement agent device.

上記のようなトンネルなどでは、図2に示すように、コンクリートによる反射などによりGPS信号や携帯電話の3G携帯電話回線などの電波は遮られてしまう。このため、内

部にある無線通信機器からは情報の入出力ができない。

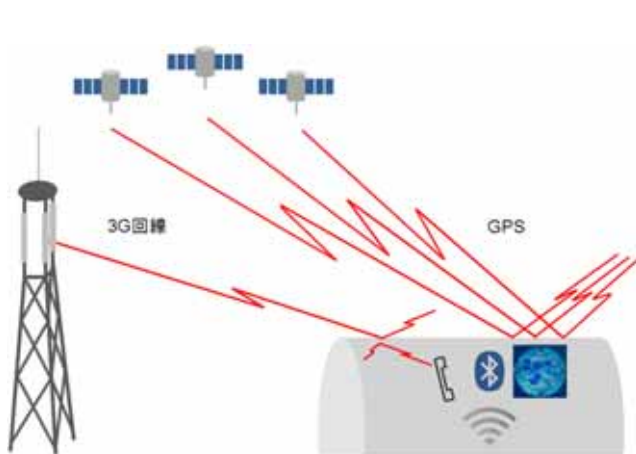


図2 電波ブラインド領域での通信状態

Figure 2 Conventional communication in a blind zone of electric wave.

トンネルを例にして述べると、時刻による衛星の位置にも関係するが、天頂付近のGPS電波信号はトンネルで遮断されてしまう。3機以上の衛星の信号で位置の測位を行おうとすると、トンネル内部に必要な数の信号を同時に受信することは困難である。一方、トンネル内へ3Gなどの携帯電話の直接波が到達する距離は、トンネル内から基地局の電波発射点を見た見込み角を用いて計算ができる。(工場などの建造物でも入り口の開口部の高さから計算は可能である)基地局の配置にもよるが、山林地帯では局数も少なく、電波のトンネル内への到達も浅い場合が多い。

また、身近なところでは、屋内の机、キャビネット、パーティションなどの有無、建物の壁、天井などの素材、構造、形などによって、電波の伝搬状況が変わる。例えば、鉄板入りのパーティション、水分を多量に含む土壁、防爆ガラス(金網入りガラス)、鉄製の扉などにより、電波は反射、減衰、または、遮断される。

さらに、2.4GHz帯の通信用電波は、電子レンジの出すノイズにより妨害を受け遮断される。このような電波妨害物により電波が減衰、遮断されるところも、電波ブラインド領域と呼ぶことができるであろう。

### 3.2 本提案の通信ルーティング方法

図3に示すように、本提案のワーク・フローは、まず電波ブラインド領域内部のBluetooth GPSやPocket WiFiルータなどセンシングやルータの機能デバイスをコンクリート製などの電波遮断建造物の外部に移動させる。これにより、それら通信デバイスの情報入出力機能を回復させる。その後、内部のBluetoothやWi-Fiを備えた携帯機器は外部センシングやルータの機能デバイスとの通信を行う。これら一連の処理により、電波ブラインドからの情報の入出力が可能となる。

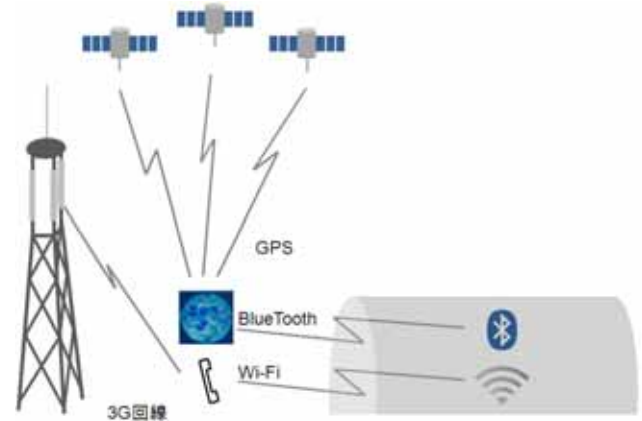


図3 本提案による電波ブラインド領域での通信のルーティング

Figure 3 Pathway of the proposed communication in a blind zone of electric wave.

