体とその周囲を取り巻くボディエリアネットワーク

ー健康見守り、視覚障がい者安全補助へのアプローチー

「ボディエリアネットワーク(BAN)とその標準規格 IEEE802.15.6 について述べ、超広帯域無線を用いて試作した健康見守りのための BAN と視覚障がい者安全補助のための BAN を紹介します。」

李 還幫 (リ カンホウ)
ワイヤレスネットワーク研究所
ディペンダブルワイヤレス研究室 主任研究員

1994 年名古屋工業大学大学院博士後期課程了。博士(工学)。同年郵政省通信総合研究所(現 NICT)入所。以来、技術試験衛星 ETS-VI や COMETS などを用いた移動体衛星通信の実験研究、ウルトラワイドバンドとボディエリアネットワークの研究開発および標準化活動などに従事。1999～2000 年、米国スタンフォード大客員研究員。2002 年より電通大客員准教授、2009 年より同客員教授。2006 ～ 2012 年、IEEE802.15.6 副 議 長。2011 年より電子情報通信学会通信ソサイエティ研専運営会議副議長。1995 年度電子情報通信学会学術奨励賞、1997 年度同論文賞、2002 年科学技術庁注目発明、2009 年 NICT 個人成績優秀賞、2012 年 IEEE-SA Standards Board acknowledges with appreciation 各受賞。著書「ビタビ復号を用いたブロック符号化変調方式」、「Wireless Body Area Network」(共著) など。現在、歴史本を嗜み中。

ボディエリアネットワークとその標準化

ボディエリアネットワーク(BAN: Body Area Network) は、図 1 に示すように、体の表面、中およびそのごく近辺に配置されている小型端末を無線通信で結ぶことによって構成され、体とその周囲を取り巻く無線ネットワークです。体温、心電、3 軸加速度などを測るセンサーと組み合わせて用いれば、体の健康状態と活動状況をリアルタイムにモニタでき、生活習慣病予防や高齢

者見守り、そして看護負担軽減などでの利用に役に立ちます。また、ゲームコントローラやワイヤレスヘッドホンなどの身の回りで用いる小型端末間の音声、画像、データのワイヤレス伝送にも利用できるため、安心、安全、便利な暮らしを支える技術として、注目を集めています。

近年、無線 LAN や Bluetooth などが普及し、身近で利用されるようになってきていますが、これらの無線標準規格を策定したのは、IEEE802 LAN/MAN 標準化委員会です。同標準化委員会は、2007 年 12 月に BAN の無線標準規格を策定するためのタスクグループを設置し、アメリカ、欧州およびアジアから30以上の研究機関、企業、大学が集まり、世界で共通に利用できる BAN 仕様を定める作業を進めました。そして、2012 年 2 月に、BAN の無線標準規格が完成され、IEEE802.15.6 という番号が付与されて発行されました。

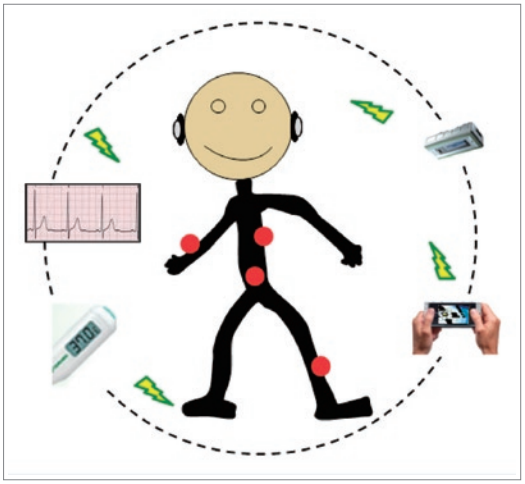

図1　体とその周囲を取り巻くBAN

超広帯域無線と BAN

標準規格 IEEE802.15.6 は、通信方式や電波仕様などを定義する物理(PHY)層、およびネットワークのセットアップと端末のチャネルアクセス方法などを定義する媒体アクセス制御(MAC)層の規格を定めています。NICT は健康見守りとヘルスケアへの応用に重点を置きながら、BAN タスクグループの立ち上げ、標準仕様の提案および標準化作業において中心的な役割を果たしました。図 2 に示すように、NICT は法制化小委員会、チャネルモデル小委員会、技術仕様要件小委員会などを主導しました。

