

3次元データに基づく 手話の時間的構造に関する呼吸の推定

笠間 健太郎 酒向 慎司

名古屋工業大学

1 はじめに

ろう者に対して、書記日本語で情報を伝えるよりも、手話で直接伝えたほうが良い場合がある。しかし、手話で情報を伝えることができる人は限られている。そこで、代替案として手話CGを用いる試みが行われている。例として、手話で実況中継を行った東京オリンピックでのCG手話アニメーションサービスや、気象情報を手話で伝える天気・防災手話CG[1]があげられる。しかし、手話CGの中には、ろう者の方々から「手話として読み取れるが、違和感がある」という評価を受けているものも存在する。

神田は、呼吸と手話の関係性を重要な研究課題として指摘した。音声言語にリズムが存在するという観点から、手話にもリズムが存在するとし、リズムが手話生成の際の不自然さの原因の一つではないかと考察した。また、そのリズムを生み出している要因の一つが呼吸であり、呼吸が手話の時間的構造に大きく関与しているのではないかと考察した[2]。

しかし、呼吸情報を取得のための機器の装着は自然な手話に影響する可能性があり、手話と同時に呼吸を計測する手法が確立されていない。

そこで本報告では、既存の日本手話データベースから手話の時間的構造に関する呼吸情報を取得する手法を提案する。モーションキャプチャで収録された手話者の3次元データに着目し、吸気および呼気の終了時点を推定し、有効性について検証する。

2 手話中の呼吸情報の取得

ここでは、手話データベースに存在する動画データもしくはモーションキャプチャで収録した3次元データから手話中の呼吸を推定することを検討する。動画データを対象に、呼吸によって生じる動作や身体形状の変化に着目して、呼吸を推定する研究が行われている。それらは安静時を対象としたものである。しかし、手話は体全体を使って言葉を表現するため、動画からの呼吸の推定は困難である。守本らの小動物での

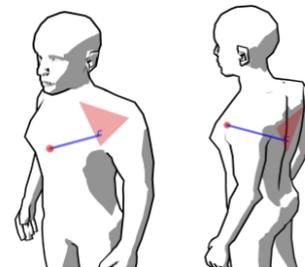


図1: 胸背間距離の模式図

実験[3]では、麻酔下ラットに多くの磁気センサを取り付け、胸部の体積の変化から呼吸を推定することに成功している。

そこで、高精度な3次元データであれば呼吸と肺の体積の変動の関係に着目することで3次元データからの呼吸の推定が可能であると考えた。

3 提案手法

本報告では、モーションキャプチャで収録した3次元データから呼気および吸気の終了時点を推定する。3次元データはKoSign[4]を使用する。

手話のデータベースでは、胸部の体積を求めるための十分なセンサがつけられていない点、肺は呼吸の際、上下左右よりも前後に大きく動く点に着目し「胸背間距離」を設定した。

胸背間距離

図1に胸背間距離の模式図を示す。KoSignで手話者に取り付けられたマーカのうち、手話中の動作の影響が少ないと思われる背中中の3つのマーカからなる平面に、胸部に取り付けられたマーカから垂線をおろす。この垂線の距離を胸背間距離と定義し、この値をモーションキャプチャで収録した3次元データのフレームごとに求め、距離の変化を見ることで呼吸の状態を取得する。

予備検証

呼気・吸気の終了時点を推定を行うにあたり、胸背間距離と呼吸との関係性を検証する。図2のグレーの線は実際に取得した、手話動作中の胸背間距離の推移である。動画から目視で吸気の終了時点が確認できた箇所と、胸背間距離が増加から減少に変化した箇所が一致した箇所がみられた。よって、胸背間距離の増加・減少が変化する時点が呼気・吸気の終了時点であると推測可能である。

呼気・吸気の終了時点の推定

安静時や発話中の正常な呼吸回数は1分間に12~20回であり、安静時の呼吸には周期性があるとされている。しかし、手話中は体が運動している状態であり、手話には特有のリズムがあるとされている[2]ため、安静時のように一定の周期で呼吸をすることはないと考えられる。

本提案手法の流れを説明する。胸背間距離の増加・減少が変化した箇所を呼気・吸気の終了時点であるとする。胸背間距離は、手話中の小刻みな体の動きなどによって発生するノイズの影響を受けていると図2に緑色の四角で示した箇所から考えられるため、ノイズを除去する。ノイズ除去後の胸背間距離の極大値を取ることで吸気の終了時点と推定し、最後に呼気の終了時点と推定する。

