

## 医療機器の保守管理における院内位置情報検出システムの展望と問題点

○新 秀直

東京大学医学部附属病院 企画情報運営部/企画経営部

### 1. はじめに

東京大学医学部附属病院(以下、東大病院)医療機器管理部では 2001 年から医療機器の保守管理業務を本格的に開始し、現在では 3,000 台近くの医療機器を中央管理している [1]-[3]。東大病院が所有する輸液ポンプ 772 台のうち、使用者による保守点検が必要とされる 1 ヶ月間以上経過しても医療機器管理部へ返却されず、適切な保守が実施できない輸液ポンプは 100 台以上に登る。これらの機器の所在を即座に知ることは、保守の実施による患者安全の向上や所在不明機器の捜索にかかる人的資源などを考慮すると非常に有用性が高いと考えられる。そこで、東大病院で既に設置されている、無線 LAN アクセスポイントを利用して、WiFi タグを用いた位置情報検出システムを活用したソフトウェアを開発し、それが実際の医療機器管理へ応用できるかどうか検証した。

### 2. 方法

#### 1) 使用した WiFi タグ (図 1) [4]

型番名称 : T2 タグ (AeroScout 社製)

サイズ : 63mm×40mm×17mm

重量 : 35 g

伝播出力 : 1~5mW

間で調節可能

出力間隔 : 60 秒

使用 CH : 1/6/11

電源 : 3.6V リチウム

バッテリー



図 1. T2 タグ

#### 2) 位置情報検出システムの検出原理

図 2 に今回構築した位置情報検出システムの詳細を示す。T2 タグを取り付けられた輸液ポンプは一定間隔毎に T2 タグから WiFi 信号が送信される。送信された電波は各病棟に設置されている無線 LAN アクセスポイント(Cisco® Aironet)で受信され、固体識別情報などと共に受信電波強度が収集される。収集された受信電波強度情報

は SNMP(Simple Network Management Protocol)を使用して Cisco® Wireless Location Appliance に送信される。受信された情報から Wireless Location Appliance では、三角測量の原理を応用して位置情報が 5 分毎に計算される。計算された位置情報は Wireless Location Appliance の Simple Object Access Protocol/Extensible Markup Language (SOAP/XML) Application Program Interface(API)を使用することで独自のアプリケーションソフトの開発が可能となる。本研究において、Wireless Location Appliance からの位置情報を取得し表示するプログラムを開発した。



図 2. 位置情報検出システムの詳細

#### 3) 開発したプログラムの概略

マイクロソフト社製 Visual Studio® 2008 の Visual C#®を用いて Wireless Location Appliance へログインする SOAP リクエストを送信し、セッション ID を取得、その ID を用いて T2 タグ固有の識別番号である MAC アドレスを入力することで、T2 タグの位置情報としてフロア ID と X 座標 (feet), Y 座標 (feet) を取得して表示するプログラムを開発した。視覚的に見やすいように数値情報だけでなく、フロア図面上に現在位置を表示するように実装した。

4) 構築したシステムの評価

① 応答速度の検証

T2 タグを任意の点に移動させ、開発したプログラムを用いて移動前の X 座標と Y 座標、および経時変化を記録した。直前の座標との移動位置 ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ) を算出し、移動位置が X 座標、Y 座標ともに 3.3feet(約 1m)以下になった場合を定常状態と判断した。

② 位置情報の精度の検証

東大病院の入院棟 A13 階北病棟に 20 個の T2 タグを任意の位置に配置し、その図面上での XY 座標と開発したプログラムから得られた XY 座標を比較した。図面上での XY 座標は Adobe®Photoshop®5.5 を用いて取得した。開発したプログラムからの位置情報は 5 回取得 (30 分間) し平均した。

③ 電波による医療機器への影響の検証

van der Togt らの報告[5]によると RFID システムから発生する電波により、集中治療領域で使用される医療機器への影響が確認され、その導入時には各施設内で検証することが必要であると述べられている。そこで、T2 タグから発信される電波の安全性を検証した。東大病院において実際に臨床使用されている輸液ポンプ 3 台を用いてその動作検証を行った。T2 タグを輸液ポンプに密着させた状態で動作させ、その動作確認を行った。

④ 臨床現場での使用による検証

T2 タグを輸液ポンプに貼付した状態で貸出し、その臨床現場での使用上の問題点を検証した。

3. 結果

1) 応答速度の検証結果

移動後から定常状態に達するまでに 20 分程度必要とした。

2) 位置情報の精度の検証結果

図 3 に T2 タグを配置した場所と誤差を示す。X 座標、Y 座標の誤差から直線距離として算出した結果、測定場所 20 ヶ所の平均で  $4.1 \pm 2.4m$  (最大: 10.3m, 最小: 0.7m) であった。フロアの中央付近では誤差が小さい傾向が見られた。また、フロアの端のほうにおいては誤差が大きい傾向が見られた。同様に、病室内に配置したタグにおいても誤差が大きかった。さらに、位置情報を取得している過程において、タグの配置場所によっては現存し



図 3. T2 タグの配置と誤差



ていないフロアの位置情報を一時的に示すことが確認された (図 4)。

### 3) 電波による医療機器への影響の検証結果

T2 タグを貼付することで輸液ポンプに異常警報発生や流量異常などの影響は確認されなかった。

### 4) 臨床現場での使用による検証結果

臨床現場での使用では、T2 タグの貼付場所が機器の使用上、邪魔になることや貼付した T2 タグが破損される問題が想定されたが、実際の使用者からの苦情は報告されず、また返却された輸液ポンプに貼付された T2 タグの破損なども無かった。さらに、T2 タグが貼付されたことによる輸液ポンプの誤作動の報告は無かった。一方で、得られた位置情報を基に実際に輸液ポンプを探索した結果、容易に探索可能であった。

