

3.2.3 新世代ワイヤレス研究センター 医療支援 ICT グループ

グループリーダー 浜口 清 ほか13名

医療を支援するユビキタス医療システムのためのワイヤレス技術の研究開発

【概要】

ワイヤレスを活用した、医療や健康管理を支援するシステムに必要な通信技術の研究開発や、新たな医療検査、治療に資する生体内外無線伝送技術、医療現場における安全な無線利用のための技術の研究を行った。具体的には、(1) 生体の動的電波伝搬モデル化、(2) 生体内外電波伝搬の実測、(3) 通信方式の特性改良手法の検討と生体情報の伝送評価、(4) UWB 通信方式の高度化利用に関する検討、の各項目を実施した。特に、産学官連携による医療 ICT コンソーシアム活動の枠組みを活かした IEEE802.15.6 国際標準化の推進や、アプリケーションおよび要素技術の両面から実用化を見据えた研究開発の取り組み、NICT 外部から医療 ICT 分野で活躍する研究者を招へいして効率的な研究開発体制を構築するなど、早期の成果獲得を目指した工夫を行った。

【平成 22 年度の成果】

電波伝搬のモデル化では、人体に装着した生体情報の無線センサーネットワーク（ウェアラブル BAN）の電波伝搬モデルとして、メディアアクセス制御（MAC）層の性能評価に利用可能な統計モデルを構築した。また、DICOM 準拠 CT 画像による体内・体外間電波伝搬特性推定方法を開発した。通信方式の特性改良手法の検討・評価では、情報の緊急性に応じた信号伝送の優先制御を行える MAC 層仕様や、インパルス UWB 仕様、400MHz 帯狭帯域 GMSK 通信方式仕様等を文書化して、IEEE802.15.6 国際標準化団体に寄書した結果、ほぼ全ての技術が標準化案に反映された。超広帯域（UWB）通信方式の高度化利用では、同方式のユビキタス医療システムへの搭載を目的として、UWB ローバンドの干渉軽減技術を対象に干渉回避評価試験と検出性能評価試験を実施した。以下に、各項目別の詳細を報告する。

(1) 生体の動的電波伝搬モデル化

- ・ ウェアラブル BAN 電波伝搬モデルとして、MAC 層の性能評価に利用可能な統計モデルを以下の観点で構築した。
 - － 人体による動作時の受信信号レベル変動を測定（3 動作、10 装着箇所）で測定
 - － 受信信号レベル変動を、ワイブル分布または対数正規分布で統計モデル化
 - － 時間遷移マルコフモデルを導入して、MAC 層性能評価に利用できる時変モデルを構成
- ・ 400MHz 帯の電波を使用する狭帯域なウェアラブル BAN 信号が数 mV オーダーの微弱な生体電気信号の計測用電極に混入する影響を、ゲル状ファントムを用いて評価した（図 1）。その結果、包絡線検波による生体電気信号測定モデル（ワーストケース）において、-10dBm 送信電力時の同 BAN 信号が最大 10% 程度の雑音上昇を与える可能性を明らかにした。

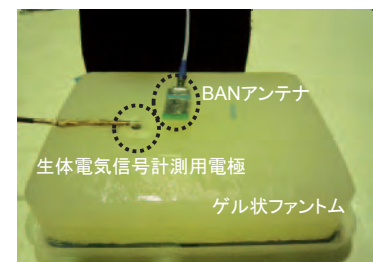


図 1 生体電気信号計測電極へ混入する雑音レベルの測定

(2) 生体内外電波伝搬の実測

- ・ IEEE802.15.6 におけるインプラント BAN 標準として、日本国内医療用植込み型テレメータ（MICS）バンドの技術条件に合致する物理層（PHY）/MAC 層の仕様を文書化した。
- ・ マイクロロボットの眼となりうる体内カプセル端末用映像符号化技術に関する研究を実施した。FPGA によるコーデック実装や、ベースバンド信号による符号化技術の映像伝送評価システムを構築して、内視鏡用模擬ファントムを用いた実験を実施した。
- ・ DICOM 準拠 CT 画像による体内・体外間電波伝搬特性推定方法を開発した。これは、CT 画像輝度情報から体内組成を同定して、体積平均での電気定数（導電率・誘電率）を算出し、インプラント BAN 用伝搬損失を試算するものである。インプラント実施前の段階で、簡易に個人体型差を反映した評価が行える点で画期的であり、実測結果との整合性を大学医学部と協力して実データで確認した。

(3) 通信方式の特性改良手法の検討と生体情報の伝送評価

- ・ 伝送する情報の緊急性に応じた優先制御を可能にするビーコンモードと、省電力実装を可能にするノンビーコンモードが混在した MAC 層仕様、インパルス UWB 通信方式の仕様、医療用として周波数割当てのある 400MHz 帯狭帯域 GMSK 通信方式の仕様の 3 つを文書化して、IEEE802.15.6 国際標準化団体に寄書した結果、ほぼ全ての NICT 技術が標準化案に反映された。

