

どこでもタップ: 装着部位を問わないウェアラブル機器用入力機構

福 本 雅 朗†

Tapping Anywhere: A mounting-position-free wearable input device

FUKUMOTO, MASAOKI†

1. 操作と装着部位

通常、ウェアラブル機器の操作は機器自体に直接触れて行なわれる為、装着位置によっては操作が困難になる(手が届きにくい等)ことがあった。機器に直接触れずに操作するには、発話音声や衝撃音をマイクで捉えたり、打鍵で生じた振動をセンサで捉える¹⁾手法があるが、距離に伴って信号が減衰する為、機器との距離を大きく離すことが難しい。また、カメラを用いる手法²⁾は距離を確保しやすいが、見通し状態を必要とするなど、機器の装着部位には制限があった。

そこで、機器の装着部位によらず、同じ動作でコントロールできる機構を提案する。足先や指先でのタッピングによって生じる人体の帯電量や静電容量の変化を、機器に設置したセンサで検出する。人体の持つ導電性を用いることで、距離や見通し状態に影響されず、任意の部位に装着した機器を、直接触れることなく操作可能である。手足には機器を装着する必要が無く、また手と足による操作も分離して検出できる。

2. どこでもタップ

“どこでもタップ”は、人体の任意の部位に装着した機器を、手足のタッピング動作によってコントロールする入力機構である。以下に、本機構の構造を説明する。

2.1 足によるタッピングの検出

踵をつけたまま足先を床から上下させるタッピング動作を行なうと、靴下・靴および床が擦れ合って静電気が発生する。これにより人体の電位や帯電量が変化する為、チャージアンプ等の電荷量センサで測定できる。

この場合、人体はひとつの導体と考えられるので、測定は人体のあらゆる部位で行なうことができる。従って、機器(=センサ)の設置位置にかかわらず、足先によるタッピングの検出が行なえる(図1の①)。なお、人体と検出電極は直接触れている必要は無く、薄い絶縁体や衣服を通した状態でも検出可能である。

2.2 手によるタッピングの検出

指先は足と異なり衣服などで覆われずに露出している為、指先で周囲の物体(柱や壁など)をタップしても静電気は発生しない。しかし、タップしている間は人体と周囲物体が接触している状態になる為、人体をコンデンサとして見た場合の静電容量が増加することになる。静電容量の変化量検出はタッチスイッチやタッチパッドで用いられており、同様のセンサで測定できる。足先の場合と同様、測定は人体のあらゆる部位で可能である(図1の②)。タッチスイッチのセンサには、パッシブ方式(誘導ノイズの変化量を測定)と、アクティブ方式(印加信号の減衰量を測定)があ

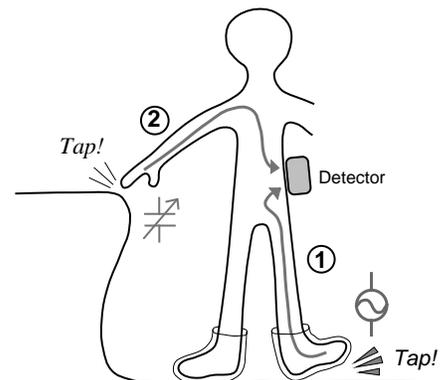


図1 どこでもタップの構造

Fig. 1 Mechanism of "Tapping Anywhere"

手足によるタッピング動作を任意の部位で検出できる

† NTT ドコモ 総合研究所

NTT DoCoMo Research Labs.

人体の帯電量センサ³⁾や、非接触検電計のセンサも使用できる。

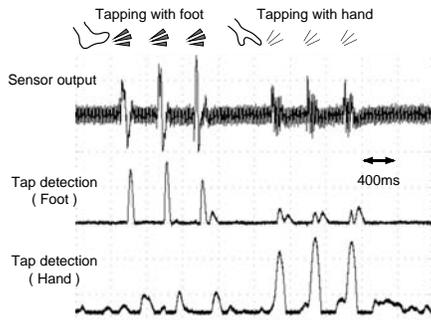


図 2 センサ出力及びタップの識別
Fig. 2 Sensor output and tap detection
手足によるタップ動作を分離できる

る。いずれの方式でも検出は可能だが、パッシブ方式では上述の足タッピングとセンサ部分を共用できる。一方アクティブ方式は、周囲状況（交流電源の有無や電界強度等）の変化に強い。どちらの方式でも、薄い絶縁体や衣服を通した状態でも使用できる。

