

無線ボディアエリアネットワーク技術仕様の国際標準化動向

○滝沢賢一、李還幫、三浦龍

独立行政法人情報通信研究機構ワイヤレスネットワーク研究所

1. まえがき

本稿では、無線ボディアエリアネットワーク(WBAN)技術仕様の国際標準化動向として、IEEE802.15(無線パーソナルエリアネットワーク)ワーキンググループにおける関連標準化活動の概要を述べる。具体的には、WBANを対象とした標準化作業を実施している、IEEE802.15.6(2012年2月に作業完了)、IEEE802.15.4j(作業継続中)、IEEE802.15.4n(作業継続中)について、利用シナリオや技術要求ならびにPHY層技術仕様の概要を示す。参考として、図1にこれらの標準化活動において対象とする周波数帯を示す。IEEE802.15.6では、21MHz帯、sub-GHz帯(400MHz帯、800MHz、900MHz)、米国MBAN帯(2.36-2.4GHz)[1]、2.4GHz帯、UWB帯(3.4-4.8GHz帯および6.25-10.25GHz帯)、IEEE802.15.4jは米国MBAN帯のみ、IEEE802.15.4nは中国における医療用周波数帯(200MHz帯、400MHz帯、600MHz帯)がその対象である。なお、後者の2つはIEEE802.15.4における追加仕様に対しての標準化作業であるのに対して、IEEE802.15.6はPHY層およびMAC層を定義する単独標準となっている[2]。

2. IEEE802.15における標準化動向

2.1 IEEE802.15.6

IEEE802.15.6の標準技術仕様の策定は、2008年1月に始まり、2012年2月に標準技術仕様[3]が公開された。仕様標準化にあたって想定したアプリケーション群は文献[4]に示されていて、そのアプリケーションは、医療、健康管理、エンタテインメントに分類される。

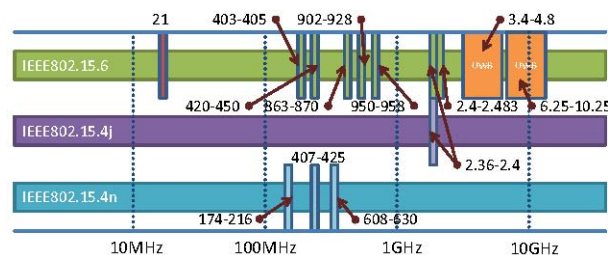


図1 IEEE802.15無線ボディアエリアネットワーク技術仕様標準化における対象周波数帯

医療分野の応用は、人体に装着されたセンサによる各種生体情報(酸素飽和度、心電波形、頭皮電極による脳波など)の無線データ収集であって、要求伝送速度はセンサ端末あたり数kbpsから数10kbps、伝送距離はベッドサイド計測の場合には3m程度、複数病室を単一ネットワークでカバーする場合には数10m程度となる。この応用で使用されるおもな周波数帯は医療用周波数帯であり、403-405MHz(MICS帯)、420-450MHz(医療用テレメータ帯)、2.36-2.4GHz帯(米国MBAN帯)となる。一方、医療分野以外の応用としては、健康管理を目的とした生体情報計測(活動量計など)、エンタテインメント応用には映像・音楽伝送(端末・ヘッドセット間など)が挙げられている。健康管理において求められる伝送速度・伝送距離は医療応用と同程度(ただし通信頻度や要求信頼性は異なる)のに対して、エンタテインメント応用では、伝送距離は基本的には単一人体であるから近距離でよいものの、伝送速度は数Mbpsが要求される。

IEEE802.15.6における技術要求は文献[5]に示されている。伝送距離は、少なくとも3mをサポートすることを要求している。多数のネットワークが密集する可能性があることから、10人以上が6m×6m×6mの範囲内にある場合でも同時運用が可能であることが求められている。また、生体防護の観点から、各国および各地域で決められている人体への比吸収率(SAR)規制値以下となることを要求している。

