

組み込み技術を用いたシステムの開発

—宝飾品展示用セキュリティボックスへの応用—

清水 誠司・阿部 正人・平川 寛之・布施 嘉裕・山梨県水晶宝飾連合会

Development of Security System for Jewelry Exhibition

Seiji SHIMIZU, Masahito ABE, Hiroyuki HIRAKAWA, Yoshihiro FUSE and Yamanashi Jewelry Association

要 約

貴金属商品を展示販売する際のセキュリティ対策には、ガラスケースへの収納や鎖等による物理的な拘束、赤外線による監視等の手法が一般的だが、これらの方法では、商品に手を触れることができなかつたり、明示的な監視に対する顧客の抵抗感など、販売上の弊害が生じやすい。そこで、近年、応用が広がっているICタグとこれを制御する組み込みマイコンを用いて、顧客が商品を手に持つ事が可能で、かつ信頼性の高い貴金属商品用盗難監視システムを開発した。

1. 緒 言

現在、指輪やイヤリング等の貴金属商品を展示販売する場合、ガラスケースへの収納、人的な監視、赤外線を用いた監視装置等の盗難対策がとられている。また、最近ではICタグを全商品に装着し、発信する電波を監視する装置などが考案されている。

しかし、ケース内では客が商品を確認し難い反面、テーブル上の展示では、商品が小さいことなどから人の目が行き届かない、商品だけが持ち去られてしまうなどの問題を抱えている。また、宝飾品という商品の性質上、明らかな監視や盗難対策は、商品のイメージを損なう危険性があり、販売現場への導入が難しい。

そこで、近年、物流関係を中心に応用が広がっているICタグ技術と、デジタル家電を中心にあらゆる機器にマイコンを組み込んで制御する組み込み技術を活用し、信頼性の高い貴金属商品の盗難監視装置を開発した。なお、本研究は山梨県水晶宝飾連合会から、前述の相談を受け、共同研究により実施したものである。

2. 要求仕様

本装置の構成を決定するにあたり、共同研究者の山梨県水晶宝飾連合会と検討を行い、以下の仕様を決めた。

- ・ガラスケースのような囲いを用いずに展示する。
- ・顧客が商品を手に持って見ることができる。
- ・一定距離を設定時間以上離れた場合に警告を発する。
- ・宝飾品のみが持ち去られた場合も警告を発する。
- ・警告はブザーのような音だけでなく、店員が持ち運び可

能な端末でも確認できる。

- ・商品管理にも応用が可能な仕様とする。

以上から、図1に示すイメージを作成し、全体の仕様とした。

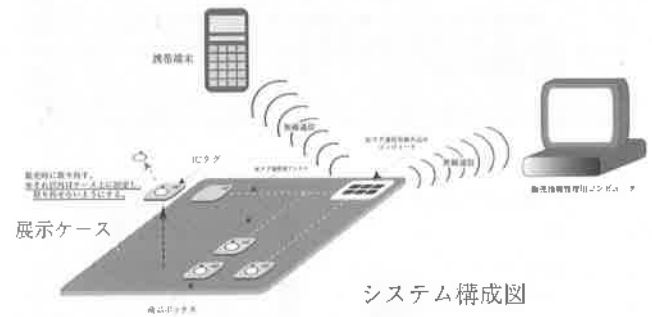


図1 装置のイメージ

3. 開発した装置

3-1 全体構成

装置のハードウェア構成を図2に示す。本装置は宝飾品を展示・監視するセキュリティボックス部と、状態を表示するパソコン、もしくは携帯端末（PDA～Personal Digital Assistant）から構成される。セキュリティボックスに内蔵された、ICタグREADER/WRITERは、そのアンテナの周囲数100mmの範囲内でICタグの存在を検知する。同様に、セキュリティボックスに内蔵された組み込みマイコンは、定期的にICタグの存在を検知するためのコマンドを発行する

