

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20700071

研究課題名（和文） 新素材RFIDアンテナおよび認識基盤ソフトウェア

研究課題名（英文）

A development of recognition middleware and RFID antenna on glass materials

研究代表者 岩井 将行 (Masayuki Iwai)

東京大学・生産技術研究所・助教

研究者番号：30458971

研究成果の概要（和文）：

非接触のRFIDの重要性はますます高まり、物流、医療、教育、商品管理などの分野で需要が伸びていくことが予想される。しかしRFIDのアンテナは旧来のプラスチックケースに入った形状から脱却しておらず、その用途は利用者がカードをアンテナが入っている箱の上に『かざす』という限定された方法でしか利用できていなかった。本研究ではRFIDのアンテナの素材を布、ガラスと特殊な導電体を用いて形成する研究を行って、テーブル、机、窓ガラスなどの新たな用途への拡大を図り、RFIDの応用範囲を広げる。また、今までにないガラスという新素材でのRFIDアンテナにおいて、アンテナの個数や形状を吸収し、アプリケーション開発を容易にするオブジェクト認識基盤ソフトウェアを開発した。ガラスに対してRFIDアンテナを適応させガラス面上に複数のRFIDアンテナを網羅的に張り巡らせる。完全透明なRFIDを開発するためガラスにするために合ガラスの中に透明な電導膜を作成し成果を国内の学会において発表した。最終年度はRFIDアンテナのガラス型装置の24連続型の大型のテーブルにも開発に注力し、Musiglassとしてグッドデザイン賞に出展を行った。オブジェクトを管理認識させるソフトウェアも構築し、学会発表、チュートリアル発表を行った。海外からの注目度も高く、ドイツのRFID研究者Paul Holleis氏などからも共同研究の打診をいただいている。

研究成果の概要（英文）：

Recently, the needs of RFID is increasing due to the convenience of reading without battery. However, most of legacy passive RFID antennas are in the hard boxes, which have negative appearance. This poor design, limits the use of RFIDs in commercial field, especially in the luxury shops. To solve this problems, we have developed new RFID antenna named "IntelliGlass" using special thin conductive films on the glass. Our RFID circuits are totally transparent unlike instead of copper line. In this paper, we will show you the new design and implementation of transparent RFID antennas, which has four multiple detecting areas. We also developed the system with extension of "intelliGlass" named "musiglass" which contains 24 antennas with in a one glass.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：組込システム

科研費の分科・細目：電気電子工学通信・ネットワーク工学

キーワード：RFID、透明アンテナ、IT家具、ミドルウェア

### 1. 研究開始当初の背景

非接触のRFIDの重要性は今後高まり、需要が大きく伸びていくことが予想される。一方でRFIDのアンテナは旧来のプラスチックケースに入った形状から脱却しておらず、その用途は利用者がタグをアンテナが入っている箱の上に”かざす”という限定された方法でしか利用できていなかった。デザイン性の観点からも本研究ではRFIDのアンテナの素材をガラスと特殊な導電体を用いて形成する研究を行い、テーブル、商店の棚、窓ガラスなどの新たな用途への拡大を図り、RFIDの応用範囲を広げることが目標とする。また、RFIDアンテナにおいて、ガラスアンテナの個数や複合的な形状を検討した結果とともに、アプリケーションを開発したことを報告する。

### 2. 研究の目的

現在図書館の本棚などにRFIDアンテナを設置している例が多く見受けられる[3]。しかしこれらの本棚はデザイン性などが考慮されておらず、棚の裏にRFIDのアンテナを設置し、アンテナが見えないように隠す処置を行っているため厚みが増す。[2,4]などの研究も床面を利用し、ユーザの視点からは見えなくなるが読み取れる場所は床面付近に限定されてしまい利用し難い。ガラス素材を用いた本アンテナは、既存のRFIDアンテナの用途とはまったく異なり、透明であることと薄さを保てるため、商店の棚にデザインの観点で違和感なく利用できる、またいままでも検討できなかった扉などへの応用も可能になるなどRFIDの用途や可能性を広げることが可能になる。

