

中山科学振興財団活動報告書 2012

- ・ 助成の種類： 平成 24 年度研究助成
- ・ 研究テーマ： 「身体的制約を克服する MEMS による微小舌尖動作計測を用いた実世界—情報インタラクション支援」
- ・ 氏名： 檜山 敦
- ・ 所属： 東京大学大学院 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻

活動報告

研究の目的

本研究では、身体の一部の中でも実世界インタラクションへの干渉が少なく、繊細な運動が可能な舌に着目し、舌先がかけた微小な力変化の高解像度計測により情報機器への多彩な入力操作を実現することを目的とする。提案するインタフェースにより、身体の不自由なユーザやウェアラブルコンピューティングの情報コンテンツに対するアクセシビリティを飛躍的に高めることになる。

本研究課題の国内及び海外での研究の現状と位置づけ

情報通信技術の発達により、ネットワークを通じて実世界の状況に応じた情報を取得できる基盤が整いつつある。特に、超高齢社会の到来に伴い、低負荷かつ使いやすい常時着用・利用可能な入力インタフェースの必要性が高まっている。しかしながら、既存のインタフェース技術では、実世界と情報とに対するインタラクションをパラレルに行うことは難しい。コンテキストウェア技術による受動的な入力技術の発展は目覚ましいが、能動的な入力操作に関しては特別な身体動作が要求される。福祉情報工学における手にかかわる入力方式として目/脳波/舌の活用が挙げられる。目や脳波は外界インタラクションとの干渉が大きい。それに対し、近年、国内では ATR、海外では米ジョージア工科大学[1]、Microsoft [2]や Disney [3]の研究所において舌を活用した入力インタフェースが有望視され開発が進められている。

しかし、これらの手法では、2bit 程度の入力情報量、装着負担、舌の大きな運動による疲労という問題を抱えている。それに対し、申請者らはセンサ表面に生ずる微細なせん断力をアナログ検出するMEMSセンサを用いたマウスピース型インタフェースの研究開発により24bit 相当の情報入力の実現に加え、装着負担、利用負担を飛躍的に低減し、実世界における情報アクセシビリティを向上させる。本システムの構成を図1に示す。

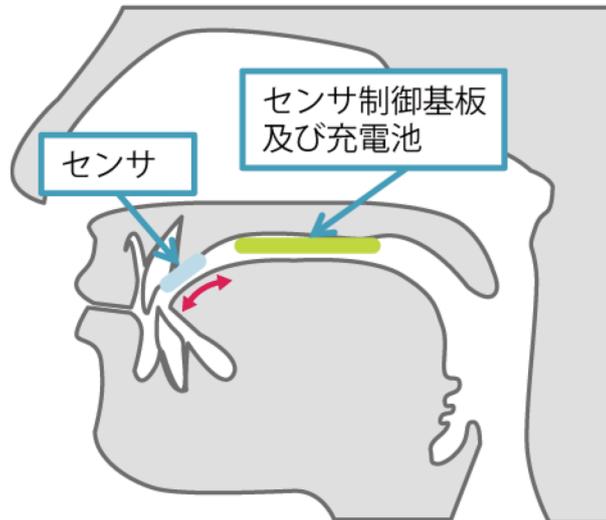


図 1 提案システムの構成

提案手法の実装と評価

本研究では、前項の課題に対し、3軸せん断力マウスピース型インタフェースの試作及び基礎的検討を行った。

今回、第一世代、及び第二世代のセンサ制御基板を作成した。二世世代目のセンサ制御基板の外観を図2に示す。また、第一世代・第二世代の仕様の一部を、それぞれ表1、表2に示す。口腔内のリテーナー(マウスピース)に収める為、小型化が重要なポイントであった。二回の試作を通して、以下の点でシステムの改善を行った。1) センシングアナログ回路設計の改良により出力値のノイズの低減を実現した。2) プリント基板厚みを1.6mmから0.8mmへと薄型化すると共に配線を4層から2層へと変更した。3) 電源回路の安全対策としてリセタブルヒューズを搭載した。4) センサ出力値への温度影響の補正を実施することで、センサの出力精度を向上させた。

