15-84-1 医療用電子タグの実現可能性についての一考察

A Study for Reliability of Medical Use RFID Tag

○保坂良資*, 細野悟史*, 平安名勝幸*, 川上 慎*, 浅見 勝*,
山下和彦**, 星 善光**, 近藤克幸***

*湘南工科大学工学部情報工学科, **東京電機大学工学部情報通信工学科,

***秋田大学医学部附属病院医療情報部

R.HOSAKA*, S.HOSONO*, K. HEI-ANNA*, M. KAWAKAMI*, M. ASAMI*,
K.YAMASHITA**, Y. HOSHI** and K. KONDOH***

* : Dept. of Information Science, Fac. of Engng., Shonan Inst. of Tech.,

** : Dept. of Information and Communication Engng., Fac. of Engng., Tokyo Denki Univ.,

*** : Division of Medical Infomatics, Akita University Hospital

1. はじめに

電子タグは RFID(Radio Frequency Identification)、IC タグとも呼ばれており、1990 年代初頭より実用化されている。当初の応用範囲は狭く、JR が Suica に応用したことで一般に知られることとなった。著者らもその有用性に着目し、1992 年の日本 ME 学会専門別研究会で徘徊老人の認証用情報メディアとしての適性評価を行い、2003 年には電気学会と電子情報通信学会で、患者誤認防止¹⁾および医用物品自動認証²⁾のための仕様について提案を重ねている。一方で著者らに遅れて、日本医療情報学会などで電子タグへの興味が喚起されつつある。そこでは、主として薬剤の認証とトレーサビリティ確保のためにこのメディアが注目されている。ところがそこでは、電子タグの工学的特性が軽視された提案が多く、有効なシステムの実現の障害となるおそれすら認められる。

本研究では、電子タグの特性を改めて解析し、これが医療分野で有効な認証メディアとなるために不可欠な要素について考察を行った。

2. 電子タグの原理

電子タグは超小型ラジオビーコンであり、アンテナユニット部(以下センサと略す)と、データキャリア部(以下タグと略す)で構成される。動作原理は数種類が提案されている。その一つを簡単に説明する。センサが信号を發しタグが受信すると、受信信号の電気エネルギーがタグ回路内のコンデンサに充電される。これを電源に転用し、タグから所定の情報を付加した信号を返信する。センサはそれを受信しタグを認証がなされる。一部を除きタグはバッテリーレスである。タグからの返信はコンデンサに蓄積された電気エネルギーに依存するため、認証距離は一般に小さい。

(a). Principle

(b). Tag

Fig.1 Principle of RFID Tag

実質的な認証距離は、センサおよびタグのアンテナの仕様に依存する。Fig.1 (b) に、タグの一例を示す。

3. 電子タグの特性

電子タグはラジオビーコンの一種であるため、これに基づくいくつかの特性が認められる。

1. 情報の読み取り
2. 周波数帯域
3. アンテナと認証距離
4. 対導体特性
5. コスト

これらの各点について、現実的な考察を重ねられれば、有効な医療用電子タグの然るべき仕様が明らかになると考えられる。以下では、各点について順次述べる。

3.1 情報の読み取り

広く普及している認証メディアの一つに、バーコードがある。このバーコードは、将来的に電子タグに置換されると言われている。しかし両者は、情報の読み取り方式においてまったく異なる。バーコードは、物品またはシール上に記された白黒の模様で過ぎない。これに対して電子タグは、認証の際に自発的な返信が可能である。前者では、そこに記された情報を読み取るには、工学的に読み取りが可能な専用のアプリケーションなどを接近させなければならない。後者では、認証距離の範囲内にタグとセンサが位置すれば、自動的にタグ内の情報が読み取られる。このような状況にも関わらず、現在医療用電子タグシステムを提案しているメーカーの製品では、専用アプリケーションをタグに接近させての情報読み取りを推奨している。この、「アプリケーションを認証対象に接近させて情報を読み取る」という行為は、新たな業務負荷であり、これにより新たなヒューマンエラーを喚起する可能性が否定できない。自発的に返信可能な電子タグを用いるならば、ハンズフリーによる運用を前提としなければ、その本質的な利点を活用できない。

3.2 周波数帯域

電子タグは無線の信号の授受を行うため、その周波数帯域の選択も、システムとしてのパフォーマンスに大きく影響を及ぼす。現在までに提案されてきた電子タグの主たる周波数帯域は以下のとおりである。

- (a). LF 帯
- (b). HF 帯
- (c). UHF 帯
- (d). マイクロ波帯

当初の RFID では(a)の LF 帯のものが多く見られた。最近ではアンテナ設計上の利便性から、UHF 帯やマイクロ波帯の利用例が増加している。高周波数ならば波長が短く、アンテナなどの設計が容易であることは周知の事実である。しかし医療分野向けの電子タグシステムでは、認証の安定性が求められる。これに留意すると、最も好ましい周波数帯は LF 帯となる。同周波数帯には、HF 帯や UHF 帯とは異なり、競合する無線通信があまり配されていない。したがって、他の無線通信との競合による誤認証の影響が軽減される。LF 帯で考慮すべきは船舶無線程度であり、港湾部の医療施設以外では高い安定性の下で認証が期待できる。最近では、2.4GHz のマイクロ波帯を利用する電子機器が増加傾向にあり、日本医療情報学会の一部でもこれを用いる案が浮上している。しかしこの周波数帯は、無線 LAN やワイヤレスマウスなど、多くの機器で利用されている。また、電子レンジによる通信妨害は周知の事実である。このような周波数帯の電子タグを医療分野で応用すると、ナースステーションに隣接する病室などでは、タグの認証に重大な影響を及ぼす可能性が大きい。またそのような位置には、重傷者用病室が配されることが多く、現実的な解とは考えられない。以上の状況から、高い安定性を得るならば、LF 帯の利用が好適と考えられる。