トンネル内部からのBluetoothの到達距離はClass1で100メートル程度である。Wi-Fi規格の電波の到達距離も100m程度である。工場などの建造物では略実用的な通信距離であろうと推定される。しかし、トンネルには、数Kmに及ぶ長さのものもある。このような長いトンネルは、多くが自動車や電車で通行することを前提として造られている。また、このようなトンネルでは、同乗者が傍にいたり他車が頻繁に通ったりして、救出される機会が多いと推定される。一方で、1人で通行するための自転車や歩行のための歩道が設けられているトンネルがある。これらのトンネルの長さは、例えば神奈川県では、50から200m程度の長さが多い。このようなトンネルでは、人の通行も少なく、長時間に亘って救出される機会のない所が少なくない。上記、100mの通信到達距離があれば、近い方の口を選ぶことにより200m程度までのトンネル長の通信がカバーできることになる。

本論文では、不意の負傷などにより電波ブラインド領域に閉じ込められた場合に、無線ブラインド領域内にある無線機器から鞆などで携帯できる移動型のエージェント・デバイスとそれを用いたサービスによって、情報の入出力が行える方法を提案する。Wi-Fi, Bluetoothなどの通信機能付きの携帯機器とこの空間移動型エージェント・デバイスを用いることにより、複雑な無線マルチホップ通信や複数台の自律分散協調制御を必要としない簡易な情報通信が可能となる。さらに、近年のセンサ・デバイス部の小型化により単体のエージェント・デバイスでも多くのセンシング機能を発現させることができる。本提案では、常時、児童や女性が防犯機器を携帯しているように、非常時の備えとして老若男女を問わず携帯できるデバイスとそれを用いたサービスの実現を目指している。

### 3.3 提案手法を実現するための構成

図4にいくつかの実デバイスを用いた提案手法の構成例を示す。電波ブラインド領域内には、図4に示す Mobile PC, Mobile Device s のような携帯機器がある。この携帯機器には、Bluetooth, および、Wi-Fi の通信機能が備わっている。これらの通信機能と通信可能な GPS や Pocket Wi Fi ルータが図4の右側に示されるような移動体に搭載される。図4の右上に示すような空間移動型の Agent Device は、人が電波ブラインド領域に取り残されたような、アクシデント時に用いるものとして提案する。例えば図2に示す建物やトンネル内の地上を移動して、通信のルーティングをおこなう場合には、地上に瓦礫が散乱するような大災害では、障害物により走行できず通信のルーティングができない可能性がある。本提案の空間移動型のエージェント・デバイスによれば、障害物があった場合や、開口部が高所にあった場合にも対処が可能となる。しかし、小型のサイズで GPS に加え Pocket Wi Fi ルータを積載した状態で3次元空間を移動するためには、搭載物の重量の課題やコストの課題などを解決しなければならない。

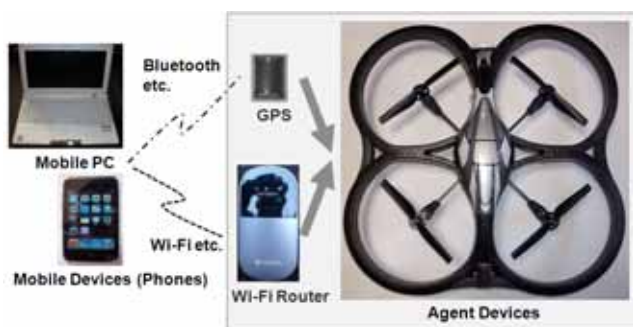


図4 実デバイスを用いた提案手法の構成例

Figure 4 The proposed communication service by using a agent device.

本提案の空間移動のエージェント・デバイスは、比較的大きなアクシデント時に用いることができる可能性がある。しかし、この形態のエージェント・デバイスには、写真のような鞆に入るくらい小型なもので飛行するために必要な搭載機能の軽量化、航行の制御、突起物の破損防止、および、コストなどいくつかの課題が残されていた。本提案では、鞆に入るくらいの空間移動型エージェント・デバイスとして提案する。なお、携帯電話機などに内蔵された無線機能の一般普及という社会的背景から本提案のデバイスの市場性を考えた場合には、屋内における常設デバイスとしてのニーズも高いと思われる。具体的には、本デバイスの電波状態に応じたスマート化を進めて、無線機器の屋内利用者に向けた電波状態改善のための常設デバイスとしての

