

[説明資料(提出ファイル)] 発明・工夫作品コンテスト 製作の動機または目的, 利用方法, 作品自体やその製作過程で工夫したことを, 文章, 写真, 図などで説明。この用紙1枚に記入し, PDFに変換した後, web 提出フォームにて提出する。

個人・グループ名	遠藤直弥	大学名	静岡大学大学院
作品名	計測・制御及びAI 指導用の倒立振り子アプリケーション	人数	1名

**問題/課題設定(従来のシステムの課題)**

近年 AI の普及が加速的に進んでいるが, AI に対する不安を持つ人や AI に対する誤った理解をしている人は一定数存在するという事が指摘されている。このことに問題意識を持ち, 技術教育唯一の義務教育課程である中学校技術科において AI を扱った教材の検討を活発にしていける必要があると考えた。そこで, 2019 年の発明工夫コンテスト(プログラム部門)において, 中学校技術科で AI について指導を行うために「学習する倒立振り子」を提案した。機械学習(Q-learning)により徐々に倒立が可能になる倒立振り子のシステムを開発したが, あくまで提示用としての使用ができる程度で, 生徒が行う活動の想定や指導要領分野内容「D 情報」に位置づけた指導ができるようなシステムにはなっていないという課題があった。

**課題解決のための取り組み**

上述した課題を解決するために, 「D 情報」の計測・制御の技術に関する内容と AI に関する内容を連携させて指導を行うためのコンテンツ(アプリケーション)を制作した。(A)計測・制御指導用アプリケーションと (B)AI 指導用アプリケーションを紹介する。

**制作したアプリケーションの制作過程と工夫点**

開発した (A)計測・制御指導用アプリケーションと (B)AI 指導用アプリケーションを以下に示す。(A)と(B)により, 計測・制御と AI を連携させた指導が可能だと考えられる。なお, プログラムの開発環境には Python 3.8 を利用したが, **実行ファイルに変換したため Windows 環境であれば動作する。**

**(A) 計測・制御指導用アプリケーション**

(A) 計測・制御指導用アプリケーションは下図で示すように, 大きく3つ(1)~(3)で構成した。「(1)はPWM 値によって車輪を回転させる。(2)はセンサにより角度を計測する。(3)は計測と制御を利用した倒立維持をさせる。」ことができる。(1)~(3)の目的と使い方, 工夫点を示す。

**(1) モータのPWM 制御**

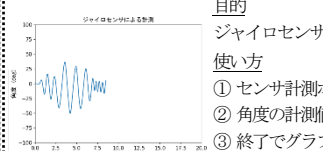


**目的**  
PWM 方式により, モータの回転速度を変える方法について指導する

**使い方**  
① モータ制御ボタンを押す  
② PWM 値をスライドバーで設定  
③ ②に応じて倒立振り子の車輪が回転

**主な工夫点**  
PWM 値 (Duty 比) に応じて PWM 波形の概念波形を表示  
➡ PWM 方式の理解がしやすい

**(2) センサによる計測**



**目的**  
ジャイロセンサによる角度計測の方法について指導する

**使い方**  
① センサ計測ボタンを押す  
② 角度の計測値をグラフ描画  
③ 終了でグラフを閉じる

**主な工夫点**  
リアルタイムでグラフ描画  
➡ 計測の様子が分かりやすい

**(3) 計測・制御による倒立**

**目的**  
計測・制御による自動制御の一連の流れについて指導する

**使い方**  
① ラジオボタンで傾斜角に対してのモータ制御 (正転・逆転) を選択  
② 倒立制御ボタンを押す  
③ 制御条件に応じた倒立動作を行う (倒れたら終了)  
④ 傾斜角のグラフボタンで倒立時間と傾斜角の関係をグラフ化

**主な工夫点**  
計測値に対する制御値をラジオボタンで簡単に選択  
➡ 人間が機械に指示を与える一連の流れがイメージしやすい

**(B) AI 指導用アプリケーション (学習という表現は Q-learning を意味)**

(B) AI 指導用アプリケーションは下図で示すように, 大きく3つ(1)~(3)で構成した。「(1)は倒立維持学習のパラメータを設定する。(2)は倒立維持学習を行わせる。(3)は学習結果に基づいて倒立を行わせる。」ことができる。(1)~(3)の目的と使い方, 工夫点を示す。

**(1) 学習パラメータ設定**

**目的**  
Q-learning に必要なパラメータの設定手順について指導する

**使い方**  
① 学習データとして使用する状態 (計測値) をチェックボタンで指定  
② 状態の範囲と分善数を入力  
③ 学習率などの学習変数を入力  
④ 報酬を与える傾斜角の範囲を入力  
⑤ 報酬の値を入力

**主な工夫点**  
AI について指導ができるパラメータの評価 [1] に基づき, 設定できるパラメータを選定  
➡ AI の特徴に関する段階的な指導が可能

**(2) 倒立維持学習の実行**

**目的**  
(1)で設定した学習パラメータを基に, 倒立振り子を学習させるの様子を観察する

**使い方**  
① 学習ボタンを押すと1試行が行われる  
② 試行数とその時に倒立した時間を描画

**主な工夫点**  
倒立時間の推移をグラフで表示  
➡ 学習している様子を実感できる

**(3) 学習結果による倒立**

**目的**  
(2)での結果を用いて, 倒立維持を行い AI による倒立を実感できるようにする

**使い方**  
① 学習終了ボタンを押す  
② 学習された結果を用いて倒立維持を行い, 倒れたら終了  
③ 傾斜角・角速度ボタンを押すことで, 倒立時の動作をグラフによって表示

**主な工夫点**  
傾斜角や角速度の倒立時の変化をグラフで表示  
➡ 動作の様子から状態や報酬の設定を行う活動が想定できる

[1] 遠藤直弥・改正清広: 強化学習を用いた倒立振り子の教材材に関する基礎的検討(III), 第38回日本産業技術教育学会東海支部大会講演要旨集, pp.43-46(2020)