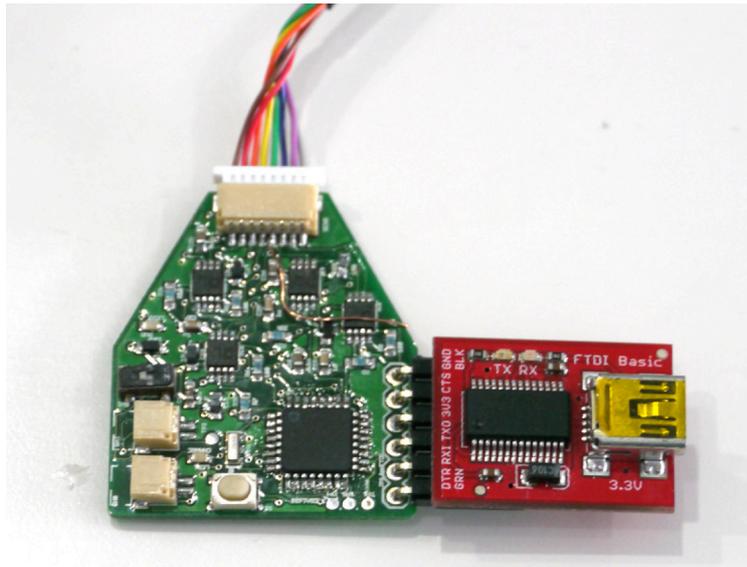


図 2 今回作成したセンサ制御基板 (第二世代)の外観

本システムは、本制御基板、3軸せん断力センサ、リテイナー(マウスピース)から構成される。各構成要素の配置と外観を図3に、実装した基板回路図を図4に示す。リテイナーの素材として、複数の歯科用レジン及びプラスチックシートを用い試作を行い、その適性を検証した。具体的には、粉末常温重合レジンおよび、バキュームマシン成形 ポリカーボネイト製プラスチックシート(0.5mm厚、0.75mm厚、1.00mm厚、1.50mm厚)を用い複数のリテイナーを製作した。これらを、装着時のユーザの違和感及び操作のしやすさの観点から官能評価により検証し、本実装では0.75mm厚のポリカーボネイト製プラスチックシートを採用した。

表 1 センサ制御基板(第一世代)仕様

外形	30mm x 35mm x 8mm
マイクロコントローラ	ATMEL ATMEGA328P
センサ	3 軸せん断力センサ
センサ出力値温度補正	なし
電源電圧	3.3V
バッテリー	Li-ion 3.7V 80mAh
通信	UART
基板厚	1.6mm
重量	12g

表 2 センサ制御基板(第二世代)仕様

外形	30mm x 35mm x 5mm
マイクロコントローラ	ATMEL ATMEGA328P
センサ	3 軸せん断力センサ
センサ出力値温度補正	あり
電源電圧	3.3V
バッテリー	Li-ion 3.7V 80mAh
通信	UART
基板厚	0.8mm
重量	8g