用途を想定している。この用途では、常設時のバッテリーのリチャージの課題が生じる。

### 3.4 サービスの例

図5に本論文で提案する空間移動型エージェント・デバイスを用いたサービスの概念図を示す。負傷した人が電波ブラインド領域で動けない状態である。彼は、常時、図5に示すようなネットブック PC, iPad, iPod, iPhone などの携帯機器を携帯している。この携帯機器には、Wi-Fi, および、Bluetooth の通信機能が備わっている。(携帯電話の場合は、当然ながら携帯回線通信機能も付いている)さらに、彼は、鞆の中に GPS と Pocket Wi Fi ルータも携帯している。本提案では、このような場面で、これらの通信機器を搭載した移動型のデバイスを用いることによって、外部の携帯機器に非常時の情報通信が行える手法を提案する。

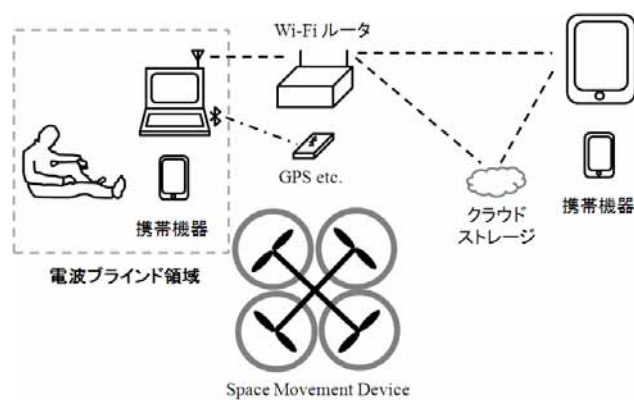


図5 空間移動型エージェント・デバイスを用いた電波ブラインド領域での通信の概念図

Figure 5 Concept of the proposed communication by using a space movement agent device.

電波ブラインド領域でこれらの機器を用いて、本提案のサービス手法を達成するシナリオの例を以下に提示する。

- (1) 電波のブラインド状態にあるトンネル内で、足の負傷などにより人が動けなくなった。
- (2) その人は、携帯機器であるネットブック PC, iPad, iPod, iPhone などの Wi-Fi, および、Bluetooth の通信機能付きの携帯端末を持っている。
- (3) さらに、彼の鞆には、今回提案の空間移動型のエージェント・デバイスが入っている。
- (4) この空間移動型エージェント・デバイスには、Bluetooth GPS と Pocket Wi Fi ルータが搭載されている。
- (5) 彼は、この空間移動型エージェント・デバイスを鞆から取り出し、ジェスチャで航行の制御を行う。
- (6) 空間移動型のこのエージェント・デバイスは、トンネル内を飛行し、トンネルの出口で静止する。
- (7) GPS は信号を受信することが可能となり、トンネル

内の携帯機器に位置情報を無線で送る。Pocket WiFi ルータもトンネルの外に出た状態で、外部の携帯電話回線が使用できる状態となる。

- (8) トンネル内の方は、GPS の情報により位置を知り、それを添付したメールを携帯機器で作成した。
- (9) このメールはトンネル内の携帯機器より Pocket WiFi ルータに送られ、携帯電話網により外部の救出関係者に送られる。

上述のように、不意の体調不良やアクシデントによりトンネルや屋内など電波のブラインド領域に取り残されたときに、本提案の空間移動型エージェント・デバイスによれば、あまり体に負担がかからないジェスチャでその航行をコントロールすることができ、センシング機能や Pocket WiFi ルータ機能などを電波状態の良いところまで移動してくれる。そして、通常所持している携帯機器と協働することで、救出者へ救出に必要な情報を伝達することができる。また、クラウド型のストレージ・サービスに救出へ救出に必要な情報を蓄積することにより、複数台のパソコンやスマートフォンなどで、手軽にファイルを共有・閲覧することができる。

## 4. 実証実験

### 4.1 実証に用いた機器

本実験では、空間移動型の Agent Device を用いた通信ルーティングの実証をおこなった。電波ブラインド領域のトンネル内からの携帯通信機器としては、図 6 に示す ASUS 社の Eee-PC を用いた。



図 6 実験で用いたポータブル・ネットブック PC  
Figure 6 Net-book PC for the experiment.

