

研究題目	高齢者・身体障害者の QoL 向上のための演奏支援技術の研究	報告書作成者	北原 鉄朗
研究従事者	北原 鉄朗		
研究目的	<p>現在のわが国にとって高齢者・身体障害者の Quality of Life (QoL) の向上は喫緊の課題である。歩行支援など、生活における直接的な不便さを解消するための研究開発は幅広く行われているが、当該者が文化的に豊かに生きるための支援は十分ではないのが現状である。</p> <p>文化的生活を送るための手段として、「音楽」があげられる。音楽は、自己表現やコミュニケーションの手段として広く用いられている。特に楽器演奏は様々な世代に趣味として幅広く受け入れられており、楽器演奏に興味がある人は多いと予想されるが、反復練習によって演奏技術を身に着ける必要があり、身体を自由に動かせない人にとっては容易ではない。</p> <p>本研究では、高齢者や身体障害者の身体的制約に合った演奏支援システムを構築することで、彼らが演奏を通じて QoL を向上できる環境の実現を目指す。これを実現するには、次の 2 つの課題を解決する必要がある。</p> <p>(1) 高齢者・身体障害者の身体的制約に合った演奏インタフェースの設計</p> <p>高齢者・身体障害者の身体的制約は人によって異なるため、様々な制約に合った演奏インタフェースを設計する必要がある。本研究では、次の 3 種類の演奏インタフェースを設計する。</p> <p>(a) 指先を動かせる場合 → タッチスクリーンを使って旋律の形(旋律概形)を指でなぞるインタフェース</p> <p>(b) ペンを使える場合 → タッチスクリーン用のペンを使って旋律概形を描くインタフェース</p> <p>(c) 頭部のみ動かせる場合 → 頭部の動きで旋律概形を表現し、Web カメラでそれをトラッキングするインタフェース</p> <p>(d) 視線のみ動かせる場合 → 視線の動きで旋律概形を表現し、アイトラッカーで視線の動きをトラッキングするインタフェース</p> <p>これらのインタフェースの核となっているのが旋律概形である。旋律概形は、旋律の大まかな形を曲線で表したものである。旋律概形では、音符や和声などはじめとする音楽に関する専門的な知識が必要な概念が意図的に隠されているため、専門知識がない人でも利用できるというメリットがある。</p> <p>(2) 人工知能(機械学習)技術による自動演奏生成技術</p> <p>旋律概形では、音符や和声などの概念が排除されているため、そのままでは音楽として奏でることができない。人工知能(機械学習)を用いて、旋律概形から実際の旋律をリアルタイムに生成して奏でることで、ユーザに自分が演奏しているかのような感覚を提供する。</p>		

