

コンシューマ・サービス論文

## 携帯端末に搭載された方位センサを用いた 周辺機器選択手法の検討

大木 浩 武<sup>†1</sup> 峰野 博 史<sup>†1</sup>  
森 信 一 郎<sup>†3</sup> 水野 忠 則<sup>†2</sup>

昨今の小型省電力デバイス、無線技術等の発展によって、これまで独立して動作していた家電機器が、ネットワークに参入し他の機器と連携するサービスが実現されつつある。特にスマートフォンに代表される高機能携帯電話から情報家電を利用するサービスを考えた場合、多種多様な情報家電の中からどのように目的の情報家電を選択するかという課題に対する解決策の要望が高まっている。本論文では、携帯端末に標準で搭載されることの多くなった方位センサを用い、ユーザが利用したい情報家電へ携帯端末を向けることで情報家電を選択し接続する手法を検討する。プロトタイプシステムを開発し検証実験を行った結果、情報家電が部屋内に分散する環境であれば、約98%の精度で選択できることを確認した。

### Peripheral Device Selection Method Using Direction Sensor Mounted on a Mobile Device

HIROMU OOKI,<sup>†1</sup> HIROSHI MINENO,<sup>†1</sup> SHINICHIROU MORI<sup>†3</sup>  
and TADANORI MIZUNO<sup>†2</sup>

Currently, some kinds of home appliances have come to be able to connect the home network by development of small and power saving network modules and wireless technology. When considering services using recent smart phone, it is important to develop the method how to select the target device from among the neighboring home appliances. In this paper, we propose a method to select the target device using direction sensor that has being installed in the recent smart phone. We confirmed that the proposed method achieves about 98% accuracy of selecting devices under sparse environment that the home appliances are distributed to the room.

### 1. はじめに

近年、無線通信技術(802.11a/b/g, UWD等)や情報家電制御技術(DLNA等)の発展、標準化の進展により、様々な機器がネットワークに接続される環境が整い、ネットワークに接続可能な情報家電が次々と製品化されている。また、携帯端末においては広域無線通信だけでなく短距離無線通信にも対応可能な無線デュアル端末(iPhone, Android等)が登場してきており、周辺機器とPAN(Personal Area Network)を構築することで、携帯電話と周辺機器の連携したサービス、さらには移動系と固定系の通信を融合させたFMC(Fixed Mobile Convergence)の実現が可能となっている。特に、携帯電話は1人1台保有している状況にまで普及しており、ますます周辺機器と連携した新たなサービスへの期待がますます高まっている。特に、DLNAを用いて遠隔で家電を操作する等のホームネットワークに関する研究がさかんに行われてきた<sup>1),2)</sup>。

様々な機器をネットワーク接続によってお互いに連携させることで新たなサービスの実現が可能になる<sup>3),4)</sup>。たとえば、現在でもヘッドフォンとミュージックプレイヤーをBluetooth接続することによって、ユーザはこれら2つの機器をケーブルで接続することなく音楽を聴くことができる。今後さらに多くの機器がネットワークへの接続性を持つことで、機器どうしの連携を前提としたサービスへの需要が高まることが予想される。

機器どうしの連携サービスの1つとして、携帯端末から情報家電を操作するサービス技術の需要について考えよう。携帯端末から情報家電を利用する手順として、初期化、探索、選択、接続、通信の手順を必要とするが、今回は選択の部分において焦点をあてた。機器連携時において、最も利用者にとって障害となるのは機器指定作業における直感性のなさである。ユーザが実世界にある機器を携帯端末から利用する場合、一般的な方法として携帯端末の画面上に利用可能な機器のリストを表示し、その中から携帯端末を操作することによってユーザが利用したい機器を選択する方法が考えられる。この方法の課題として同種の機器が複数利用可能であった場合、判別がつきにくいという点や利用可能機器が増えるとユーザに

<sup>†1</sup> 静岡大学情報学部  
Faculty of Informatics, Shizuoka University

<sup>†2</sup> 愛知工業大学情報学部  
Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

<sup>†3</sup> 富士通研究所  
Fujitsu Laboratories

とって選択することが煩わしいものになってしまうといった点があげられる。

本論文では、ユーザが現実にある接続機器を直感的に指定する方法として、最近の携帯端末に標準で搭載されることが多くなった方位センサを用いて、ユーザが携帯端末を利用したい情報家電に向けることによって接続する機器を判断する方式を提案、実験を行った。