このネットブック PC は、通信機能として Wi-Fi (IEEE 802.11a/IEEE 802.11b) を装備している。今回使用した ASUS 社の Eee-PC には、Bluetooth (IEEE 802.15.1) が搭載されていないため、Bluetooth デバイスを外部に拡張している。

空間移動型エージェント・デバイスの構成機器について以下に述べる。Bluetooth 通信機能付きの GPS[10]としては、Transystem 社の photoMate 887 Lite[11]を用いた。

photoMate 887 Lite は、18g と非常に軽量でありながら、内蔵メモリへのログ・モードと Bluetooth による通信モードを有する。また、Pocket WiFi ルータとしては、Softbank 仕様の Pocket WiFi ルータ C01HW[12]を用いた。このルータは、ネットブック PC と Wi-Fi で、外部と携帯電話回線で通信する。すなわち、このルータは、Wi-Fi 通信から携帯電話通信への変換を担っている。これらの機器を、Parrot 社の 4 翼ヘリコプター、AR Drone に搭載した。AR Drone は、マイクロソフト社の Kinect センサによりジェスチャでその動作を決定することができるように構成した。これにより、このエージェント・デバイスは、あまり体に負担のかからないジェスチャにより航行制御が可能である。これらの機器の外観を図 7 に示す。



図 7 空間移動型エージェント・デバイス構成機器  
Figure 7 Parts of the space movement agent device.

本実験で用いた、PC、および、各デバイスの外形、重量、および、通信方式を表 2 に示す。AR Drone の外形は、少し大きめではあるが、鞆で携帯できる大きさである。これに、GPS と Pocket WiFi ルータを搭載しても重量は 448g であり、重量的にも携帯が可能である。

表 2 各デバイスと移動台車の外形、重量、および、通信方式

名称	外形(mm)	重量(g)	通信方式
Eee-PC 225	×170×33.8 990		・ Wi-Fi(802.11 b/g), ・ Bluetooth (拡張)
AR Drone (屋外用ハル)	450×290 380		・ Wi-Fi(802.11 b/g)
GPS 44	×26×15 18		・ GPS : 1575.42MHz ・ Bluetooth
Pocket WiFi ルータ	95.5×48.6×14.1 50		・ Wi-Fi(802.11 b/g) ・ 3G(W-CDMA / HSDPA / HSUPA, 2100 / 1800 / 1700 / 1900)

トンネル内部の図中、左側に歩道が設けられている。右側には狭いが路側帯が設けられている。



図8 電波ブラインド領域として選んだトンネル  
 Figure 8 Tunnel as the blind zone of electric wave.

#### 4.1 実験手順

以下に、本実験の手順を示す。

- ① GPS や Pocket WiFi ルータを搭載した、空間移動型エージェント・デバイスとポータブル・ネットブック PC をトンネル内に設置する。これは、人が怪我などによりトンネル内に取り残された場面を想定している。
- ② 電源を投入したエージェント・デバイスを路上に置く。
- ③ エージェント・デバイスを出口に向かって飛行させる。
- ④ エージェント・デバイスがトンネルの出口に到着するのを待ち、トンネル内のネットブック PC を使って Bluetooth 通信により GPS から位置情報を取得する。
- ⑤ 取得した位置情報を添付したメールを作成する。
- ⑥ ネットブック PC から Pocket WiFi ルータへアクセスし、メールを外部へ送信する。

#### 4.2 実験結果

Pocket WiFi の信号強度表示を用いることにより、このトンネル内での携帯電話回線の受信状態を調査した。結果を図9に示す。トンネルに入ると、図9(a)に示すように、携帯電話回線が圏外であることを確認した。また、トンネルの外部では、図9(b)図で示すように、信号強度のレベルバーが2段を示すことを確認した。トンネルの周りも山林であり、電波信号強度はトンネル外でも5段のレベル表示はなされない。これらの結果より、トンネルに入る前までは携帯電話回線信号の受信ができていたが、トンネル内では受信信号が途絶えている。すなわち、このトンネル内は、携帯電話電波のブラインド領域であることが確認できた。