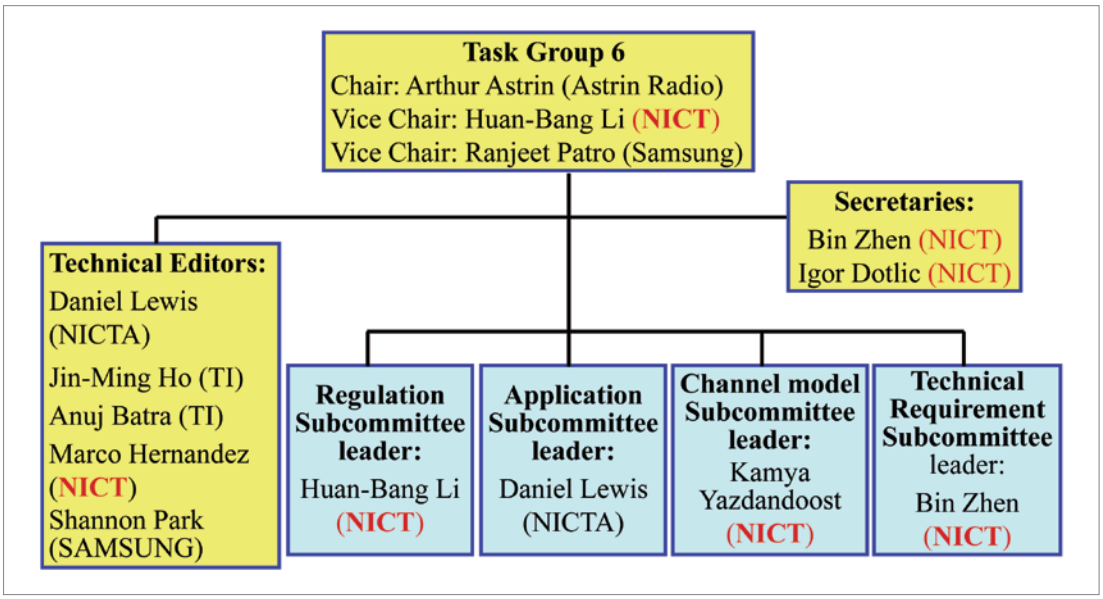

図2　BAN標準化タスクグループの組織図

BANは狭帯域無線技術または超広帯域(UWB: Ultra-Wideband)無線技術を用いて実装できます。狭帯域無線技術は確立されているものが多いのに対して、UWB無線技術は新しく開拓する必要のある技術です。UWBは非常に広い周波数帯域幅(500MHz以上)にわたって電力を拡散させ、極めて低い電力密度をもって通信を行うことが特徴で、以下の利点を有します。

・放射電力密度は従来の狭帯域信号の数万～数十万分の一程度で、人体への影響が小さいと考えられます。
・低消費電力の特徴があり、小型電池で動作するBANにとって好適です。
・放射電力密度が低く、かつ高い周波数を使用するため、電波の伝搬距離が限定的であり、システム間の共存にとって好都合です。
・狭帯域PHYよりも高いデータレートをサポートします。

一般にUWBに割り当てられている周波数帯域は、ローバンド(日本では3.4～4.8GHz)とハイバンド(日本では7.25～10.25GHz)に分けられるため、国と地域によって使用周波数帯域が異なります。ローバンドの使用は干渉回避の制限がかけられるため、制限のないハイバンドを用いたシステムが望まれます。

超広帯域無線を用いたBANの研究開発

● 健康見守りBAN

健康見守りBANは、図3に示すように腕時計型、ペンダント型、腰ベルト装着型などの体へ取り付ける小型端末と固定型端末から構成されます。これらの端末はそれぞれ脈拍、心電、3軸加速度、体重等のセンサーと組み合わせて用いられます。端末は全て国内法制度で認められているUWBハイバンドを用いました。腰ベルト装着型端末はBANのハブであり、ネットワークの形成と制御、および他の端末へのチャネル割当を行うなどの役割を担っています。各端末は1秒ごとにデータを送信していますが、1回のデータ送信とハブから受信したとの返信を受け取るまで約4ミリ秒で完了します。残りの時間は送受信を行わないスリープモードに移り、消費電力の削減につとめています。