以降、2章では関連研究となる直感的デバイス選択技術、3章では今回提案する方式の概要およびテスト機の実装、4章では提案方式の実環境での利用法および検証、5章で本検討のまとめと今後と課題をのべる。

## 2. 関連研究

### 2.1 RICA+

機器連携における方位を用いた既存の機器選択の手法として、RICA+<sup>5)</sup> という方式が提案されている。RICA+は携帯端末を用いて現在位置を測位をし、求めた現在位置から方位を用いて接続機器を推定する手法である。RICA+の現在位置測位として、部屋内の各所にマーカを設置し、今いる位置から2つのマーカに対して方位を取得し、そこから逆算して位置を推定する。それにより、求められた位置とデバイスを指定した際に取得する方位から、接続するデバイスを判断するというものである。この方式の課題として、現在の自分の位置情報を求める際に、マーカの情報を手入力する必要があり、手続きが多い点があげられる。さらに、この方式は接続を行うつど、まず測位を行うため、2カ所に対して方位を向けなければならない、そのうえで目標となるデバイスに対して方位を向けなければならない。接続するごとに3段階の手間がかかるという点でユーザに対する負荷が高いと考える。

### 2.2 Snappy

機器連携における選択手法に方位とは別の情報を用いた直感的な入力方法としてSnappy<sup>6)</sup> があげられる。SnappyはSRコードというジェスチャコードを利用することによって、空間を利用したコード入力を行う。携帯端末を空間上で定められた形に動かすことによって、それがジェスチャコードの入力となる。それにより入力されたコードから、接続する機器を判断するというものである。この方式の課題として、あらかじめ入力するコードを知っておかなければならないという点があげられる。

## 3. 方位による接続デバイス推定方式

### 3.1 概要

家庭において家電等は、図1に示すように部屋内の壁側に設置され、ユーザは家電より

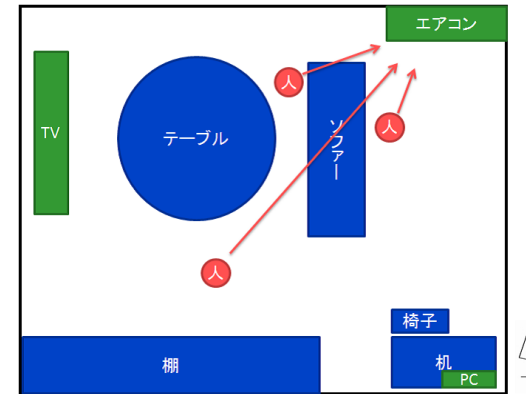


図1 一般的な部屋の配置図  
Fig.1 Layout of common room.

表1 方式の比較  
Table 1 Comparison of methods.

方式	他方式との比較
提案方式	1度の方位取得で接続が可能
RICA+	位置測位も含めて3回の方位取得が必要
Snappy	ユーザが必要なジェスチャ入力を覚える必要がある

も部屋の内側に位置することが一般的である。そのため、接続したいデバイスがユーザの周囲にある程度分散して設置されているならば、ユーザが部屋内のどこにいてもある程度一定の方位で示すことができると考える。たとえば、ユーザがエアコンの方向を向いた場合、図1のように、部屋の中であればどの位置にいても北東の方位を示すと考えられる。

そこで、部屋内において特定のデバイスを指定したときに得られる方位は定められた範囲内に収まるという仮説を立てる。本研究では、この仮説について検証を行い、部屋内で携帯端末から機器接続を行いたい場合、配置を工夫することによって、向いている方位だけでユーザが利用したい機器を判断することができることを示す。

今回の方式と既存方式との比較を表1に示す。提案方式は、ユーザが接続したいデバイスの方向を向くだけでどのデバイスと接続するかを判断できるため、ユーザにとってより直感的にデバイスの選択ができるため、既存方式と比べて優れているといえる。

### 3.2 検証環境の構築

提案方式の有効性を試験するためのプログラムとして、実際に特定の方位に向けてアクションを送ると、その方向にあるデバイスと接続を行うプログラムを実装した。具体的には、Android に内蔵されている地磁気センサと加速度センサを用いてソナーとなるプログラムを作成し、そこから取得した方位情報が一定範囲内であった場合、SIP<sup>7)</sup> による接続要求を行うといった構造である。SIP に関しては、Android で扱うことのできる SIP クライアントである SIPDROID<sup>8)</sup> を用いた。SIPDROID は Android で扱うことのできるオープンソースの SIP クライアントであり、このユーザインタフェースを改良し、本来は通信したい相手のユーザ名を入力することによって、接続を開始するが、特定の方位にアクションを送ると、特定のデバイスとセッションを張る機能を追加した。

