

## 入出力機能を兼ね備えた口腔内デバイスの提案\*

樋口文人 伊賀聡一郎 安村通晃†

慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科‡

〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤 5322

Tel: +81-466-47-5111

Fax: +81-466-47-5041

e-mail: wenren@sfc.keio.ac.jp

### 1 はじめに

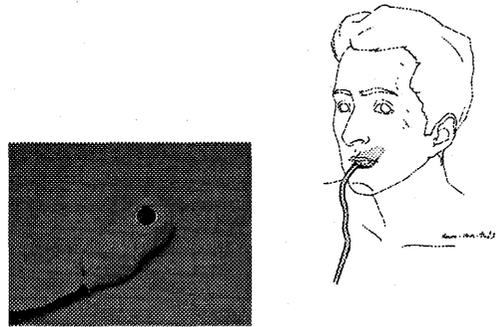
本研究では口腔内で使用する入出力を兼ね備えたインターフェイス・デバイスを提案する。情報技術の発展によりコンピュータを利用する環境は、従来のキーボードとディスプレイとに向き合って使うオフィス型の環境からモバイル・コンピューティングやウェアラブル・コンピューティングに代表されるオフィス外や屋外で使用するより動的な環境が注目されるようになってきている [1]。これに伴い利用者とのユーザ・インタフェースもシステムの利用環境に適したものが必要になっている。

このような動的な環境の下では利用者は何らかの動作を行っている。人間が何らかの動作を行っている最中に手を用いて機器を操作することは必ずしも容易ではない。筆者らは利用者の行っている動作に伴う四肢の制約から自由なインタフェースとして口腔内デバイスの利用を提案する。歯または舌を用いて操作する口腔内デバイスの利用は、コンピュータ・システムとのインタラクションにおける手足を用いないハンズ・フリーな操作手段であり、コンピュータの利用環境を拡げていくための一つの重要な選択肢である。

提案する口腔内デバイスは健常者が動作や作業を行うために両手を空けておく必要がある場合などに適している。この他、障害者に対しても入力操作と出力操作で交互に別の補助デバイス切り替えるなど、余分な設備や動作を必要としない軽快な操作環境を提供することができる。

### 2 口腔内デバイスの構造

試作した口腔内デバイスの大きさは厚さ9ミリ、幅21ミリ、長さ48ミリである [図1]。上面と下面の各々に薄型の押しボタン型スイッチがあり、内部に圧電ス



(a) Appearance

(b) Image in use

図1: 試作した口腔内デバイスの外観

ピーカがある。これらの部品の電氣的接合部をエナメルで保護したのち繊維系樹脂粘土で成形してある。スイッチとスピーカに接続している2本のシールド線がデバイスの一端から伸びている。

このデバイスの操作は図2に示すように歯と舌を使って上下のスイッチを押すことで発信し、また歯でデバイスを軽く噛むことで音声信号を受信する。

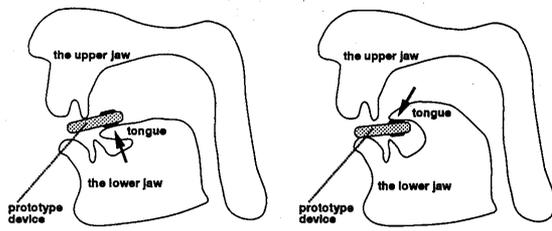
各スイッチを一定時間に出来るだけ速く繰り返し押す、二つのスイッチを交互に出来るだけ速く押す、という作業を被験者に行ってもらった [2]。これらの作業の観察から個人差はあるが試作した口腔内デバイスの操作の習得は容易であるといえる。また、この実験で得られた操作に必要な時間間隔のデータをもとに、シングル・クリックとダブル・クリックとを識別するための閾値を決定した。つまり本デバイスでは二つのスイッチによる二種類の操作の組み合わせによる合計四種類の信号を出力することが可能である。これにより表形式や単純なメニュー構造のデータベースからの情報の検索を行うことができる。

