

複数赤外線センサによるオブジェクト検知とそれを利用した 集団行動玩具

庭田 凧沙^{1,a)} 馬場 哲晃¹

概要: 近年, 技術の進歩によってデジタル玩具は高性能化し, 簡単に操作ができるようになってきているが, 誰にでも簡単に操作できるとは限らない. 著者らはこれまでに, 小さな子供でも簡単に操作ができるあひるの形をした自走式玩具の制作をし, 音による簡易な操作方法を実現した. 前回の研究では, ユーザが操作をすることに注目していたが, 今回は, 複数の玩具が同じ方向に移動する集団行動に注目して研究を進める. 赤外線センサを複数搭載し, 前方の距離を計測して走行する玩具を制作した. 大掛かりなシステム構築なしに, 自己のセンサ情報のみから集団行動を実現する為, ソフトウェア上でのシミュレーションから実際のデバイス開発までを述べる.

キーワード: 集団行動, 玩具, Boid algorithm

Group Behavior Toy Using Object Detection and It with Plural Infrared Sensors

NAGISA NIWATA^{1,a)} TETSUAKI BABA¹

Abstract: In recent years, digital toys have been high performance with the advancement of technology. Although it is supposed to allow easy operation, it is not always everyone can be easy to operate. We made a self-propelled toy in the shape of a duck that can be easily operated even with a small child, it was realized a simple method of operation by the sound. In previous studies, we had noted that the user operates, this time, we are focusing on the collective action of several toy moves in the same direction. We made some toys that are equipped some infrared sensors, and they travel by measuring the distance in front. In order to realize the collective action only from the self of the sensor information without large-scale construction, we describe to the actual device development from the simulation on the software.

Keywords: Collective action, Toy, Boid algorithm

1. はじめに

近年, 技術の進歩により, デジタル玩具はより高性能化している. コントローラやスマートフォンのアプリケーションで, 従来よりも簡単に操作ができるものだけではなく, 脳波で操作する玩具なども発表されている. しかし, 高性能化した玩具が, 誰にでも簡単に操作できるとは限

らない. そこで, 本研究では子供を対象に, 容易に操作ができる玩具の研究を進めている.

著者らはこれまでに, 幼児でも操作ができる, あひるの形をした自走式玩具の制作をした [1] (図 1). ユーザが, ハンドベルを鳴らすと, 玩具側が 2 つのマイクで音を収集し, 音源の方向を推定して向きを変える. 収集した音を周波数解析し, 特定の周波数であった場合に直進する仕組みだ. 既存のラジオコントローラとは異なり, 楽器であるハンドベルを利用することで, 子供にとって容易な操作方法を実現した.

¹ 首都大学東京大学院
Tokyo Metropolitan University, Hino, Tokyo 191-0065,
Japan

^{a)} niwata-nagisa@ed.tmu.ac.jp

これまでの研究では、ユーザが簡単に玩具をコントロールすることに注目するとともに、ユーザと玩具との間にあひるの親子のような関係を作ること为目标としていた。一方で、ハンドベルのみの操作では、デバイス同士の衝突や個々の速度調整が困難となり、結果として集団行動を実現することが困難となる。そこで、今回の研究では、複数の玩具が同じ方向に移動する、集団行動に注目して研究を進める(図2)。玩具が各々お互いの距離を測り、同じ目標に向かって移動することができれば、より自然のルールに沿った動きが期待できる。



図1 玩具のプロトタイプ
Fig. 1 Prototype of the toy

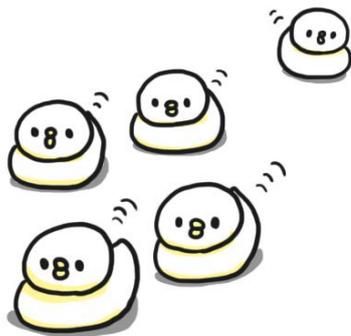


図2 集団行動のイメージ図
Fig. 2 Image of collective action

2. 先行事例

鳥や魚など、生き物の群集運動をシミュレーションするアニメーションのシステムに、1989年にCraig Reynoldsが制作したBoidのアルゴリズムがある[2]。このアルゴリズムは主に、

(1) 隣り合う仲間や物に近づきすぎない

(2) 隣り合う仲間と動くスピード、方向を合わせる

(3) 仲間が大勢いる方向に進む

3つのルールで構成されている。それぞれの個体が自律的にこのルールに従うことで、集団になった際に複雑な動きを再現する。

群れをつくるロボットとして、1975年に発表された「みつめむれつくり」が挙げられる[3]。車輪走行型ロボットの頭部に複数の赤外線センサが搭載されており、自由に走行している間に仲間を見つくと、その後ろをついていくように一列に群れを作って進む。また、電磁センサも搭載されており、バリヤを認識するとその位置から離れるように走行する。本研究における重要な先行研究であるが、様々な機能を付加した結果、重量や寸法が玩具と比較してかなり大きなものとなっている。