と同時に、Webサーバを通じてICタグの状態を外部に通知する。

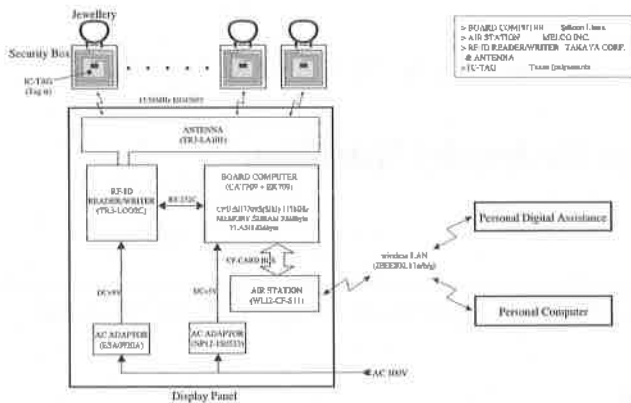


図2 ハードウェア構成

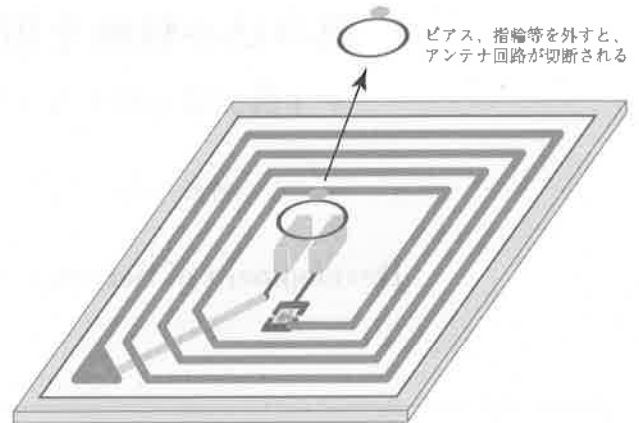
3-2 使用したICタグ

写真1に今回使用したICタグ(米 Texas Instruments社 Tag-it)を示す。このタグは国際規格であるISO15693に準拠したもので、通信周波数は13.56MHzで、2 KByte程度のユーザメモリを実装している。また、ICチップの電源は、ICタグのアンテナから給電し、電池は不要である。



写真1 使用したICタグ

また、宝飾品のみが持ち去られる場合を想定して、宝飾品の導電性を利用したスイッチ機構を導入した。これにより商品の持ち去りによるアンテナ回路の切断が、盗難発生として検知される(図3)。



商品ボックス

図3 タグのスイッチ機構

3-3 READER/WRIITER (タグ制御装置)

ICタグへの電力供給・データの読み取り、書き込み、RS232Cインターフェースについては、(株)タカヤ製TR3-L002Cを使用した(写真2)。また、アンテナについては、(株)タカヤ製TR3-LA101を分解し、筐体内部の同軸ケーブルとバランのみを使用した(写真3)。

ICタグREADER/WRIITERでは、ICタグに対して、電磁誘導を利用した電力の供給を行うと共に、組み込みマイコンからRS232Cを通じて送られるコマンド(ISO15693準拠)により、データの読み込み・書き込み、ICタグの認識等の動作を行う。

3-4 組み込みマイコン

ICタグへのコマンド発行、監視や盗難時のアラーム制御等に、ルネサステクノロジ社製SH7709S(SH3)を実装したボードコンピュータ(CAT709~(株)りぬくす工房製)また、RS232Cや無線LAN(IEEE802.11a/b/g)を利用するための拡張ボードとしてEK709(同、(株)りぬくす工房)を使用した(写真2)。

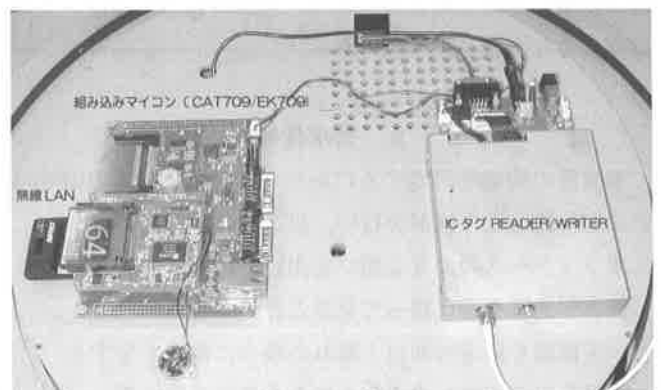


写真2 組み込みマイコンとREADER/WRIITER

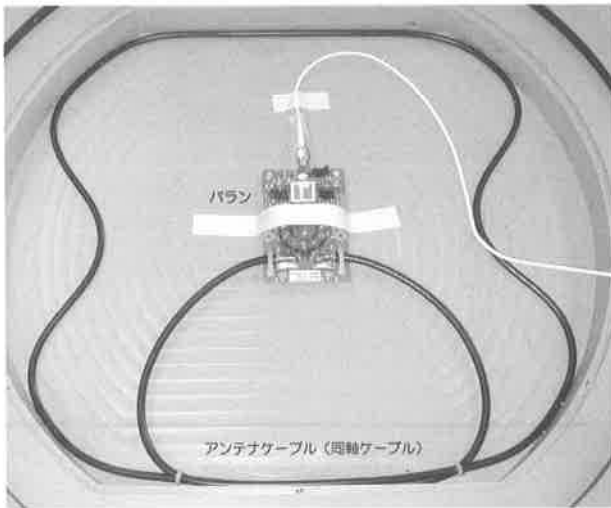
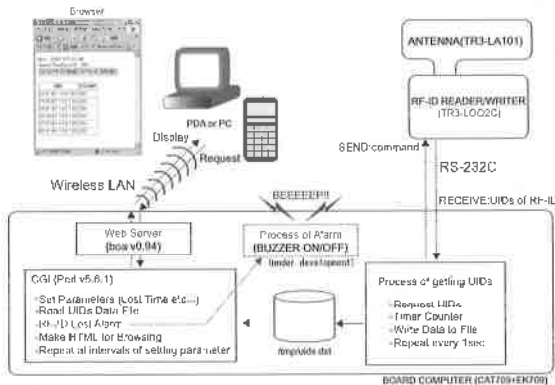


