

もうちょっと！その調子♪ あなたの支えで調和を生み出す音楽ロボット〈Tune-Born〉

湊本耕己^{†1} 大島直樹^{†2} 岡田美智男^{†1}

人の奏でたメロディーのピッチに合わせて身体(からだ)をヒョコッと伸ばしながら身体の伸び縮みで音を取り、その歌をマネしようとするタマゴ型ロボット〈Tune-Born〉。身体を伸ばすことでバランスを崩して転がってしまい、うまく歌えずピッチが揺らいでしまっても、「もうちょっと！」と周囲の人の声援と手助けを引き出しながら、懸命に人と一緒に歌おうとする。本稿では〈Tune-Born〉のコンセプトやデザイン、インタラクション手法について紹介する。

1. はじめに

人の声、太鼓、ピアノ、エレキギター、シンセサイザー。人間は様々な歌声や楽器の音色を豊かな調べにのせて、うちなる感情やあらゆる時代の世界観を表現してきた。音楽とはテクノロジーと常に隣り合わせであり、原初では声でしか音を操れなかった人間はいつしかピアノやヴァイオリンといった楽器を創り出し、第二次産業革命後には電気エネルギーを音エネルギーに変換するエレキギターを生み出した。そして、電気的な信号を組み合わせて、モジュレーションすることで自然界では聞くことのないような多様な音色を演奏できるシンセサイザーなどを発明した。計算機の技術が発展すると、コンピュータ上に様々な楽器をエミュレーションすることができるようになった。ボーカロイドといった人間のような合成音声をソフトウェア上で再構築するシンセサイザーが登場した。

このような発展の中、音楽は今後どのような進化を遂げるのだろうか。筆者は二つの未来を考えている。その一つに「AI(Artificial Intelligence)」との融合を考える。音楽と「AI」のコラボレーション例として、次のようなものがある。Googleが開発したNSynth[1]はディープラーニングを用いて二つの異なる楽器の音色を連続的に補間し、モーフィングすることができる。iZotopeが開発したNeutron[2]やOzone[3]は人工知能により通常は膨大な手間がかかるミックスやマスタリングといった作業をボタン一つで自動的に行うソフトウェアである。

筆者が思い描く音楽のもう一つの未来は、音楽と「ロボット」との融合である。フルート演奏ロボット[4]やドラム演奏ロボット[5]など、ロボットが楽器を使って演奏する、一緒にリズムをとる[6]、社交ダンスを行う[7]など、ロボットと一緒に合唱・演奏するという新たなエンタテインメントの実現が期待されている。

「AI」と融合した音楽においても、精度の不安定さから生じる偶発性や揺らぎから、生き物が生み出した音のように感じさせることができる。しかし、AIには身体がない



図1 〈Tune-Born〉の外観

Figure 1 The appearance of 〈Tune-Born〉

め物理的な生きものらしさに欠ける。また、従来の「ロボット」と融合した音楽は、人が演奏した音楽にロボットが参加したり既存の音楽を元にロボットがダンスをしたりするものが多く、ロボットの「不安定さ」を人が補うことで楽曲が生まれるというインタラクションは今までなかった。

こうした中、筆者らは〈弱いロボット〉という概念と音楽の融合に着目し、〈Tune-Born〉と呼ぶロボットを提案する。〈Tune-Born〉は、従来のロボットやAIとは異なり、ロボットの物理的な制約による「不安定さ」を人が支えることで共に新たな調べ(Tune)を生み出す(Born)ことができるロボットであり、楽器でもある。

本稿では、ユーザーの歌や指定されたメロディで懸命に歌おうとする〈Tune-Born〉の外観やアーキテクチャ、そのインタラクションデザインについて述べる。

2. 外観

〈Tune-Born〉の外観を図1に示す。〈Tune-Born〉は高さ11cm、幅8cmのタマゴ型のロボットである。タマゴの殻はABS樹脂でできており、中身には人肌ゲルで作られた〈Tune-Born〉の胴体が入っている。本体はラック&ピニオン機構を用いてヒビが入ったタマゴの殻を持ち上げながらタマゴの中から顔を出す仕組みになっている。〈Tune-Born〉

^{†1} 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系
Department of Computer Science and Engineering,
Toyohashi University of Technology.

^{†2} 豊橋技術科学大学 エレクトロニクス先端融合研究所
Evolution of the Electronics-Inspired Interdisciplinary Research Institute,
Toyohashi University of Technology.

はタマゴの殻の底やや斜め後方に重心があり、倒れると起き上がり小法師やダルマのように身体を揺らしながら直立しようとするように設計している。タマゴの殻正面下部に空いている5つの穴は、小型コンデンサマイクによりユーザーの歌やメロディをセンシングできるようにするためのものである。幾何学的な模様にすることでタマゴの自然なカーブにアクセントを出している。胴体中心の黒色の円は、〈Tune-Born〉からの音声を出力するスピーカーである。このスピーカーは胴体の中心に配置することでロボットの眼として解釈されるように表現した。

