

ダンパ構造を有する超音波プローブ用ヘッドセットの試作*

○北村 達也 (甲南大), 能田 由紀子 (国語研), 正木 信夫,
孫 静 (神戸大/甲南大), △岸 竜也 (キシテック)

1 はじめに

超音波画像法を用いた舌運動の計測 (Ultra-sound Tongue Imaging, UTI) においては, 超音波プローブ (以下, プローブ) を上向きに下顎に固定する. プローブの安定した固定は極めて重要であるため, 様々な固定装置が開発されてきた.

UltraFit [1] は代表的なプローブ固定装置である. UltraFit はヘッドセット型をしており, 頭部から下向きにつながるアームの先端に水平に固定されたバーにプローブを固定して下顎に密着させる. UltraFit はその各部品の長さや角度を話者の頭部形状やサイズに応じて調整できる上, 軽量の樹脂製であるため, 計測における話者への負担が少ない.

しかし, UltraFit により下顎に固定されたプローブは, 開口の際に下顎に食い込むことがある. これは下顎の動きの制約と痛みで発話を阻害するばかりでなく, 計測中にその原点であるプローブ先端と下顎 (舌) の位置関係が変動するという根本的な問題を引き起こす. そこで, 我々はこれらの問題を軽減することを目指し, プローブ保持部にダンパ構造を持たせたヘッドセットを開発している. 本稿では, 試作 1 号 [2] に改良を加えた試作 2 号を紹介し, 予備的な評価実験の結果を示す.

2 プローブ用ヘッドセット (試作 2 号)

ヘッドセット試作 2 号を図 1 に示す. 本研究では, 製作費を抑えるため市販のフェイスガードの頭部固定部を流用し, これに 3D プリンタにて制作した部品を取り付けている. プローブ保持部左右に各 1 本のバネを上下方向に取り付け, 下顎の動きに応じてこの部分が上下する構造になっている. 実際の開口運動は下顎頭を中心として円弧を描く動きであるが, 提案法ではこの動きを直線的な動きで追従させている.

試作 2 号ではバネの配置を試作 1 号から変更し, さらにプローブ保持部が上下する部分にベ

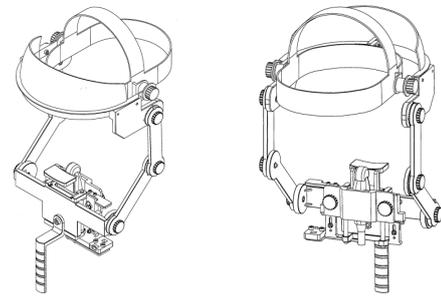


Fig. 1 ヘッドセット試作 2 号. (左) 表, (右) 裏.

アリングを採用し, プローブ保持部が滑らかに動くよう改良している. これにより, プローブの下顎への食い込みを大幅に軽減している.

試作 2 号では, プローブ保持部の前面に 1/4 インチのネジ穴を開けてある. この部分にハンドルを取り付け, 話者自身がこれを把持することによってプローブ保持部を安定させることができる. このネジ穴に市販の三脚を取り付け, プローブ保持部を固定させて計測を行うことも可能である. この構造は森ら [3] にヒントを得たものである.

また, 試作 2 号はプローブ保持部に高さを調整可能な顎台を取り付けることができる. GE ヘルスケア社 8C-RS のような細い超音波プローブ (幅約 25 mm) を用いる場合, プローブ先端の圧力が高くなるため, プローブが下顎に食い込みやすい. この顎台を用いることにより, プローブ保持部をスムーズに押し下げることができる.

3 予備的な評価

話者にヘッドセット試作 2 号を装着して発話させた時のプローブの動きを計測した.

3.1 対象

日本語母語とする成人男性 1 名である.

3.2 超音波画像診断装置

Articulate Instrument 社の Micro-speech research ultrasound システムを用いた. 同システ

* A prototype of headset-style ultrasound probe holder with damper, by KITAMURA, Tatsuya (Konan Univ.), NOTA, Yukiko (NINJAL), MASAKI, Shinobu, SUN, Jing (Kobe Univ./Konan Univ.), and KISHI, Tatsuya (KICTEC)



Fig. 2 撮影した動画の1フレーム(話者周辺のみ切り出し). マーカーを矢印で示す.