研究内容	<p>(1) 旋律概形を用いた演奏システムの試作</p> <p>旋律概形とは、横軸が時刻、縦軸が音の高さを表す平面において、旋律の大まかな形を曲線として描いたものである。ユーザが旋律概形を描くと、システムがその概形に沿った旋律をリアルタイムに生成し奏でる。旋律概形は、音符や和声といった音楽の専門的な要素を意図的に隠しているため、専門知識がなくても容易に描くことができる。もう 1 つの重要な特徴は、様々な手段で旋律概形を描くことができる点である。最も基本的な手段は、タッチスクリーンに対して指や専用のペンで描くことであるが、上下左右の動きさえ指定できればよいので、頭部の動きや視線の動きをマウスカーソルに反映させることで、四肢が使えなくても旋律概形を描くことができる。そういった観点から、(a)指による入力、(b)タッチペンによる入力、(c)頭部の動きによる入力、(d)視線の動きによる入力、の 4 つの手段に対応した演奏システムを試作した。頭部の動きの検出には市販の Web カメラとフリーソフトウェア「Camera Mouse」(http://cameramouse.org/)を、視線の動きの検出には「Tobii Eye Tracker 4C」を用いた。旋律概形からの旋律の生成では、(1)旋律概形への近さ、(2)旋律としての尤度、(3)和音進行との適合度、(4)旋律の複雑さの適切さ、の重み付け和を遺伝的アルゴリズムで最大化する方法を用いた。</p> <p>(2) ペンを用いた演奏システムの改良</p> <p>旋律概形を用いた演奏システムは、その手軽さや単純さが特徴であるが、その反面、演奏に反映させられる要素に限りがある。1 つが生成される旋律のリズムを制御できないこと、もう 1 つが音の強弱を制御できないことである。身体的制約が大きい人にとっては、やむを得ない制限ではあるが、身体的制約が比較的小さい人には、これらを制御できる手段を用意することも重要である。そこで、筆圧感知に対応したタッチスクリーン(Microsoft Surface Pro)およびその専用ペンの使用を前提に、次のように改良を行った。リズムに対しては、滑らかな曲線の代わりにギザギザした曲線を描くことで、リズムが細くなる機能を追加した。強弱に対しては、筆圧の強さが音の強弱に反映されるようにした。これらの改良の有効性を検証するため、評価実験を行った。詳細は省略するが、短時間の実験では、これらの機能を用いて思い通りの演奏ができるようになるのは難しかったものの、試行を繰り返すことで少しずつ自分好みの旋律に近づく傾向も一部に見られた。</p> <p>(3) 高齢者を対象とした予備実験</p> <p>ある老人ホームの協力を得て、2 名の高齢者を対象に、本システムを用いた演奏に関する予備実験を行った。使用したのは、タッチスクリーン上に指で旋律概形を描くシステムである。2 名とも実験者の説明を理解し、問題なくシステムを使用することができた。一方、本システムによって生成されるのは、既存曲の旋律ではなく、即興演奏であるため、そもそも既存の旋律ではなく自分で旋律(の大まかな形)を考えて演奏すること自体がピンと来なく、自分の操作が演奏にどう反映されているのかが分からないとの意見が得られた。既存の(本人が好きな曲の)旋律を演奏できるようにし、そこからの逸脱を少しずつ体験させるなど、ユーザの音楽的背景に合った改良が望まれる。</p>
------	--

<p>研究のポイント</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・旋律概形をユーザ入力とし、旋律概形が描画されたら即座に旋律を生成・再生することで、楽器が弾けない人でも自分で演奏しているかのような感覚を与えられること。 ・旋律概形は極めて単純なデータなので、頭部や視線の動きのみでも計算機に入力することが可能であること。これにより、四肢が使えない人でも演奏が可能になる。 ・機械学習を用いることで、旋律概形という限られた情報から音楽的に妥当な旋律を生成できること。
<p>研究結果</p>	<p>(1) 旋律概形を用いた演奏システムの試作</p> <p>(a)指による入力、(b)タッチペンによる入力、(c)頭部の動きによる入力、(d)視線の動きによる入力、の4つの手段に対応した演奏システムを試作した。いずれの手段に関しても旋律概形を入力することができ、遺伝的アルゴリズムによって音楽的に妥当な旋律が生成されていることを確認した。</p> <p>(2) ペンを用いた演奏システムの改良</p> <p>(1)の試作システムに対してリズム制御機能と強弱制御機能を追加し、各々に関して機能の有効性を検証した。被験者は各機能10名ずつとし、同じ被験者が当該機能を有効にしたものと無効にしたものの両方を試用し、その違いを質問紙にて評価した。その結果、5分程度の実験では、各機能を活用して思い通りの演奏を行うのは難しいことが示されたが、試行を重ねるごとに少しずつ自分好みの旋律を作れるようになる傾向も一部見られた。</p> <p>(3) 高齢者を対象とした予備実験</p> <p>2名の高齢者を対象とした予備実験を行ったところ、問題なくシステムを使うことができた。一方、既存曲の旋律ではない(独自の)旋律を演奏するということ自体がピンと来ず、自分の操作が演奏にどう反映されているのかわからないという意見が得られた。本システムを通じてQoLを向上させるには、自分が演奏しているかのような感覚を得るのは必須であり、改善が急務である。</p> <p>(1)はCSMC 2018、(2)はインタラクション 2019 および SMC 2019 で研究発表を行った。(3)は予備実験段階であり、未発表である。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>そもそも既存曲ではない旋律を演奏すること自体にピンと来ないユーザに対して、その人の音楽的嗜好性や音楽的認知機能に合った演奏内容を用意する必要がある。今回試作したシステムのように、自由に旋律概形を描くのではなく、ユーザが好きな曲の旋律概形がすでに画面に表示されており、それをなぞることで演奏するというスタイルを取れば、そもそもどんな旋律概形を描けばいいのかわからないという問題を解消することができ、より手軽に演奏を楽しむことができるようになるかと予想される。そこを出発点とし、徐々に逸脱を体験させることで、自分の操作がどう演奏に反映されるかを理解する一助にもなると考えられる。このような改良を続けていきたい。また、今回は身体障害者を対象とした実験を実施できなかったため、そのための準備を行っていきたい。</p>



