

医用テレメータの簡易スペアナ機能を利用した電波監視システムの構築

埼玉医科大学 保健医療学部 臨床工学科

長田 優斗

要旨

医用テレメータは電波を用いて生体情報をモニタリングする医療機器である。医療機関では受信不良を防ぐ目的で定期的な点検が求められているが、受信強度測定に必要なスペクトラムアナライザを所有する医療機関は少ない。そこで、受信機であるセントラルモニタの機能である簡易スペアナ画面の画像から画像処理によって各チャンネルの受信強度を取得し記録するシステムを構築し、得られた値が正確であるか評価した。

1. 背景・目的

近年、医療機関における医用テレメータの利用が進んでいる。2020年度の電波環境協議会の調査では、全国の79.7%の病院及び24.4%の有床診療所が医用テレメータを導入していると報告している⁽¹⁾。医用テレメータを使用する際は無線チャンネル管理、設置環境調査、電波障害調査等の電波環境の安全性、信頼性を確保する必要がある⁽²⁾⁽³⁾。一般的に電波環境の測定、評価を行うにはスペクトラムアナライザ（以下スペアナ）が用いられる。医療機関においても電波環境を定量的に測定する際はスペアナを使用して行うのが望ましい⁽⁴⁾。しかし、スペアナは操作が難しく、高価であり購入が容易ではないため保有している医療機関は少ないと考えられる。一方、医用テレメータの受信機側（以下セントラルモニタ）には簡易スペクトラムアナライザ機能（以下簡易スペアナ機能）が搭載されており、簡易的ではあるが、これを用いて電波環境の測定を行っている医療機関⁽⁵⁾や先行研究⁽⁶⁾もある。

セントラルモニタの簡易スペアナで計測される受信電圧を外部出力するポートは存在しない。そのため、簡易スペアナ機能を使用した電波環境調査では各チャンネルの値を目視で読取り記録を取る必要があり、多大な労力が必要になる。本研究ではセントラルモニタの簡易スペアナ画面をキャプチャし、キャプチャ画面を画像処理することで、各チャンネルの受信電圧を取得する方法及び取得した受信電圧をデータサーバに保存、Webブラウザで受信電圧を確認できる電波環境監視システムの構築を検討した。

2. 方法

本研究で構築したセントラルモニタを対象にした電波環境監視システムでは、簡易スペアナ画面をキャプチャし、画像処理をすることで受信電圧を読取れるようにした。システムの流れを図1に、画像処理のプログラムの流れを図2に示す。セントラルモニタDS-7640（フクダ電子社）の簡易スペアナ画面の画像を、モニタのDVI端子からキャプチャーユニットUSB32DVCAPRO（StarTech.com社）を用いて出力した。この画像からグラフ領域と

バンド帯の切り替えボタン部の画像を抽出した。なお、本システムはプログラム言語 Python を利用し、開発環境はすべて無償のものを用いた。

グラフ領域の画像から受信電圧を取得する処理について説明する。グラフ領域の画像を HSV 色空間に変換し、グラフのバーの領域（緑色の領域）のみ抽出して、バー以外の目盛線や背景色を除去した。次に、各チャンネルにおけるバーの領域の輝度値を Y 軸方向に画像上部から画像下部まで取得し、Y 軸方向の全画素数に対するバーが占める割合 C_x を取得した。画像の Y 軸はグラフの受信電圧 0~50dB μ V の範囲に相当するため、50dB μ V と C_x との積により受信電圧を取得した。次にバンド帯の切り替えボタン部の画像の処理について説明する。選択されたバンド帯ボタンの左上部は緑色に点灯する。6 つある各バンド帯ボタンの点灯部の輝度値を、座標を指定して取得し、選択されているバンド帯を検出した。その後、情報を http 通信によって MySQL サーバへ転送し、携帯端末等のブラウザで記録した受信電圧を閲覧できるようにした。

本システムの評価として、正確に受信電圧が取得できているか確認するためにシンセサイズド標準信号発生器 8657B (HP 社、以下信号発生器) から発信された信号をモニタに入力して(1)簡易スペアナ画面から人が目視で読み取った値と本システムで取得した値の比較及び(2)市販のスペアナ MS2720T (アンリツ社)の計測値と本システムで取得した値との比較を行った。

3. 結果

(1) 簡易スペアナ画面から人が目視で読み取った値と本システムで取得した値の比較

結果を図 3 に示す。目視での読取り値を真値としたとき、画像処理での値が真値と等しくなったのは約 80% (N=41 のうち 33) であった。また、等しくならなかったものは最大で 1dB の差があった。目視の読取り値を X、画像処理による読取り値を Y とすると、おおよそ $Y=X$ の関係があり、相関係数は 0.99 と非常に高い正の相関関係があった。

(2) 市販のスペアナの計測値と本システムで取得した値の比較

結果を図 4 に示す。信号発生器から入力した各電圧において、スペアナで計測された値と画像処理での値の差は最大で 4.98dB であり、平均は 2.71dB であった。また、スペアナで計測された値を X、画像処理による読取り値を Y とすると $Y=1.1164X$ の関係があり、画像処理による読取り値はスペアナで計測された値と比較して高い値を示し、相関係数は 0.99 と非常に高い正の相関関係があった。

4. 考察

本システムは、耐用期間を超えた廃棄予定のモニタや未使用のモニタを用いることで、本格的なスペアナを使用しなくても医療機関内で効率的に電波環境の調査・測定できるツールとなりうると考えられる。追加実験した CH4001~4080 (80 チャンネル) の測定・記録に要する時間の計測では、目視で約 6 分を要したが、本システムを使用することで約 42 秒に

