

RFID を用いた医療器具管理システム

Medical instrument management system using IC tags

○伊藤雅晃*, 久慈憲夫*

○Masaaki Itoh*, Norio Kuji*

*八戸工業高等専門学校 電気情報工学科

*Hachinohe National College of Technology

キーワード: RFID (Radio Frequency Identification), 医療器具 (Medical Instruments), 手術用器具 (Surgical Instruments), データベース (Database), 通信距離 (Communication range)

連絡先: 〒039-1192 八戸市田面木字上野平 16-1 八戸工業高等専門学校 電気情報工学科
久慈憲夫, Tel.: (0178)27-7288, Fax.: (0178)27-7288, E-mail: kuji-e@hachinohe-ct.ac.jp

1. はじめに

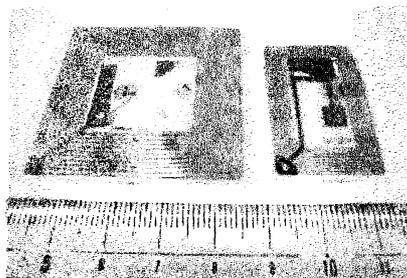
現在医療現場には数千台に及ぶ医療器具がありそれらを正確に管理する必要がある。しかし現状では、それらを人手に頼ることが多く、十分な管理が困難なのが現状である。医療機器には、使用回数に制限があるもの、小物で個別管理が困難なもの、が多く使われており、その管理が不十分な場合、患者の命に関わることも起こりうる。また、手術用メスや鉗子などは、小物のため個別管理が難しく、手術中に医療器具を置き忘れるなどの事故も起こりうる。このような医療器具の管理方法としてバーコードを用いる方法があるが、小物の個別管理は極めて難しい。一方、物品管理の方法として、RFID により行う方法が目ざされている。RFID は、データ書き換えが容易であるため、同型機器のトレーサビリティを実現する上で極めて有効である。そこで我々は RFID を医療器具に取り付け、データベースと組み合わせることにより器具全

体を管理するシステムの検討を行った。管理対象としての医療機器には、検査の前後での管理が必要な一般の医療機器と手術の前後での管理が必要な物品（手術用具など）に分けられる。前者については、倉庫内にある器具の貸出返却を RFID とデータベースを用いて実現する「貸出用器具管理システム」を開発した。後者については、手術前後で器具の紛失を防ぎ、手術前に器具の耐久期限を把握する「手術用器具管理システム」を開発した。本報告では、両システムの概要と評価結果について述べる。

2. RFID タグ

市販の RFID には、安価なシールタイプのもの (TI 社製, Fig. 1 (a)) と、セラミック封入した埋め込み用の錠剤タイプ (KRD コーポレーション社製, Fig. 1 (b)) がある。検査の前後での管理が必要な一般の医療機器では、数も多く低価格のものが望ましいため、「貸出用器具管理システム」ではシールタイプのもの

を使用することとした。一方、手術の前後での管理が必要な物品では、高温の消毒（200℃以上）にさらされることが多く、セラミックの中に埋め込むことが必要になるため、後者の錠剤タイプを使用した。錠剤タイプのRFIDを手術用メスに埋め込んだ写真をFig. 2に示す。これらのRFIDタグは、ISO-15693仕様のものであり、通信周波数は13.56[MHz]である。そこで、RFIDへのデータの読み書きを行うリーダーとして、本仕様に対応したTI社製S4100を導入した。



(a)シールタイプRFID



7 8 9
(b)埋め込みタイプRFID

Fig. 1 RFIDの外観写真



Fig. 2 RFID埋め込みメスの写真

3. システムの概要

3.1 貸出用器具管理システム

本システムの目的は、共通利用の医療器具について、現在位置を正確に把握すること、使用前に器具の

耐久期限の把握を可能にすることである。Fig.3にシステムの概要図を示す。はじめに倉庫内から器具を持ち出す時、器具に取り付けられたRFIDのデータを読み込み、貸出日の日付データと共に postgres データベースに貸出し履歴の書き込みを行う。また同時にRFIDにも貸出日の日付データの書き込みを行う。返却時は貸出時同様、器具に取り付けられたRFIDのデータの読み込みを行い、書き込み時に書き込んだデータを検索し返却日の日付データを上書き書き込みする。器具の使用回数については、貸出し回数のデータを+1したものを、データベースとRFIDの両者に上書きする。