ムのプロブ先端部(皮膚と接触する部分)の幅は約35 mmである.

3.3 方法

ヘッドセットと頭部のずれを抑えるため、話者にシリコンコーティングタイプのスイムキャップをかぶらせた。顎台は使用していない。

ヘッドセットおよびプロブの動きを解析するため、これらの右側面に直径5 mmの赤い円形シールを貼りマーカーとした。ヘッドセットには構造上の特徴点6か所に貼り、プロブには長さ130 mmのプラスチック板を固定し、その上の3か所(図1赤丸)に貼った。

話者には、/ai/, /apa/, /ata/, /aka/をそれぞれ約5秒間繰り返し発話させた。計測は2条件で異なる日に実施した: (A) ハンドル把持なし(ハンドルは取り外した状態), (B) ハンドル把持あり。この2条件での計測の様子を話者の右側面からWebカメラ(Logicool BRIO)にて30 fps, 1920×1080 pixelにて撮影し、MP4形式にてPCに保存した。

動画のマーカーおよび話者の顔特徴点(オトガイ, 鼻尖, 鼻根点)の座標をDeepLabCut [4]にて抽出した。収録動画から35フレームを自動抽出し、マーカー等の位置を目視にてラベリングし、モデルの学習を実行した。得られたモデルを用いて動画の全フレームのマーカー等の座標を抽出した。その後、頭部運動の影響を除去するため、鼻根点を原点とし、さらに原点に対する鼻尖の位置(方向)を統一する回転操作を全フレームに施した。

3.4 結果と考察

条件A, Bのマーカーおよび顔特徴点の座標を図3に示す。この図は/aɪ/繰り返しタスクの冒頭

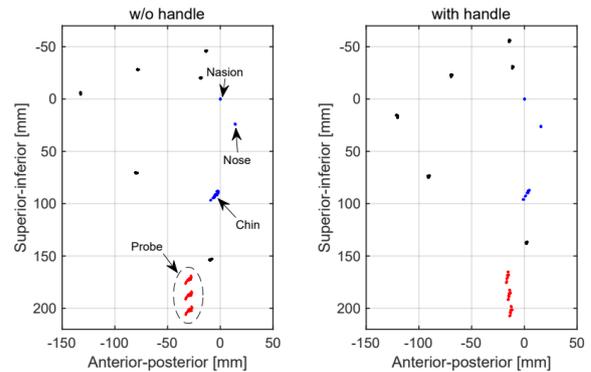


Fig. 3 鼻根点を原点として正規化したマーカーおよび顔特徴点のプロット。(左) ハンドル把持なし(条件A), (右) ハンドル把持あり(条件B).

1 s区間の結果である。オトガイの動きの範囲は、条件Aで前後9.0 mm, 上下7.5 mm, 条件Bで前後5.9 mm, 上下9.0 mmであった。プロブの動きの範囲は、条件Aでは前後5.6 mm, 上下7.5 mm, 条件Bでは前後2.5 mm, 上下10.3 mmであった。条件Aではプロブのマーカーの動きがオトガイの動きに近いのに対して、条件Bでは上下方向の動き(プロブのダンパのバネ方向に沿った動き)が増加する。これはハンドル把持の効果といえる。

4 おわりに

本研究では、UTIにおいて話者に負担を強えずに正確な計測を実現するため、下顎へのプロブ固定を改善するヘッドセットを開発し、その予備的な検討を行った。本稿では触れなかったが、発話に伴いヘッドセットがずれるなどの課題が残されている。撮像した超音波画像の品質の確認も必要である。今後も評価と改良を続けていく。

謝辞 装置を見学させていただいた昭和医科大歯科病院の森紀美江先生、武井良子先生に感謝する。本研究は国語研次世代言語科学研究センター、科研費(No. 24K00067)の支援を受けた。

参考文献

- [1] Pucher *et al.*, *Speech Commun.*, 123, 83–97 (2020).
- [2] Kitamura & Nota, *UltraFest XI* (2024).
- [3] 森ら, *音声言語医学*, 65(3), 135–142 (2024).
- [4] Mathis *et al.*, *Nat. Neurosci.*, 21, 1281–1289 (2018).