### 3. 研究の方法

#### (1) 伝導膜の多層化

完全透明なRFIDを開発するためガラスにするために合わせガラスの中に透明な電導膜を作成し回路を形成する。また布型RFIDに関しては電導性のフィルムを利用し作成する。作成方法は詳しくは[5,6]に記載する。使用周波数は汎用性と価格を考慮し、13.56MHz用に構成した。

伝導膜はガラスの上に3mmの電導膜を流し込み、後に必要ない部分を削り取る作業を行い、図1のように電波の強度を増すために3層構造にし、3層目に再度電導膜のコイルループを作成する。

本方式により、立体的にもループを構成し、電波の影響範囲を広げることができる。3cm

以上で読み取りができる。ただし、コイル構造を検証するため

試作を行い。最適な大きさが15cm以上で中心部の欠落が極端に増加し、過度の角度の丸みが適度になければならないことが分かった。

#### (2) デザインパターン

本研究では330mm角のガラス基板上に4つのアンテナパターンを形成してある。これらのアンテナは独立してタグを認識できるためタグIDの認識だけではなく、どのエリアにもものが置かれているのかを検知可能になる。4つのアンテナを2\*2で設置した場合は認識対象であるタグが{A}、{B}のどちらにも認識できた場合、認識対象の測定手法についてはその中間点{A,B}に位置することがわかる。そのためひとつのテーブルにおいてこの場合は9個の箇所を特定でき、縦\*横でm\*n個のアンテナが配置できてれば(m+1)(n+1)個の箇所を詳細に特定することが可能になる。

#### (3) 複合領域のアンテナパターン

4には複数の領域分割を意識したアンテナのデザインパターンを網羅した。支柱の数によってもアンテナの導線上ことなる形状になる。この中より目的や用途に応じてアンテナパターンを選択する。例えば円形のテーブルであっても分割したい領域や支柱の数が異なる場合には様々なパターンが考えられる。その中でコイルを形成しやすい形を選び、読み取り信頼性とテーブル全体での網羅性を両立させた。最終年度はRFIDアンテナのガラス型装置の24連続型の大型のテーブルにも開発に注力し、グッドデザイン賞[7]に出展を行った。オブジェクトを管理認識させるソフトウェアも構築し、学会発表、チュートリアル発表を行った。(研究成果欄を参考)

#### (4) アプリケーションソフトウェア

本章では、作成しガラスRFIDタイプを用いたアプリケーション事例を紹介する。

用いたミドルウェアは[1,5,6]で紹介しているものであり、一部拡張した。

GlassCatalogは真や商品のカタログ、株価情報などを名刺サイズの写真のプリントしてあるタグをかざすだけでリアルタイムに閲覧できるシステムである。認識したアンテナのIDに応じて、写真集であれば季節を変更し、株価であれば分足、日足などを切り分けて閲覧させることができる。

バッグやワインなどの商品を置いて情報をだすことも可能になる。GlassRemoteはDVDや音楽CDをガラス面にかざすだけで映像の再

生や停止，早送りなどをタグの位置を変えることで操作を可能にする．リモコンなどがなくても自然な動作でメディアコンテンツを操作可能になる．

#### 4. 研究成果

既存のRFIDは不透明のアンテナによって読み取られているためデザイン性が悪く，設置させる場所に制約が生じていた．RFIDのニーズの広がりによって，リーダを様々な場所で違和感なく展開する必要性が生じていた．本研究ではガラス上に透明な導電膜で利用してRFIDのアンテナ回路を開発し，様々なアンテナパターンを考察したことを紹介した．また複数の領域のアンテナを利用したアプリケーション例を示した．今後は扉などの応用分野を再度検討する．