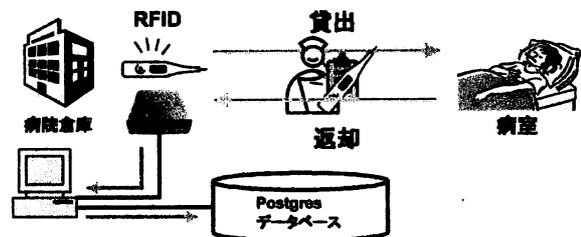


Fig. 3 貸し出し器具管理システムの概要

3.2 手術用器具管理システム

Fig.4にシステムの概要図を示す。はじめに手術前に、手術で使用する器具に取り付けられたRFIDのデータを読み込み、そのデータとデータベースと比較し「手術前器具リスト」としてテキストファイルに保存する。この作業を使用する器具全てに対して行い「手術前器具リスト」を作成する。次にリストの表示を行う。読込データには器具の使用回数のデータも含まれており、それを表示し確認することで器具の使用期限を管理することができる。手術後にも手術前と同様なリストを作成する。この時使用回数のデータを+1して、データベースとRFIDに上書きする。この手術前後で作成した2つのリストを比較することにより手術前後での器具の置き忘れの有無も確認できる。

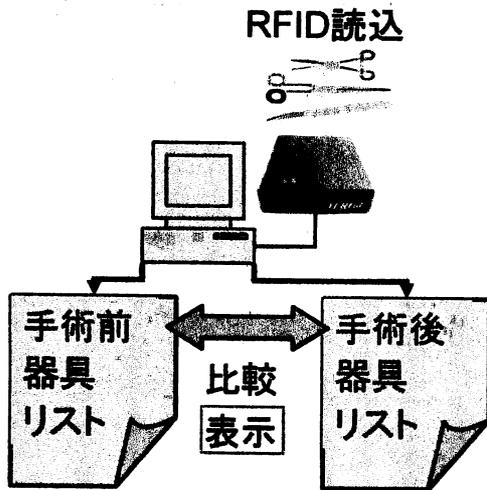


Fig. 4 手術用器具管理システムの概要

4. プログラムの動作

開発したプログラムは、出用器具管理システム・手術用器具管理システム・医療器具初期登録削除システムの三つからなる。

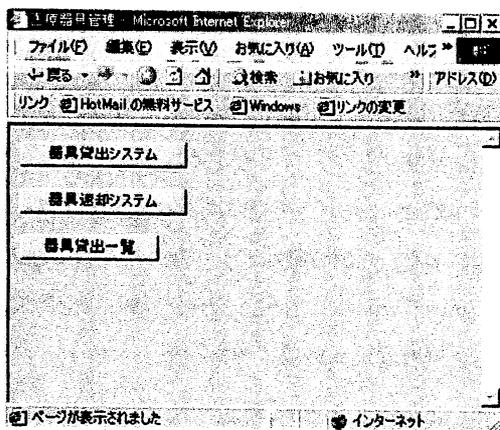


Fig. 5 動作選択メニュー画面

・貸出用器具管理システム

貸出用医療器具管理システムでは3つの動作を行う。動作の種類は「貸出」「返却」「貸出器具一覧表示」である。Fig.6にシステムのフローチャートを示す。動作の選択はFig.5の選択画面から行う。表示にはHTMLを使用し、プログラムの実行にはC言語で作成したcgiを使用した。

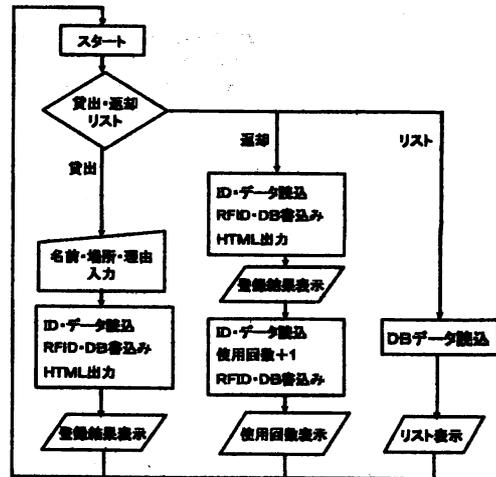


Fig. 6 貸し出し用器具管理システムのフローチャート

・手術用器具管理システム

本プログラムは3つのシステムから構成される。「手術前器具リスト作成」と「手術後器具リスト作成」、「手術使用器具表示」である。Fig.7にプログラムのフローチャートを示す。動作の選択はFig.8の選択画面から行う。