短縮することができ電波環境調査時の労力軽減に繋がると考えられた。使用方法としては、病棟に設置されたセントラルモニタに繋がるアンテナ同軸ケーブルを 2 分配し、本システム用のセントラルモニタを接続して電波の受信状況を自動収集させ、点検者や電波管理者が Web から受信状況を確認・記録するような使用法が想定される。本システムが動作している期間内は連続測定が可能で、この受信状況は全てデータベースに保存されるため、突然の信号強度の低下やノイズの上昇を見逃さずに記録することが可能になると考える。

(1) 簡易スペアナ画面から人が目視で読み取った値と本システムで取得した値の比較

信号発生器を用いた「画像処理により取得した値」と「目視で読み取った値」での比較において、その差は最大で 1dB であった。電波伝播の環境変化や「マルチパスフェージング」と呼ばれる電波の壁や天井などの反射や回折によって発生する受信地点での受信レベルの変動を考えると、電波環境調査を行う上で許容できる誤差範囲と考える。

(2) 市販のスペアナの計測値と本システムで取得した値の比較

信号発生器を用いた「画像処理により取得した値」と「スペアナの計測値との比較」では「画像処理による読み取り」の方が高値を示したが、「簡易スペアナ画面から人が目視で読み取った値と本システムで取得した値の比較」において双方はおおよそ同じ値を示したことから画像処理により生じた差では無く、簡易スペアナ機能がもつ測定誤差であると考えられる。画像処理の方が平均で 2.71dB 高く計測値が高く見積もられる可能性があるため、画像処理により得られた値を校正係数により補正することで、より正確な受信電圧が得られる。具体的にはスペアナで計測された値を X、画像処理による読み取り値を Y とすると $Y=1.1164X$ の関係があるため、Y を 1.1164 で除することでより正確な値が得られると考えられる。

5. 結語

簡易スペアナ機能の画面をキャプチャして画像処理することで、画像から各チャネルの受信電圧を自動取得及びサーバへの自動保存、携帯端末等での閲覧が可能となった。本システムは高価なスペアナを所持していない医療機関において、電波環境調査時の受信電圧の読み取り・記録作業の労力軽減が期待されるツールになることが期待される。



図 1 システムの概要

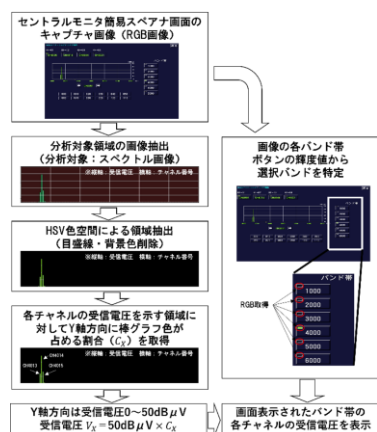


図 2 画像処理の流れ

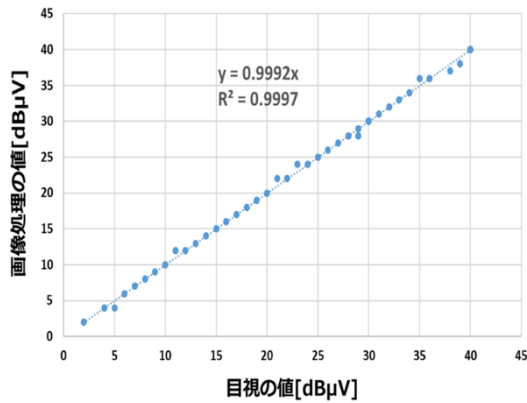


図 3 簡易スペアナ画面から人が目視で読み取った値と本システムで取得した値の比較

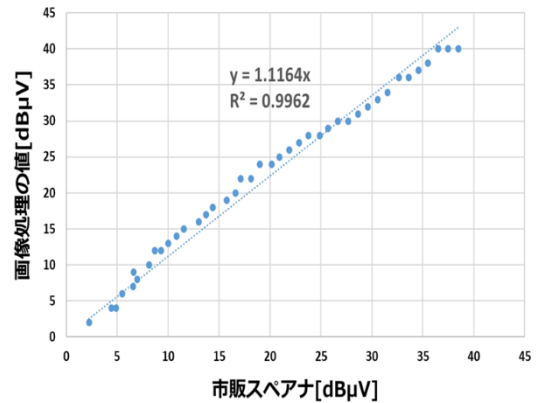


図 4 市販のスペアナの計測値と本システムで取得した値の比較

参考文献

- (1) 電波環境協議会：3-2.医用テレメータ,医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き（改訂版）,電波環境協議会：pp.15,2021
- (2) ME 標準化・情報技術専門委員会：2.2 基本的な運用方法,小電力医用テレメータの運用規定,一般社団法人電子情報技術産業協会：pp.27,2020
- (3) Hanada,E.,Ishida,K.,Kudou,T.：Newlyidentified electromagnetic problems with medical telemeter systems,Przegld Elektrotechniczny,Vol.94,No.2：pp.21-24,2018
- (4) 加納隆：医用テレメータの電波監理における臨床工学技士の役割,Clinical Engineering10,廣瀬稔, vol.28, no.10：pp.763-774,株式会社学研プラス, September 2017
- (5) 佐々木恵,高山綾,茅野功：生体情報モニタの簡易スペアナ機能を活用した無線式医用テレメータ電波調査の有用性,医療機器学, vol.92, no.2：pp.196, 2022
- (6) 兪振翔,加納隆,廣瀬稔：医用テレメータの簡易スペクトラムアナライザ機能に関する検討,医療機器学,vol.91, no.2：pp.191, 2021

指導教員

埼玉医科大学 保健医療学部 臨床工学科

川邊 学、本塚 旭