

第3回中高生情報学研究コンテストの 作品紹介

米田 貴

神戸大学附属中等教育学校

中高生情報学研究コンテスト

第83回情報処理学会全国大会のプログラムの一環として、初等中等教育委員会主催で第3回目となる「中高生情報学研究コンテスト」を2021年3月20日(土)に開催した。同コンテストでは情報学分野に関しすぐれた研究活動を行っている中学生や高校生に、全国的な研究発表の場を提供するとともに、優れた研究を行った中学生に賞を授与している。審査はポスター原稿に加えて400字の説明テキストを全員に提出してもらい、希望者には2分以内の動画ファイルまたは音声ファイルの提出も説明資料として提出してもらった。今回は全国から88グループの応募があり、研究の質の高さ、実験・調査による考察の深さなどを評価し、最終的に中高生最優秀賞1件、中高生優秀賞2件、中高生奨励賞3件を選出した。中高生最優秀賞と中高生優秀賞の計3グループは本会の若手奨励賞にも選出され、中高生奨励賞に選出された1グループは情報処理教育委員会委員長賞、2グループは初等中等教育委員会委員長賞にも選出された。後日、上位入賞の6チームにはそれぞれの受賞の感想を書いてもらった。本稿では上位入賞チームごとに、ポスター原稿、概要、受賞後の感想の3点をまとめて掲載する。こちらで紹介した研究以外はWebページでご確認いただきたい¹⁾。

□ 中高生最優秀賞・若手奨励賞(1件)

#58 立高天(文)気(象)部：カメラとRaspberry Piを用いた視程観測装置の自作(図-1)

浜島悠哉 田中陽登 馬場光希(東京都立立川高等学校3年) 安原拓未(同校1年)

【概要】

観測場所から識別できることのできる距離の程度

カメラとRaspberry Piを用いた視程観測装置の自作
東京都立立川高等学校 3年 浜島悠哉 田中陽登 馬場光希 1年 安原拓未

視程とは 観測場所から識別することのできる距離の程度を表す気象用語で、0-9までの階級で表される。大気汚染などの影響を受けてくると距離は短くなる。

はじめに 本気象部では、約70年前より気象観測による気象観測の歴史を継承し、気象観測の発展に貢献している。1959年には気象観測の自動化が実現された。2021年には観測データの解析と、気象以外の観測を目的とした観測装置の自作。

観測装置の製作・設置 観測装置は、一眼レフカメラと Raspberry Piを用いて製作された。カメラは、一眼レフカメラと Raspberry Piを用いて製作された。カメラは、一眼レフカメラと Raspberry Piを用いて製作された。

観測データの分析 2020年7月~2021年1月のデータをまとめた。自動観測と目視観測の比較を行った。また、観測と気象の関係について調べ、観測と気象の関係を比較した。

深層学習による視程の判定 目視観測と自動観測の比較を行った。また、観測と気象の関係を比較した。観測と気象の関係を比較した。

図-1 立高天(文)気(象)部：カメラとRaspberry Piを用いた視程観測装置の自作



を表す気象用語を視程という。本研究では独自の視程を設定し、一眼レフカメラと Raspberry Pi からなる観測装置を作成した。カメラは Raspberry Pi で制御し、自動で定時撮影やクラウドへのデータ保存を行う。また Slack を通じてスマートフォン等から遠隔操作でカメラに即時撮影や設定の変更の指示を可能にした。撮影した画像について、対象物が写っているかについての判定についても深層学習により判定を行い、約 95% と高い水準で判定をすることができた。

【受賞後の感想】

初めての参加ながら最優秀賞をいただくことができ、とてもうれしく思います。観測装置の製作や目視観測にあたっては多くの天文気象部員・OB にお世話になりました。この研究にかかわったすべての方々に感謝いたします。

□ 中高生優秀賞・若手奨励賞（2件）

#11 Kineto : 「時間」を超えてつながる授業体験 (図-2)

青山柊太郎(ぐんま国際アカデミー 11 年)

【概要】

現在普及している授業環境は、同期性に基づいて分類することができる。対面授業や Zoom 等による授業は生徒が同じ内容を同期的に体験したり、生徒間のコミュニケーションが可能となる。ただし授業内容について時間的にコントロールすることができない。一方で、YouTube のような配信型の映像授業は非同期的であるため、早送りや 10 秒戻しなどの時間的なコントロールが可能である。しかし、生徒間のコミュニケーションは乏しい。

本研究では、時間のコントロールと生徒間のコミュニケーションを両立できる授業環境の実現を目指した。授業における教師の発言と生徒間のコミュニケーションをアプリ上の時間軸に落とし込み、早送りや 10 秒戻しなどの時間のコントロールを可能にした。授業映像への書き込みや付箋を貼

