

完全無線型振動刺激提示システムの構築

—情報セラピーインタフェースの実現へ向けて—

A Full-wireless Vibrotactile Stimulation System

○柳田康幸*, 桑原和宏*, 鉄谷信二***

*ATR 知能ロボティクス研究所

**東京電機大学 理工学部

Yasuyuki Yanagida and Kazuhiro Kuwabara, ATR Intelligent Robotics & Communications Labs.

Nobuji Tetsutani, Tokyo Denki University / ATR Intelligent Robotics & Communications Labs.

1. はじめに

記憶障害や痴呆症などの高次脳機能障害を持つ方々を対象に、五感のさまざまな刺激を利用して集中力維持や注意誘導を行うことを目指し¹⁾, その一環として振動刺激の可能性を検討している。

従来、振動刺激インタフェースを身体や日用品に取り付けて利用しようとする、振動子までの配線が大きな問題となっていた。すなわち、着脱のための配線作業が複雑であると同時に、配線の長さにより行動の自由が制約されたり、引っかけて機器が破損する原因となる可能性があった。このため、実用上の観点から振動刺激提示システムにおける無線化への期待は大きいと考えられる。これまでにも、装着型のシステムにおいて、体に装着する振動子制御ユニットと外部から制御指令を送るコンピュータとの間の通信を無線化した事例²⁾は見受けられるが、それでも振動子と当該ユニットとの間は配線でつながれており、例えば振動子を組み込んだ衣服を洗濯する場合には不都合であった。

我々は、こうした問題に対処するため、振動子、振動子駆動回路、無線インタフェース回路およびアンテナ、および駆動用電池のすべてを一体化した小型ユニットを試作し、それら複数のユニットを同時駆動するシステムの構築を行った。

2. 設計指針

無線型振動刺激システムを構築するにあたり、以下の点を考慮した。

- 振動子ユニットは、極力小型・軽量化すること。このため、振動モータは単純なオン・オフ制御とし、振動強度（周波数）制御を対象外とした。
- 複数の振動子に対して同時に制御指令が行えること。単に指定した1個の振動子を駆動するだけでなく、複数の振動子の組み合わせで刺激パターンのバリエーションを得られるようにする。
- 他の医療機器と併用できるよう、微弱電波を使用する。

3. システム構成

システムは、制御指令用パソコン、無線信号送信ユニット（親機）、および複数の振動子ユニット（子機）から構成

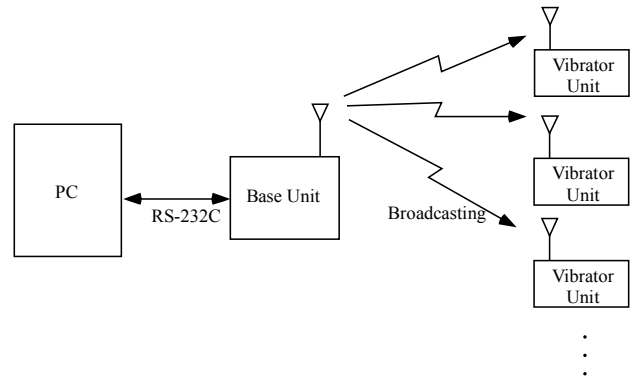


Figure 1: Configuration of the wireless vibrotactile stimulation system.

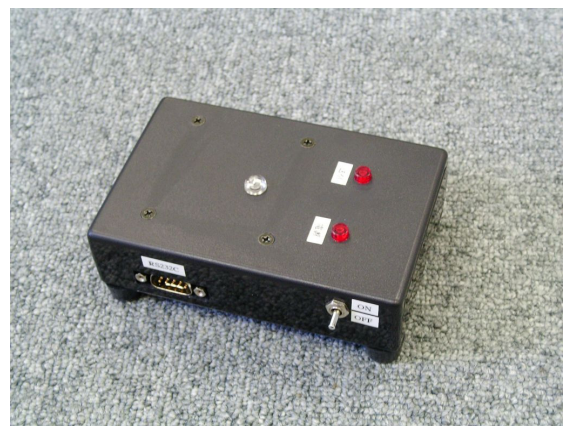


Figure 2: Wireless base unit

される (Figure 1)。無線信号送信ユニット（親機：Figure 2）はコンピュータから制御コマンドを受け取り、指令を各振動子ユニットへ無線通信により伝達する役割を持つ。コンピュータと送信ユニットとの間はシリアル通信（RS-232C, 9600bps）で通信を行い、制御コマンドは無線回路を通して全子機ユニットに同報送信される。

振動子ユニット（子機）は、振動モータ、制御回路、無線インタフェース回路（受信のみ）、アンテナ、および駆動用電池から構成される (Figure 3 参照)。振動子には、(株)フジクラ製ボタン型振動モータ FMIU-005 を使用した。本モータは、外径 8.0mm、厚み 3.7mm、重量 0.95g と小型軽量である。定格電圧 3.0V で動作し、定格電圧駆動時に回転数

