

グリッサンド吹鳴時の口笛 MRI 動画からの声道断面積変化推定

岡本 雅弘・森 幹男 (福井大学)

1. はじめに

本研究では、口笛吹鳴時の声道の CT 撮影データ 1 回分から作製した声道模型のプレートを音高変化に伴う声道形状の変化を想定して入れ替えることにより、口笛の音高変化モデルの検討を行った。その結果、音高変化を想定した口腔内形状変化に対して期待通りの音高変化が確認されたが、連続した音高変化として観測された音域は 1/3 オクターブ程度で実際の口笛と比較すると音域が狭いという問題点があった[1]。

そこで、本研究では公開動画を活用して、グリッサンド吹鳴時の口笛 MRI 動画から声道断面積変化を 2 オクターブ程度の音域に対して推定する。

2. 測定方法

本研究では、マックス・プランク研究所が公開しているグリッサンド吹鳴時の MRI 動画[2]から声道中心線を求め、声道断面積変化を 2 オクターブ程度の音域に対して推定した。

1. 声道の抽出：

動画から、一定間隔ごとに静止画を切り出し、各静止画に対して Adobe Photoshop の自動選択ツールを用いることで声道の抽出を行った。

2. 声道中心線：

本研究では、竹本らによって提案された、「マンハッタン距離による手法」[3]によって、声道中心線を求めた。この手法では、各画素において、開始線からのマンハッタン距離を求め、等高線を引き、各等高線の重心を結ぶ線を引くことで、中心線が求められる。

また、この手法では、対象となる図形に分岐がない、始点から終点までがつながっている、という条件を満たせば、複雑な画像においても中心線を導出することができる。

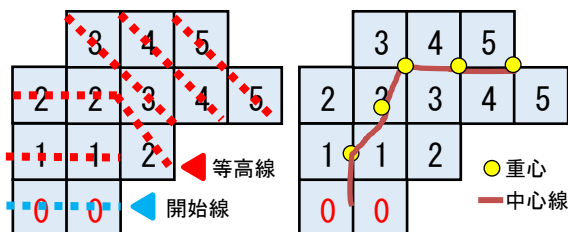


図1 等高線の例

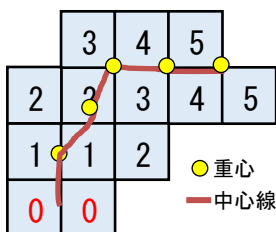


図2 中心線の例

3. 断面積の測定：

上記で求めた声道中心線に対して、垂直な線を引くことで断面の長さを求める。ここでは、各静止画の中心線に対して、等間隔で 17 本の垂線を引き、長さを求めた。

用いた MRI 動画は、正中矢状面の映像のみであり、三次元的な情報が分からないため、正しく断面積を求めることができないが、今回は、各断面

を円形と仮定し、求めた直径から断面積の変化を推定する。

3. 結果

MRI 動画から求めた、約 700~2700 [Hz] の音高変化時の声道断面積の変化を図 3 に示す。縦軸は、最大値で規格化した断面積を示している。

低音吹鳴時には、口唇に近い部分の声道断面積が大きく、音高が高くなると小さくなるのがわかる。

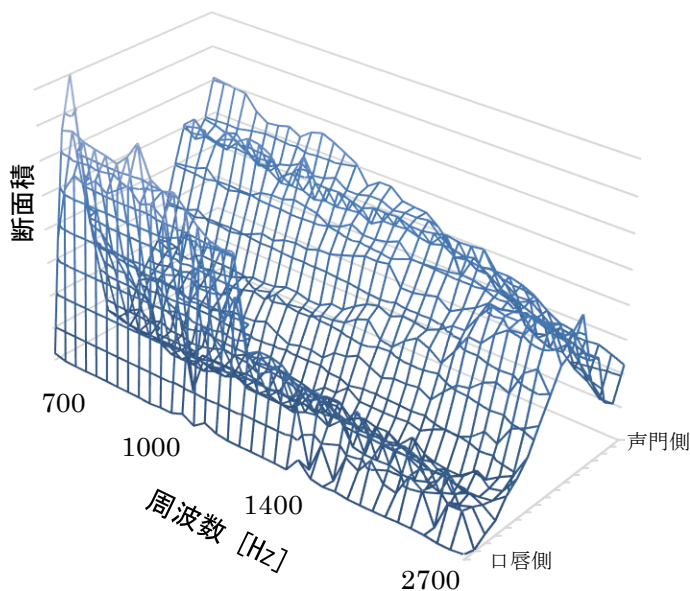


図3 グリッサンド吹鳴時の口笛 MRI 動画から推定した声道断面積変化

4. まとめ

本研究では、公開されているグリッサンド吹鳴時の口笛 MRI 動画から、声道断面積変化を推定した。

その結果、低音吹鳴時は、口唇に近い部分が広く、音高が高くなると狭まることが分かった。

今後は、声道模型を用いた物理実験を行うと同時に、求めた声道断面積から声道の伝達関数を計算することによって、声道の振幅特性を求める。また、声道断面積の推定方法について再検討し、推定精度向上を図る予定である。

参考文献

- [1] 重川直紀, 森 幹男, “声道模型を用いた口笛の音高変化モデルの検討,” 電学論A, Vol. 134, No. 5, pp. 354-355 (2014)
- [2] Seeing the Unseen: <https://thelasttrombone.com/2017/08/22/seeing-the-unseen-trombone-playing-through-the-eye-of-a-mri-scanner-with-the-mri-brass-repository-project/>
- [3] 竹本浩典, 北村達也, “MRIに基づく音声生成の研究手法の概要,” 信学会誌, 94, 585-590 (2011)