完全透明な RFID を開発するためガラスにするために合わせガラスの中に透明な電導膜を作成し成果を国内の学会において発表した．海外からの注目度も高く、ドイツのRFID研究者 Paul Holleis 氏などからも共同研究の打診をいただいている．また今後はエコに特化した蓄電回路を備えた透明窓への応用システムとして展開を考えている．

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

[1]Tian Hao, Masayuki Iwai, Yoshito Tobe and Kaoru Sezaki

ESMO: An Energy-Efficient Mobile Node Scheduling Scheme for Sound Sensing

IEICE Transactions on Communications, Special Issue: Fundamental Issues on Deployment of Ubiquitous Sensor Networks, Vol. E93-B No. 11 2010 pp. 2912-2924 (査読有り)

[2]S. Han, Y. Choi, M. Iwai, K. Sezaki, Development of a Dynamic Collision Avoidance Algorithm for Indoor Tracking System Based on Active RFID,

KSII transactions on Internet and Information Systems vol. 4, no. 5, 2010 pp. 736-752 (査読有り)

[3]Yasunori Yakiyama, Niwat Thepvilojanapong, Masayuki Iwai, Oru Mihirogi, Kazunori Umeda, and Yoshito Tobe Observing Real-World Attention by a Laser Scanne

情報処理学会論文誌コンピューティングシステム (ACS) , 2009年.

Information and Media Technologies 4(2) pp515-528 (査読有り)

[4]Masayuki Iwai, Yoshito Tobe, Hideyuki tokuda

A Flexible Modeling Engine Enabling Inter-service Management

IPSJ Journal Vol. 50No. 3 pp973-pp991 (Mar. 2009)

Vol. 50No. 3 2009 pp973-pp991 (査読有り)

[学会発表] (計17件)

[1]Manabu Miyazaki, Ryutaro Nakata, Masayuki Iwai, Yoshito Tobe

RW-Link: Connection of Things

IEEE 7th International Conference on Networked Sensing Systems (INSS 2010), Poster Session, June 2010, Germany.

June 15th, 2010 Kassel, Germany

[2]Masayuki IWAI iPicket: Large Scale Slope Failure Detection using Sensor Implanted Pickets

ULC-WSN: Workshop on Ultra-Low-Cost Wireless Sensor Networks and their Applications at the INSS'10 June 6th, 2010 Kassel, Germany

[3]宮崎 学, 岩井 将行, 戸辺 義人

RW-Link+: 高反応性と省電力性を考慮した実世界リンクの試み

情報処理学会 第73回全国大会 pp. 251-252, 2010/3/1 東京工業大学 大岡山キャンパス

[4]Iwai, M., Wada, A., Danmura, Y.

Design and implementation of transparent multiple-area RFID antennas

Microwave Conference, 2009. APMC 2009. Asia Pacific pp2420 2009/12/17 Suntec Singapore International Convention and Exhibition Centre, Singapore

[5]S. Han, Y. Choi, M. Iwai, K. Sezaki Developing of a Dedicated Collision Avoidance Algorithm for Indoor Active RFID Tracking System,

1st International Conference on Internet (ICONI), NUSADUA (Bali), Indonesia 2009 2009/12/1 NUSADUA (Bali), Indonesia

[6]特殊な素材上での複合的な RFID アンテナパターンに関する考察 岩井将行 (東大)・和田章嗣・団村芳和 (フィグラ) J-032 第8回情報科学技術フォーラム 2009.9.2 東北工業大学八木山キャンパス

[7] Probing Stick の情報提示に関する検討  
加々本貴志・高木篤大・木實新一（電機大）・  
岩井将行（東大）・戸辺義人（電機大）  
第 8 回情報科学技術フォーラム M-013  
8(4), 257-258 2009.9.2 東北工業大学八木  
山キャンパス

[8] 加速度センサを用いた移動トリガ位置登  
録システム的设计と実装 中田龍太郎（電機  
大）・石塚宏紀・岩井将行（東大）・Niwat  
Thepvilojanapong・戸辺義人（電機大）第 8  
回情報科学技術フォーラム M-027 8(4),  
263-264, 2009.9.2 東北工業大学八木山  
キャンパス

