

# 履物埋め込みRFIDを利用したセキュリティシステムの提案

新名 依子 (指導教員：椎尾 一郎)

## 1 はじめに

近年、RFID (Radio Frequency Identification) の利用が様々な領域で広がっている。例えば、電子マネーの「Suica」や「おサイフケータイ」、資材管理、物流、クレジットカードや電子錠などのセキュリティ面で利用されている。

しかし、これらの利用法では、RFIDを意識して使用することが多い。例えば、ICカードセキュリティゲートを通るには、カードを取り出してリーダに当てるといった動作が必要となる。セキュリティ面を考えると、このようなシステムは必要であるが、毎回この動作を行うのは面倒である。安全かつ使いやすい動作にすることで、この面倒な動作を解消したい。そこで、RFIDを日常生活の自然な動作の中に組み込めないかを考えた。

本研究室では、入退出管理にはICカード、扉の解錠には鍵を用いている。よって、入室するまでに、

- (1) 鍵をロッカーから取り出して解錠し、鍵を元に戻す。
- (2) 靴からICカードを取り出し、行き先掲示板の表示を入室に変更する。
- (3) 靴を脱ぎ、入室する。

3つの動作が必要となる。入退出の度にこれらの動作を行うのはとても面倒である。そこで、本研究では、「靴」に着目し、履物にRFIDを組み込み、これにより認証するシステムを提案する。

## 2 RFIDリーダとなるシューズラック

### 2.1 履物埋め込みRFIDの提案と概要

本研究では、靴の中にRFIDタグを埋め込み、靴自体がICカードと同様の働きをするシステムを開発した。

靴にRFIDタグを組み込む研究は、これまでもいくつかが為されてきた。しかし、それらは、靴ひもにタグをぶら下げたり、靴の底に穴をあけてタグを埋め込んだりしたもので、見た目が悪いことから女性には受け入れられにくいものであった。そこで、女性の視点や使いやすさを考慮かつ検討し、タグは靴内の先端部に埋め込むことにした。また、歩くときや脱ぐときにも支障がないよう、タグは小型のガラス封入型トランスホンダを使用した。

この方式について、20代女性15人に意見を聞いたところ、筆者も含めて、女性にとって受け入れ可能なデザインであることが確認できた。

### 2.2 アンテナの設置

入室の動作の中に「靴を脱ぐ」という動作があるが、廊下で靴を脱いだらそのままの状態であることがよくあり、通行の妨げになっている。そこで、シューズラックに着目した。IDを読み取るアンテナをシューズラックに設置し、これに連動して電気錠を作動させれば、必ず靴を片付けなければならないと、出入口が整頓



図1: ラミネート加工したアンテナ

される利点もある。

今回は、四段の木製シューズラックを利用した。木製としたのは、アンテナに電流が流れるため、金属製ではID読み取りに支障が出るからである。

IDを読み取るアンテナは、靴で踏んでも読み取りに影響がないよう、耐久性を考慮する必要がある。そこで、コイル状に巻いたポリウレタン銅線0.23mmをラミネート加工することで、アンテナを強化した。コイルの巻き数は、RFIDマニュアルを参照して導いた。[2] (図1)

アンテナはシューズラックの各段に設置した。(図2)しかし、1つのRFIDリーダでは1つのアンテナ分しか読み取ることができない。リーダは複数個使用することができるので、この場合、4つのリーダを用いて実装することができるが、リーダ1個が高価であることから実現は難しい。そこで、アンテナの切り替えができれば、リーダ1個で実装が可能となる。

リーダ1個で実装する場合、各アンテナの応答速度を考慮する必要がある。1つのアンテナでタグを読み取るのに、70msの時間がかかる。よって、リーダ1個で4つのアンテナに対応させた場合、すべてのアンテナでタグを読み取れるようにするには280msかかってしまうことになる。瞬時の動作への対応には、この速度では不十分であるが、靴を置いてドアを開けるといった動作への対応には、十分な応答速度である。性能とコストから考えると、1つのリーダでの実装は最適な選択といえる。

ここで、本研究室B4宇野が開発した、複数アンテナ駆動型リーダシステムを利用することにした。このシステムでは、4つのアンテナがアナログマルチプレクサを介して、RFIDリーダの出力ポートのうち2つのピンに接続されている。RFIDリーダはRS232cケーブルを介し、コンピュータに接続されている。S2000 Readerは、コンピュータから送られるASCIIコード英数字のコマンドでコントロールできる。そのコマンドで、出力ポートの値を設定し、アナログマルチプレク