実験に用いた携帯端末および搭載センサを以下に示す。

- 携帯端末 google nexus one
  - 加速度センサ：3-axis Accelerometer sensor
  - 磁界センサ：3-axis Magnetic field sensor
  - 方位センサ：Orientation sensor

## 4. 実験結果

### 4.1 基礎実験

ユーザが利用する機器を指定する際に、本当にデバイスを指定できたかという点が問題となりうる。今回の方式の前提としてユーザが機器指定を行う際に、設置されている機器の方向を向くが、図 2 に示すように向いた方向自体が実際の機器の位置の方向とずれている可能性がある。

その誤差を測定するために、目標点に向けてレーザポインタで光を当て、中心との差を測定する基礎実験を行った。一般家庭内における部屋内において想定されるデバイスとユーザの距離を 2m, 5m, 10m とし、それぞれの距離で目標点に向けて 30 回ずつ指定を行い、目標の中心からの誤差を測定した。測定データから求めた平均と分散を基にした正規分布を、図 3 に示す。

この結果から人間が目標の方向を向いた場合に発生する目標との誤差は、距離が離れれば離れるほど小さくなると考えられる。また、今回検証用実装した環境で目標点に対して携帯端末を向けたときの方位データも同様にそれぞれの距離で測定し、測定データから求めた平均と分散を基にした正規分布を、図 4 に示す。この結果を図 3 と比較すると、今回実装

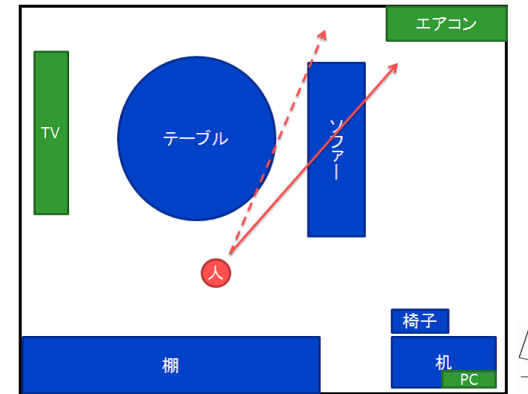


図 2 機器指定時に発生する目標とのずれ

Fig. 2 When selecting device, gap to the target.

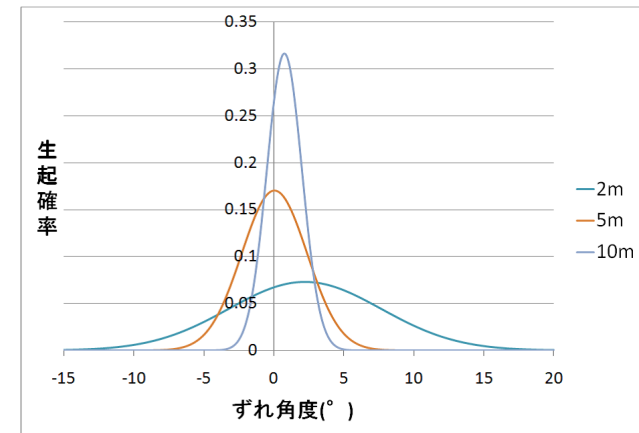


図 3 各距離ごとの対象指定時に得られる手ブレ誤差

Fig. 3 When selecting device, shake error.

した環境での取得する方位情報の誤差は発生する手元の誤差より大きく距離によって影響を受けにくいと考えられる。そのため、ユーザが利用する機器を指定する際に発生する誤差は測定データから距離によらず 10° ずれるとした。

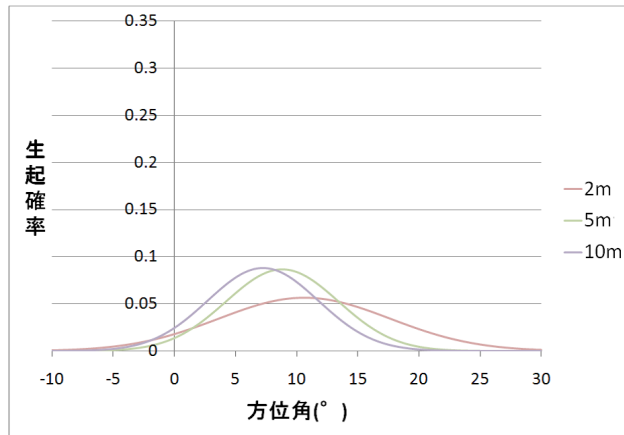


図 4 各距離ごとの機器指定時に得られる方位角のばらつき  
Fig. 4 When selecting device, getting azimuth error.

