

第4回中高生情報学研究コンテストの作品紹介



稲垣知宏

広島大学

中高生情報学研究コンテスト受賞作品

第84回情報処理学会全国大会の中で開催された第4回中高生情報学研究コンテストでは、92件がエントリーされ、86件の作品応募があった。いずれも力作揃いで、中高生らしい感性、研究動機と研究方法が進められた研究からは、中高生の情報学に対する関心の高さと若者らしい行動力を実感させられた。本コンテストでは、応募作品の中から、中高生研究賞最優秀賞・(1件)、中高生研究賞優秀賞(2件)、中高生研究賞奨励賞(19件)と入選(25件)を選出した。今回から、中高生研究賞最優秀賞に選ばれた作品には、文部科学大臣賞が授与されることになり、中高生研究賞最優秀賞と中高生研究賞優秀賞に選ばれた3件は本会の若手奨励賞にも選出されている。また、中高生研究賞奨励賞に選ばれた作品の中から情報処理教育委員会委員長賞(1件)、初等中等教育委員会委員長賞(1件)を選出した。本稿では、中高生研究賞最優秀賞、中高生研究賞優秀賞、および委員長賞を受賞した5件について応募ポスターと概要を紹介する。ほかの作品についてはWebページで確認いただきたい^{1), 2)}。

□ 中高生研究賞最優秀賞・文部科学大臣賞

#14 高々1619@物理部:スマート盲導杖「道しる兵衛」～AI搭載白杖による視覚障害者歩行支援～
(図-1)

高田悠希(群馬県立高崎高等学校1年)

【概要】

視覚障害者の歩行時の危険を回避する目的で、画

像認識AIを搭載した白杖を小型コンピュータ「Raspberry Pi」を用いて開発した。

従来の白杖は、触れることにより障害物を検知し歩行時の視覚障害者を危険から護る道具だが、そのアナログな仕組みでは、視覚障害者を歩行中の重大事故、たとえば駅ホームからの転落事故や歩行者や

スマート盲導杖 「道しる兵衛」
～AI搭載白杖による視覚障害者歩行支援～

研究の概要
視覚障害者の歩行時の危険を回避する目的で、画像認識AIを搭載した白杖を小型コンピュータ「Raspberry Pi 3B+」を用いて実際に開発した。視覚障害者が携帯する白杖に画像センサーを取り付けた「電子白杖」の開発はこれまでにも行われていたが、センサーを取り付けるのみでは歩行者や自転車との衝突の回避は難しく、また横断歩道や線路、下り階段などの認識は不可能で、歩行中の危険の多くがカバーできていない。ここで、画像認識AIを用いて杖自身が視覚障害者の「目」の代わりとなる機能を白杖に持たせることを考えた。この白杖は、線路や横断歩道などの画像を学習させた独自のAIを搭載したカメラにより、その有無を使用者に伝え、転落事故や交通事故の防止に繋げることが可能だ。また、センサーのみではなく、カメラ画像から前方の歩行者や自転車を検知することで、より早くそれらの存在を伝え、衝突事故の回避を可能とする。

3つの機能
センサーによる障害物感知
画像抽出による歩行者検知
画像比較による危険状況検知

スマート盲導杖 持ちしる兵衛
カメラ (電子目) AIと組み合わせることで目の代わりとなる

----- 従来のセンサー機能に加えて、2つのAIを組み合わせて歩行中の危険を察知! -----

ソフトウェアの開発
学習した画像 DB
画像認識AIがDB比較
カメラ画像
線路や横断歩道が検知可能!!
先行事例あり
線路や横断歩道を検知する為 深層学習に基づく画像認識AIをTeachable Machineで自作
自宅周辺の横断歩道や線路の写真を撮り学習させた

ハードウェアの開発
情報の伝達手段として音(線路や自転車などの検出時)振動(センサーの反応時)を採用
実際の作品 (試作品)
スピーカー
振動子
バッテリー
基板 (Raspberry Pi)
カメラ (電子目)
センサー

杖の下部にレーザー測距センサーを取り付け、カメラの視角外から接近する障害物や段差にも対応

製造コストは2万円以下と低コスト!

試用
南高崎駅(ホームドアのない無人駅)周辺で、各機能の動作検証を行った。→
また、群馬県視覚障害者福祉協会の協力で、実際の視覚障害者の方にも試用していただいた。

まとめ
本白杖はカメラと独自のAIにより今までどの研究でも感じえなかった白杖自体での横断歩道・線路検出を低コストで実現したものであり、実際の視覚障害者の方にも高く評価していただいた。さらに、この技術は赤字ブロックや下り階段の検出にも拡張可能であり、今後発展させ世に普及させていくことが強く望まれる。

歩行者や自転車等の動体を検出するため画像からそれらを切り出して検出する既成の物体検出AI「CocoSsd」を採用

図-1 高々1619@物理部:スマート盲導杖「道しる兵衛」～AI搭載白杖による視覚障害者歩行支援～

自転車との衝突事故から護ることは困難である。そこで白杖に測距センサを取り付けた「電子白杖」の開発がこれまでも行われてきたが、それも上記のような重大事故を防ぐには不十分である。

ここで、画像認識AIを用いて視覚障害者の「目」の代わりとなる機能を白杖に持たせることを考えた。この白杖は、線路や横断歩道などの画像を学習させた独自のAIと搭載したカメラにより、その有無を使用者に伝え、転落事故や交通事故の防止に繋げることができる。

また、センサではなく、カメラ画像から前方の歩行者や自転車を検知することで、より早くそれらの存在を伝え、衝突事故を回避することが可能となる。

□ 中高生研究賞優秀賞

#77 Otemon Earth Challenger : バーコード読み取りを利用した「ゴミ分別促進アプリ」の開発(図-2)

西住 悠(追手門学院大手前高等学校 2年)

【概要】

近年、私たちの身の回りには多様な物があり、分別の方法が周知されておらず、間違った廃棄による環境問題が発生している。そこで、その問題を解決するために、「ゴミ分別促進アプリ」を開発した。

ゴミの分別を正しく行うことで無駄なゴミの焼却を抑え温室効果ガスである二酸化炭素や有害物質であるダイオキシンの発生を抑制しリサイクル可能なものを増やすことで循環型社会の促進を目的としている。アプリの機能は商品についているバーコードを読み取ることで、その商品の分別方法や地域ごとのゴミ収集日が表示されるシステムの開発に取り組んだ。私の開発したアプリによって、地球環境の改善につながれることを期待する。

#90 宇土高等学校 : Dynamic Questioning : 強化学習を用いた生徒の学習意欲維持と学習の効率化を両立する出題アルゴリズム(図-3)

吉野泰生(熊本県立宇土高等学校 3年)

【概要】

本研究では、e-learningにおける学習効率と学習意欲のトレードオフを考慮した出題手法を提案する。近年、e-learningの普及により、出題を個別最適化する手法が提案されている。生徒の知識状態を推定するKnowledge Tracingに基づく従来手法は、苦手な問題を優先的に出題することで学習効率を高める一方、苦手な問題ばかり解くことによる学習意欲の低下が指摘されている。生徒の学習意欲の向上は学習量の増加だけでなく、e-learningの提供者にとってはユーザのサービス利用時間増加の便益がある。我々は、学習効率と学習意欲のトレードオフの関係と市場経済における需要と供給の関係の間にアナロジーを見出し、多腕バンディット問題に帰着させる。これにより多腕バンディット問題の最適化手法を用いることが可能になり、学習効率と学習意欲の両立

**バーコード読み取りを利用した
ごみ分別促進アプリの開発**
追手門学院大手前高等学校 西住 悠

背景
近年、私たちの身の回りには多様な物があり、分別の方法が周知されておらず、間違った廃棄による環境問題が発生している。また、日本のごみ総排出量は減少傾向だが、そのごみ処理方法の大半が焼却処理である。右図のグラフは校内で取ったアンケートの結果であり、ごみの分別をしていない人は14.0%となり、10人に1人はごみの分別をしていないことが分かった。この現状から、ごみの分別を促進するアプリの開発に挑戦している。

目的と手法
この活動は一人でも多くの人が適切なごみの分別を行う社会にすることで無駄なごみの焼却を抑え、また、温室効果ガスである二酸化炭素や有害物質であるダイオキシンの発生を抑制しリサイクル可能なものを増やすことで循環型社会の促進を目的としている。そのためには多くの人が触れるものを利用し、さらに手軽にゴミの分別方法を調べられるようにすることにより普段ごみの分別に関心のない人でも利用してくれようとした。そこで「誰でも手軽に使える」をコンセプトとしてバーコードの読み取りを利用した簡易的なシステムを考案した。

