

呼吸と歯音信号を用いたウェアラブルコンピュータの ユーザーインターフェース

葛目 幸一 † 石渡 寛明 †

User Interface Device Using Expiration And Tooth-Touch Sound Signal For a Wearable Computer

KOICHI KUZUME † and HIROAKI ISHIWATA †

1. はじめに

ウェアラブルコンピューティングとは、「いつでも、どこでも、たえず、ユーザが意識することなく、コンピュータを自由に利用できる」、コンピュータを常に持ち歩く究極の形態である。ウェアラブルコンピューティングの実現には、使用方法が簡単で、ユーザに拘束感を与えず、どこで使っても問題にならない、マウスやキーボードなど、既存のデバイスとは異なる新しい入力インターフェースが求められている。これまで奥歯を噛む時に発生するこめかみの動きを光センサで検出し、機器の制御に利用する研究がある¹⁾。また、最近、我々は歯音信号を用いた入力インターフェースを提案し、現在実用化に向け研究を進めている²⁾。このデバイスはユーザ自身が歯を噛み合せた時の歯音を頬または耳に装着した骨伝導マイクで検出し、入力信号として利用するものである。しかし、これらのデバイスは制御コードの数の制限があるため入力効率が低く、長時間の使用により肉体的負担が大きくなるなどの問題があった²⁾。

本研究では、制御信号として歯音信号に新しく呼吸信号を加え、入力効率を大幅に改善する新しい入力インターフェースを開発した。呼吸を入力インターフェースの制御信号として利用した先行研究はあるが、呼吸の検出にプレストマイクを使用しているため、音声にも反応し、呼吸信号の検出に複雑な処理が必要であった³⁾。本システムでは、呼吸の検出に音声には全く反

応しなり Piezofilm センサを用いてこの問題を解決した。本論文では、呼吸と歯音信号を用いたウェアラブルコンピュータの入力インターフェースを実現するために呼吸と歯音信号の検出法、システムの実装、実システムへの応用、ならびにその動作テストを行いインターフェースの有用性について検討する。

2. 歯音信号の解析と検出

歯を噛む強さ、即ち歯音信号の振幅は年齢や性別、インターフェースの使用時間に依存する。そこで、まず、歯音信号の特徴を明らかにするため信号の周波数スペクトル、持続時間、振幅などを計測し、解析した。その結果、歯音信号の周波数スペクトルは 600Hz 付近に存在し、持続時間は、10msec 程度とユーザが次の歯音を発生させるのに必要な時間に比較して十分短く、それらには大きな個人差は認められなかった。しかし骨伝導信号には音声信号も含まれ、インターフェースの誤動作の原因になるため骨伝導信号から歯音信号のみを取り出す必要がある。一般に音声信号は、歯音信号の周波数スペクトルとオーバーラップしているため、通常の BPF では歯音信号のみを正確に検出することは出来ない。そこで骨伝導信号に含まれる歯音信号と音声信号を正確に識別し、歯音信号のみを検出する「信号適応閾値処理法」を考案した²⁾。図 1 に開発したインターフェースの装着の様子を示す。骨伝導信号は頬に装着した骨伝導マイクより検出した。図 2 に本手法による歯音信号の検出結果を示す。音声信号の振幅よりも小さい歯音信号でも正確に検出されていることがわかる。

† 弓削商船高等専門学校 情報工学科

Department of Information Engineering, Yuge National
College of Maritime Technology

3. 呼気信号の解析と検出

本研究では、呼気の検出に、小型、軽量で微少な呼気でも検出できる適度な弾性をもつ $13 \times 25\text{m}$ の piezofilm センサを使用した。また、呼気の方法を特定できるように、センサは唇から約 8cm の位置に、右側・中央・左側の 3ヶ所にセットした(図1参照)。図3に唇を変形させて左、中央、右の3方向に順次センサに向け息を吹きかけた時に観測されたセンサの出力波形を示す。実験結果より呼気を3方向とも互いに独立して正確に検出できる事がわかる。センサにより検出された信号は、呼気信号である高周波成分に加え DC 成分やハム雑音が含まれているため整数型スライムウェーブレットフィルタにより高周波成分のみを取り出し、その信号のエネルギーから呼気信号の判別を行った。呼気の長短と呼気の方法の違いに異なる制御コードを割り当て制御スイッチの数を多くし、入力効率の改善をはかる。