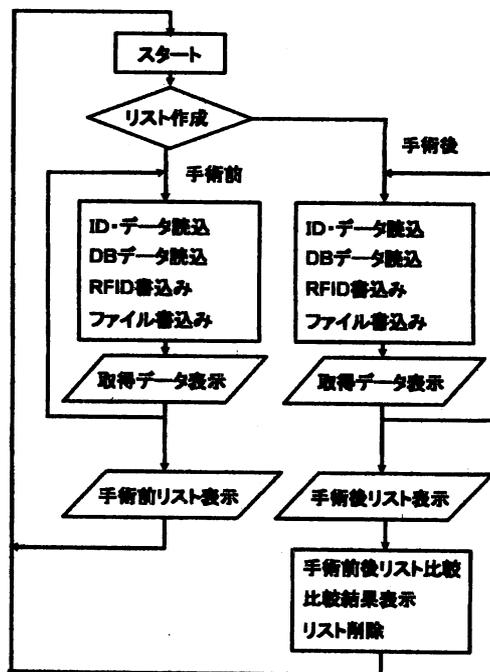


Fig. 7 手術用器具管理システムのフローチャート

・医療器具初期登録削除システム

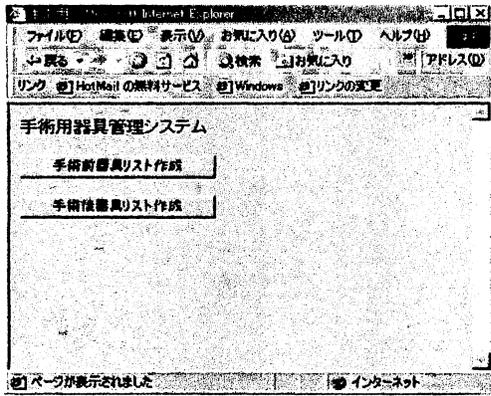


Fig. 8 手術用器具管理システムの動作選択画面

本システムは、貸出用・手術用器具貸出システムを使用するにあたり、器具のデータベースへの登録を行うと共に、データベースへの初期登録、及びデータベースからの器具データ削除を行う。また RFID の通し番号の決定や各種データの書き込みを行う。使用期限が過ぎた器具を破棄する場合には、器具のデータをデータベースからの削除を行う。通し番号はファイルから取得し、購入日、製造会社名、機器名はユーザインターフェースとして選択入力する。削除するときは削除したデータベースの通し番号をファイルに保存しておく。

5. データベースの設計

今回作成したデータベースは主に二つのテーブルからなる。一つは医療器具の ID 番号、会社名、機器名、使用回数を属性とし、器具の個々の情報を管理するための「器具管理テーブル」である。もう一つは ID 番号、使用者、使用場所、持ち出し理由、貸出日、返却日を属性とし、器具の貸出管理のための「貸出管理テーブル」である。また、属性「会社名」「機器名」「使用者」「使用箇所」「使用場所」「理由」は個別にテーブルを作る。これは後で追加・削除が行いやすいためである。Fig.9 にデータベースのテーブル構成を示す。

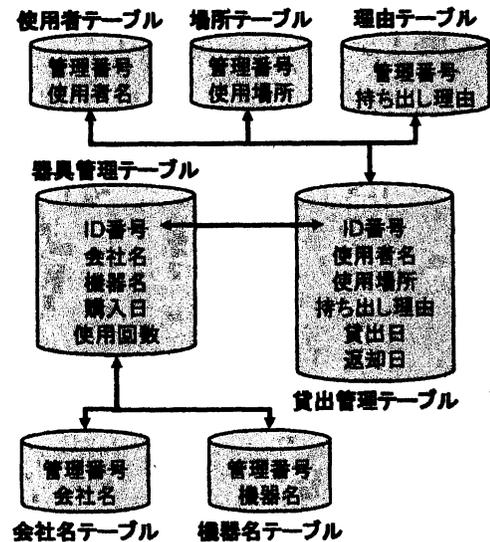


Fig. 9 データベースのテーブル構成

6. 評価結果

6.1 処理時間

開発したシステムが扱うことの出来るデータ数を評価するため、貸出用器具管理システムの器具一覧のプログラムを使用し、全データの読み出し時間の評価を行った。結果を Fig.10 に示す。これは、データベースに格納するデータ数を 10000 件まで変化させ、全リスト表示にかかる処理時間を測定したものである。これより、処理時間はデータ数に比例して増大していくが、データ数 1 万個（器具一万個）表示する場合でも処理時間が 4 秒以下であった。

