

## AR技術を用いた医用テレメータ電波特性学習用デバイスの提案

○佐藤陸斗、藤井清孝、海老根智代、古平聡

北里大学 医療衛生学部 医療工学科 臨床工学専攻

### 1. はじめに

医療現場では、医用テレメータの電波に関するトラブル事例が報告されており、医療現場での電波管理が必要とされている。電波環境協議会の調査結果では、約7割の病院で電波管理が実施されている一方で、約3割は不十分であると報告されている[1]。電波管理の実施率は病床数が少ないほど低い傾向があり、病床数が少ない病院では臨床工学技士以外の院内スタッフが電波の管理者として管理やトラブル対応をしている。そのため、電波に精通する人材が現場にいないまたは少ないことが実施率向上に対する課題の一つとしてあげられる。

近年の技術に、携帯端末等で電波を簡易的に測定し、数値、ヒートマップ形式や教育の分野で利用されているAR技術を用いて電波情報を実空間に表示するアプリやデバイスがある。しかし、測定対象がWi-Fi等にとどまり、特定小電力無線局(400MHz帯)は対象とされていない。

そこで、AR検出機能と電波の数理モデルを組み合わせた医用テレメータの電波特性学習用デバイスの製作及び評価をおこなったため報告する。

## 2. 方法

### 2.1 デバイス製作について

#### 2.1.1 システム構築

開発環境はUnity(2022.3.8f1)、言語はC#とし、AR構築にAR Foundation、AR Coreを用いた。実機はGoogle Pixel 6a(OS:Android13)を用いた。

#### 2.1.2 電界強度の推定値算出方法

測定系を50Ω系と仮定すると医用テレメータの送信電力1mWは、電界強度107dBμVと換算できる。この値を医用テレメータでの最大電界強度とし、「フリスの

伝達公式」の自由空間伝搬損における距離をAR検出機能から算出し、以下に示す式より見通し伝搬での推定値とした。なお、アンテナの送受信利得は1とした。

加えて、医用テレメータ/製作デバイス間に遮蔽物が確認された際に、電波の遮蔽物による透過損失を更に引くことで遮蔽による推定値とした。

$$107 - 10 \log_{10} \left( \frac{4\pi d f}{c} \right)^2 - \text{遮蔽による損失}$$

$d$ : 距離 (※AR検出機能による変数)  
 $f$ : 医用テレメータの中心周波数  $c$ : 光速

### 2.1.3 AR検出機能の概要および応用方法

#### ① AR Tracked Image Manager

カメラ画像と登録画像の照合と特定を行う機能であり、医用テレメータの位置と中心周波数の取得に使用した。

#### ② Distance 関数

物体間の距離算出機能で、医用テレメータとの距離推定に用いた。

#### ③ AR Plane Manager/AR Raycast Manager

実空間の平面を認識し、指定位置からレイ(目に見えない光線)を投射することでレイが平面に当たったかを判定する機能である。遮蔽の判定に用いた。

#### ④ AR Occlusion Manager

実空間の物体と仮想空間の物体との前後関係を認識し、現実物体の後方にある仮想物体を隠れて見えないように処理する機能である。

## 2.2 性能評価について

評価パラメータは、見通し内伝搬での電界強度とした。製作デバイスでの測定値を「推定値」、測定器での測定値を「実測値」とし、両者の各距離での3回測定を行い、その平均値を比較することで評価した。測定対象はテレメータ式心電送

信機（日本光電工業社製 ZS-910P、中心周波数 429.3250 MHz、以下送信機）とし、測定器には MS2721B (Anritsu) を用いた。測定環境は北里大学 A1 号館 3 階廊下とし、距離範囲は 0.1~30.0 m とした。

### 3. 結果

#### 3.1 製作デバイスの動作結果

起動後、下部には遮蔽ボタンが押せない状態で表示された。距離表示部には「発信源から」と表示された。推定値変動パラメータは変動せず、推定値表示部に「電界強度」と表示された。各表示部の数値と単位は表示されなかった（図 1）。①により送信機に貼付した 2D 画像から送信機的位置と中心周波数が取得され、②の距離算出により距離と推定値が表示された。製作デバイスの動きに合わせて距離と推定値が変動した。また、MS2721B に貼付した実測値用 2D 画像を検出したことで、実測値入力画面が表示され、入力値により仮想物体の色と表示値が変化した（図 2）。③により遮蔽が判定され、遮蔽ボタンが押せる状態になった。ボタンを押すことで選択欄が表示され、材料によって推定値が変動した（図 3）。さらに④により、先に実空間に表示したテレメータ用仮想物体や実測値用仮想物体が遮蔽物で隠れて見えないよう処理された。