ノイズ除去にはガウシアンフィルタを使用し、1回の呼吸に約2~4秒かかる特徴を考慮して、カーネルサイズは2秒に設定する。同様に、吸気の終了時点は次の吸気の終了時点と2秒以上離れているとする。呼気は約1.5秒、吸気は長くても約3秒であることから、吸気の終了時点から0.8秒以上離れていて、次の吸気の終了時点から2秒以内であるという条件を満たす時点での胸背間距離の最小値を呼気の終了時点とする。これらの数値は経験的に設定した。

図2に呼気・吸気の終了時点と推定して得られた結果を示す。青色のグラフがノイズを除去した状態での胸背間距離であり、青と赤の破線は吸気が終了した時点、呼気が終了した時点の推定値を示している。

4 評価

使用するデータと評価指標

使用するデータはKoSigに含まれる「対話11」の男性のデータである。空間分解能0.5mm、約120fpsで収録された474秒の対話データのc3dデータおよび対話をしている男性を正面から撮影した動画を使用する。c3dデータには各マーカの3次元上の位置が1フレームごとに記録されている。動画は、目視で吸気の終了時点を確認できる箇所を求めるために用いる。

まず、推定した呼吸の回数と、成人男性の安静時および発声時の正常な呼吸回数とを比較する。呼吸の回数は吸気が終了した時点と数えることで、求めることができる。次に、映像から目視で確認できた吸気の終了時点と推定できているかを検証する。目視での確認は20代の学生5人に依頼をし、過半数が吸気の終了時点と判断した箇所を用いた。474秒間には少なくとも120回

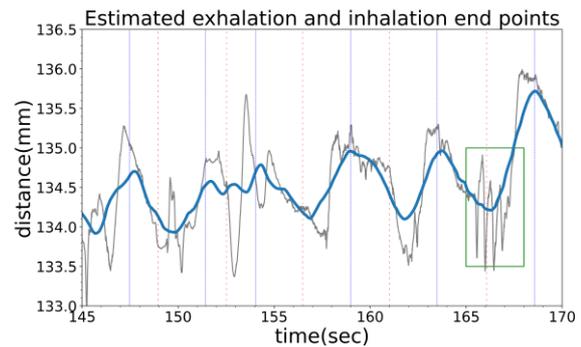


図2: 呼気・吸気の終了時点の推定結果

程度の呼吸が見込まれるが、動画から目視で吸気の終了時点を確認できた箇所は10箇所であり、想定される呼吸回数の1割程度にとどまった。

結果と考察

推定された呼吸の回数は1分間に15.8回で、正常な呼吸回数と比較して大きく外れてはいない。ノイズ除去を行うフィルタのカーネルサイズが原因で、2回分の呼吸が1つになってしまった箇所が存在する。そのため、推定されていない呼吸が残されている可能性がある。

目視で確認できた吸気の終了時点のうち9箇所は本手法で推定できた。呼吸の真値が計測できていないため、本実験では十分な検証ができていないものの、推定された呼吸の周期性や平均的な呼吸回数と乖離していないことなどから本手法は目視での確認が困難な呼吸を推定できる可能性が示された。

5 むすび

本報告では、胸背間距離を用いた手話中の呼吸の推定手法を提案した。目視で確認できる明らかな吸気の終了時点は推定できることが示された。今後は、推定結果を適切に評価する方法を考える必要がある。同一人物の異なる対話データを用いて本手法の一般性を確認する。また、推定された呼吸と手話中の体の動きの関係性を調査する予定である。

6 謝辞

本研究は科研費23747929, 23K11197, 22509579ならびに日比科学技術振興財団の支援を受けた。

参考文献

- [1] <https://www.nhk.or.jp/handsign>, (2023.12.21).
- [2] 神田和幸: “ロボットは呼吸しない”. 手話コミュニケーション研究会論文集, 15-17 (2023).
- [3] 堀内ら: “モーションキャプチャを用いた小動物の非侵襲的呼吸測定法”. 生体医工学, 707-712 (2006).
- [4] 工学院大学: “工学院大学多用途型日本手話言語データベース (KoSig)”. 国立情報学研究所情報学研究データリポジトリ (2021).