

音情報により制御可能な自走式玩具の制作

庭田 凧沙^{†1} 馬場 哲晃^{†1} 串山 久美子^{†1}

現在までに、多くの玩具が市場に発表され、中でもラジオコントロールカーなどの操作可能な玩具は、技術の進歩とともに性能が向上している。最近では、スマートフォンのアプリケーションで操作可能な玩具も発表されている一方で、それらは子供や幼児にとっては操作が困難な場合がしばしばある。そこで我々は、音を利用した自走式玩具の簡易な操作方法を提案する。具体的にはユーザがベルを鳴らすと、アヒルの形をした玩具がユーザの方向に向かって走行する。このアヒル型の玩具は、2つのマイクを搭載しており、音源の方向を推定する。また、周波数解析をし、音程も推定する。ユーザの後ろを玩具が追走することで、アヒルの親子のようにユーザは玩具を操作し、遊ぶことが出来る。

A Sound Controlled Duck Toy: A Challenge to Apply Sound Source to Controller for Children's toys

NAGISA NIWATA^{†1} TETSUAKI BABA^{†1} KUMIKO KUSHIYAMA^{†1}

Today, many types of digital toys for children are reported on the market. Especially some of actuated toys, such as radio controlled model car, are getting more intelligent and smart. In recent we can control these kinds of toys with smartphone applications. On the other hand interface of such kind of controller is tend to be a classical one like a proportional control system that is sometime difficult to control for children. Thus we propose an easy way to control the motored car by using simple sounds. Once a user rings a bell, it makes a duck toy move to direction of a user. Our duck toy has 2 capacitor condenser microphones to detect the direction of sound source. Then through frequency analysis, it detects the pitch of a sound. As a result, a user can enjoy being like a mother duck.

1. はじめに

今日、子供のための様々なデジタル玩具が市場に発表されている。特に、ラジオコントロールカーなどは日々高性能化が進む。最近では、スマートフォンのアプリケーションで操作が出来る玩具も発表されている。レバーなどで行っていた操作を、タッチパネルやスマートフォンの傾きに変換したインタフェースが多く利用されている。一方で、それらの操作方法は、主にレバー型コントローラや、そのようなメンタルモデルを利用したコントローラを使用するのが一般的である。これらはすでに操作手法を獲得したユーザにとっては学習リスクが少ない一方、これまで一般的なラジオコントロールカーにおける操作モデルを獲得していないユーザにとって、直感的な操作であるとは言いがたい。

そこで我々は、それらユーザに対しても学習リスクが少なく、直感的に操作可能なシステムを提案する。ユーザが特定の音を発し、それをアヒルの形をした玩具が取り込み、音源の位置と周波数を推定し、その方向に向かって進む。玩具はユーザの後ろをついて進むため、ユーザとアヒルの親子のような関係性が生まれる(図1)。ユーザは単にオブ

ジェクトを操作するだけでなく、その対話操作の中でオブジェクトと自身の関係性を感じ取れるインタフェースを実現できる。これにより従来のラジオコントロールにおいてユーザがオブジェクトを操作するといった一方向操作を、ユーザがオブジェクトの動作を認識後に自らの操作方法を変更擦るなどといった関係性を対話設計に取り込むことが可能になると考えた。



図 1 イメージ図

Figure 1 Image

2. 操作方法と仕組み

簡単に操作の出来る玩具を制作する為に、解決しなければならない点が2つある。まず1つに、操作方法が極力簡易にすること、もう1つは、玩具にユーザがいる位置を推

^{†1} 首都大学東京 システムデザイン学部
Tokyo Metropolitan University Faculty of System Design

定させることである。

2.1 ユーザの動作

既存の操作方法の難点は、レバーやスマートフォンの動かし方を玩具の動作に結びつける必要があることと言える。玩具を動かすための能力が身に付いて初めて遊べるのでは、学習コストが高くなり、容易に遊ぶことができていたと言いがたい。

そこで我々は、音によって玩具を操作することを提案する。ユーザの声や、発生させる音の方向が認識できれば、その方向に進ませることが可能であると考えた。また、玩具が全ての音に反応することを防ぐため、特定の周波数帯を用いる。