図 2 に、足先及び指先によるタッピング時のセンサの出力波形と、手足の分離結果を示す。ここでは、チャージアンブ式帯電量センサ（パッシブ式タッチセンサと共用）を使用し、額部分に 2mm 厚のプラスチック板を介して接触させている。まず、床に踵をつけたまま足先で 3 回タップ動作を行ない、次いで手の指で机を 3 回叩いた¹。グラフ最上段（センサ出力）では、足によるタッピングと、手のタッピングでは出力波形が異なっている。従って、簡単なフィルタ回路を用いるだけで、両者の弁別が可能である²。グラフ中段に足タッピング・下段に手タッピングの検出結果を示す。

2.3 リズムコマンド

タップ動作を用いてコマンドを表現する手段としては、リズムを用いるもの¹⁾がある。4~5 タップによって 10~30 種類のコマンドを表現でき、単一の機器に対する多種の操作のほか、身体中に装着した複数機器の個別コントロールが可能である。

3. 活動量センサ

本機構は、タップ動作によるコントロールの他にも、活動量センサとしての応用も可能である。加速度センサを用いた従来の万歩計や活動量センサは、設置場所によって出力が大きく異なるという問題があった。これに対し、本機構は装着場所によらず、手足による各種動作を検出できる。

¹ 足には靴下及び靴を履いており、手は何もつけていない。

² 厳密には、足のタップによる誘導量の変化や、手のタップによる静電気の放電がある為、クロストークが存在する。

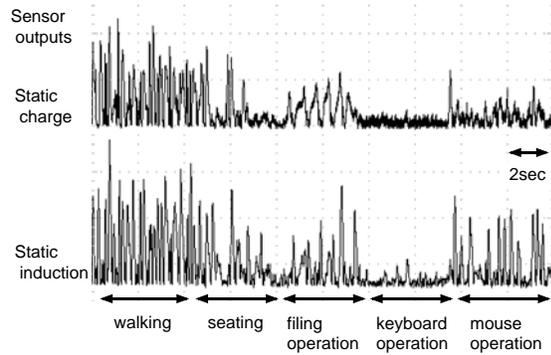


図 3 各種行動時のセンサ出力
Fig. 3 Sensor outputs while various actions
行動によって出力パターンが異なる

図 3 に、各種動作を行なった場合の腰部センサ（下着及びシャツの上から装着）の出力を示す。上段が帯電量センサ、下段がタッチセンサである。動作は歩行 着席 書類整理 キーボード打鍵 マウス操作の順で各 4 秒ずつ行なった。グラフによれば、どちらのセンサを用いても、歩行や着席等の大きな動作だけでなく、上半身だけが動いている書類整理動作や、腕だけが動くマウス操作³が検出できている。なお、手首から先だけが動くキーボード操作の場合には、帯電量センサを用いた検出は困難である。タッチセンサではわずかに反応が見られ、センサ感度を向上すれば検出できる可能性がある。

4. おわりに

どこでもタップを用いると、手の届きにくい場所に装着した機器も簡単に操作できる。また、センサの連続的な出力を認識すれば、行動把握や異常検出等にも適用できる。ウェアラブルな用途以外でも、静電気を発生させやすい素材の組合せ⁴を機器表面に貼り付ける、遠隔無電源振動センサなども考えられるだろう。

参 考 文 献

- 1) 福本雅朗, 外村佳伸, “指鉤: 手首装着型コマンド入力機構”, 情処論文誌 Vol.40, No.2, pp.389-398 (1999).
- 2) Vardy, A. Robinson, J. Li-Te Cheng, “The WristCam as input device”, ISWC99 Digest of Papers, pp.199-202 (1999).
- 3) 滝口清昭, “自然歩行データ取得システム”, 情報処理振興協会 (IPA) 平成 13 年度未踏ソフトウェア創造事業成果報告論文 (2002).

³ 実際には、マウスを持つ為に手を動かした時に、手と机との接触状態が変わったことを検出している。

⁴ ウールとアクリルなど