

概論

筆者は大学でアニマトロニクスやエンターテインメントロボットを作りたいと考えており、どの分野やどの領域を勉強するか把握、再認識するためにカラートラッキングを実装した鳥のアニマトロニクスを制作した。ボディは 3D プリンターを使用し、サーボ制御には Arduino を利用した。制作したアニマトロニクスは指定した色を追うように動かすことに成功したが、プログラムに不慣れがあり一部思うように作れなかった。またトルク計算など力学的計算を省略したために途中の作業に遅れが出た。さらに外観が鳥よりもドラゴンなどの架空の生物に近いデザインとなった。そのため工学的知識とコンピュータ・サイエンスの知識だけではなく美術センス、アニマトロニクスの活用方法などを考えて勉強する必要があることがわかった

第1章 序章

1-1 目的

筆者はディズニーのテーマパークのアトラクションなどに設置してあるロボット、オーディオアニマトロニクスや映画産業で使われているアニマトロニクスに興味があり、大学ではアニマトロニクスなどといったエンターテインメントロボットを軸に学んでいきたいと考えている。そのため今回の課題ではその下準備として自分がどの分野の知識が乏しいのか、そしてどの分野を強く勉強するべきかを探ることを目的とする。また、CAD技術の取得、プログラミングスキルの向上させるために今回は鳥のアニマトロニクスを作成した。ただアニマトロニクスを制作するのではつまらないのでウェブカメラを利用して特定の色を追うことができるカラートラッキング機能を実装してインタラクティブなアニマトロニクスを制作した。鳥にした理由とカラートラッキングを実装した理由についてはあとに述べる

1-2 アニマトロニクス (Animatronics) について

ケンブリッジディクショナリではアニマトロニクスについて『映画やその他の娯楽において人形や模型を自然な方法で動かすためにコンピュータによって制御される機械の使用 (the use of machines controlled by computers to make puppets and models move in a natural way in films and other types of entertainment)』と定義している (Cambridge Dictionary, n.d.)。テーマパーク産業では、1963年にディズニーランドの魅惑のチキルームで初めてオーディオアニマトロニクスが使われた。オーディオアニマトロニクス (Audio-Animatronics) はディズニーによる造語で動作を起こしたオーディオテープを含む独自の制御方法で動くアニマトロニクスのことで現在はオーディオテープではなくコンピュータにより制御されている (The Imagineers, 2010)。

1-3 鳥をモデルに選んだ理由

今回作成したアニマトロニクスを鳥に決定したのは以下の2つ理由のためである。1つ目は機構要素にアニマトロニクスの基本と言える、ワイヤーを使った触手のような機構、リンク機構などがある。2つ目は人の顔のアニマトロニクスなどの機構は複雑なのに対して鳥のアニマトロニクスは大きく分けて2の要素(羽、首)に分けることができるため課題期間内に作り切ることが可能と判断したためである。

1-4 カラートラッキングを実装した理由

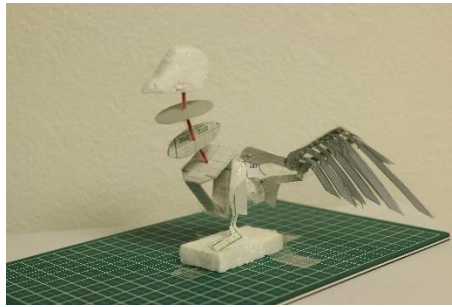
本アニマトロニクスにカラートラッキングを実装した理由はアニマトロニクスをよりインタラクティブにするためである。インタラクティブにする手法としてカラートラッキングだけではなく、モーションディテクションやタッチセンサーを利用など様々な方法があるが、センサー(カメラ)の用意が容易かつプログラムが比較的簡単に扱えるものにするためにカラートラッキングを採用した。