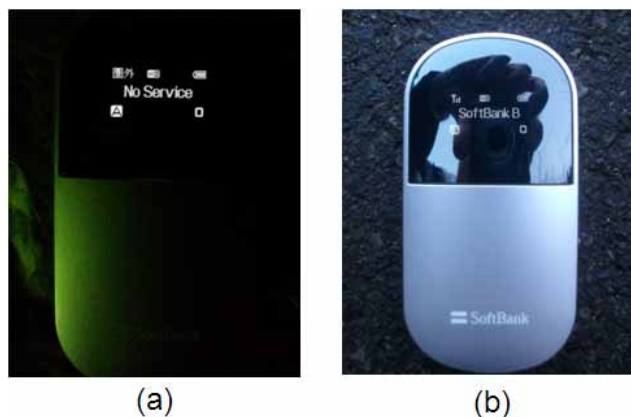


図9 電波ブラインド領域での携帯電話回線での受信状態  
 Figure 9 Condition of cellular phone signals in the blind zone of electric wave.

エージェント・デバイスの設置状態の写真を図10の(a)に示す。また、図10の(b)は、隣接して置いてあるネットブック PC の表示画面である。

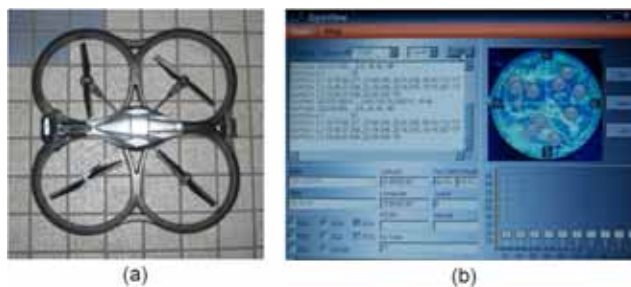


図10 エージェント・デバイスが移動前（トンネル内）のGPS受信強度

Figure 10 Strength of GPS signals in the blind zone of electric wave. (a) Agent device in the blind zone of electric wave, (b) Display of the condition of GPS signals.

この画面表示は、GpsView という GPS 衛星からの電波状態とその強度が表示できるソフトウェアを用いている。ここで、全ての衛星の電波信号強度は0であり、図10で確認したようにトンネル内ではGPSの電波は遮られている。なお、GPSにより測位を行うためには、少なくとも3~4機の衛星からの電波を受信することが必要である。

次に、ジェスチャでコントロールができるようにした空間移動型エージェント・デバイスを路上に置き、トンネルの出口に向かって飛行させた。このジェスチャによる航行コントロールの様子を図11に示す。ジェスチャを止めることにより、空間移動型エージェント・デバイスはトンネル出口位置で止まる。この時のエージェント・デバイスの状態の写真を図12の(b)に示す。また、図12

の(c)は、トンネル内のネットブック PC の表示画面である。GPS 衛星からの電波状態の表示は、有効な強度で複数の衛星から電波受信ができていていることを示している。図 12 の(a)は、これらの衛星からの測位情報を用いた Google マップ[13]の表示である。トンネルの出口で停止しているエージェント・デバイスの位置が赤いマークで示されている。



図 11 空間移動エージェント・デバイスのジェスチャ制御

Figure 11 Control of a space movement agent device based on gesture action.



(a)



(b)

(c)

図 12 エージェント・デバイスが移動後の位置表示と GPS 受信強度

Figure 12 Strength of GPS signals in the blind zone of electric wave, after the agent device arrive at the exit of tunnel. (a) Location of the tunnel in the topographical map, (b) Agent device at the exit of tunnel, (c) Display of the condition of GPS signals.

トンネル内で、上記の Google マップを添付したメールを作成した。このメールのテキストには、緊急事態を知らせる内容が書かれている。これをトンネル内のネットブック PC の Wi-Fi 無線で、出口の空間移動型のデバイス上の Pocket WiFi ルータへこのメールを送った。Pocket WiFi ルータは、3G の携帯電話回線網でメールを iPad に送信した。

これらの処理の後に、本メールは iPad に受信されていることが確認された。さらに、DropBox[14]などのクラウド・ストレージ上に測定データとテキストを保存することにより、外部からそれらのデータを確認することもできた。これらの外部への送信情報を図 13 に示す。



(a)位置情報添付メール

(b)クラウドでの情報共有

図 13 電波ブラインド領域からの情報伝達

Figure 13 Communications from the blind zone of electric wave. (Left) Mail that attached the location information of the tunnel, (Right) Communication by using the storage of cloud.