標準化された物理層技術仕様は、3つの技術仕様(人体通信(human body communication: HBC)、狭帯域無線(Narrow band: NB)、超広帯域無線(Ultra wideband: UWB))から構成される。人体通信(HBC)は、チャンネル中心周波数は21MHz(1チャンネルのみ)、そのチャンネル帯域幅は5.25MHzである。静電界結合を用いた実装を前提とした仕様となっている。

Walsh符号によるコード伝送を用いて、拡散率によって伝送速度を可変とする

(164kbps~1.14Mbps). なお, MICS帯を利用する植え込み用無線への干渉が懸念されたため[6], その送信スペクトルマスクは400MHzにおいて -76dBmを要求している. 送信電力は各国・地域の法制度に従うこととした上で, 距離 30mで 30 μ V/mを超えないこととしている. 狭帯域無線(NB)は, 図1に示すように, 7つの異なる周波数帯に技術仕様を定めている. 変調方式は低消費電力を実現する実装を容易にするため, 定包絡線変調 ($\pi/2$ シフトDBPSK, $\pi/4$ シフトDQPSK, $\pi/8$ シフトD8PSK, GMSK(420-450MHz帯のみ))を採用している. 420-450MHz帯 (医療用テレメータ帯)で GMSKが採用されているのは, 現行の技術基準および国内標準[7]と整合するためである. 誤り訂正符号は BCH符号として, 変調多値数および拡散処理によって伝送速度を可変としている. 提供される伝送速度は周波数帯によって異なるが, 100kbps前後の複数の伝送速度をサポートしている. 各周波数帯ともに10以上の周波数チャンネル数が設定されている. 送信電力は, 法制度によって -16dBm(EIRP)に制限されるMICS帯以外, 最低-10dBm(EIRP)の放射能力を求めている. 超広帯域無線(UWB)は, チャンネル帯域幅を499.2MHzとして, 3.4-4.8GHz帯に 3チャンネル, 6.25-10.25GHz帯に8チャンネルを設定している. 通信技術としては, UWB-IR(インパルス無線)と FM-UWBの2種類が採用されている. UWB-IRにおいては, 他システムとの共存を目的とした低デューティサイクル信号になるように, デューティ比が3.125%を超えないようにインパルスが配置される仕様となっている. 送信電力は, 各国・地域の法制度に従うこととなっている.

15.6標準技術仕様には, 送信電力や隣接チャンネル漏えい電力について標準仕様を示されているが, これらを含むいくつかの技術仕様については, 各国・各地域の法制度を優先することとされている.

2.2 IEEE802.15.4j

IEEE802.15.4jはIEEE802.15.4への追加仕様を標準化している.15.4jでは, 2012年 5月に解放された米国MBAN帯(2.36-2.4GHz帯)を対象として, PHY仕様および MBAN帯を利用するにあたって必要となる MAC仕様の標準化を行っている. 2011年1月に標準化作業が始まり, 2013年2月にIEEEはこの標準仕様の発行を承認した. 想定するアプリケーション[8]は, 病院内から在宅医療までを含む患

者モニタリング(Patient monitoring: PM)であり, この想定から技術要求が定められている. 例えば, 伝送距離は, 院内において3m程度, 院外では複数の部屋にわたってカバーできることとされ, 伝送速度はセンサ端末あたり数bpsから数kbpsのオーダーとしている.

米国MBAN帯の利用にあたっては, 2.36-2.39GHz帯の利用は病院内に限定され, 出力最大値は1mWである. この周波数帯を利用する端末は, 電子鍵(E-key)もしくはビーコン信号によって, 端末を扱う医療機関によって管理されることが義務付けられている. また, 外部機関が管理する周波数データベースにアクセスし, 周波数共用を行う電波天文や航空用テレメトリに対して干渉しない周波数チャンネルを確認することが要求されている. 一方, 2.39-2.4GHz帯は, その利用は院内に限定されず, 救急車や在宅においても利用可能である. 最大出力は20mWである.

