

研究題目	生命科学分野での時系列データ可聴化の試み	報告書作成者	寺澤洋子
研究従事者	寺澤洋子		
研究目的	<p>この研究では生命科学領域の時系列データを音に変換(可聴化)し、生体の様子を耳で聴き、音を通じて理解することで、効率良く直感的なデータの理解を目指す。聴覚は時間変化する情報に非常に敏感なので、時間情報における観察範囲や直観のはたらく範囲が増大し、それにより刻々と変化する生体情報をより深く理解することを期待する。聴覚による情報理解は、視覚による情報理解に比べて、周期性とリズムの認知が鋭敏であり、細かなタイミングの違いが聞き分けられる。また、位相の違いや素早いスペクトル変化に鋭敏であり、音色の違いとして聴取される。</p> <p>本研究では音メディアを利用することで、モデル生物の状態について新しい視点からのデータ観察法を提供することを提案し、またこのような方法が実際に有効であるかについて、評価実験によって検証した。筑波大学 TARA センター深水研究室の協力を得て、非常にポピュラーなモデル生物である線虫(<i>C. Elegans</i>)をテーマとし、線虫の動きのビデオデータを可聴化し、また可聴化された音から、動きを判定することができるかどうかを調べた。また、生物系の研究者がどのように可聴化を通じてデータを理解するのかを観察し、可聴化の更なる発展への手がかりをつかむべく、評価実験に加えてインタビュー調査を行った。</p> <div data-bbox="846 898 1666 1278" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A([生命科学領域の時系列データ (C.elegans ビデオ)]) --> B([可聴化]) B --> C([聴覚 動き (時間変動) の 理解に最適]) C --> D([深く・新しく・ 直観的な理解]) D --- E([代謝機能に関する 新たな発見へ]) </pre> </div>		

図1 研究の目的とコンセプト

研究内容	<p>今期は、非常にポピュラーなモデル生物である線虫 (<i>C. elegans</i>) の動態ビデオの可聴化とその評価に取り組んだ。線虫は、遺伝子組み換えによって様々な性質を持つように制御でき、ユニークな動きを見せるようになる。分子生物学における可聴化研究の可能性を探るため、まずは線虫の動きを音に変換した場合に、音を聴いて線虫の動きを特定できるかどうかを検討した。</p> <p>筑波大学生命領域学際研究センター深水研究室から、野生型2種類、遺伝子組み換え型2種類の計4種類の動態ビデオの提供を受けた(図2)。これらのビデオについて、動画処理を行い、動き検出をしたのち、動きが見られたピクセルの座標と強度に対応してごく短い正弦波を出力するグラニューラ合成を行い、ピクセル集合に対応したサウンドクラスタを生成するようなアルゴリズムを実装した(図3)。</p> <p>このように生成された音を10人の被験者(大学院生および研究者、うち5人は生命科学が専門、5人は音響信号処理が専門)に聞いてもらい、音からビデオデータを特定できるかどうかを評価したところ、ほぼ100%の正答率であった。また、実験後のインタビューでは、映像よりも音のほうが、線虫の動きのタイミングがより細かく正確に聞き取れるといったコメントが見受けられた。この結果をペーパーにまとめたものが国際会議 Sound and Music Computing Conference 2011 における口頭発表に採択され7月にイタリア・パドヴァにて発表する予定である[1]。この取り組みを通じ、分子生物学の研究者とのコミュニケーションを円滑に進めながら共同で研究を行う体制が整ったほか、今後の研究の方針や計画が定まって来た。作成したビデオは以下のウェブサイトで公開している。</p> <p>URL: http://www.tara.tsukuba.ac.jp/~terasawa/Worms/SMC2011.htm</p> <p>[1] Hiroko Terasawa, et al. (2011). <i>C. Elegans Meets Data Sonification: Can We Hear its Elegant Movement?</i> Proceedings of International Conference for Sound and Music Computing (to appear).</p>
------	---

研究概要報告書

(3 / 3)

<p>研究のポイント</p>	<p>ジェスチャや脳波などの可聴化は多数報告されているが、分子生物学分野でのデータ可聴化はこれまでに殆ど報告されていない。分子生物学を対象とした学際研究自体がまだまだ例が少なく、マルチメディア情報処理を用いた新たな研究の方向性を模索した。</p> <p>研究のポイントとなるのは、動画処理を適用して、動き検出を行い、映像から意味ある画像情報を抽出したことである。このような下処理によって、意味ある画像情報を意味ある音情報に変換することが可能になった。可聴化の段階では、変動の大きいピクセルに対応したグラニューア合成を行うことで、細やかな動きを表現できた。また、生命系・音響系両方からの研究者に参加してもらって評価をしたことで、有効性が示された。</p>
<p>研究結果</p>	<p>評価実験では、音を聞いて、その音を生成するために使われた映像を特定するタスクを行った。この結果、10名ほどの被験者でほぼ 100% に近い正答率が得られた。この評価実験によって、生命科学における可聴化の有用性についてのデータが得られたほか、追加の聞き取り調査によって、映像よりも音の方が細かい動きがわかりやすいなどの意見が得られた。国際会議に提出した論文のレビューでも高い評価をうけた。そして何よりも、今回の研究を通じて、今後の展開に向けた協力関係を築き、創発的な議論と研究開発のための環境を整備できたことに大きな意義があると考えます。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>今後の方向性としては、(1)より高度な動画処理を可聴化の下処理に利用して、より価値ある情報を抽出する、(2)現在目視での確認が主流である分子生物学研究に、データの自動取得やマルチモーダルディスプレイなどの技術を導入し、効率化を図る、の二つの方向性があると考えます。より高度な動画処理技術として、特長点検出、速度・加速度検出、ベクター表現に基づいたボディモデルの構築などを導入した上で、可聴化を行うことで、より興味深い情報をわかりやすく伝えることが可能になるだろう。また、下処理として用いている動画処理であるが、そこから枝分かれさせて、データの自動取得ができるような仕組みを整備すると今までの観察タスクの負担を大幅に減らせるので、可聴化と組み合わせた応用を目指したい。</p>