図3のモニタ画面の例では、各種取得データがリアルタイムに表示され、3軸加速度計によって、人の転倒を検知してアラームを鳴らしている例を示しています。

● 視覚障がい者安全補助用BAN

視覚障がい者安全補助用BANは、アメリカ、欧州、および日本などで共通に利用できる

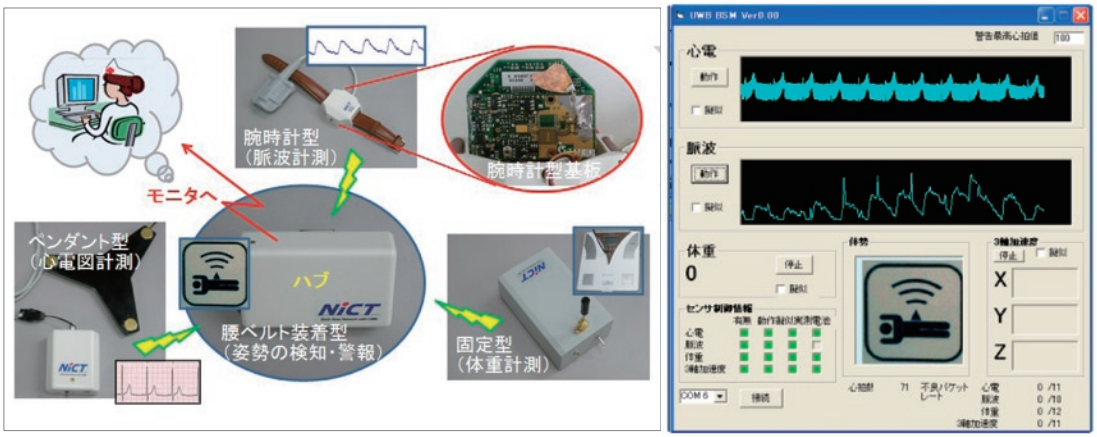

図3　健康見守りBANの構成とモニタ画面例

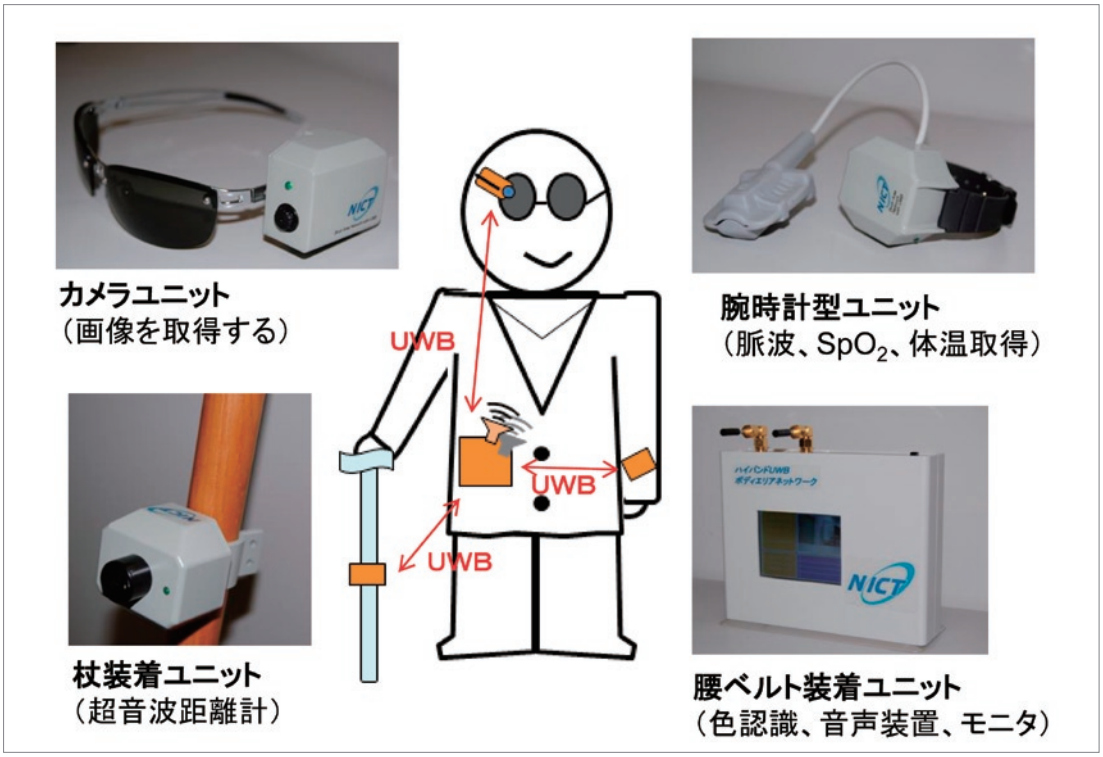

図4　視覚障がい者安全補助用BAN

UWB ハイバンド 7.25 ～ 8.5GHz を用い、その全体構成は図 4 のとおりです。

サングラスにカメラを取り付けて交通信号などの色信号、腕時計型端末からは脈波、SpO_2（血中酸素飽和度）、体温などのデータ、杖に取り付けられている超音波センサからは進路障害物検知情報などを取得させます。これらの情報を UWB 経由でベルト装着ユニット（ハブ）に送り、特にカメラの画像伝送は UWB の高いデータレート特徴を利用しています。ハブでは認識した色を音声で教え、また、進路に障害物があるときに、これを検知し音声で告げます。モニタには、障害物までの距離や、脈波、SpO_2、体温などのデータが表示され、これらのデータを音声または振動等の形で使用者に伝えれば、周囲状況の把握や健康管理などにさらなる活用が可能です。

まとめ

BAN は体を取り巻く小型端末からの音声、画像、データなどを利便的に取り扱い、様々な利活用が可能です。標準規格 IEEE802.15.6が成立し、そして発行されたことは、さらに BAN の技術開発に拍車をかけ、安心・安全な福祉社会を実現する 1 つのコア技術として、大いに期待されます。