技術要求文書[9]によれば, IEEE802.15.4jは, このように技術基準が異なる周波数帯を有するMBAN帯を用いることから, 2.36-2.4GHz帯にわたってチャンネルを設定して連続的な測定を可能とするため, 複数のコーディネータ端末に接続し, 切り替えがスムーズに行えるような機能(標準仕様としては対象外)を標準仕様文書に添付する予定である[10]. よって, PHYについてはバンドプラン以外の変更は行わず, 既存の2.4GHz帯で利用されている技術仕様(16チップ直接拡散OQPSK, 125kbps)を採用することが技術要求文書に記載されている.

2.3 IEEE802.15.4n

IEEE802.15.4nもまたIEEE802.15.4jと同じく, IEEE802.15.4へPHYおよびMACを追加する形で標準化が進められている. 対象とする周波数帯は中国における医療用周波数帯である 174-216MHz, 407-425MHz, 608-630MHzが挙げられている. 各周波数帯の出力レベルの上限値は 10mW(ERP)である[12]. 想定アプリケーションは, 慢性疾患患者に対する病院内から在宅医療までを含む, ボディエリアにおける生体情報計測などである[11]. 2012年11月会合までに提案された技術仕様には, 2.4GHz帯で利用されている直接拡散OQPSKと同一仕様をチップレートを変更し, 400MHzおよび600MHz帯で利用する提案[14], filtered-FSKを用いた提

案[15]が示されている。なお、これらの周波数帯は他の無線システムとの周波数共用が課題であり、周波数を共用するワイヤレスマクロフォン、ラジオ・放送、WakieTalkieとの共存評価が行われている[13]。

[15] K. Mori, et al., “Technical proposal for wearable 15.4n device,” IEEE P802.15-12-0588-02-004n, Nov. 2012.

3. おわりに

本稿では、IEEE802.15における無線ボディアエリアネットワークに関する技術仕様の標準化動向について、その周波数帯と物理層仕様の概要を述べた。

参考文献

- [1] R. Krasinski, “FCC MBAN Rulemaking Update,” IEEE P802.15-12-0012-00-004j, Jan. 2012.
- [2] D. Davenport, “IEEE 802.15.6 Tutorial,” IEEE P802.1511-0826-00-0006, Nov. 2011.
- [3] 802.15.6-2012 -IEEE Standard for Local and metropolitan area networks -Part 15.6: Wireless Body Area Networks, 2012.
- [4] D. Lewis, “802.15.6 Call for Applications -Response Summary,” IEEE P802.15-08-0407-05-0006, Jan. 2008.
- [5] B. Zhen, et al., “TG6 Technical Requirements Document (TRD),” IEEE P802.15-08-0644-08-0006, Sept. 2008.
- [6] C. Farlow, “Active Implantable Medical Device Industry Concerns about Human Body Communication (HBC),” IEEE P802.15-11-0533-01-0006, July 2011.
- [7] 特定小電力無線局医療用テレメーター用無線設備標準規格 , RCR STD-21 2.1版, 2006.
- [8] D. Evans, “Applications of Medical Body Area Network Service (MBANS),” IEEE P802.15-11-0156-00-004j, Mar. 2011.
- [9] D. Evans, “TG4j Technical Requirements,” IEEE P802.1511-0064-00-004j, Jan. 2011.
- [10] D. Evans, “TG4j Draft 3 Annex P1 Coordinator Switch revised text,” IEEE P802.15-12-0452-00-004j, Aug. 2012.
- [11] A. Astrin and L. Li, “Summary of Applications for TG 4n,” IEEE P802.15-12-0539-00-004n, Sept. 2012.
- [12] T. M. Shun, et al., “Translation of Chinese MIIT DOC; 423-2005 – Technical Requirements for Micro-power (short-distance) Radio Devices,” IEEE P802.15-12-0105-00-004n, Jan. 2012.
- [13] N. Li, et al., “Detail Summary of Interference on Chinese Medical Bands,” IEEE P802.15-12-0471-00-004n, Aug. 2012.
- [14] W.-X. Zou, et al., “Dual-band DSSS PHY Proposal for IEEE802.15.4n,” IEEE P802.15-12-0584-00-004n, Nov. 2012.