

# BAN(Body Area Network)における振動伝達手法の構築と評価

萩原拓也<sup>1,a)</sup> 小島聖哉<sup>1</sup> 中沢実<sup>1</sup>

現在, 人体を伝送路とした通信技術である BAN (Body Area Network) の研究が多く行われている. 本研究では BAN における, 振動スピーカーと加速度センサを用いた振動伝達手法を提案する. 従来の研究においては独自デバイスを作成し, BAN の構築を行なっているケースがあるが, 本研究では送信機に振動スピーカーを使用し, 受信機に加速度センサを使用するため独自デバイスを作成する必要がない. 本研究の最終目的は人体を伝送路とした広範囲通信の実現である.

## 1. はじめに

現在, 人体を伝送路とした通信技術である BAN (Body Area Network) の研究が多く行われている. しかし, 広範囲における通信は未だ実現されていない. 本研究では BAN の実現方法として, 振動スピーカーと加速度センサを用いた振動伝達手法を提案する. 振動を伝達手法として BAN を構築する提案は多くされている<sup>[1]</sup>. 従来の研究では独自デバイスを作成し, BAN の構築を行なっている<sup>[2]</sup>. しかし, 本研究では送信機に振動スピーカーを使用し, 受信機に加速度センサを使用するため独自デバイスを作成する必要がない. そのため現在普及しているスマートウォッチには加速度センサが搭載されているため, 受信機として利用が可能であると考えられる.

さらに, 本研究の最終目的は人体を伝送路とした広範囲通信の実現である. ただし, 本論文での広範囲通信は手首から足首にかけての通信と定義し報告を行う.

## 2. 関連技術

### 2.1 変調<sup>[3]</sup>

搬送波に情報を載せることを変調と呼ぶ. 変調は搬送波の振幅, 周波数, 位相, のいずれかのパラメータを情報信号に従い変化させる操作である. 初めに行う変調をデジタル一次変調と呼び, 後者をデジタル二次変調と呼ぶ.

### 2.2 デジタル一次変調

一次変調には搬送波の振幅の違いでデジタルデータを表現する振幅変調 (ASK: Amplitude Shift Keying), 搬送波の位相の違いでデジタルデータを表現する位相変調 (PSK: Phase Shift Keying), 搬送波の周波数の違いでデジタルデータを表現する周波数変調 (FSK: Frequency Shift Keying) などの方式がある.

### 2.3 デジタル二次変調

二次変調は雑音に強く, 秘匿性を高くするための方式である. 変調方式として直接拡散方式 (DSSS: Driving Sequence Spread Spectrum), 周波数ホッピング方式 (FHSS:

Frequency Hopping Spread Spectrum), 直行周波数分割多重 (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) などがある.

### 2.4 プリアンブル

信号の同期をとるためのビット列である. また通信規格などで規定された常に変化しない特定のビット列である. 受信側ではこのパターンを受信するとデータの受信を開始する.

### 2.5 誤り訂正符号<sup>[4]</sup>

データに符号誤りが発生した場合にそれを検出する. またはそれを検出し訂正する. 誤り訂正符号にはリード・ソロモン符号, ターボ符号, 低密度パリティ符号がある. リード・ソロモン符号は誤り訂正能力が高い. またターボ符号はシャノン限界に近いとされており, 送信機の出力を上げずにデータレートを上げることができる. 低密度パリティ符号 (LDPC: Low-density parity-check code) はシャノン限界に極めて近いとされている.

## 3. 提案手法

### 3.1 システム概要

図 1 に本システムの概要図を示す. 後述するフレームフォーマットに従ったデジタルデータを一次変調する. 次に二次変調を行う. 変調された信号はヘッドホンアンプ (OPP-HA2-B) で増幅する. その後振動スピーカー (COM-10917) を用いて振動として変換し人体へ送信する. デジタルデータから信号の増幅までの変換には Matlab を使用する. Laput らの研究<sup>[5]</sup>によると振動スピーカーと加速度センサを用いた BAN において, 最も伝送効率の良い搬送波は 200Hz であるとされている. 従って, 本研究においても搬送波は 200Hz を採用する. 送信された振動は加速度センサ (MPU-6500) を用いて受信する. 受信側ではプリアンブルを検知しデータの復調を行う. サンプリング周波数は加速度センサの上限である 4KHz<sup>[6]</sup>とする.