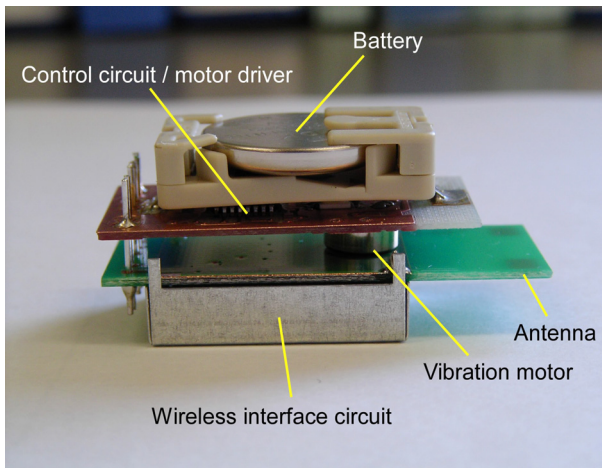


Figure 3: Wireless tactor unit.



Figure 4: Wireless tactor unit installed in a case.

10,000rpmにて回転し、60gの筐体を使用した場合、振動加速度 10m/sec^2 (重力加速度換算で 1.0G) の大きさの振動を発生させることができる。また、駆動電流は定常時 24mA と少なく、電池で駆動させる用途に適している。

振動ユニットには4ビットCPU (三菱電気製 M34518M4) を使用し、周辺回路、無線インタフェース回路、電池ホルダ、チップアンテナを搭載して、全体で $20\text{mm} \times 18\text{mm} \times 45\text{mm}$ のサイズに収めた。使用する電池は、コイン型リチウム電池 CR2032型を用いた。本ユニットを外形 $26\text{mm} \times 26\text{mm} \times 54\text{mm}$ のケースに収納し (Figure 4)、任意の場所に設置できるようにした。ケース収納状態での重量は、電池も含めて 30g である。

試作装置では、医療機器などとの併用を考慮するとともに、無線化による駆動タイミングの遅延が生じないようにするため、無線インタフェースは極力単純な仕様とした。すなわち、無線回路は 315MHz 帯の微弱電波を用い、通信は親機から子機への単方向で、特定の振動子を指定して制御コマンドを創出するのではなく、同報方式とした。この構成は、複数の振動子を同時にオン・オフ制御することを想定したものである。各振動子ユニットに個別の ID 番号を持たせ、制御コマンドの各ビットに振動子 ID を対応させておき、振動子側で受信したコマンドの当該ビットを見て振動モータの駆動・停止を行うことにより、複数の振動子を同時に制御する方式とした。単方向通信で子機から親機へ

受信完了などのメッセージを返さないため、電波状態などによっては正常に受信できず指令をとりこぼす場合も考えられる。しかしながら、親機から連続してコマンドを送信することにより、1回の指令取りこぼしによる影響は少ないものと判断した。

送信するコマンドの形式は、

$Dnnnn\langle\text{CR}\rangle\langle\text{LF}\rangle$

という形式である。ここで、D はコマンドの開始を示す文字、nnnn は各モータのオン・オフパターンを示す 16 進数のアスキー表現である。今回の試作では、10 個の振動子ユニットを製作したが、最大 16 個の振動子を同時制御することが可能である。

D0000<CR><LF>	All tactors OFF
DFFFF<CR><LF>	All tactors ON
D0001<CR><LF>	Tactor No. 1 ON, others OFF
D004B<CR><LF>	Tactors No. 2, 4, and 7 ON, others OFF

Figure 5: Examples of control commands

以上の構成により、複数の振動子を同時にオン・オフ制御することが可能になった。電池寿命は、振動モータを連続稼働させた場合に約 3 時間であったが、通常の使用ではモータを連続運転させることはないため、少なくとも一日程度の稼働は可能である。その一方で、今回試作したユニットでは振動強度がやや弱いという問題も指摘された。振動強度に関しては、振動モータのユニット内配置により改善できることが明らかになっており、今後対応する予定である。

4. まとめ

振動子側に一切の配線を必要としない、完全無線型ユニットによる振動刺激システムの構築について述べた。今後は、ユニットをより小型化・効率化するなどの改良を行うとともに、効果的な刺激提示手法について検討を行う。

謝辞

本研究は、情報通信研究機構の研究委託「軽度脳障害者のための情報セラピーインタフェースの研究開発」により実施したものである。

参考文献

- 1) 鉄谷信二ほか, “ネットワークを利用した情報セラピーインタフェース —軽度脳障害者のためのコミュニケーションを利用した療法への展開—,” 信学技報 WIT2003-68, 2004.
- 2) A. Jones *et al.*: “Development of a Tactile Vest,” Proc. of 12th Intl. Symp. on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, pp. 82-89, 2004.