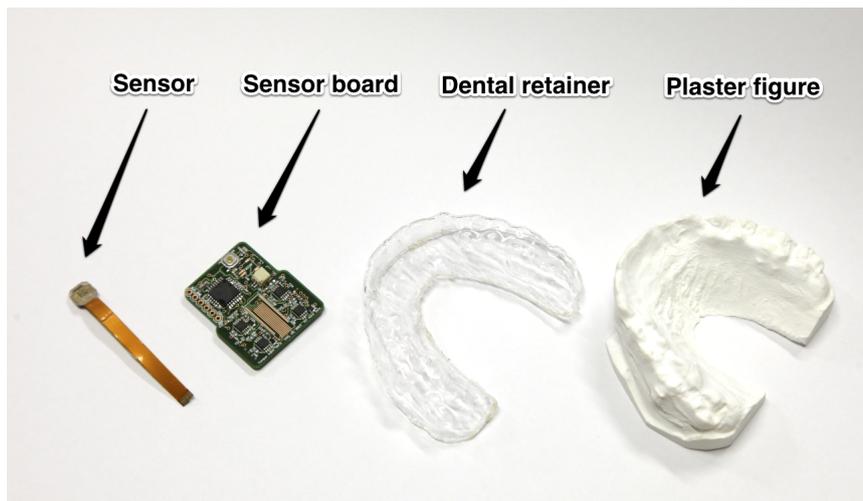


図 3 センサを口内に設置するためのリテーナーの外観

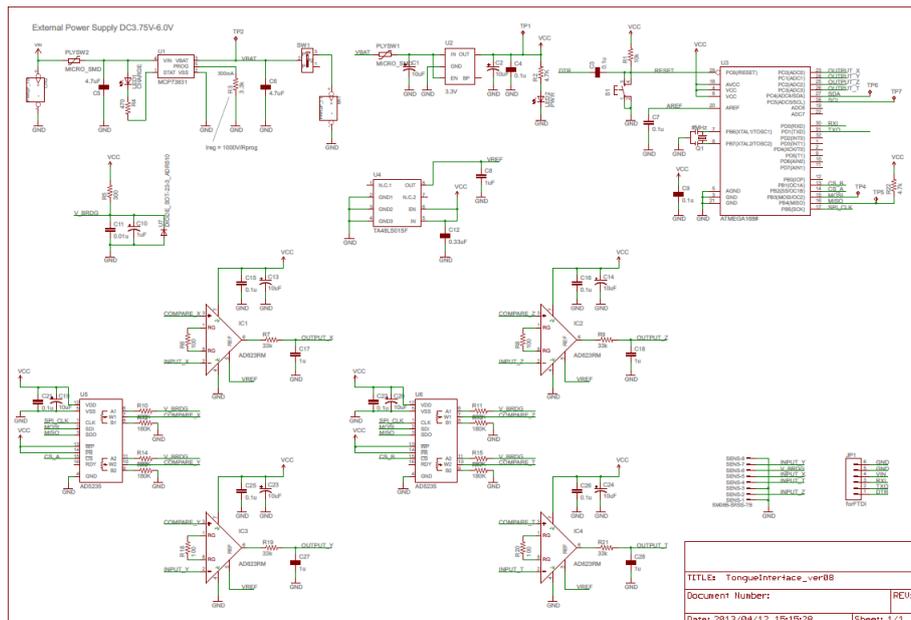


図 4 今回作成したセンサ制御基板の回路図

今回採用した 3 軸せん断力センサは温度の影響を受けるため、室温と口腔内の温度変化による出力値の変化をキャンセルする温度較正を行った。その手順は以下のとおりである。

1. 計測用ステージにセンサを設置し、アンプ・CPU 基板に接続する。
2. 調温ヒーターを目的温度に設定し、3 軸せん断力センサ近傍に設置されたモニタ用熱電対の温度が目標温度に安定するまで待機
3. 温度安定後、X,Y,Z 電動ステージで位置の制御を行い、3 軸せん断力センサを天板に押し付け、圧力・せん断荷重を加える。この際のデータを取得する
4. ヒーターの設定温度を 30℃、35℃、37℃として手順 2~3 を繰り返す。

本実験の詳細を図 5 に示す。温度補正を行わない場合では、温度を 30℃から 37℃まで変化させた際に、X 軸: 1.5N, Y 軸: 0.4N, Z 軸: 0.8N の誤差が生じたのに対し、温度較正を行った場合は、X 軸: 0.2N, Y 軸: 0.2N, Z 軸: 0.8N と、温度ドリフトを大きく軽減できた事が確認された。これにより、温度補正機能を有していなかった第一世代に対して、第二世代のセンサ制御基板では口腔内の温度変化からの影響が少なく、適切な出力を得られるようになった。よって、舌尖による 3 軸のアナログ値での入力の実現された。これは、従来の口腔用入力装置では主にデジタルでの 4~5 チャンネルでの入力(2~3 bit)に制限されていた事に対し、3 次元での 24bit 相当での入力の実現され、実世界における情報アクセシビリティを大きく向上できると考えられる。