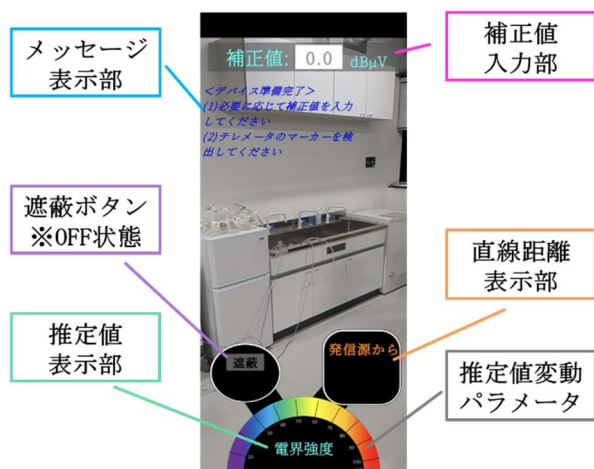


図 1 製作デバイス画面（起動時）

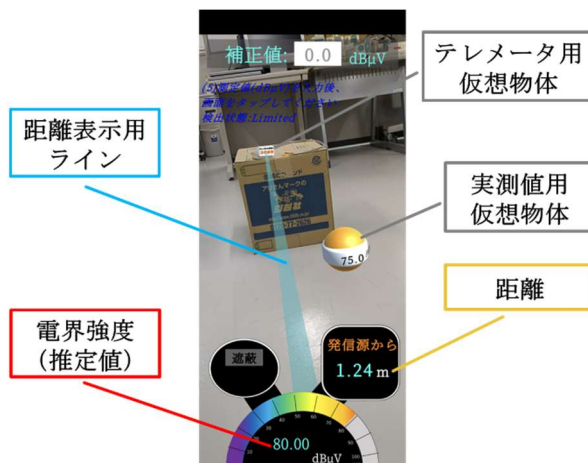


図 2 電界強度算出と実測値反映時



図 3 遮蔽判定時

#### 3.2 性能評価結果

両デバイスでの電界強度を比較すると、距離に関わらず製作デバイスによる推定値が高く、MS2721B による実測値が低い傾向が見られた。また、3.0 m と 10.0 m の 2 点では他の点より実測値と推定値の差が小さかった（図 4）。

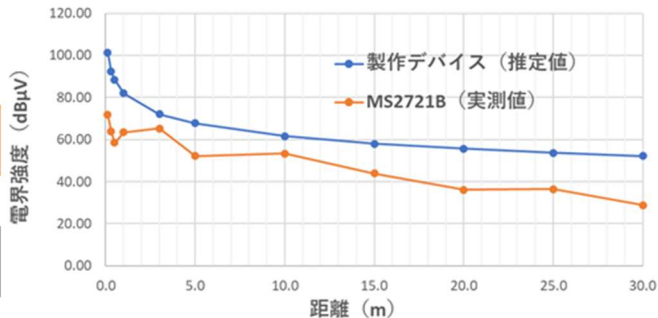


図 4 電界強度の平均値比較

#### 4. 考察

ARの距離・平面検出機能と電波伝搬の数理モデルにより電波の距離減衰・遮蔽減衰を考慮した推定値を仮想物体や数値を介して情報を可視化できることから電波とARの親和性は高いと考える。さらに、実空間の情報を生データとして推定値を算出するため、数値の根拠を視覚的な情報として伝えられることから学習教材の1つとして有効であると考え。

性能評価結果における推定値と実測値の差は、送受信利得の違いやフェージングが影響したと考える。製作デバイスで考慮している環境は等方性アンテナを用いた電波放射が球体状に一樣（送受信利得=1）かつ電波妨害が全くない環境であるのに対して、実環境では周囲の壁や床等の分布により送受信の利得が1と一定ではなく変動していたためだと考える。

#### 5. まとめ

本稿のデバイス製作と評価により、理論的な電波伝搬とAR技術の融合は電波特性学習用デバイスに応用できる可能性が示唆され、本デバイスが電波に関する知識がない人に電波特性を伝える新たな手段になるのではないかと考える。

#### 参考文献

- [1] 電波環境協議会 2022年度医療機関における適正な電波利用推進に関する調査の結果