第2章 制作

2-1 設計

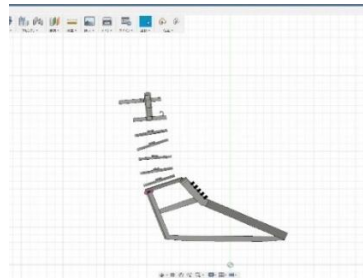
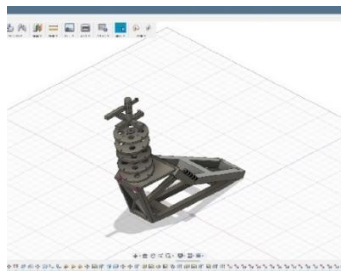
はじめにどのようなデザインの鳥のアニマトロニクスを作るのか具体的にするために簡単なスケッチを描いた。また鳥のアニマトロニクスをインターネットで調べどのような構造でどのような機構なのか考察し参考にした。主に参考にしたものは innerbreed の Animatronic Bird と AcrimoniousMirth の Animatronic Osprey である (innerbreed, 2012) (Acrimonious, 2016)。今回は簡潔に作成するため

に実際の鳥を参考にしていない。次にスケッチを元に簡単な模型を制作し、立体的な全体的構造を把握した。



作成したスケッチと模型

それを元に 3DCAD ソフトを利用して設計した。3DCAD ソフトとして Fusion360 を利用した、主な理由としては高性能な 3D データを制作でき、非商用であれば無償で利用できるためである。またアニメトロニクスの外装は期間内に制作することは不可能と判断し、今回は骨格、機械要素のみを制作した。また羽の構造は Acrimonious の Osprey の羽の 3D データを利用したため羽は設計を行っていない。



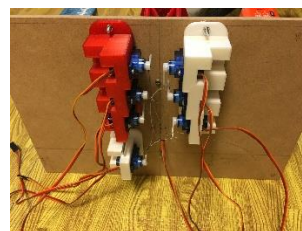
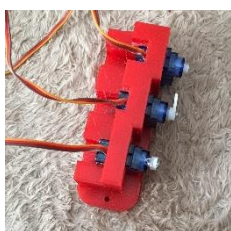
作成した 3D データ

2-2 材料

本アニメトロニクスのボディの制作には 3D プリンターの Adventurer3 を利用した。またボディの材料は安全面を考慮し、強固だがプリント中に有害物質を発生させる ABS 樹脂ではなく有毒ガスが発生しない PLA 製のフィラメントを使用した。羽は薄くかつある程度の強度を保つ必要性があるために PLA を利用したプリントではなく 1mm のプラバンを切り出したものを加工して制作した。

2-3 動力

一般的なアニメトロニクスには油圧式のシリンダーや強力なサーボが使用されているが、今回制作したものは比較的小型のもの、また費用を抑えるために動力には RC サーボモータ (SG90) を採用した。また今回はアニメトロニクス本体を土台に取り付け、サーボモータを台の下に設置し、取り付けたワイヤーを引っ張る事により、動作を伝えることを実現している。土台には加工が用意で安価な MDF ボードを利用した。



サーボモータを取り付けたホルダー、MDF ボードとホルダーを取り付けた様子

サーボモータの制御には Arduino Uno を 2 台使用した。Arduino を使用した理由としては初学者でも比較的簡単に扱えるためであり、2 台利用した理由として Arduino は同時に複数の処理ができないため 2 台の Arduino 利用することにより複数の処理を可能にした。

2-4 機構

本アニマトロニクスにおける機械要素は首と羽の 2 つである。首の機構はハリウッドのアニマトロニクスクリエイターの Poor 氏が解説したアニマトロニクス普及のためのウェブサイトのワイヤーを利用した触手の機構を参考にした (Poor, 2018)。羽の開閉機構は Acrimonious Mirth 氏のアニマトロニクス、Animatronic Osprey の羽の構造を参考に 3D データを利用し、羽の開閉と羽ばたく動作を再現した (Acrimonious, 2016)。羽ばたく動作は羽の付け根にワイヤーを取り付け、背中に設置したサーボモータを動かすことにより実現している。首の触手機構の芯には Poor 氏の解説のとおりブレーキに利用されているワイヤーを利用し、首の関節にはゴム製のグロメットを利用した。