#### 4.2 理論値の算出

3章で示した提案方式を実際の環境で検証した．今回の実験の実環境として図 5 (a) に示す部屋で行った．この部屋でユーザが移動する範囲が，図 5 (b) に示した内側のエリアになると定義し，このエリアよりも外側にデバイスを設置すると考える．図 5 (c) に示すように右下に設置すると考えた場合移動可能範囲内でデバイスを選択した場合の方位の変動範囲を予測し，求めた範囲から設置禁止エリアを逆算する．また，デバイスを指定する場合の誤差として，基礎実験の結果から距離によらず  $10^\circ$  前後の誤差が出るとして判断した．そのうえで，最も角度がきつくなる場所は図 5 (d) のようになる．つまり，人がデバイスの方向を向いた場合にとりうる方位の範囲は図 5 (e) のようになると考えられる．そして人が移動する範囲においてどの場所でも，目標のデバイスを指定してもデバイスを単一に決定するためには，図 5 (f) に示すように方位の範囲が最も広い場所で方位を指定しても，デバイスを指定するようにすべきである．つまり，図 5 (f) の範囲にほかにデバイスを指定しない限り，移動可能範囲のどの位置からデバイスを指定しても目標のデバイスを指定可能であると考える．また，図 5 (f) の黄色色の範囲外にデバイスを設置することを考える．図 6 (a) に示すように左に設置した場合，同様の手順で考えると図 6 (b) に示すように範囲が定まると考えられる．

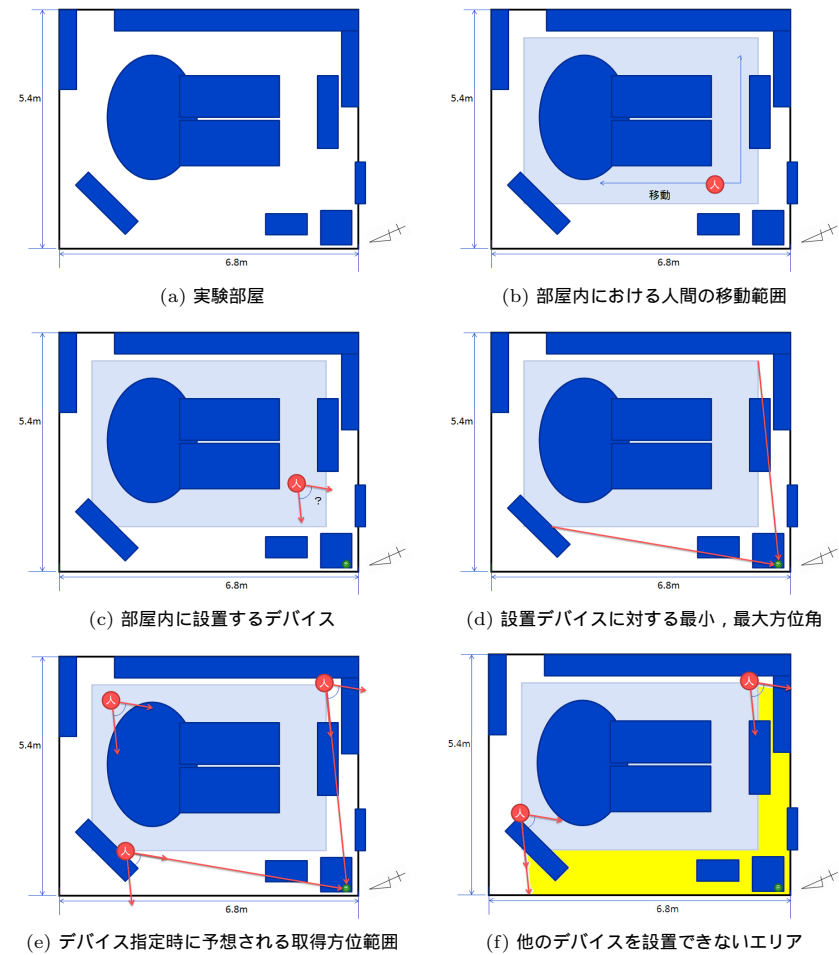


図 5 デバイス選択時に一意に選択するための設置方法の考察  
Fig. 5 Considerations for selecting a unique.