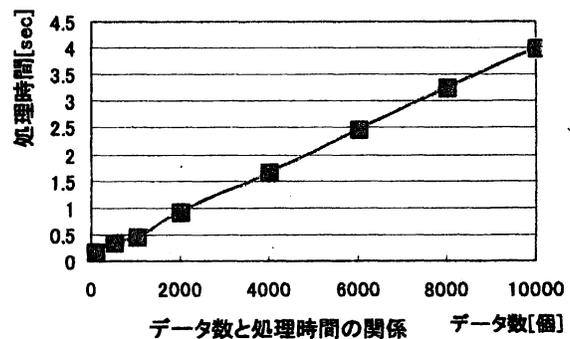


Fig. 10 全データ件数の読み出し時間

また「手術使用器具検索」システムを行い、個別の器具1件を検索表示するのにかかる時間を測定した。結果を Fig.11 に示す。全件数 50000 のデータベースから器具1件のデータを読み出すのに約4秒かかった。このうち、RFID からのデータの読み込みに平均約3秒かかっているため、データベースから一件を読み出す時間は、データ数の増加で大きな違いは見られず、0.1~0.9 秒程度である。

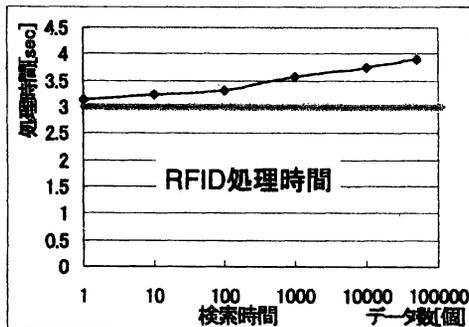


Fig. 11 1件のデータの読み出し時間

6.2 金属面のシール型 RFID への影響

医療機器によっては、シール型 RFID を金属面上に貼り付ける場合が発生すると思われる。そこで、RFID が金属材料と接している場合について評価を行った。まず RFID に金属が接していない場合、通信距離は 14[cm] であった。次に金属と接していてシートを挟まなかった場合、通信距離は 0[cm] で通信することは出来なかった。そこで、金属による影響を低減するため、磁性体シールドを RFID のシートの下に敷き、通信距離がどのようになるかを評価した。実験に用いたシートの厚さは 1 枚 100[μ m] で材質は透磁率の大きい磁性材料である。用いた RFID はアンテナサイズ 75.5 × 45[mm] のものを使用し、接触金属には鉄板を使用した。シートを 3 枚 (300[μ m]) としたとき通信距離は 8[cm] まで回復することが出来た。シートの大きさをアンテナコイルより外側に 5[mm] 大きくすると最大 20% 通信距離を伸ばすことが出来た。以上の結果を Fig.12 に示す。なお 3 枚以

上にしても通信距離が変わらなかった。以上のことから、実際に使用する際には、1~3 枚シートを金属材料と RFID の間に挟むことにより金属材料と接している場合でも使用を可能にすることができる。

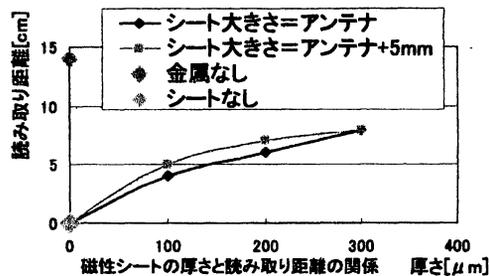


Fig. 12 磁性シートの厚さと読みとり距離

6.3 金属面の埋め込み型 RFID への影響

手術用メスへの場合も、RFID を金属表面に取りつけた場合、通信が困難になると思われる。そこで、金属部分に穴を開け、そこに錠剤状の RFID を埋め込んだタイプの子メスを導入した。評価の結果、通 30mm の通信距離を確保することができた。しかし、通信する際にメスが傾いていると通信磁束が金属に影響され通信しにくくなるなどの問題が考えられる。そこで、メスの角度により通信距離がどの程度変化するか評価した。評価結果を Fig.13 に示す。これよりメスの傾きが急になるにつれて通信距離が短くなっていき、メスの角度がリーダと直角となった時通信出来なくなった。