## 5. おわりに

本論文では、電波のブラインド領域における情報通信に対し、空間移動型エージェント・デバイスとそのサービスを提案した。この空間移動型エージェント・デバイスは GPS、Eye-Fi などの通信機能付きセンシング機器を搭載することにより、電波ブラインド領域であっても、近隣の位置や周囲状況の情報を得ることが可能である。また、Pocket WiFi ルータを同時に使用することによって、位置情報、周囲状況、および、文をメールで外部へ送信することができる。さらに、クラウドのデータ保存サービスを用いることもでき、電波ブラインド領域からの内部被災者の情報を関係者や外部者に提供することが可能となる。

実験により、上記の個人レベルで常時携帯できる簡易な空間移動型エージェント・デバイスを用いて、電波のブラインド領域から動かずに位置や周辺の情報を知ったり、それらを添付した文などを外部へ通信したりできることが実証できた。この空間移動型のエージェント・デバイスを用いることにより、ブラインド領域から出口の途中に障害物があった場合や、出口が高所にあった場合でも情報の入出力が可能となる。

今後は、本提案の空間移動型のエージェント・デバイスをより小型化する検討を行っていきたい。また、アクシデント発生時だけでなく、日常所持しているコンシューマ・携帯通信デバイスの電波の信号が弱かったり遮断

されたりした場合には常設されたスマートな空間移動型エージェント・デバイスが自律的に移動し、ワイヤレス通信を回復するような用途のデバイスも提案していきたい。

### 参考文献

- 1) Message from WIDE project (オンライン), 入手先  
<<http://msg.wide.ad.jp/>> (参照 20 11-11-28)
- 2) アンドリュー・S・タネンバウム 著, コンピュータネットワーク第4版, 水野 忠則, 相田 仁, 東野 輝夫, 大田 賢, 西垣 正勝 訳, 日経 BP 社(2003)
- 3) 峰野博史, 安部恵一, 水野忠則: 無線センサネットワークを用いた適応型エネルギー管理システムの開発, 情報処理 第1回 CDS 研究グループ研究会, (2010)
- 4) 肥田一生, 花田雄一, 森信一郎: ばねモデルを使った低消費電力なリアルタイム測位システム, 情報処理 第1回 CDS 研究グループ研究会, (2010)
- 5) 倉田成人: 防災情報取得の新しい展開, 情報処理, Vol.51, No.9, pp.1150-1156 (2010)
- 6) Hongwei Peng and Sumin Li: Wireless sensor networks based highway disaster, International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering (CiSE), Vol.E74, No.9, pp.1-4 (2010)
- 7) 猿渡俊介, 森川博之: 社会創造に資するセンシングネットワーク, 情報処理, Vol.51, No.9, pp.1111-1118 (2010)
- 8) 勝間亮, 村田佳洋, 柴田直樹, 安本慶一, 伊藤実: 移動センサノードを用いたデータ収集型 WSN での k 重被覆時間の最大化手法, 情報処理学会 研究報告, 2009-MPS-73 (13), pp.49-52(2009)
- 9) 中澤仁, 徳田英幸: センサアクチュエータネットワークの情報基盤, Vol.51, No.9, pp.1127-1135 (2010)
- 10) 高野 忠, 柏本 昌美, 佐藤 亨, 村田 正秋: 宇宙における電波計測と電波航法, コロナ社. (2000)
- 11) Transystem Inc. (オンライン), 入手先  
<<http://www.transystem.com.tw/>> (参照 2012- 3-26)
- 12) Pocket WiFi SoftBank C01HW. (オンライン), 入手先  
<[http://mb.softbank.jp/mb/data\\_com/product/mobilewifi/c01hw/](http://mb.softbank.jp/mb/data_com/product/mobilewifi/c01hw/)>  
(参照 201 1-11-28)
- 13) Google マップ (オンライン), 入手先  
<<http://maps.google.co.jp/>> (参照 201 1-11-28)
- 14) DropBox (オンライン), 入手先  
<<http://www.dropbox.com/>> (参照 201 1-11-28)