#### 4.3 実験結果

想定された部屋内において，求めた理論値を，実世界に方位角を測定してあてはめてみたところ，図 7 のような方位角の範囲になると予測した．また今回は，求めたパラメータは

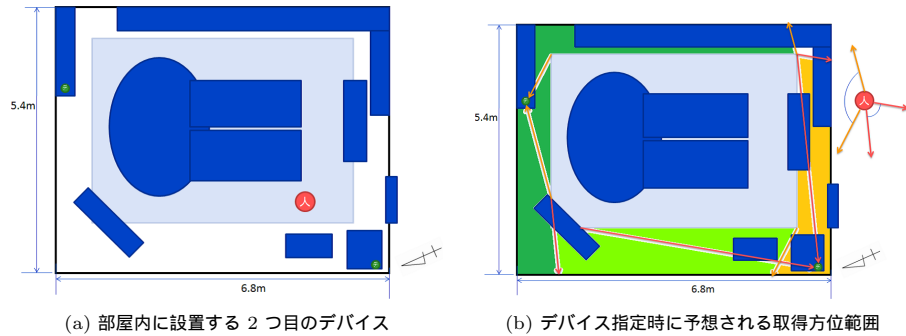


図 6 デバイス選択時に一意に選択するための設置方法の考察  
Fig. 6 Considerations for selecting a unique.

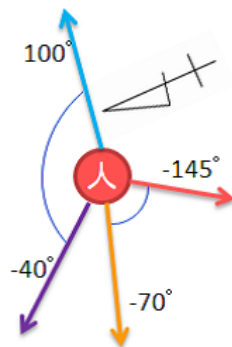


図 7 予測方位角  
Fig. 7 Calculation azimuth.

既知としてあらかじめプログラムのパラメータに組み込んだ。実際にこの取得方位がこの範囲に収まった場合、指定のデバイスと接続するようにして、移動範囲内で 60 回無作為に場所を選び、デバイスに向けてユーザが接続要求を行ったところ、図 8 に示す結果となり 59 回ほど目的のデバイスと接続することができた。

#### 4.4 考 察

今回、提案方式の有効性を調べるために、デバイスを四隅の一角と壁際に設置した。図 7 に示すとおり、四隅に設置したデバイス指定時の予測方位角は  $90^\circ$  以内に収まり、壁際に

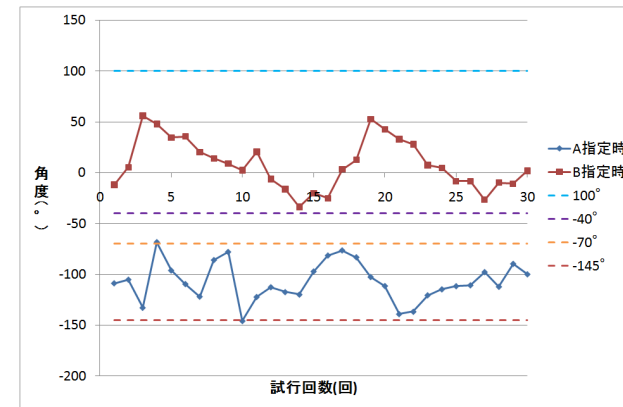


図 8 実験結果  
Fig. 8 Experimental result.

設置したデバイス指定時の予測方位角は  $180^\circ$  以内に収まっている。つまり、四隅にデバイスを設置するのであれば最低でも 4 台、そうでない場合は最低でも 2 台デバイスが設置できることが分かる。また、移動範囲を狭くすることでこの角度はさらに狭めることができる。基礎実験の結果図 3, 4 から最低でも  $20^\circ$  は範囲が発生するため最大で、移動範囲を点のように狭くすることで 18 台デバイスが設置できると考えられる。

#### 5. ま と め

本論文では、屋内において携帯端末から機器間連携を行う際に、接続指定機器の選択が従来の方式では手続きが多いという課題に対して、方位だけを用いて機器指定を行うことによって、直感的な機器の選択を行うことのできる方式を提案した。また、提案方式を実証するためのプロトタイププログラムを作成し、基礎実験によるプログラムの評価を行ったうえで、提案方式の妥当性の検証を行った。