メスの角度	水平	45°	直角
読込距離 [mm]	30	20	0

RFID単体の場合(水平) 25[mm]

Fig. 13 RFID 埋め込みメスの通信距離

6.4 アンテナ面積と通信距離の関係

RFID は小さな器具にも取り付け必要からサイズが小さいことが望ましい。そこでアンテナコイル面積と巻き数の積と通信可能距離の関係を評価した。評価

結果を Fig.14 に示す。5000mm²T(20mm × 30mm、巻き数 8) でも十分な読み込み距離を確保できることがわかった。さらに小さい時の場合でも 3~5[cm] あれば実用可能であるのでさらに小さいコイルでも使用することが出来る。

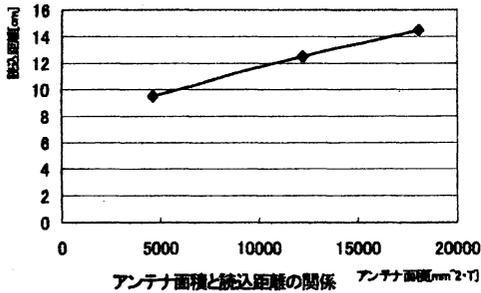


Fig. 14 アンテナ面積と通信距離

7. 考察

RFID の近傍に金属があると、通信できなくなる。その原理について考察すると、Fig.15 に示すように、通信磁界によって金属内に渦電流が生じ、これに伴って発生する磁界が通信に必要な磁界を打ち消し、通信できなくなる問題が発生すると考えられる。そこで金属材料と RFID の間に透磁率の高い磁性シートを挟んだ場合は、Fig.16 に示すように、シートに磁束が集中し、金属表面での渦電流の発生が押さえられるため、通信距離が改善したと考えられる。一方、埋

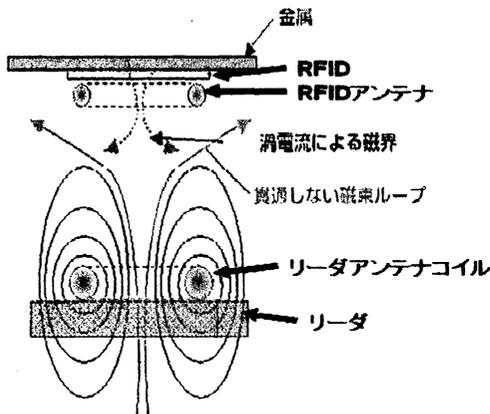


Fig. 15 金属接触時の通信状態

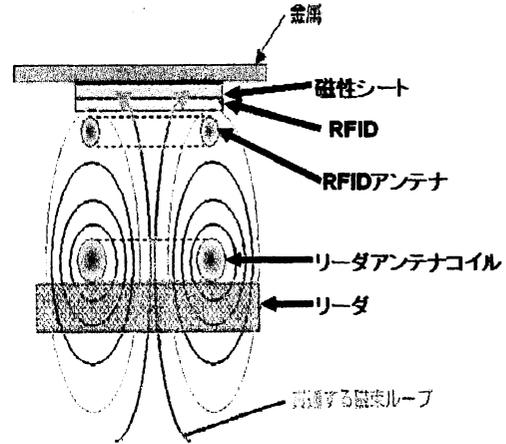


Fig. 16 磁性シートのある場合の通信状態

め込み型の RFID の場合は、貫通した穴をあけて取りつけたため、RFID の前後に金属がなく、金属に影響されることなく通信が可能となったと考えられる。6.3 節の実験では、リーダと RFID の角度が大きくなるにつれて、リーダアンテナと RFID アンテナの間に金属が入り磁束をさえぎっているため通信することが出来なくなる。また、水平時において RFID 単体で通信の行うよりも、RFID 埋め込みメスの通信距離のほうが長い。この理由として本来金属メス部分を通るはずだった磁束が金属内の渦電流による磁界に曲げられ RFID 内を貫通したためだと考えられる。それにより、RFID 単体時よりも多くの磁束が RFID 内を貫通したと考えられる。

8. まとめ

今回の報告では医療現場で医療器具の管理を行うために RFID とデータベースを用いた医療器具管理システムを開発した。開発したシステムは大きく二つに分けられ、「貸出用器具管理システム」と「手術用器具管理システム」である。両システムは、器具の使用期限の管理、器具の現在位置の把握、手術用器具の置き忘れ防止等、に対して有効である。今後は医療の現場に導入を目指し、改良を進める予定である。