システム概要
日本にある商品についているバーコードを読み取ることで、その商品の分別方法が表示されるシステムを考案した。誰もが持っているスマートフォンで、どの商品にもついているバーコードを読み取ることで、手軽にその商品の分別方法を確かめられると考えた。このシステムの流れを下図に示す。
①独自で開発したアプリをインストール・起動
②スマホを使いバーコードを読み取る
③分別方法が表示される

結果・考察
二種類のバーコードを使用し、一方はペットボトル、もう一方はカンと認識させるようにした。結果そのバーコードに対応した画面を表示させることに成功した。このシステムを応用し商品に貼られているバーコードに対応させていけると考えている。

課題
今後の課題は以下の通りである。
・バーコードと商品のデータの紐づけ及び、データベースの構築又は作成。
・より多くの地域のごみ分別方法の表示とごみ収集日カレンダーの作成

展望
未だにたくさんの課題が残っているがこのシステムはより多くの人に使われることによって環境保全につながると考える。そして様々な地域団体や企業と連携することによりもっと可能性の広がるものだと思われる。そのためにこれからもこのアプリの開発を続けていこうと思う。

参考文献
環境省
「一般廃棄物の排出及び処理状況(令和元年度)について」
2021. <https://www.env.go.jp/press/109290.html>
(参照 2022-01-20)

図-2 Otemon Earth Challenger : バーコード読み取りを利用した「ゴミ分別促進アプリ」の開発



を実現する。我々は、模擬実験を行い提案法の有効性を確認する。

□ 中高生研究賞奨励賞・情報処理教育委員会委員長賞

#15 群馬県立高崎高等学校物理部2年：予測で換気を促す次世代CO₂モニター ～「Raspberry Pi」を用いたシステム開発と数値モデルによる解析～ (図-4)

【概要】

新型コロナウイルス感染症対策として、本研究では学校生活における教室での換気を促したり、CO₂濃度と在室人数との関係を調べたりする目的で、小型コンピュータ「Raspberry Pi」を用いて、CO₂濃度と在室人数(カメラと物体検出AIで測定)を同時にモニ

タリングするシステムを開発した。このシステムは換気のタイミングを音声やLINEによる通知で知らせたり、自動で換気扇を回したりすることができる。

また、このシステムを実際に校内で稼働させ、データを収集した。この結果、数値モデル「ザイデルの式」で計算したCO₂濃度の理論曲線と、CO₂センサーで測定した実験データがよく一致することが分かった。これを応用し、数時間後のCO₂濃度を計算し、事前に換気を促す次世代CO₂モニターの開発にも成功した。

□ 中高生研究賞奨励賞・初等中等教育委員会委員長賞

#74 千里放送録音班：校内放送自動録音システムの開発 (図-5)