#### 6. 検 討 事 項

今回は提案方式の有効性を検証するために、どの部屋にいるか等の測位位置、予測方位範囲は既知として実験を行ったが、この方式を利用したサービス提供のためには、現在位置、機器指定時の予測方位範囲を求め、プログラムに組み込むかを検討する必要がある。

携帯端末による機器指定方法として、今回は部屋を上から見た二次元平面として考察したため携帯端末の左右の動きから接続デバイスを判断していたが、これを三次元空間に適用することによって、携帯端末を上下の動きを考慮して、接続デバイスを判断することができるようにすることがあげられる。これにより同じ方位に設置されているデバイスであっても部屋の天井に設置されているか、足元に設置されているかで区別することができる。

### 参 考 文 献

- 1) 茂木信二, 田坂和之, テープウィロージャナボンニワット, 堀内浩規: 情報家電の広域 DLNA 通信方式の提案, 信学技報, 電子情報通信学会 (Apr. 2007).
- 2) 小山卓視, 呉 敬源, 武藤大悟, 吉永 努: Mobile-Wormhole Device: DLNA 情報家電の相互遠隔接続支援機構の携帯端末への応用, 情報処理学会研究報告 (Mar. 2008).
- 3) 西條晃平, 橋爪克弥, 伊藤友隆, 川田恭兵, 生天目直哉, 井村和博, 伊藤昌毅, 中澤仁, 高汐一紀, 徳田英幸: 機器連携におけるマルチモーダルなインタラクションシステムの構築, 情報処理学会研究報告 (2010).
- 4) Kim, Y., Kim, Y. and Kang, N.: Multimedhia Push-to-Talk Service in Home Network, *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.56, No.3 (Aug. 2010).
- 5) 斉藤功治, 岩崎陽平, 河口信夫: RICA + : Azim を用いた直接的指示が可能な分散ディスプレイサービス, *INTERACTION2004* (2004).
- 6) 伊藤友隆, 川田恭兵, 中川直樹, 生天目直哉, 橋爪克弥, 伊藤昌毅, 中澤 仁, 高汐一紀, 徳田英幸: Snappy: 振る動作による異種ネットワーク間での機器連携の実現, 情報処理学会研究報告 (Mar. 2009).
- 7) Schulzrinne, H. et al.: SIP: Session Initiation Protocol, IETF RFC 3261 (2002).
- 8) sipdroid Free SIP/VoIP client for Android, available from (<http://sipdroid.org/>).

(平成 23 年 3 月 19 日受付)

(平成 23 年 9 月 6 日採録)



大木 浩武 (学生会員)

2011 年 9 月静岡大学情報学部情報科学科卒業。モバイルコンピューティング, ユビキタスユーザインタフェースに関する研究に従事。2011 年 10 月より奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科ユビキタスコンピューティングシステム講座に進学。



峰野 博史 (正会員)

1999 年静岡大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年日本電信電話(株)入社。NTT サービスインテグレーション基盤研究所を経て, 2002 年 10 月より静岡大学情報学部助手。2006 年九州大学大学院システム情報科学府博士(工学)。2011 年 4 月より, 静岡大学情報学部准教授。センサネットワーク応用, コンシューマシステムに関する研究に従事。電子情報通信学会, IEEE, ACM 各会員。



森 信一郎 (正会員)

1987 年関西大学工学部卒業。同年富士通(株)入社。2003 年(株)富士通研究所に異動。博士(情報学)。半導体製造ロボットの開発, GPS 携帯端末関連の開発, 次世代携帯電話の開発, 仮想世界/オーギュメンティッドリアリティに関する研究を経て, 現在 ITS 向け高精度測位技術の研究に従事。



水野 忠則 (フェロー)

1945 年生。1969 年名古屋工業大学経営工学科卒業。同年三菱電機(株)入社。1993 年静岡大学工学部情報知識工学科教授。1996 年同情報学部情報科学科教授。2006 年同創造科学技術大学院教授。2011 年より愛知工業大学教授。工学博士。情報ネットワーク, モバイルコンピューティング, ユビキタスコンピューティングに関する研究に従事。著訳書としては『コンピュータネットワーク』(日経 BP), 『モダンオペレーティングシステム』(ピアソン・エデュケーション)等がある。電子情報通信学会, IEEE, ACM, Informatics Society 各会員。情報処理学会フェロー。