首の関節の様子

第 3 章 プログラミング

3-1 言語

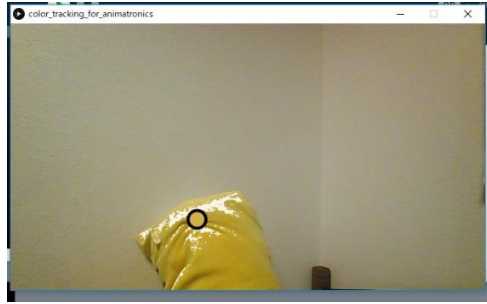
プログラミングには Processing と Arduino を用いた。Processing を使用した理由は以下の理由のためである。映像データの処理に長けている、初学者にもプログラミングしやすい様に工夫されている、そしてインターネット上に情報が豊富であるため。

3-2 通信

本アニマトロニクスはシリアル通信を利用して Processing が得て変換したデータを Arduino に伝えサーボモータを制御している。Arduino は同時に 1 バイトの情報しかシリアル通信でやり取りできないため、Processing ではまず特定の文字、例えば“A”など、を送りその後に送りたい情報、ここでは X 軸データと Y 軸データを送り、Arduino 側では A の文字を受けとり、次のデータが X 軸、その次が Y 軸と認識するようにプログラムした (kougaku-navi, 2014)。

3-3 ウェブカメラと Processing

ウェブカメラについてはパソコン内蔵のものだと画角が狭く満足にトラッキング機能を試せないため BUFFALO のウェブカメラ、BSW200MBK を使用した。視野角度が 120 度と広く、値段も安価だったためこのウェブカメラを採用した。また今回のカラートラッキングのプログラムは Daniel Shiffman が解説をしているチャンネル、the Coding Train のものを参考にした (Shiffman, 2016, 2017)。このプログラムではウェブカメラが取得した映像内でマウスが選択した色のピクセルを判別し、同色と判断した他のピクセルを白くし、更にそれらピクセルの平均した場所に円が現れるようになっている。この円の位置がトラッキングしている位置である。またマウスの X 軸で同色と判断する程度を調節することができる。



カラートラッキング作動中の Processing のウィンドウ

3-4 Arduino

サーボモータは Arduino が Servo ライブラリを利用して制御しているが、羽の開閉と羽ばたく動作は別のサブ機の Arduino を利用している。また基準の Arduino のサーボライブラリを使用すると最速で指定した角度になり動きが急となるため土台に羽がぶつかってしまうためこの動作にはサーボモータの角度とスピードを調整することが可能な VarSpeedServo ライブラリを利用した (Netlabtoolkit、2018)。For 文の仕様でもスピードを調節することは可能だがより簡潔に早く作成することを念頭においたためこのライブラリを利用した。

第 4 章 結論

4-1 結果

指定した色を追うように動かすことに成功したが、羽の動かすタイミングをメイン機の Arduino からの司令で動かしたかったが、Arduino 同士の通信がうまく行かず、そのために本アニマトロニクスを動かす際、羽の動きは完全に独立したサブ機 Arduino が動かしている。また羽の開閉に使用していたサーボモータのトルクが十分ではなかったために羽の開閉動きが制限された。さらに価格の低いウェブカメラを利用したためにカメラのホワイトバランスが安定せず逆光などの状況下においては正確にトラッキングができないことがわかった。



4-2 結論と反省点

今回鳥のアニマトロニクスを制作したことによりロボットの制作には幅広い分野の知識 (工学知識、設計の知識、芸術的センスなど) が必要であることを再認識させられた。

例えばトルクの計算などを怠っていたために、結果で述べたように、本アニマトロニクス作成中に羽の開閉の動作など一部力が足りない状態になってしまった。現在は該当箇所にサーボを新たに加え、また動きを制限することにより解消した。こういったトルク計算や力学的計算はこれからロボットを作る際には非常に重要になってくるためにこれらの工学的知識を深く勉強する必要がある。また作業を完結にするために本物の鳥を参考にしなかったために鳥の見た目というよりはドラゴンのような形態になってしまった。より理想に近いアニマトロニクスを制作するには参考にするものを定め、深く観察する必要性が