[9] Developing of dynamic collision  
avoidance algorithm for Indoor active  
RFID tracking system 韓セギョン・岩井将  
行・瀬崎 薫（東大）第 8 回情報科学技術フ  
ォーラム 8(4), 303-304, 2009.9.2 東北工  
業大学八木山キャンパス

[10] Iwai M, Mori M., Tokuda H  
A Marketing Analysis Using Massive Tiny  
Sensor Nodes  
Sixth International Conference on  
Networked Sensing Systems INSS2009  
2009/6/19 PA, USA

[11] 高木篤大, 石田泰之, 岩井将行, 戸辺義人  
Probing Stick: 3 軸加速度センサを用いた杖に  
よる路面情報の抽出 FIT2008 第 7 回情報科学技  
術フォーラム 2008 年 9 月 3 日 藤沢市慶應義  
塾大学 湘南藤沢キャンパス

[12] 宮寺和彦, 岩井将行, 戸辺義人 複数カメラ  
による実世界マーカ読み取り補完システム  
FIT2008 第 7 回情報科学技術フォーラム 2008 年  
9 月 3 日 藤沢市慶應義塾大学 湘南藤沢キャン  
パス

[13] 中田 龍太郎, 石塚 宏紀 岩井将行, 戸辺義  
人 Design of GUI for Real-World Link System  
第 7 回情報科学技術フォーラム 2008 年 9 月 2008  
年 9 月 3 日 藤沢市慶應義塾大学 湘南藤沢キャン  
パス

[14] 岩井将行 ガラス面上の完全透明な RFID  
アンテナの設計とアプリケーションの開発  
FIT2008 第 7 回情報科学技術フォーラム 200  
8 年 9 月 2 日 藤沢市 慶應義塾大学

[15] Tobe Yoshito., Iwai Masayuki  
(Conference Tutorial) Sensor Networks:  
Personal to Urban Areas  
ICST 4th International Mobile Multimedia  
Communications Conference

2008, July, 8<sup>th</sup> Finland, Oulu

[16] Masayuki IWAI (Poster) Live! Commerce  
System: A Marketing WSN enabling Analyzing  
Customers' Attention in the Real Shops  
Fifth International Conference on  
Networked Sensing Systems: INSS 2008  
June, 17<sup>th</sup> Kanazawa, Japan

[17] 【優秀論文発表賞】岩井将行, 森雅智, 徳  
田英幸: センサノードを用いた商品の購買前注  
目度把握システム, 情報処理学会ユビキタス  
コンピューティングシステム研究会 (UBI) モバイ  
ルコンピューティングとユビキタス通信研究会  
MBL/UBI 2008 年 2 月 Vol. 2008 No. 18 pp173-177  
東京 慶應義塾大学 三田キャンパス 東館  
G-SEC

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 1 件)

公開番号: 2009010865 光透過性 R F I D 用  
アンテナ装置とそれを用いた家具及びシス  
テム 団村芳和, 伊藤利明, 和田章  
嗣, 岩井将行

[その他]

グッドデザイン賞一次審査突破

[http://www.figla.co.jp/jp/topics/musiglass  
.pdf](http://www.figla.co.jp/jp/topics/musiglass.pdf)

情報処理学会研究報告. MBL, [モバイルコン  
ピューティングとユビキタス通信研究会研  
究報告] 2010-MBL-55(2), 1-6, 2010-08-26  
にて優秀発表賞を受賞

特集記事 実世界センシングで変わる情報  
処理の世界 実世界センシングとデータベ  
ース 岩井将行 電気学会誌 2009 3 vol1129  
pp160-163 3 vol1129 2009 pp160-163

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩井将行 (Masayuki IWAI)

東京大学・生産技術研究所・助教

研究者番号: 30458971

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし