

ピンポン玉の品質を予測する音響識別AIの開発

東福岡高校 2年生 坂本悠佑

背景

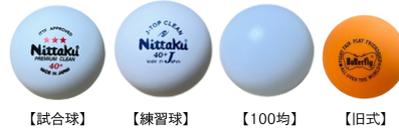
パソコンのキーボードのタイプ音からパスワードを予測するAIを用いたサイバー攻撃について実験したという内容の論文に出会い、AIの技術に非常に驚かされたことがあった。それから同じ技術を用いて自分なりの研究を行いたいと考えようになった。そこで、いろいろな実用例を考案して過去のスポーツ経験などからピンポン玉の例を選び、この研究の実行に至った。

目的

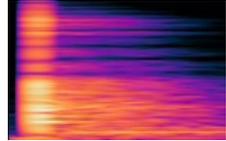
ピンポン玉には三つ星や星無しなどといったグレードが存在し、実際違いがあるのだろうか疑問に思うことが多々あった。ピンポン玉のメーカーでは、転がしたときの曲がり具合や、反発力などを測定して品質を定めている。ただし、音とAIを活用することでより効率的に、より正確に品質を確かめられるのではないかと考えた。

研究内容

	材質	直径
試合球	ニトロセルロース	40mm
練習球	ニトロセルロース	40mm
100均	ポリプロピレン	40mm
旧式	セルロイド	38mm

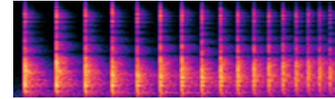


以上の4種類の球を同条件下で落下音を測定する。
合計2000以上の録音データを収集した。



FFT(高速フーリエ変換)によって収集したデータをメルスペクトログラムに変換。これを画像認識のようにCNNモデルに学習させる。

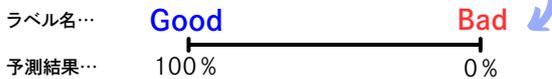
工夫：3秒間バウンドを継続したものを録音し、反発力による違いも考慮できる学習データを作ることによって、よりデータの特徴を見出せるようにした。



実験・結果

〈実験手順〉

1. 試合球と別の球の2種類の学習データを品質「Good/Bad」のカテゴリに分類して学習させる。
2. どちらのデータにより類似しているか予測し、割合で示す。



※訓練用データ、検証用データ、テスト用データは全体から7:3:3の割合で分ける

〈カテゴリ分類〉

	Good	Bad
実験1	試合球	100均
実験2	試合球	旧式
実験3	試合球	練習球

実験1

15のepoch数の中でaccuracy、lossの値の増減は順調に進み、学習は正常に行われていた。

epoch : 15
テストデータへの適合率 : 0.986

結果1

【100均】【試合球】の2種類のデータを予測させたところ、

【100均】 : 0.43% 【試合球】 : 99.87%
(5回分の平均値)

このような予測結果となった。0.1%単位の精度で予測が成功していることが分かる。この2種の球の落下音は耳で聞いてわかるほどの違いがあったため、想定通りの結果となった。

実験2

実験1と同様、15のepoch数の中でaccuracy、lossの値の増減は順調に進み、学習は正常に行われていた。

epoch : 15
テストデータへの適合率 : 0.969

結果2

【旧式】【試合球】の2種類のデータを予測させたところ、

【旧式】 : 2.37% 【試合球】 : 94.73%
(5回分の平均値)

このような予測結果となった。結果1よりも精度は少しだけ落ちているが、それでも1.0%単位の精度で予測が成功している。この2種の球の落下音は耳で聞いても全く違いがわからなかったため、想定以上の結果となった。

実験3

epoch数を調整したが、適合率を上げることはできなかった。やはり各データ間で違いが少なすぎてうまく学習ができていなかったのかもしれない。

epoch : 30
テストデータへの適合率 : 0.600

結果3

【練習球】【試合球】の2種類のデータを予測させたところ、

【練習球】 : 47.72% 【試合球】 : 49.62%
(5回分の平均値)

このような予測結果となった。2データ間の違いは誤差で、実際には予測はうまくいっていなかった。大きさ、材質、製造過程においての違いはほとんどなく、今回の実験ではメーカーの定めた基準の品質の差を予測することは不可能だった。

活性化関数 (ReLU、シグモイド) を利用して2分類問題として扱う。また、正則化 (L2正則化、ドロップアウト) を利用して過学習を防ぐプログラムを組み込んだ。

考察

今回行った研究では、学習データは自分で収集するしかなかったため、データ数に限界があるという理由で今回の問題の難しさに対応できるほどの深い学習ができなかった。また、今回使用したパソコン (右資料参照) はスペックが少々悪く、AI開発にあまり適した環境ではなかった。また、そのパソコンにはGPUが実装されていなかったが、逆に言えばGPUが実装されているパソコンで、より多くのデータを扱うことができれば本来期待していた結果も得られるのではないかと考える。

補足資料

PCの仕様…プロセッサ : Intel(R) Core(TM) i7-2620M CPU @ 2.70GHz 2.70GHz
実装ROM : 16.0 GB

録音機器…OM SYSTEM リニアPCMレコーダー ブラック LS-P5



録音用装置 (条件固定用) …



開発環境…Jupyter Notebook

参考文献

<https://www.nittaku.com/wp-content/uploads/2022/08/570e83bd06e44089d06250b67c0f0940.pdf>

<https://arxiv.org/pdf/2308.01074>