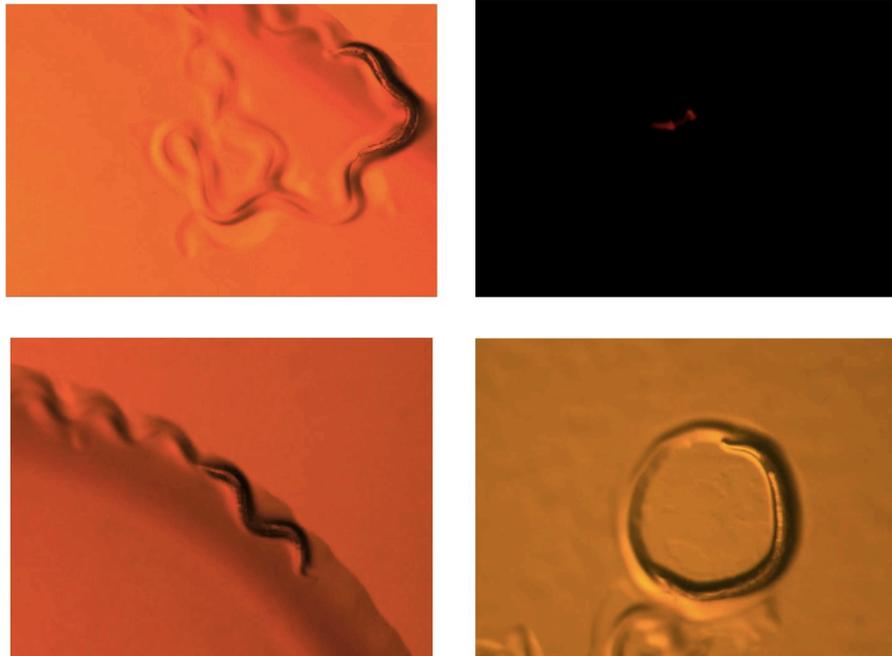


図2 ビデオデータのスナップショット
 左上・左下: 遺伝子組み換えしていない野生型の線虫。
 右上: 咽頭に蛍光タンパク質を発現させた線虫。
 右下: 弧を描くような運動をする変異遺伝子を組み込んだ線虫。

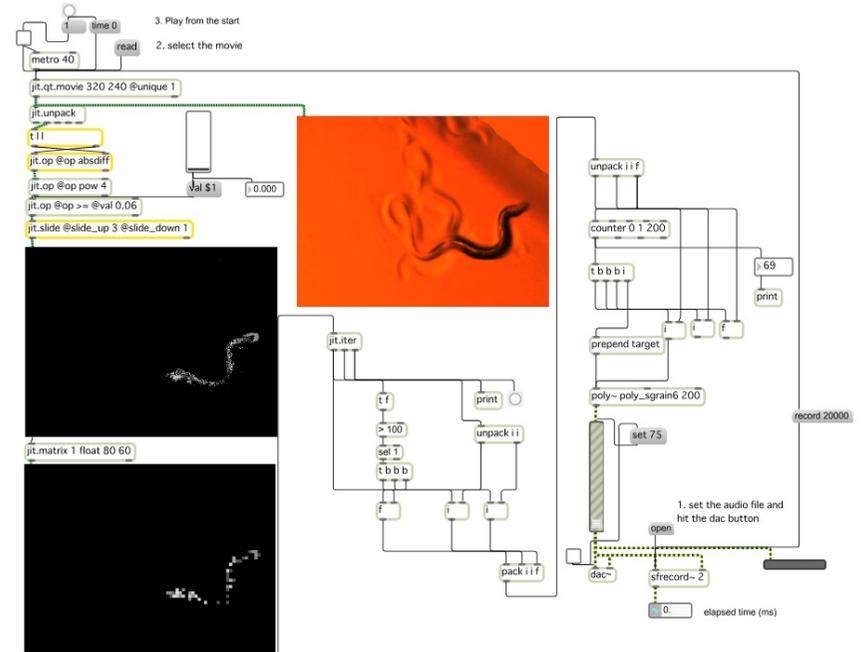


図3 動き検出とグラニューラ合成を組み合わせた可聴化
 Max/MSP を用いて実装された。