写真3 筐体内部のアンテナの配置

3-5 ソフトウェア構成

開発したソフトウェアの構成を図4に示す。全体を制御するOSとして、Linuxディストリビューションの一つであるsi-linuxを使用した。これは、SHマイコン上で動作するLinuxの一つである。

ソフトウェアは以下の3つの部分から構成される。



Software Diagram of Security System for Jewellery Exhibition

図4 ソフトウェア構成

(1) ICタグ・コマンド制御部

ICタグREADER/WRIETTERに対して一定間隔（試作機では1秒間隔）で、認識可能なICタグのID (UID) を返すようにコマンドを発行し、帰ってきたIDと現在時刻を一時ファイルに保管する。

(2) Webサーバ部

携帯端末やパソコン上で動作するWebブラウザからのアクセスを待って、CGIプログラムを起動し、処理結果を返す。

(3) CGI部

Webサーバから起動され、一時ファイル上に記録されたIDと現在時刻を比較し、タグが盗難に遭っていないか判断

する。具体的には、一時ファイル上に記録されたデータを参照し、タグがアクセスできた最終時刻と現在時刻を比較して、予め設定した時間（試作機では1～5秒程度）を超えた場合に警告を発する。警告は、Web上とブザーによる警告の2つを実行する。

3-6 セキュリティボックスのデザイン

今回、試作した装置は、宝飾品の展示販売を目的としているため、完成品のイメージが重要との考えから、完成品のイメージが想定可能なモックアップを試作した。図5にCADでレンダリングしたイメージを示す。

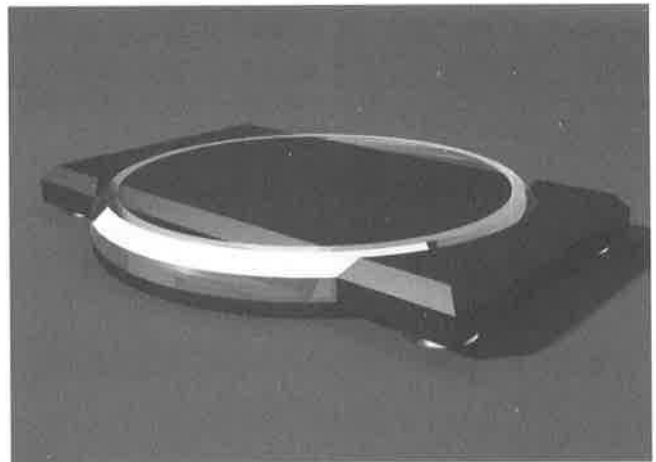


図5 CGによる筐体のデザイン

試作した装置の筐体は、CGによりデザインしたデータを元に、塩化ビニールのブロックから削り出して作成した。

4. 新 果

試作した装置の全体像を写真4に示す。この例では、監視を行う端末として、携帯端末を用いている。宝飾品はセキュリティボックス上に配置し、この周囲、20cm程度の範囲を超えた場合、一定時間後に携帯端末上のWebブラウザとブザーにより警報を発生する。なお、セキュリティボックスと携帯端末間は無線LANアクセスポイントを経由して通信を行う。

携帯端末上の警報例を写真5に示す。一覧表示されているのが、セキュリティボックス上に置かれている宝飾品で、(a)は盗難前、(b)が盗難後の様子である。この例では、表の一番下に示した製品が盗難と判断され、赤色で表示されている。

以上により、本装置が開発当初に決定した要求仕様を満たす事が確認できた。



写真4 動作状況

Now: 2005/4/20 14:40:7
Spent Time(count): 357

なくなりそう なくなった

商品名	説明	¥
指輪1	ポルターオパール(中)	2万円
指輪2	シトリン(大)とジルコニア	1万円

(a) 盗難前

Now: 2005/4/20 14:40:7
Spent Time(count): 357

なくなりそう なくなった

商品名	説明	¥
指輪1	ポルターオパール(中)	2万円
指輪2	シトリン(大)とジルコニア	1万円

(b) 盗難後

写真5 携帯端末による監視画面の例

5. 結 言

今回試作した装置により、ICタグを用いて宝飾品の展示販売時のセキュリティ確保に一定の目処が付いた。

今後の展開として、

- ・ICタグとの通信距離の延長
- ・使いやすいユーザーインターフェース
- ・ビデオカメラやブザー、警告灯等の他のセキュリティシステムとの連動
- ・安定性の向上

などが課題として考えられる。

なお、平成17年度の研究成果発表会で本装置を展示したところ、企業等から様々な質問を受けた。この内容と、県内宝飾業界とも意見交換をおこなった上で、装置の改良を行う予定である。

本装置の筐体のデザイン及びそのシミュレーションは当センターデザイン開発部で実施したものである。

参考文献

- 1) Marc I. Rochkind: UNIXシステムコールプログラミング、アスキー・出版局 (1991)
- 2) 日本のLinux情報: <http://www.linux.or.jp>