現在購入可能な自動走行をする商品には、タカラトミーの「Q-eyes」がある[4]。この玩具も赤外線センサを搭載しており、障害物や走行している他の車を認識すると、停止、回避して走行する。

今回の研究では、玩具に生き物らしい動きで集団行動をさせることを目標とする。玩具一つ一つにセンサを搭載し、単体でも集団でも単純な行動をすることによって、大掛かりなシステムを構築せず、複数デバイスの集団行動を演出することを目指す。

3. プロトタイプ制作

3.1 制御方法の検討

CGアニメーションなどで図形を操作する場合、その図形の座標を取得する必要がある。また、その図形を動かす場合や複数図形が存在する場合には、進行方向や他の図形との位置関係も必要になる。画面上でその制御を行うには、使用する画面の大きさを設定し、その数値から図形の座標を得ることができる。しかし、実際の玩具でその手法を取り入れるには、カメラや超音波で室内の全体像を把握する必要があり、大がかりになってしまう。

本研究の目的は、集団の指揮を執るのではなく、玩具が一体であっても行動できることである。そのため、玩具の内部にセンサを搭載し、一体一体が仲間や障害物との距離を測って走行させることを想定した。使用するセンサとして、検出範囲に広がりのある赤外線センサを選択する。測距センサを使用すると、一方向の距離を取得することができるが、正確に座標を得ることは出来ない。そこで、距離の取得のみで方向を制御する方法を検討する。

3.2 シミュレーション

実際に再現するために必要な要素を検証するために、集団行動のソフトウェア上でのシミュレーションを行った。Boid algorithmが収録されている「Nature of Code」[5]を参考に、openframeworksで速度、位置など群集運動の要

素を再現した(図3)。一つ一つの図形が自分の座標を中心とした円を検出範囲とし、その範囲内の仲間の位置や速度を元にベクトルを生成し、自分の行動を決定する。範囲内に何も無い場合には、自由に移動している。Boidのアルゴリズム(3)に関しては、今回のハードウェア構成上実現できないが、シミュレーションの結果から概ね集団行動しているように見えると判断した。

この方法では、自分の後方を検出範囲に含めているが、進行方向は常に前方であり、後方は別の仲間が後ろに来た場合に計測されるため、実際の玩具に応用するのに範囲が円である必要はない。また、速度は検出した距離を軸に範囲を設定し、特定の速度になるよう制御することができる。進行方向は、センサを複数搭載し、それぞれが検出した距離を元に決定していくことが可能である。この結果を元に、赤外線センサでの検証をする。

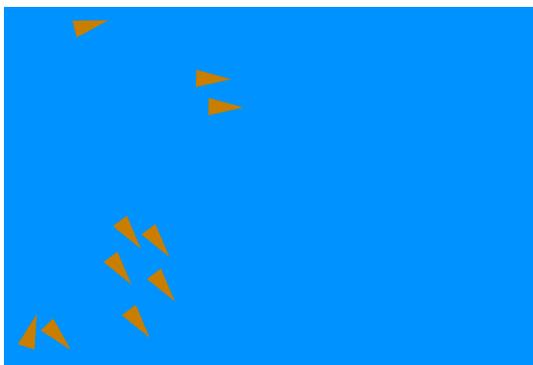


図3 openframeworks でのシミュレーション
 Fig. 3 Simulation in openframeworks

3.3 赤外線センサを利用した検証

はじめに、正面の値での障害物回避をさせた。小型のギア付きモータ(KM-16A030-26-06415)とモータドライバ(DRV8830 I2C)を2つずつ使用し、前後左右に方向転換、走行が可能な基礎を組む。赤外線センサ(SHARP GP2Y0A21)を1つ取り付け、Arduinoによって制御をする(図4)。センサが25cm以内の値を示している間は右に旋回し、障害物を回避して再び走行する。また、センサの検出範囲内(5~80cm)で、障害物が遠くにあるほど速度を上げ、近くにあるほど減速をさせた。これにより、1つのセンサでも衝突の回避や、目標に向かって速度を変化させることができた。

次に、赤外線センサを3つに増やし、方向の認識を行う。openframeworks を使い、3つのセンサが示す値を可視化した(図5)。赤外線センサを正面、左右の値を取得するように配置し、障害物や仲間のいる方向の判断を試みる。それぞれのセンサが示す値を線形補間することで、検出のための閾値を設定する。その後、仲間のいる方向や、複数の仲間を検出した場合にはその中間点を目指すように走行す

る(図6)。仲間の間に入って走行しようとする事により、一列ではなく、広がるような群れを作ることが期待できる。また、進行方向に向きを変える前に、その方向に首を動かすことで、より生き物らしい動きを演出する。