1 金沢工業大学

7-1, Ougigaoka, Nonouchi, Ishikawa, 921-8812, Japan.

a) b1444034@planet.kanazawa-it.ac.jp

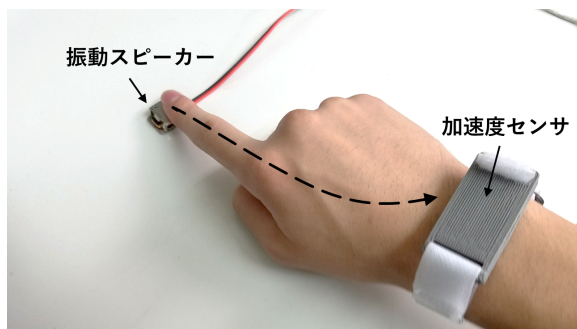


図 1 本システムの概要図

### 3.2 フレームフォーマット

図 2 にフレームフォーマットを示す。物理ヘッダは 16Bit(プリアンブル: 6Bit, type: 2Bit, データ長: 8Bit) とする。プリアンブルはチャープ信号(100~300Hz)を使用する。type には変調方式とデータ長を付与する。ヘッダには送信機のアドレスを付与する。誤り訂正符号には訂正能力の高いリード・ソロモン符号を使用する。

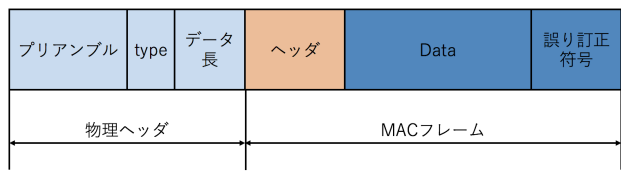


図 2 フレームフォーマット

## 4. 評価方法

本システムの評価は 3 つ行う。

1 つめは 1 次変調の変化させることにより、ビットエラーレートにどのような影響をあたえるかを評価する。1 次変調には 2-ASK, 4-ASK, 2-PSK, 4-PSK, 8-PSK, 2-FSK, 4-FSK を採用する。伝送距離は指先から上腕とする。

2 つめは 2 次変調を行う前後で、ビットレートにどのような影響をあたえるかを評価する。2 次変調には直接拡散方式(DSSS), 周波数ホッピング方式(FHSS), 直行周波数分割多重(OFDM)を採用する。伝送距離は指先から上腕とする。

3 つめは伝送距離を変化させることにより、ビットエラーにどのような影響をあたえるかを評価する。送信機を触れる部位を指先に固定し、受信機の位置を変化させる。受信機の位置は手首, 上腕, 足首とする。

## 5. まとめ

本論文では、振動スピーカーと加速度センサを用いた BAN における振動伝達手法の提案をした。二次変調である直接拡散方式と誤り訂正能力の高いリード・ソロモン符号を用いることにより広範囲への伝送が可能であると考えた。今後の課題としては、人体を伝送路とした広範囲における高速通信の実現のための評価を行う事である。

### 参考文献

[1] AT&T Labs, AT&T research on the next secure data transfer device: your body, (2012-06-01).

[2] Lin Zhong, Dania El-Daye, Brett Kaufman, Nick Tobaoda, Tamer Mohamed, Michael Liebschner : OsreoConduct: Wireless Body-Area Communication based on Bone Conduction, In Proc. BodyNets '07. ICST, Article 9, 8 pages. (2007)

[3] “無線機の変調・復調について”, [http://www.circuitdesign.jp/jp/technical/modulation/modulation\\_main.asp](http://www.circuitdesign.jp/jp/technical/modulation/modulation_main.asp), (参照 2017-08-22)

[4] データの符号化技術と誤り訂正の基礎 ブロック符号 畳み込み符号 ターボ符号を理解する(CQ 出版社), 西村芳一, (2010).

[5] Gierad Laput, Robert Xiao, Chris Harrison : ViBand : High-Fidelity Bio-Acoustic Sensing Using Commodity Smartwatch Accelerometers, UIST'16 Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology, pp.321-333 (2012) .

[6] “MPU-6500 製品情報”, [https://store.invensense.com/datasheets/invensense/MPU\\_6500\\_R ev1.0.pdf](https://store.invensense.com/datasheets/invensense/MPU_6500_R ev1.0.pdf), (参照 2017-07-26)