4. 実装と応用

前章で述べた呼気と歯音信号検出機能を含むシステムを FPGA(Field Programmable Gate Array) によりハードウェア化した。このシステムには、歯音検出回路の他にユーザの歯音信号の大きさや歯音入力の間隔を算出する機能が付加されている。また、呼気信号の検出には外乱雑音判別機能や呼気の長短を識別する機能が実装されている。入力デバイスの動作を確認するため市販の CD プレイヤーのリモコンの入力スイッチに、開発したインターフェースの出力をフォトカプラを介して接続した。制御の具体的方法は、まずユーザが使用に先立って連続して 5 発の歯音を入力した後、呼気を 1 センサにつき短い呼気と長い呼気を入力(合計 6 回)する。これらのデータをもとに歯音の入力速度と呼気の長短を判別するための閾値を算出し、システムをユーザに適応してカスタマイズする。実験の結果、入力インターフェースは設計どおりに動作することを確認した。

5. まとめと今後の研究

ウェアラブルコンピュータのための呼気と歯音信号を用いた入力インターフェースを提案した。まず、骨伝導信号から歯音のみを検出する「適応閾値処理法」を考案しその有効性を示した。また、呼気信号の長短やその方向を piezofilm センサアレイにより容易に検出でき、インターフェースの制御スイッチの数を大幅に改善した。次にシステムをハードウェア化し、

CD プレイヤーの制御に応用し、その動作を試験を実施した。その結果、提案したシステムは、入力インターフェースとして高い実用性を持つことを確認した。今後は試作したシステムのユーザビリティの評価と呼気信号に対する外乱雑音の軽減についてさらに検討を加え、誤動作の少ない、より実用性の高いシステムの実現に向け研究を進める予定である。

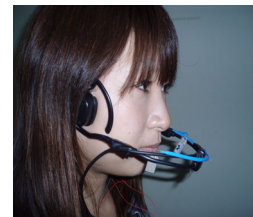


図1 インターフェースの装着の様子

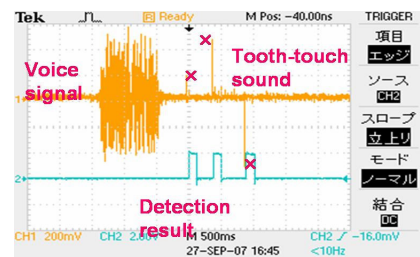


図2 歯音信号の検出結果

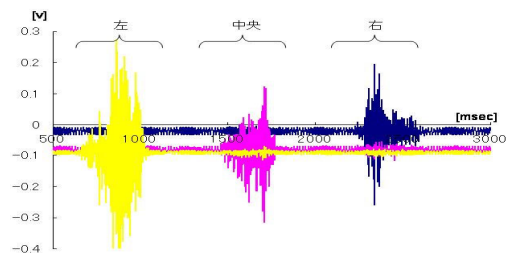


図3 呼気信号の検出結果

参考文献

- 1) 谷口和弘 他：生体情報を利用したウェアブルコンピューティングのためのヒューマンマシンインタフェースの開発, ROBOMECH2007, CD-ROM, 2A2-A09, (2007).
- 2) K.Kuzume : A Character Input System Using Tooth-touch Sound for Disabled People, IC-CHP2008, Lecture Note in Computer Science. pp.1157-1160(2008).
- 3) 伊賀聡一郎 他：Kirifuki:呼気・吸気を利用した GUI 操作環境の提案, 情報処理学会 HI 研究会 1月.(2000).