3. 3 アンテナと認証距離

マイクロ波帯は波長が短く、高効率のアンテナの設計が容易である。これに対して LF 帯は波長が長く、これが難しい。しかし応用分野が特定されれば、それに仕様を合致させることで、LF 帯と言えども高効率のアンテナを実現できる。たとえば著者らは、老人保健施設などの痴呆症老人病棟のドア開閉システムへの応用例として、認証距離約 1500mm を確保した。このときの使用周波数は 125kHz であった。

また一方で、アンテナが生成する電界による被爆も考慮せねばならない。たとえば病棟のベッドにセンサアンテナを設置してシステムが常時稼働すると、患者認証は継続的に実施できる。しかし一方で、患者は継続的に微弱な電界の中に置かれることとなる。このような場合には継続的な認証を避け、看護職者の負担となりにくいフットスイッチなどにより、オンデマンドで一時的に認証を行えばよい。これについては本質的な問題ではなく、応用現場に適応させる都度、配慮すればよい。また新生児や乳幼児を扱う病棟などでは、すでに著者らが提案した、ヘリカルアンテナの応用⁴⁾も有用となろう。これにより、電界による被爆を軽減できる。

3. 4 対導体特性

日本医療情報学会では、薬剤などの医用物品の認証およびトレーサビリティの確保への、電子タグの応用が叫ばれ始めている。一般論としては有用なシステムである。しかしそこで扱われる医用物品には、種々の輸血パックなども含まれる。さらにそこには、成分輸血のパックなども含まれる。電子タグでは、情報通信の際にタグの近傍に導体が存在すると支障が生じる。赤血球の成分輸血パックでは、その主成分はヘモ

グロビンに含まれる鉄分であり導体である。このため、このパックに電子タグを貼付しても、認証時の情報通信が妨げられ、これが困難となる。現状では、これに対する対策すらも明らかにされていない。たとえば、適切な電気材料で遮蔽シールを作成し、これを輸血パックに貼付した上で、タグを重ねて貼付すれば、認証自体は可能となろう。トレーサビリティなどと闇雲に応用範囲を拡大するのではなく、このようないわば静的特性への対応を図ることが急務と言える。

3. 5 コスト

電子タグがバーコードに代わる情報メディアとして位置づけられることは、すでに述べた。このためコストについても、両者は比較されることが多い。この場合、圧倒的にバーコードの方が安価である。電子タグは現状では 500 円/個程度であるが、回路部などの作製コストは 10 円～50 円程度と考えられる。大量に消費される環境が整えば、コストは限りなくこの値に接近する。たとえば 1000 床程度の医療施設で、各入院患者に対して、薬剤などで一日あたり 20 個のタグが利用されるとすれば、病棟のみで 20000 個/日の需要が予測できる。同じ施設の外来部門に 1000 人/日の患者が来院し、放射線画像や検査伝票などで各人 5 個のタグを利用すれば、5000 個/日の需要が予測できる。この施設の場合、1 日あたりのタグ利用数は 25000 個であり、1 年あたりでは 900 万個以上のタグが必要となる。この程度の施設は、全国に 300 近くあり、全体的には膨大な需要が見込める。また、薬剤などへの貼付は医療行為に直結するものであり、保険点数付与も期待できる。この場合、利用者である患者の負担は限りなく縮小される。しかしこれをもって、患者の負担は 10 円程度/日となり、ほぼ無償のバーコードには劣る。ところが電子タグでは、前述のようにハンズフリー運用による患者の自動認証なども可能となる。機能的な優位性を考慮すれば、適正な範囲の経済的負担と言えよう。

4. おわりに

電子タグは非常に利便性の高い認証デバイスである。しかし、一部の専門家を除いては、誤った認識や過大な期待のみが先行している。このまま何らかのシステムを形作っても、有効なものとはならず、かつての医用画像分野の PACS と同様に淘汰される危惧すら感じられる。ここでは、いくつかの基礎的な項目について振り返ることで、医療用電子タグの実現可能性についてまとめた。

——引用文献——

- 1). 保坂良資：徘徊老人の個人識別システム，日本エム・イー学会専門別研究会「在宅医療と ME 技術」研究会研究報告集，第 4 巻・1 号，pp. 9-12 （1995）
- 2). 保坂良資：手術室内患者誤認防止への応用を前提としたバッテリーレス長波帯 RFID タグの工学的評価，電気学会論文誌 C 電子・情報・システム部門誌，第 123-C 巻・2 号，pp. 246-254 （2003）
- 3). 保坂良資：長波帯 RFID による簡便な病院内医用物品自動認証システムの実現可能性評価，電子情報通信学会論文誌 DII，第 J86-D-II 巻・4 号，pp. 571-578 （2003）
- 4). 保坂良資：ヘリカルアンテナを用いた長波帯 RFID システムによる乳幼児の位置検知，ライフサポート学会誌，第 14 巻・3 号，pp. 93-100 （2002）