ある。LIFE 誌の記事によればこの観察力を鍛えるにはデッサンが適しているという (Paul, 2012)。映画やコマーシャルなどでアニメトロニクス制作したクォン氏は『アニメトロニクス技術には特殊メイクに用いられるシリコン、ウレタン、ジュラルミン、FRP など材料に対する知識、解剖学、電子回路に対する基本知識、油圧・空圧の制御や機械構造の知識等が必要であり、その上に芸術的感性や、表現力が必要である』と博士論文の中で述べている (権, 2009 年)。また「ロボットテクノロジー」の中ではロボットのデザインの必要性について強く述べられている (一般社団法人日本ロボット学会, 2011)。そのため観察力を鍛え、工学を学ぶだけでなく芸術的センスも磨くことも重要とも考えられる。また今回の課題により CAD ソフトの使い方を学びある程度の自分の作りたいものが設計できるようになった。筆者はアニメトロニクスを作りたいと考えているが、それをどう活用させるかという考えやビジョンをまだ思い描けていない。SFC では本格的な工学を扱う授業は限られるがアニメトロニクスの活用方法を考えることができる科目や制御に必要なコンピュータ・サイエンスに強い科目が沢山ある。そのため筆者は他学部設置科目として機械工学を学び、SFC では作ったものの活用の仕方、また社会への貢献などを考えながら学びたい。

第 5 章 参考文献

ANIMATRONICS | meaning in the Cambridge English Dictionary. (n.d.).

<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/animatronics> (閲覧日: 2019 年 3 月 6 日)

kougaku-navi. (2014). Arduino から Processing へ int 型のデータを送る.

<http://d.hatena.ne.jp/kougaku-navi/20141008/p1>(閲覧日: 2019 年 2 月 27 日)

Shiffman, D. (2016,). 11.5: Computer Vision: Color Tracking - Processing Tutorial.

https://youtu.be/nCVZHROb_dE (閲覧日: 2019 年 1 月 31 日)

Shiffman, D. (2017). CodingTrain/website.

https://github.com/CodingTrain/website/blob/master/Tutorials/Processing/11_video/sketch_11_5_AveragePixelColorTracking/sketch_11_5_AveragePixelColorTracking.pde (閲覧日: 2019 年 1 月 31 日)

The Imagineers (2010) Walt Disney Imagineering: A Behind the Dreams Look at Making More Magic Real 80p.

Innerbreed. (2012). Animatronic Bird Armature

<https://www.youtube.com/watch?v=RO-f7aXktyg> (閲覧日: 2018 年 12 月 14 日)

Paul, Annie Murphy. (2012). How to Increase Your Power of Observation

<http://ideas.time.com/2012/05/02/how-to-increase-your-powers-of-observation/> (閲覧日: 2019 年 3 月 2 日)

Poor, B. (2018). WWoT (Part 4) Tentacle Mech Assembly.

<https://www.poormansguidetoanimatronics.com/blog-1/2018/7/24/wwot-part-4-tentacle-mech-assembly>
(閲覧日: 2019 年 1 月 10 日)

Mirth, A. (2016,). Animatronic Osprey by Acrimonious Mirth

<https://www.thingiverse.com/thing:1402647> (閲覧日: 2019 年 1 月 22 日)

Netlabtoolkit. (2018,). Netlabtoolkit/VarSpeedServo

<https://github.com/netlabtoolkit/VarSpeedServo> (閲覧日: 2019 年 2 月 13 日)

一般社団法人日本ロボット学会 (2011) ロボットテクノロジー 40p.

権泰錫. (2009). 顔表情ロボットにおける駆動ユニットの分類に関する研究: アニメトロニクスのためのムービングユニットの提案 (Doctoral dissertation, 九州大学).