末永温和(大阪府立千里高等学校2年)、奥村友陽(同

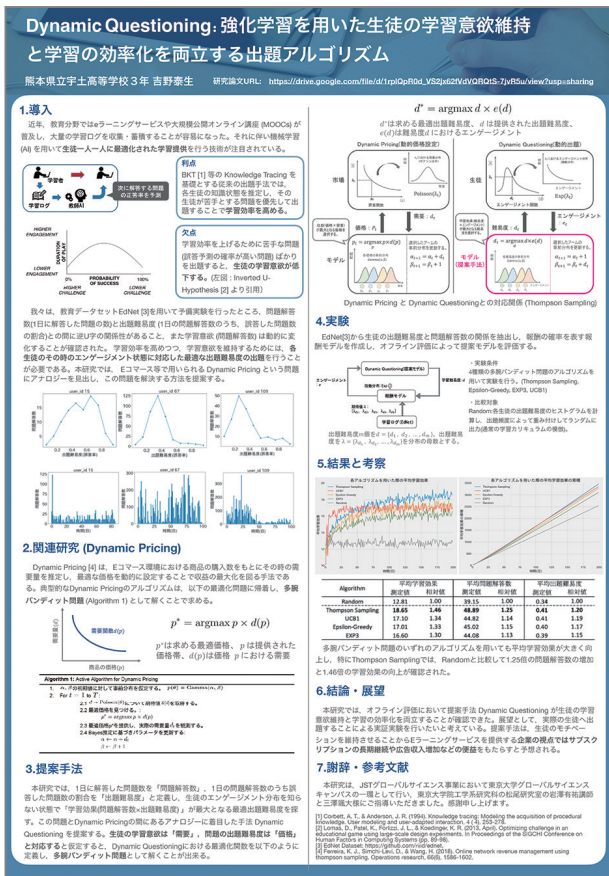


図-3 宇土高等学校：Dynamic Questioning：強化学習を用いた生徒の学習意欲維持と学習の効率化を両立する出題アルゴリズム

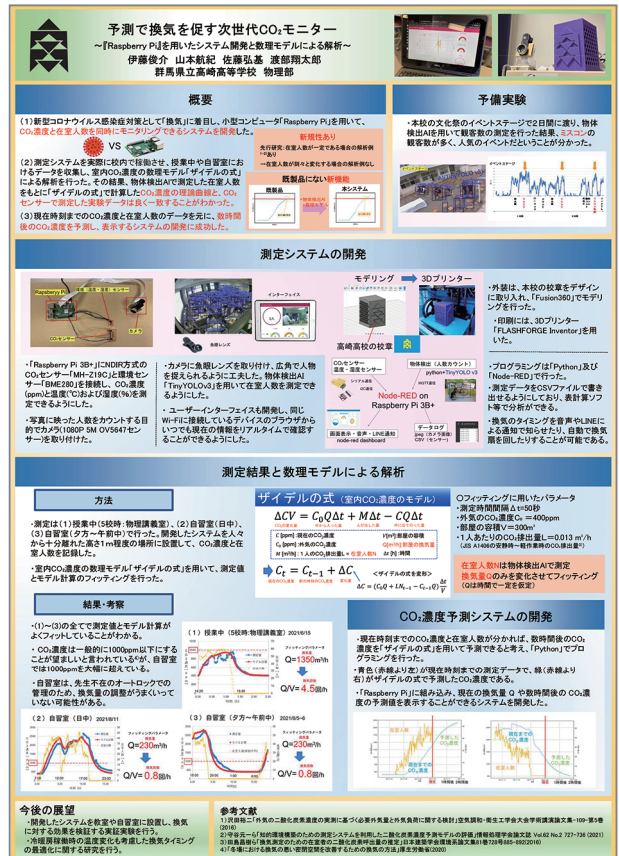


図-4 群馬県立高崎高等学校物理部2年：予測で換気を促す次世代CO₂モニター ～「Raspberry Pi」を用いたシステム開発と数値モデルによる解析～

2年), 池上聡範(同2年)

【概要】

本校では生徒, 教職員の呼び出しなどの連絡に校内放送が用いられている。しかし, 周囲の雑音によって聞き取りにくいことがあり, 大きな問題となっている。そのため, 校内放送を自動録音し, さらに音声認識によって文字情報化したものを共有することで, 重要な連絡の聞き逃しを防止できるのではないかと考えた。このシステムはマイクに接続した Raspberry Pi をスピーカに設置して校内放送を録音するもので, 既存設備の変更を伴わない。そして, その音声および音声認識によって生成された文字情報を共有することができる。2カ所に設置された2台の Raspberry Pi を用いて録音されたそれぞれの音声データを比較することで, 雑音の録音を除去することができた。また, 一方の故障時にはもう一方の

みの動作に切り替わることで, 安定性の向上を図った。試験運用は成功しているので, 今後は本校関係者にも使ってもらい, 使用感の改善にも努めたい。

今後への期待

中高生情報学研究コンテストの中高生研究賞最優秀賞, 中高生研究賞優秀賞, および中高生研究賞奨励賞を受賞した作品19件のうち情報処理教育委員会委員長賞と初等中等教育委員会委員長賞を受賞した2件について紹介したが, 普段の生活や学校生活の中から情報学に関するテーマを見つけ, 授業で学んだ知識と技能をベースに, 文献, 情報を調べる等して, ものづくり, アプリ開発, アルゴリズム探索, システム開発, モデル構築につなげていったのである。中には, 環境問題と持続可能性に注目し実用化が待たれる作品, 機械学習といった新しい手法を取り入れることで最先端の研究成果に迫る作品もあった。また, 地域や学校生活の中で利用し改善していくことで, さらなる発展が見込まれる作品も少なくなかった。今回, 応募された中高生が, 情報学に関するテーマに興味を持ち続けてくれることで, 近い将来, 情報学とその関連分野の発展や新しい技術開発につながっていくことと期待している。