さらに、玩具の制御を行うため、誰にでも容易に出来る動作を音の発生に結びつける。その動作として、「振る」動作が挙げられる。音の出るものを手に持つ、あるいは身に付けるだけで、ユーザ自らが玩具のコントローラとなる。それを可能にするため、本研究では、ハンドベルを音の発生源に用いた。

2.2 音源の位置の推定

音源のある方向を、複数のマイクを使って推定する手法として、Ping Pong Plus や、Zhang らの方法が挙げられる 1)2)。それぞれのマイクが発生した音を検知する時、そのマイクの位置によって時差が生じ、その時差を利用し、音源の位置を推定することができる。本研究では、2つのコンデンサマイクを玩具に搭載する(図 2)。左右それぞれのマイクが音を取り込み、音源の方向に向きを変えるようにモータを制御する。

2.3 音程の推定

音の高さを推定する方法には周波数解析が一般的であり、その手法としてフーリエ変換がよく知られている。

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$
$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx dx$$
$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx dx$$

上記のアルゴリズムを Arduino ボードに組み込み、周波数解析を行った(図 2)。実装の第一段階として FFT を直接 Arduino 上に実装、実験の結果、ボード上では実時間周波数解析が困難であった。そのため我々は、Sparkfun Electronics が販売している Spectrum Shield を FFT アルゴリズムの代わりとして利用した 3) (図 2)。このシールドには、MSGEQ7 スペクトル分析器が搭載されている。Arduino と Spectrum Shield の 2 つを使用し、音声を 7 つの周波数成分に分け、それぞれの大きさを入力する。7 つの周波数の

うち、ハンドベルの音域に該当する、400Hz, 800Hz, 2000Hz を、玩具が反応する音程に用いた。その周波数の成分が高くなったときに、その音を認識していることがわかる。それを利用し、成分が高くなったときにモータが動作するようプログラムした。

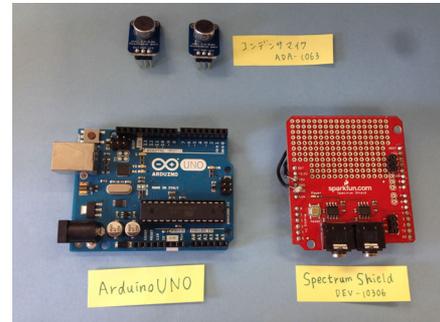


図 2 コンデンサマイク, Arduino UNO, Spectrum Shield
Figure 2 microphone, Arduino UNO, Spectrum Shield

これらの IC を、モータ、タイヤに接続した。(図 3)

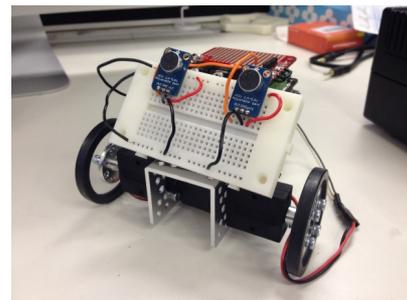


図 3 内部構造

Figure 3 Internal Structure

3. 外装

現在、アヒルのひなをモチーフにモデルを制作している。玩具が音を検知していることを明確にするため、くちばしの中に LED を仕込み、点灯させる。また、玩具は複数作成し、ユーザがひなを先導する光景を生み出す。

参考文献

- 1) 石井裕, Craig Wisneski, Julian Orbanes, Ben Chun, and Joe Prdiso. 1999. PingPongPlus: design of an athletic-tangible interface for computer-supported cooperative play. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'99). ACM, New York, NY, USA, 394-401. DOI=10.1145/302979.303115 <http://doi.acm.org/10.1145/302979.303115>
- 2) Wenyi Zhang and Bhaskar D. Rao. 2010. A two microphone-based approach for source localization of multiple speech sources. Trans. Audio, Speech and Lang. Proc. 18, 8 (November 2010), 1913-1928. DOI=10.1109/TASL.2010.2040525 <http://dx.doi.org/10.1109/TASL.2010.2040525>
- 3) Spectrum Shield, DEV-10306, Sparkfun Electronics, 2014