

声道形状マッピングインタフェースを利用した運動パターンの音声化
— 運動パターンの投影方法による影響の検討 —

Conversion of motion patterns to vowel sounds using a vocal tract shape mapping interface
— A study on mapping of motion patterns —

山下 健太郎†
Kentarō Yamashita

緒方 公一†
Kohichi Ogata

1. はじめに

本稿は、先に開発された母音合成のための声道形状マッピングインタフェース[1]を利用した運動パターンの音声化について取り扱ったものである。マウスのワンクリックで声道音響管の設定ができる簡易性を利用することで、2次元軌跡で表された運動パターンの音声化を実現している。運動パターンを音声化するシステムの実現は、運動の様態を評価する際の補助的手段としての利用や、視覚に障害がある場合でも利用できる運動の様態の把握手段としての可能性が考えられる。本稿では、運動パターンに対して処理を施すことにより2次元軌跡に現れる特徴を強調し、生成される合成音声への影響について検討する。

2. 声道形状マッピングインタフェース[1]

声道形状マッピングインタフェースは、声道形状に基づく音声合成システムであり、声道形状を近似表現した20個の音響管のパラメータをワンクリックで設定することができる。ここでは、日本語5母音を取り扱うため、図1に示す五角形の座標系を設け、各頂点に母音の声道音響管のパラメータを対応させている。なお、各母音の配置順は生成における母音空間を考慮して決定しており、五角形の中心には5母音を平均した声道形状(Ave.)を配置している。任意の点に対応する声道形状は、各頂点に配置した形状を基に線形補間により計算される。この座標系上で、任意の点を指定することで、その点に対応する合成音声生成される。

3. 運動パターンの音声化

先に述べたマッピングインタフェースの特徴は、複数の座標で構成された2次元軌跡を投影することで、元の軌跡に起因する合成音声を生成できることを意味する。すなわち、2次元軌跡として表現された運動パターンを音声化し、その合成音声から元の運動の様態を把握するコンバータとしての利用が考えられる。

本稿では、運動失調症の診断基準として用いられる指鼻試験における上肢運動の計測データを例に音声化を試みる。投影する2次元軌跡には、上肢運動における速度-距離特性について正規化した円形パターン[2]を用いている。また投影時には各被験者の試行速度についても正規化している。

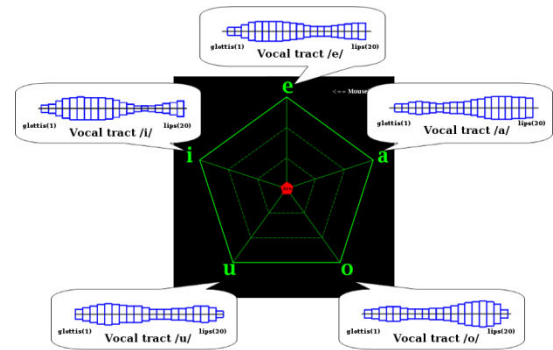


図1 声道形状マッピングインタフェースの概念[1]

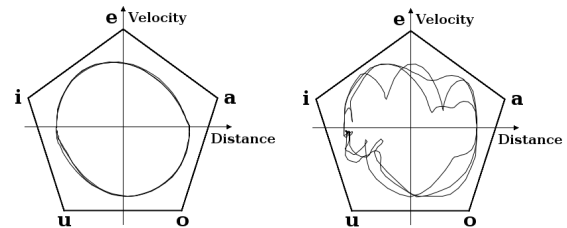


図2 投影した速度-距離特性パターン
(左: 健常者, 右: SCD患者)

3.1 速度-距離特性パターンの音声化

図2に、投影した健常者と脊髄小脳変性症(SCD)患者の速度-距離特性パターンの例を示す。ここでは、指鼻試験における運動3試行分を反映して、右回りに3週の軌跡が描かれている。図より、両者の運動の巧緻性の違いがパターンの形状の違いとして反映されていることが確認できる。

図3に、速度-距離特性パターンを基に生成した合成音声のサウンドスペクトログラムを示す。健常者例では、周期的に滑らかな変化をしていることが確認できる。SCD患者例では、母音/u/-/a/間における第2ホルモントの揺らぎや、母音/u/-/i/間の持続時間に健常者例との違いがみられる。速度-距離特性パターンにおいて対応する箇所注目すると、これらの違いは軌跡のひずみ具合や、ひずみによって軌跡を構成する点が特定の領域に集中していることを反映したものであると考えられる。またSCD患者例では、各試行に要する時間長にも違いがみられる。

また生成された合成音声を予備的な聴取により比較した結果、SCD患者例では各母音の音声が揺らいで知覚されることを確認している。このことは、2次元軌跡として表現された運動の様態を、それを基に生成した合成音声の聴取によって判別できる可能性を示唆していると考えられる。

†熊本大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Science and Technology,
Kumamoto University

4. 運動パターンの投影方法による影響の検討

運動の様態の違いが合成音声に反映されることが示唆されたが、パターンの投影方法によっては、反映される特徴を強調できる可能性がある。そこで、実際にパターンに処理を施し、そのときの合成音声への影響について検討する。

図2に示した速度-距離特性パターンについて、縦軸・横軸方向それぞれの座標について微分したものを図4(a)に、真円の座標との差分値を累積させたものを図4(b)に示す。