参考文献

- 1) 第4回中高生情報学研究コンテスト, <https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/84/84PosterSession/>
- 2) 第84回情報処理学会全国大会 第4回中高生情報学研究コンテスト, 「みらいぶ」高校生応援(河合塾), <https://www.milive.jp/live/220301/>

(2022年4月27日受付)

校内放送自動録音システムの開発

大阪府立千里高等学校
奥村 友陽
池上 聡範
永末 温和

1. 動機

校内放送の重要な連絡を聞き逃して困った経験から, 校内放送を自動録音で聞き逃しを防止できることを考えた。さらに, その録音した音声を文字化して共有するまでを自動化し, 常時録音させるシステムがあればより便利と考えた。また, 既存の放送設備に変更を加えずに, 後付けで簡単に設置できる装置とすることを目標とした。

2. 目的

- ・校内放送を聞き逃した人が放送を再度確認できるようにすること
- ・音源認識によって放送の確認を容易に行えるようにすること
- ・高い安定性を持つシステムを開発すること
- ・高い冗長性を持つシステムを開発すること

※冗長性・・・故障の際にシステムの動作を継続させる能力のこと

3. 環境

<ul style="list-style-type: none"> ・Raspberry Pi4B: 小型・低消費電力のコンピューター ・Python 3.7 ・FFmpeg ・Slack 	<p>・Raspberry Piを用いた理由-</p> <ul style="list-style-type: none"> - 低消費電力 - 開発環境の構築が容易 - 校内放送用スピーカーは周りに設置されているため大型機器を設置する必要はない 	<p>・Slackを用いた理由-</p> <ul style="list-style-type: none"> - 生徒や教職員はだれでもアクセスできる - 音源のアップロードも容易 - 音声の再生が容易である - 音声の再生が容易である - LINE, Discord, Slack で記録した結果を Slack とつながった
---	--	---

4. 処理内容

MAIN	一定の音量以上で録音開始	一定の音量未満で録音停止	文字起こし 音声圧縮 チャイム・騒音排除	追加処理 Slackに共有
SUB	一定の音量以上で録音開始	一定の音量未満で録音停止		録音時刻をMAINに送信

5. 工夫点

MAIN	SUB	故障時の対応	故障時の流れ
録音する 音声認識を行う SUBから録音時刻を受け取る MAINでの録音時刻とSUBでの録音時刻を照合 音声と文字をSlackに送信	録音する MAINに録音時刻を送信	SUB故障時 時刻照合を無効化後, 音声認識と送信を続行 MAIN故障時 SUBが音声認識と送信を代行 これらの対応により 高い安定性を実現	STEP1 故障検知をDiscordを通じて管理者に報告 STEP2 予備SDカード・マイクを用いて復旧作業 これらの流れにより1日程度での システムの復旧が可能

6. 運用実績

本校の教員向けに運用実験を行った
実験期間: 2022年12月～2023年2月2日

目的: このシステムを教員に使ってもらい, 満足度や要望を調査する

実装機能: 自動録音, 自動文字起こし, Slackへの自動共有

満足度: ★★★★★ 非常に高かった

意見: 放送を聞き逃したことがある人は半数以上いた
文字化して共有が高かった

意見: チャイムの録音機能を追加する
共有されたデータがGoogle Classroomへ配信する

7. 展望

- ・チャイムの音源は録音が鳴った場合の対策
これに関しては以下の方法を考案している
1. 録音したデータの長さを比較する
2. 録音した音源の音源を比較する
・録音データの保存先の変更
SDカードを読み取り専用とし, 外部ストレージにデータを保存する。
これによりSDカードのアクセスを減らし, 複製と安定性を高める。
・データの自動削除
チャット上の古いデータを自動的に削除し, セキュリティ面での改善を図る

8. 参考文献

Python - Slack bot を作成してチャンネルに Slack にアップロードする方法 (webdeva.jp.net)
<https://www.webdeva.jp.net/slack-bot/>
Python のインストール - Qiita
<https://qiita.com/ikemura/items/166de0f00c0ca4d701>
最終更新日: 2021年10月13日

図-5 千里放送録音班: 校内放送自動録音システムの開発

稲垣知宏 (正会員) inagaki@hiroshima-u.ac.jp

1995年広島大学大学院理学研究科博士課程修了。博士(理学)。広島大学情報メディア教育研究センター教授。大学における情報教育改革に取り組んでいる。本会情報処理教育委員会委員長。