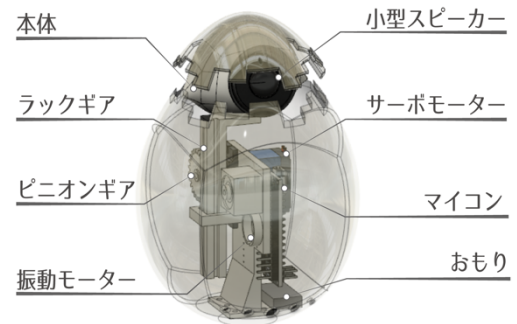


図 2 〈Tune-Born〉のハードウェア構成
Figure 2 The hardware construction of 〈Tune-Born〉

3. システム構成

3.1 ハードウェア構成

図 2 に〈Tune-Born〉のハードウェア構成を示す。先にも述べたように、〈Tune-Born〉の身体の伸び縮みはラック&ピニオン機構によりモーターの回転運動を並進運動に変換する。マイコンには Arduino Micro を使用し、サーボモータと振動モータの制御とジャイロセンサーの情報を取得する。振動モーターは細かい重心の揺れを生み出すために搭載している。

3.2 ソフトウェア構成

マイクロフォンから取得した音声データとジャイロセンサーのデータをシリアル通信により PC に送信し、出力する音声波形の生成や信号処理は PC で行う。取得した音声データは、MPM アルゴリズム[8]を用いてピッチ検出をし、ロボットの出力すべきピッチとする。検出したピッチをもとにロボットの出力する音声波形を合成し、スピーカーで出力する。

4. インタラクション

4.1 〈弱いロボット〉×〈音楽〉

〈弱いロボット〉は、機能や精度の向上といった足し算のデザインによるアプローチとは対照的に、ロボットを最小限の機能で構成することで、ミニマルなデザインを志向し、人からの積極的な関わりやインタラクションを促進する[9]。これにより、従来の人間と共に即興で演奏するロボット[10]や音楽に合わせて踊るといったロボットにはなかった、ロボットが生み出す音色が心地よい音程になるように人がアシストし、人間がロボットを手助けするという形で音楽を共に作る。

4.2 音とともに産まれる

〈Tune-Born〉はラック&ピニオン機構により、ヒビの入ったタマゴの殻を持ち上げるように鉛直方向上向きに身体を伸ばしたり縮めたりする。通常は身体を縮めた状態でタマゴの殻のなかにうずくまっているが、人間の発した歌やメロディをもとに身体を伸ばして身体で音程を取りながら



図 3 〈Tune-Born〉のインタラクション
Figure 3 The Interaction of 〈Tune-Born〉

発声し、タマゴから顔を出す。

4.3 身体の傾きによる音色の変化

〈Tune-Born〉はタマゴの殻の底に重心がある。〈Tune-Born〉が音を発するためにタマゴから顔を出すと重心がずれて身体が倒れる。この身体の傾きをジャイロセンサーで検出し、音色と対応させることで、身体の傾きによる音色の変化を実現する。姿勢の傾きによって音程が定まらないという不安定さが人と身体と呼応を引き出し、身体でつながっている感覚での音楽が奏でられると考える。

4.4 物理的な〈制約〉によるなり込み現象

〈Tune-Born〉は図 3 のように重心がずれて身体が倒れると、起き上がり小法師のように身体を起き上がらそうとするが、なかなか姿勢を垂直に安定させることができず、音色を揺らしながら懸命に身体を動かす。これは、ロボットがロボット自身では制御できないという物理的な〈制約〉と呼べる。この〈制約〉からユーザーの「もうちょっと!」「あと少し!」となり込みやもどかしさを誘発することでユーザーの関心や興味を引き出し、ユーザーが手でロボットの身体を支えてあげる、外力を与えることでロボットの身体の揺れを軽減してあげるなどの手助けを誘発することが期待される。その結果、綺麗な歌がタマゴから産まれる。

5. おわりに

本稿では、周囲の人の手助けや応援を引き出しながら、精一杯あなたと歌おうとするロボット〈Tune-Born〉のインタラクショナルデザインを述べた。人と一緒に音楽を奏でるロボット〈Tune-Born〉はロボットと音楽との新たな関係の可能性を提示すると共に、音楽を用いたロボットと人とのインタラクションの新たな可能性を探索するものである。今後は、人とのインタラクションを促すことができるように、より〈生き物らしい〉動作を実現し、ロボットや楽器としての楽しさやエンタテインメント性の向上を狙う。

謝辞 本研究は、科研費補助金(基盤研究(B)18H03322)によって行われた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) magenta “NSynth”: Neural Audio Synthesis, <https://magenta.tensorflow.org/nsynth>, (参照 2019-07-22).
- 2) iZotope “Neutron3”, <https://www.izotope.com/en/products/mix/neutron.html>, (参照 2019-07-22).
- 3) iZotope “Ozone8”, <https://www.izotope.com/en/products/master-and-deliver/ozone.html>, (参照 2019-07-22).
- 4) SOLIS Jorge et al.: 人間形フルート演奏ロボット～人との共演や教育を行うインタラクションに関して～, バイオメカニズム学会誌, Vol.30, No.1, pp21-25, (2006).
- 5) Compressorhead, <http://compressorhead.rocks/>, (参照 2019-07-27).
- 6) G. Hoffman: “Dumb robots, smart phones: A case study of music listening companionship”, *IEEE RO-MAN: The 21st IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, Paris, pp. 358-363, (2012).
- 7) System Robotics Laboratory “Partner Ballroom Dance Robot - PBDR-“, http://www.irs.mech.tohoku.ac.jp/?page_id=2525, (参照 2019-07-27).
- 8) Philip McLeod, Geoff Wyvill: “A Smarter way to find pitch”, *Proc. of Int. Computer Music Conf.*, (2005).
- 9) 岡田美智男: 『弱いロボット』, 医学書院, pp.133-134(2012).
- 10) G. Weinberg, A. Raman and T. Mallikarjuna: “Interactive jamming with Shimon: A social robotic musician”, *4th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, La Jolla, CA, pp. 233-234, (2009).