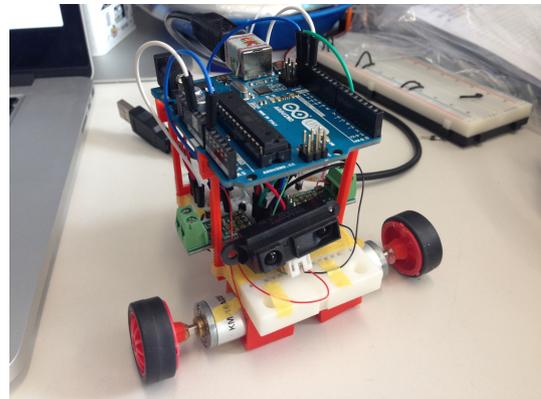


図4 実験プロトタイプ
 Fig. 4 Experimental Prototype

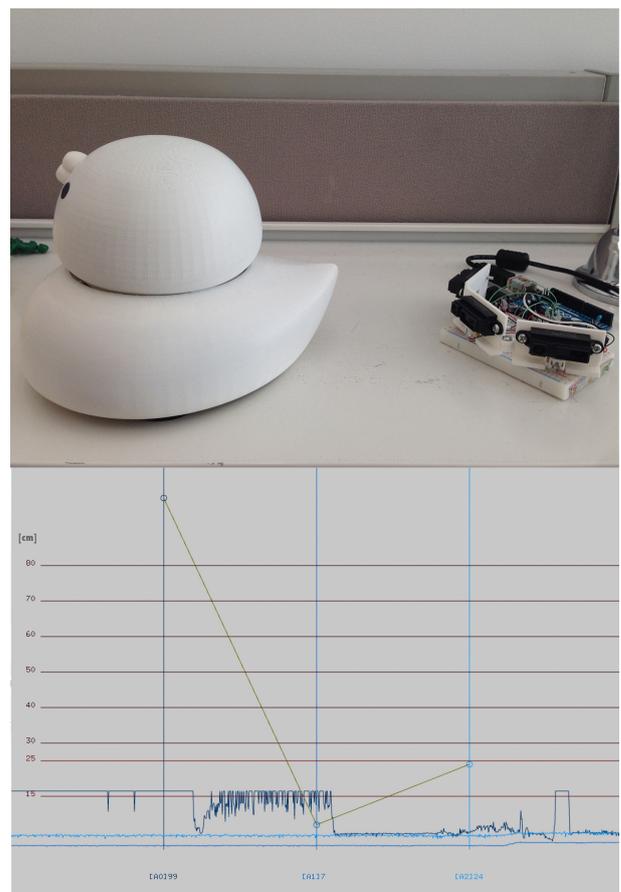


図5 赤外線センサを3つ使用し(右)、前方の物体を検出
 Fig. 5 Using three infrared sensors (right) to detect a forward object

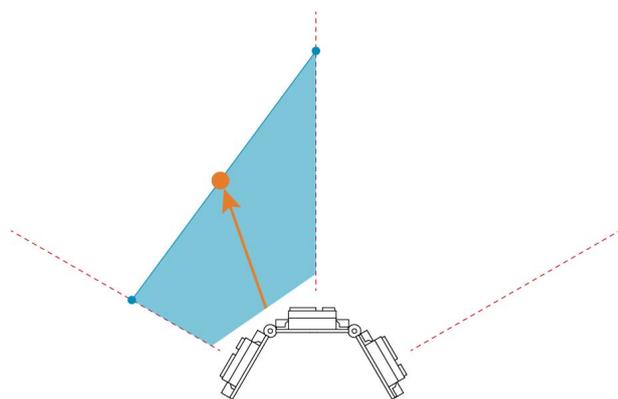


図 6 進行方向の決定

Fig. 6 The determination of the direction

3.4 外装等

玩具の外装は前回使用した 3 D モデル (図 1) を小型化・改良し, 前方下部に赤外線センサを取り付ける. 一体での自由走行や, 複数での集団行動には長時間の走行が必要であるため, バッテリーを搭載する. モータなどを固定する基礎や外装は, 組み立てが容易にできるよう設計し, 3 D プリンタで出力する.

4. おわりに

今回の研究では, 玩具に赤外線センサを複数搭載し, 複数の玩具に集団行動をさせることを目標に, 玩具のプロトタイプを制作して実験を行った. 今後は, 前回の研究で行った音による玩具の操作と組み合わせ, 複数の玩具の簡易な操作方法の提案を行う. 単純に音で集団を操作するだけでなく, ユーザとユーザ以外を認識して走行することができれば, ユーザと玩具により親子のような関係を持たせることができると考えられる.

参考文献

- [1] Nagisa NIWATA, Tetsuaki BABA, A Sound Controlled Duck Toy: a Challenge to Apply Sound Source to Controller for Children toys, Art Paper, 198, ADADA2014 International Conference.
- [2] Craig W. Reynolds, Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model, Vol.21, No.4, pp. 25-34, 1987.
- [3] みつめむれつくり 日本のロボット研究開発の歩み, 日本ロボット学会 <http://rraj.rsj-web.org/atcl/335>
- [4] タカラトミー Q-eyes <http://www.takaratomy.co.jp/products/choroq/>
- [5] Daniel Shiffman, 2014, Nature of Code -Processing ではじめる自然現象のシミュレーション-, ボーンデジタル, 440