試作デバイスの音響特性は人間の可聴閾のうち高音

\*An proposal of intra-oral devices with I/O capabilities

†Fumito HIGUCHI, Soichiro IGA, Michiaki YASUMURA

‡Keio Univ. Graduate School of Media and Governance



(a) Lower switch (b) Upper switch

図 2: 試作デバイスの操作法

部と低音部が聞えにくく中間の限られた音域のみが強調されている。これは、圧電スピーカの特性と外装材料などの制約のためである。本デバイスの利用に際してはニュースや天気予報など音質があまり問題とならない応用に適しており、音楽など高い音質を必要とするものには適していない。

### 3 応用

本デバイスを用いたプロトタイプ応用システムとしてネットワークを介して簡単なメニュー構造を持つデータベースからの情報を検索するクライアント・サーバー・システムを構築した。クライアントはマッキントッシュ (Power Macintosh 8500/150) 上で動く LabVIEW プログラムとして実装した。サーバーは Windows98 上で VisualBasic 5.0 を用いて実装し、プロトタイプ応用システムを構成した。ネットワークのプロトコルには UDP を用いている。

### 4 検討

試作した口腔内デバイスでは入出力信号を取り出すためのケーブルが接続されている。実用的には、ケーブルなど利用者の動作の妨げになるような付属品を無くすことで、より活動度の高い動作を行う場合にも口腔内デバイスを利用することができる。入出力の伝送に無線を利用することで利用者により制約の少ないインタフェースを提供することができる。最近話題の Bluetooth [3] などの技術が携帯機器相互の接続のために普及すれば無線タイプの口腔内デバイスの実現も容易となり、さらに様々なアプリケーションに利用することも可能になる。

有線・無線という分類の他に、口腔内デバイスはデバイスに対する操作方法と口腔内デバイスの人体外部への露出度により分類できる。今回試作した口腔内デバイスではボタンあるいはスイッチを押す、歯で挟む・噛む・

銜えるという動作により入出力操作を行う。これ以外にもなぞる、傾ける、回す・回転させるなどの動きが可能でありシステムとのインタラクションに利用できる。デバイスの露出度は試作した口腔内デバイスのように完全に口腔内に隠れてしまうものから、口の外に置いて全て外部に露出しているものまで様々なタイプがありえる。露出度が低いものほど口腔内の空間に収まらなければならないという制約を強く受けることになる。また露出度の高いものほど利用時におけるデバイスの保持方法に工夫が必要となる。

従来から、呼気スイッチやマウス・スティックなどの口で操作するインタフェース・デバイスは身体障害者など標準的な手で操作するインタフェース・デバイスを利用できない人たちのために開発されている。これらの研究では口腔で利用するこれらのインタフェースを入力手段としてとらえており、コンピュータからの出力は別の方法に依っていた。本研究で提案する口腔内デバイスはスイッチによる入力と骨伝導による音声出力の両方の機能を一つのデバイスの内部に収めているため利用者がインタラクションの度ごとに操作するデバイスを交換する必要がなく、利用者への負担が少ない。

### 5 おわりに

本研究では口腔内デバイスをモバイル・コンピューティングやウェアラブル・コンピューティングなどの環境で利用することを提案した。また、そのために入出力機能を兼ね備えた口腔内デバイスを試作しプロトタイプ・システムにおいて利用を試みた。さらに本研究で提案した口腔内デバイスの今後の展開について議論した。

### 参考文献

- [1] Asim Smailagic, Daniel P. Siewiorek; A Case Study in Embedded Systems Design: VuMan 2 Wearable Computer, *IEEE Design and Test of Computers*, Vol. 10, No. 3, pp.56-67, 1993.
- [2] Fumito Higuchi, Soichiro Iga, Michiaki Yasumura; A tonguing approach: A trial for a taste of a new user interface, In *Proc. of World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI'99/ISAS'99)*, Vol. 4, pp.66-71, 1999.
- [3] 蓬田宏樹; 姿現す *Bluetooth*, 携帯機器間を無線でつなぐ, 日経エレクトロニクス, no.747, pp.47-54, 1999.