Texas Instruments 社製の Series 2000 Reader ,RI-STU-MB2A

サの入力を切り替える。RFID リーダからアナログマルチプレクサに送信される信号は、2ビットの2進数で表され、各チャンネルに対応したスイッチがON/OFFになることによって、4つのアンテナを切り替える仕組みになっている。

このシステムを利用することで、シューズラックのどの段に靴が置かれても、280ms程度でIDを読み取ることが実現できる。

### 3 シューズラックの応用

#### 3.1 オートロック解錠システム

このシューズラックにより、研究室の扉にオートロックの機能を付加させた。オートロックのための電気錠として、比較的システムに組み込みやすい、電磁錠を利用した。この電磁錠は、通電時に強力な磁石となる吸着板とこれに吸着させるための金属板で構成される。吸着盤、金属板をそれぞれ壁、扉に設置し、通電時これらが吸着することで、扉が施錠されたことになる。本研究では、電磁錠の開閉をRFIDリーダを用いて行うので、電磁錠のスイッチON/OFFの切り替えにはリレーを用いることにする。RFID2000リーダには、現在、アナログマルチプレクサの切り替えに使っている他に、多数の出力端子がある。これらの出力でリレーを駆動し、電気錠の解錠を行う。

むやみにセキュリティを上げると使いにくくなるため、用途に合った方法を考える必要がある。よって、本研究室でのセキュリティはどのようにしたら良いかを検討した。本研究室では、最初に来た人が鍵を開け、最後に出る人が鍵を閉めることになっている。人の出入りが激しいため、施錠、解錠を入退出の度にするのは不便であり、最初と最後で十分である。

よって、本研究では、以下のようなシステムを開発した。

- (1) メンバーの誰かが来たら鍵を開ける  
→ シューズラックに靴が置かれると、IDが読み取られて自動的に鍵が開く。
- (2) 室内に誰かがいる  
→ IDは連続で読み取られるているため、靴が置かれている限り、鍵は開いたままとなる。
- (3) 室内に誰もいない（最後に鍵を閉める）  
→ 靴がシューズラックから無くなると数秒後に自動的に施錠される。

このセキュリティシステムによって、入退出時の面倒な動作無しで、研究室の扉の施錠、解錠ができる。

#### 3.2 入退出管理システムの提案

前述のシステムと電子行き先掲示板 [1] を接続することで、靴を出し入れするだけで掲示板の表示切り替えをできるシステムを提案する。電子行き先掲示板とは、ICカードを当てるだけで、誰が来たのかが分かるシステムである。本システムによって靴の持ち主を特定できるようになれば、このシステムが実現可能である。

ただし、ICカードのIDと靴に埋め込んだタグのIDは異なるので、本シューズラックシステムと掲示板シ



図 2: シューズラックリーダと電子行き先掲示板。各段上部にアンテナが取り付けられている。

ステムの間にデータベースを介し、両方のリーダから情報を更新できるようにする。また、データベースを介すことで、Web上からも入退出状況をリアルタイムで閲覧することもできるように計画している。

### 4 まとめと今後の課題

本研究では、RFIDを利用して研究室の解錠、施錠を自動化するために、RFIDリーダとなるシューズラックを開発し、メンバーそれぞれの靴にRFIDタグを埋め込むことでそれを実現した。このシステムを応用すれば、ドアの前に立つだけで鍵の開閉を実現できるセキュリティシステム開発も可能となるだろう。

今後の課題としては、靴の持ち主を特定できるようにして、このシステムを電子行き先掲示板にも利用できるようにしたい。また、今回提案した靴にRFIDを埋め込む方法は、サンダルやオープントウパンプスなど、先端部分にタグを埋め込む場所が無いものには適応が難しい。そのような場合、例えば、靴の飾りの中にタグを組み込めば、識別可能になるだろう。今後は、あらゆるタイプの靴に対応できる実装方法を検討していきたい。

#### 参考文献

- [1] Masui, T., Tsukada, K. and Siio, I.: MouseField: A Simple and Versatile Input Device for Ubiquitous Computing, in *UbiComp 2004: Ubiquitous Computing*, pp. 319–328, Springer (2004).
- [2] 杉野碧: どの足スイッチ: キッチン用多機能フットスイッチの開発, お茶の水女子大学卒業論文 (2006).