る機能を用いて、非同期的に視聴している生徒間のコミュニケーションも可能にした。さらに、非同期で視聴している生徒同士を再生速度の自動変化によって同期させる弾性同期という仕組みを開発した。各生徒の再生速度が 0.9 ~ 1.2 倍速の範囲で自動的に調整され、各生徒がバラバラのタイミングを視聴している場合でも生徒間のずれを吸収し双方向対話を実現した。

【受賞後の感想】

今回、優秀賞という形で研究を評価していただいたことを嬉しく思っています。また、ほかの方々の研究も興味深く、刺激を受けました。

この受賞を励みに、今後も研究成果のサービスの普及や時間の在り方の研究に取り組みたいと思っています。

図-2 Kineto : 「時間」を超えてつながる授業体験

#41 π & cone : 自作 JVM 言語コンパイラ基盤の最適化と評価(図-3)

二ノ方理仁(芝中学校 2年)

【概要】

JVM 言語は GC や JavaAPI を活用できるという利点を持つ。JVM 言語コンパイラを自作することで開発内容に合わせた最適化の手法を採用し、JVM 言語をより短時間で実行できると考え、コンパイラ基盤 Xjar を C++ で記述し、自作した。Xjar はソースコードを構文解析し AST へ変換する。その後、AST を最適化し冗長性を排除した AST に変換する。最適化の手法として、定数畳み込みと定数伝播、ループ不変量コード移動の3つの手法を採用した。Xjar を評価するため3種類のソースコードを実行し、実行時間の平均値を求めた。結果、データフロー最適化では平均 29%、ループ最適化では平均 17% 実行時間が減少した。

序論：JVM 言語自作の利点と課題

JVM 言語とは
Java仮想マシン (JVM) 上で動作するプログラム (バイトコード) を生成するプログラミング言語

JVM 言語の利点

- マルチプラットフォームに対応できる。(Windows, Mac, Linux)
- JVM が garbage collection (GC) を制御できる。
- 既存の Java API を利用できるため開発が楽になる。

JVM 言語を自作する利点

- JVM 言語の自作は作業効率化に有効と考える。

JVM 言語自作の課題

- 自作言語を実装する期間の分、開発期間がかかる可能性がある。
- JVM 言語コンパイラ基盤の作成と最適化の評価
- JVM 言語実装にかかる時間を短縮できる。
- プログラムの特性に合わせた最適化を採用できる。

目的

- JVM 言語を自作し、テストまで短期間で終わらせるためのコンパイラ基盤の作成と、最適化によって変化する実行速度の評価

方法：コンパイラ基盤 Xjar の作成と特徴

本研究は、JVM 言語を自作するためのコンパイラ基盤 Xjar を作成し、最適化した。Xjar は C++ で記述した。

1. Xjar はソースコードを本構造 (AST) に変換してバイトコードを生成
2. オプティミズーションの方式、GC、演算、スタックは JVM に依存
3. 作成される言語は可移植性を重視し記述場所を一元化

Xjar 言語処理系の過程

コンパイラ基盤は3種類の手法で最適化した。

- 定数畳み込みと定数伝播でデータフローを最適化した。
- プログラムの定数を対象とするため、効果が期待できると考えた。
- ループ不変量コード移動でループを最適化した。
- プログラムの実行時にループが占める割合は大きい。そのため、作業時間の短縮につながると思った。

定数畳み込みと定数伝播

定数畳み込みの計算式があった場合、計算結果で置き換える最適化手法
定数伝播とは、既存の定数値も置き換える最適化手法
ループ不変量コード移動とは、ループの中で計算されている値が不変の場合、ループの前移動して計算を行う最適化手法

評価：テスト言語最適化後の実行速度

対象 Xjar で作成した3種類のテスト言語 A, B, C

内容
A, B, C を 10 回実行し、実行時間の平均値を求めた。
テスト環境: Ubuntu18.04
64bit Intel CPU, メモリ 16GB

評価

- 3種類の最適化を単独で行った後それぞれ評価する。
- 最適化を2種類組み合わせて行った後評価する。
- 最適化を3種類組み合わせて行った後評価する。

結果と考察

評価1の結果 CF=定数畳み込み, CP=定数伝播, LCM=ループ不変量コード移動

	通常	CF	CP	LCM
Aの実行時間	5,440	4,990	4,928	3,249
Bの実行時間	14,410	10,192	9,032	14,320
Cの実行時間	7,293	6,893	6,724	6,645

(単位: 秒)

評価2の結果

	通常	CF+CP	CF+LCM	CP+LCM
Aの実行時間	5,440	4,860	3,092	3,007
Bの実行時間	14,410	9,940	10,555	11,162
Cの実行時間	7,293	6,049	5,723	5,378