## 4. 考察

応答速度について検証を行った結果、Wireless Location Appliance の仕様を調整して改善した状況においても定常状態に落ち着くまでに 20 分程度必要であることが確認された。この要因としては、位置情報の計算間隔が 5 分間であること、位置情報検出の計算として以前の位置情報に重み付けをされて計算されていることが主要な要因であると考えられる。位置情報としては、リアルタイムに検出できることが望ましいと考えられるが、東大病院で使用されている輸液ポンプの貸出日数は平均して 10 日間程度であるため、定常状態に落ち着くまでに 20 分程度かかることは実用上では問題になるようなレベルではないと考える。

位置情報の精度を検証した結果、20ヶ所の観測ポイントの誤差の平均は直線距離で  $4.1 \pm 2.4\text{m}$  (最大: 10.3m, 最小: 0.7m) であった。フロアの端では比較的誤差が大きく、病

室内や無線 LAN アクセスポイントから壁や扉で遮蔽されている場所で誤差が大きかった。位置情報は RSSI を利用して位置を計算しているため、壁や扉などの電波の遮蔽物によっても影響を受け、また、T2 タグから電波を受け取るアクセスポイントの数によっても位置情報の精度に影響があると考えられる。アクセスポイントは既存のものを利用しているため、各病棟においては廊下を中心に 8 個程度しか設置されていない。この影響によって誤差が大きくなると考えられた。また、図 4 に示すように、実際には存在していないフロアに T2 タグが存在しているような位置情報を一時的に示すことがあった。測定場所 No1, 3, 5 については、距離的に近い位置に B 棟が存在するために B 棟のアクセスポイントに T2 タグの信号が受信されてしまい、その結果、誤表示がされてしまうと考えられた。また、A 棟 14F や A 棟 12F と表示される場合には、測定病棟の上下階であるため、T2 タグから発生した電波を上下階のアクセスポイントで受信された結果、誤表示がされてしまうと考えられた。電波強度の状態によっては現存するフロアとは違うフロアに存在するように位置情報が一時的に表示される可能性があり、改良が必要であると思われた。しかし、フロアの誤表示率は 24 時間連続で位置情報を取得した結果、その 5.7% と一時的な表示であり、位置情報の誤差として実用上は十分使用可能であると思われた。

## 5. 今後の展望と問題点

本研究で使用した T2 タグの定価は 12,000 円であり、T2 タグを東大病院が所有する輸液ポンプ 772 台に貼付すると仮定すると、9,264,000 円の経費が必要となる。今後、T2 タグの需要が大きくなるにしたがい、コストダウンも期待できるが、現時点では大きな設備投資であると考えられる。将来的には T2 タグを導入した結果、どの程度の人件費の削減や患者安全の向上が期待できるかを経済的な視点からも評価する必要があると考えられる。しかし、本研究では既存の無線 LAN 設備を使用しているため、受信機器の新たな設置や配線工事など大幅な設備投資は必要としな

いが、RFID などを新たに導入して位置情報を取得しようとする場合には大幅な設備投資が必要となることは事実である。このような観点から見ると、WiFi タグを利用した位置情報検出システムの構築はタグのコストダウンと共に将来的に医療施設内における医療機器の保守管理に応用するために適した方法であると考えられる。またこの観点から、一定規模以上の医療施設内が WiFi 無線 LAN 設備をこのような目的にも活用することを想定する場合には、無線 LAN 設備導入時の要件として、位置検出システムとの連動が可能となるような機種を選択しておくことが考慮されるべきであろう。

本研究の応用としては、輸液ポンプだけでなく、その他の医療機器の管理においても応用可能であると考えられる。特に、高額で移動可能な医療機器についてはその資産管理という意味でも位置情報の取得の用途は大きいと考えられる。また、タグから医療機器の稼働状況や動作情報なども位置情報と一緒に発信することが可能となれば、実稼働時間を考慮したより安全性の高い医療機器のメンテナンスシステムの構築や病院情報システムの処置オーダ情報と連携して、実際の医療機器の設定条件と指示条件を比較することで、医療機器誤操作警報システムとしての応用も可能であると考えられる。

## 6. 結語

東大病院に設置されている既存の無線 LAN アクセスポイントと WiFi タグを用いて医療機器の位置情報検出システムを構築した。位置情報は臨床現場での使用上問題とはならない応答速度、精度で取得可能であった。だが、一時的なフロアの誤表示の問題もあり今後改善が必要であると考えられる。しかし、医療機器の保守管理において現存する位置情報の取得は有効であり、今後さらに応用も可能であると考えられる。

## 参考文献

- [1] 新秀直：臨床工学技士による医療機器保守管理業務の可能性。日臨工技士会誌，No34：33～36，2008。
- [2] 新秀直，小野仁，佐藤美保子，ほか：東大病院における ME 機器貸出し方法の現状

と問題点。医科器械学，第 72 巻 10 号：595～596，2002。

- [3] 新秀直，丹羽拓馬，小田祐貴，ほか：医療機器の院内修理における経済的なメリットとその問題点。医科器械学，第 76 巻 10 号：612～613，2006。
- [4] 株式会社日本エアロスカウト：AeroScout<sup>TMT2</sup> タグ データシート。
- [5] van der Togt R, van Lieshout EJ, Hensbroek R, et al : Electromagnetic Interference From Radio Frequency Identification Inducing Potentially Hazardous Incidents in Critical Care Medical Equipment. JAMA,299(24):2884-2890,2008.