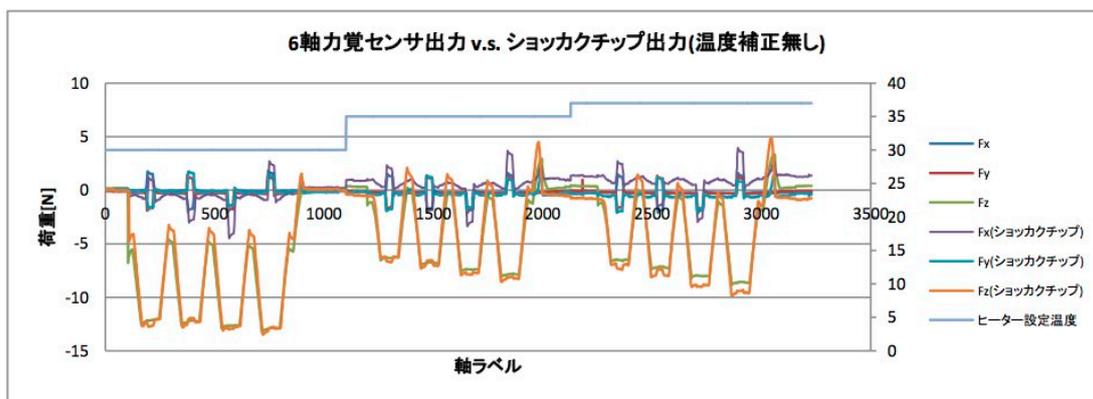
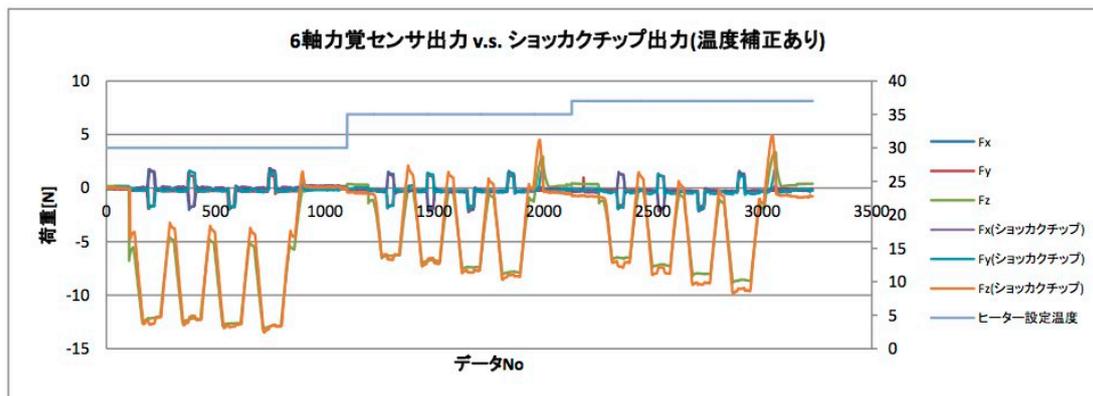


図 5 せん断力センサ温度補正結果の検証：温度補正なし(上図)、温度補正あり(下図)

以上により、本助成では 3 軸せん断力センサを用いた口腔内インタフェースの基礎的機能を実現した。今後は、ここで実装したセンサ制御基板および口腔内インタフェースを用い、スマートフォンやヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いた、実際のモバイル用途でのアプリケーションを作成し、操作性の評価実験及び改善を行い、研究成果を論文として発表する。

謝辞

本研究は、中山科学振興財団の平成 24 年度研究助成を得て行われました。ここに、心より御礼申し上げます。

参考文献

1. Huo, X., Wang, J., Ghovanloo, M. A magneto-inductive sensor based wireless tongue-computer interface. IEEE Trans on Neural Sys Rehab Eng. 16(5), pp.497-504. (2008)
2. Saponas, T.S., Kelly, D., Parviz, B., Tan, D. Optically sensing tongue gestures for computer input. Proc. UIST '09, pp.177-180 (2009)
3. Slyper, R., Lehman, J., Forlizzi, J., Hodgins, J. A Tongue Input Device for Creating Conversations. Proc. UIST '11, pp.117-126 (2011)