これらの処理は、ともにパターンのひずみ具合の違いを強調するものとして作用しており、微分処理では局所的なひずみの大きさを円の半径やハネの大きさとして、差分処理ではひずみの大きさの総計を描画される軌跡の長さとして反映している。合成音声として聴取した場合、微分処理では音韻の変化頻度、差分処理では音韻の変化幅の違いとして知覚される。処理を施さない場合、パターンのひずみ具合を判断するためには、母音のゆらぎや持続時間などの微妙な変化を知覚する必要があるため、処理を施した場合では、判断に必要な特徴が強調されていると考えられる。

5. 音響心理実験

運動の様態の違いが合成音声に反映されること、またパターンへの処理によって合成音声に現れる違いが明確化されることを確認するため、対比較法による音響心理実験を行った。本実験では、処理なし(Normal)、微分処理(Delta)、差分処理(Diff)の場合について、9名の被験者に合成音声の聴取によって5種類の速度-距離特性パターンおよび真円の運動の巧緻性を判断してもらった。

図5は、横軸に真円に対するひずみ具合を表す評価値[2]、縦軸に本実験により得られた尺度値を示したものであり、いずれも値が高いほど運動の巧緻性が悪いことを意味する。なお、ここでは被験者の判断確率 P の範囲が $0 < P < 1$ となるように値を補正した上で尺度値の計算を行っている。

図5において、大局的には評価値の増加に従って尺度値も増加しており、元の運動の特徴が合成音声に反映されることが確認できる。また処理を施した場合、尺度値の変化量が增大しており、合成音声に反映される違いが明確化されたことが分かる。しかし、処理を施した場合、評価値1.5前後のパターンでは尺度値の減少が見られた。これは元のパターンが、一方は周期的に小さなひずみを、もう一方は局所に大きなひずみを有するために、微分処理では前者の方が周期的で大きなひずみを生じ、差分処理では描画軌跡の長さが同程度となったためと考えられる。

6. まとめ

本稿では、声道形状マッピングインタフェースを利用して運動パターンの音声化を行い、さらに運動パターンの投影方法による影響について検討した。その結果、運動パターンの特徴は合成音声にも反映され、音声の聴取による様態の把握が可能であること、パターンに対して処理を施すことにより、運動パターンの特徴に起因する合成音声の違いを強調できることが確認された。このことは、運動の様態を評価する際の補助的手段としての利用や、視覚に障害がある場合でも利用できる運動の巧緻性の把握手段としての可能性を示唆していると考えられる。

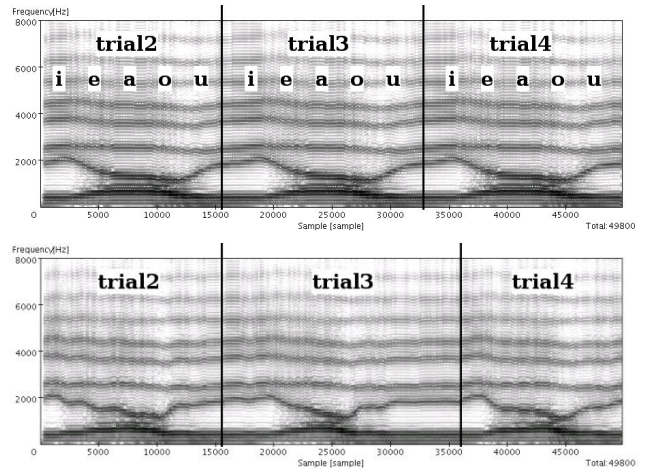
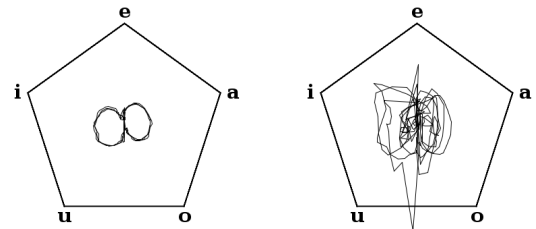
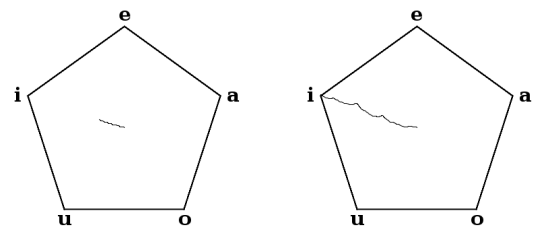


図3 通常投影時のサウンドスペクトログラム (上: 健常者, 下: SCD患者)



(a) 微分処理 (左: 健常者, 右: SCD患者)



(b) 差分処理 (左: 健常者, 右: SCD患者)

図4 投影した速度-距離特性パターン

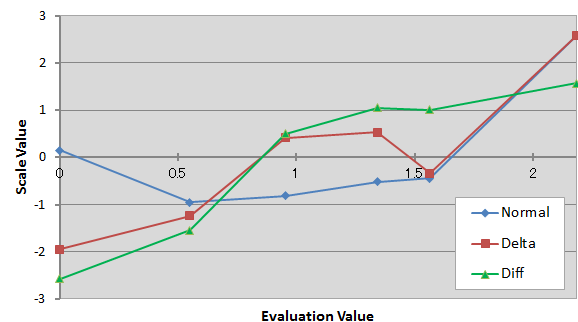


図5 対比較法結果

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金((C)20560398)の援助によることを記し謝意を表す。

参考文献

- [1] 松隈他, 音講論集(秋), 355-358, 2009.
- [2] 掛谷他, 信学論(D), J93-D(10), 1969-1976, 2010.