図 1 アイトラッカー(視線追跡)を使って本システムで演奏しているときの画面の一例。灰色の丸が視線追跡結果を表す。視線の移動に連動して旋律概形が描画され、それに沿って旋律が生成されている。

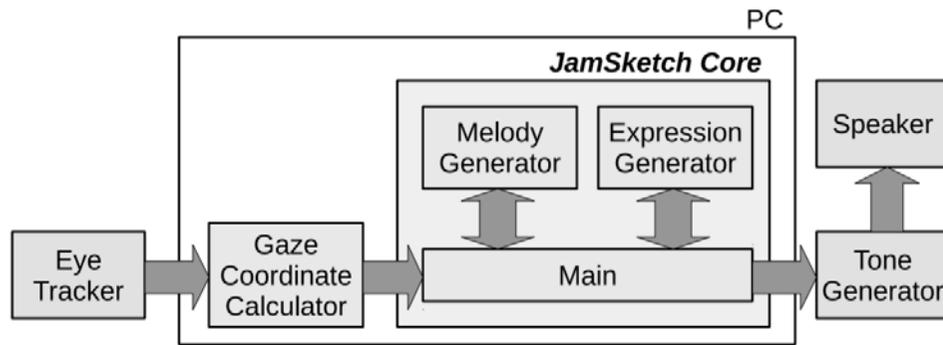


図 2 アイトラッカー(視線追跡)を使った演奏システムの概要図。アイトラッカーによる視線の検出結果が旋律生成部などに送られて旋律が生成され、音源部およびスピーカーを通じて音が奏でられる。

$0 \leq s \leq 10$	no-wave		$D = 6$	Pen pressure	Display	Velocity
$10 < s \leq 50$	small-wave		$D = 12$	3000 or higher		127
$s > 50$	large-wave		$D = 2$	2000 to 3000		80
				1000 to 2000		50
				lower than 1000		30

図 3 研究内容(2)のリズム制御機能におけるギザギザとリズム(音符密度)の関係(左)と強弱制御機能における筆圧と音の強さの関係(右)。左の表において s はギザギザの深さ、 D は音符密度を表す。

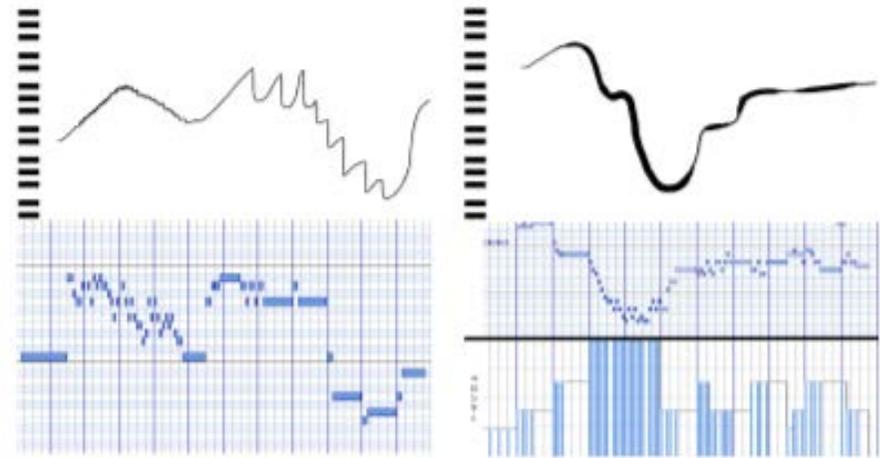


図 4 研究内容(2)のリズム制御機能を使った例(左)と強弱制御機能を使った例(右)。左図において下半分はピアノロール、右図において下半分の上側はピアノロール、下側はベロシティを表す。