IEEE802.15.6MAC ドラフト仕様に準じた UWB-BAN 通信装置、および、狭帯域ウェアラブル BAN 通信装置を試作して伝送評価を実施した。その結果、多様な通信品質 (QoS) を要求するデータパケットの混在時でも、スーパーフレーム構成によって QoS が保証されることを確認した。また、UWB については、低デューティサイクルによって同時運用する BAN システムが多数存在しても共存できることを確認した。

- ・ 国内 UWB 法制度に合致する、初めての UWB ハイバンドを利用した BAN システムを開発した (図 2)。同システムは省電力化するための MAC 制御技術を実装しており、TELEC 認証を受けていることから免許が不要である (5 月 10 日付報道発表“UWB ハイバンドを用いた BAN システムの開発に初めて成功”。

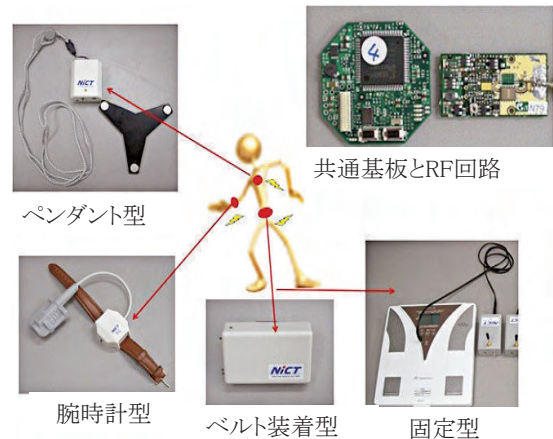


図 2 UWB ハイバンドを用いた BAN システム

(4) UWB 通信方式の高度化利用に関する検討

UWB ローバンド通信システム (3.4 ~ 4.8GHz) に対して、同一周波数を利用する他の無線利用システムからの干渉の影響に関する評価実験 (干渉回避評価試験) と、同システムの電波の検出性能に関する評価実験 (検出性能評価試験) を実施した。その結果、前者については、UWB スペクトラムに生成させるノッチが一定条件を満たせば与干渉は低減されるが、必要なノッチのクリアランスとノッチの深さは被干渉システム (実験では 3GPP LTE、Mobile WiMAX、IMT Advanced を想定) に依存すること (図 3)、後者に対しては、信号対雑音電力比が大きいほど所要検出時間が小さいこと、フェージング環境は AWGN 環境に比べて所要検出時間が大きいこと、量子化ビット数による影響は小さいこと等を明らかにした。得られた成果については、「UWB 高度化と応用シンポジウム」や、「国際会議 ISWCS2010」の特別セッション等において発表するなど成果の周知に努めた。

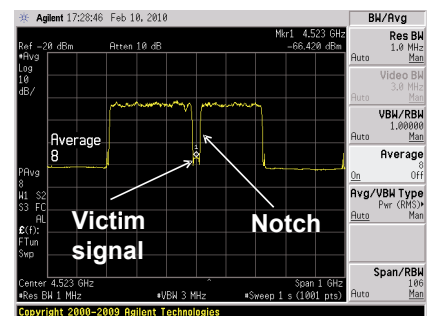


図 3 UWB のスペクトラムにノッチを作り、ノッチの幅と深さを変えて回避性能を評価

(5) その他

- ・ IEEE802.15.6 標準化活動に積極的に貢献した。NICT が主な役職を務めることで IEEE802 ワーキンググループをリードした (NICT が副議長、セクレタリーなどを担当)。NICT 研究実績に基づく独自提案を実施 (平成 22 年度は寄書 25 件以上)。
- ・ 産学官参加による「医療 ICT コンソーシアム」の活動を活性化すべく、コンソーシアム構成員に向けた講演会企画や展示会、講演会等の情報提供を実施した (医療 ICT コンソーシアム: 共同研究契約「医療支援無線システム技術に関する共同研究」(平成 19 年 1 月 ~ 平成 23 年 3 月) に基づく民間 15 社 + 3 大学の集合体)。
- ・ 国内・国際会議等の協力として、NICT 共催「2011 国際医療 ICT シンポジウム (ISMICT2011)」(スイス国モントレー市) に対する企画・運営・発表等や、「ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2010」での研究成果展示、技術セミナーでの講演を実施
- ・ IEICE 医療情報通信技術研究専門委員会および同研究会 (第 1 回 大阪市立大学、第 2 回 機械振興会館、第 3 回 横浜国立大学)、学会大会企画セッション、IEICE 英論文誌小特集号編集委員会等の活動では、専門委員、編集委員等として研究会開催および企画運営をサポートした。