評価3の結果

	通常	最適化なし (CF+CP+LCM)
Aの実行時間	5,440	2,325
Bの実行時間	14,410	4,101
Cの実行時間	7,293	5,293

結論

本研究で行なった最適化は3種類にとどまらず、また、今回は一般的な最適化を採用したので、JVM 言語の特性に合った最適化を今後考えたい。また、コンパイラ基盤の記述にもユーザーが行う部分が多々残っている。例えば、スタック管理の最適化は今後検討される。

参考文献

https://www.javatpoint.com/jvm-compiler
https://www.javatpoint.com/jvm-compiler-optimization

図-3 自作 JVM 言語コンパイラ基盤の最適化と評価

【受賞後の感想】

このたびは優秀賞をいただきありがとうございます。今回の発表では、もっと正確な評価をするために、サンプル言語のソースコードを工夫したかった等の反省点があります。これからも研究を続けて、次の機会でも発表できるような成果を残したいです。

□ 中高生奨励賞・情報処理教育委員会委員長賞 (1件)

#84 屋外で動作する三次元ポジショントラッキングシステムの開発および改良(図-4)

迫田大翔(愛光高等学校 3年)

【概要】

XR (VR, MR, AR) 分野において、ポジショントラッキング技術はさまざまな手法が提案されているが、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる手法は少なく、実現しているシステムは数百万円程度の

屋外で動作する三次元ポジショントラッキングシステムの開発および改良
愛光高等学校 3年 迫田 大翔

1. Introduction

本研究において、ポジショントラッキング技術は重要な要素技術であり様々な手法が提案されているが、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる手法は少ない。また、それを実現しているものは、数百万円の設備コストがかかる。本研究では、広範囲にマーカの絶対座標を取得するためのポジショントラッキングシステムを開発し、改良した。改良したポジショントラッキングシステムは、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる。改良したポジショントラッキングシステムは、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる。

2. Methods

本研究では、三次元ポジショントラッキングシステムを開発し、改良した。改良したポジショントラッキングシステムは、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる。改良したポジショントラッキングシステムは、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる。

2.1 Materials

本研究では、三次元ポジショントラッキングシステムを開発し、改良した。改良したポジショントラッキングシステムは、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる。改良したポジショントラッキングシステムは、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる。

3. Results and Discussion

本研究では、三次元ポジショントラッキングシステムを開発し、改良した。改良したポジショントラッキングシステムは、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる。改良したポジショントラッキングシステムは、広範囲にマーカの絶対座標を取得できる。

図-4 屋外で動作する三次元ポジショントラッキングシステムの開発および改良



設置コストを要する。本研究では低コストでポジショントラッキングを行うため、赤外線センサアレイを用い、階段変調した赤外線のパルス幅を測定するという手法を考案し、トラッキングを行った。また、考案したトラッキングシステムを評価するためのアプリケーションも Unity で作成した。

【受賞後の感想】

高校2年時から継続していた研究で受賞できたことを大変嬉しく思います。一般の学会だけでなく、中高生向けの別部門を用意して下さることは、研究開発のモチベーションに大きく繋がっています。研究にとどまらず社会実装へ向け努めて参ります。

□ 中高生奨励賞・初等中等教育委員会委員長賞 (2件)

#61 製品組み合わせ粗利最適化エンジン～DXで開く新たな経営戦略～ (図-5)

森本新太郎(福井県立高志中学校 3年)

【概要】

本研究では中小企業が情報技術を活用する具体的な方法の提案として、企業の実データを有効性の検証を行うことができた。情報学を社会に活用する意味や、インパクトの大きさを実感できる有意義な経験になりました。

【受賞後の感想】

私は、今回の研究で、中小企業が情報技術を活用する方法を提案し、企業の実データで有効性の検証を行うことができました。情報学を社会に活用する意味や、インパクトの大きさを実感できる有意義な経験になりました。

#69 星光：視覚で楽しめるピアノ(図-6)

喜多駿介(大阪星光学院高等学校 2年)

【概要】

ピアノなどの楽器で音楽を演奏することは楽しい活動であるが、理論の理解や練習を要する。鍵盤を弾くとグラフィックが変化するようにすれば音楽に詳しくない人や、耳の聞こえづらい人も楽器の演奏を楽しめるのではないかと考えた。そこでUnityとMIDIキーボードを用いて、鍵盤を押すと視覚的にグラフィックが変化し、聴覚だけでなく視覚で演奏を楽しめるピアノのような楽器を作成した。MIDI機器を接続して鍵盤の情報を取得し、UnityのVisualEffectGraphでグラフィックを作成した。音ごとにグラフィックが割り当てられており押している間そのグラフィックが再生する。

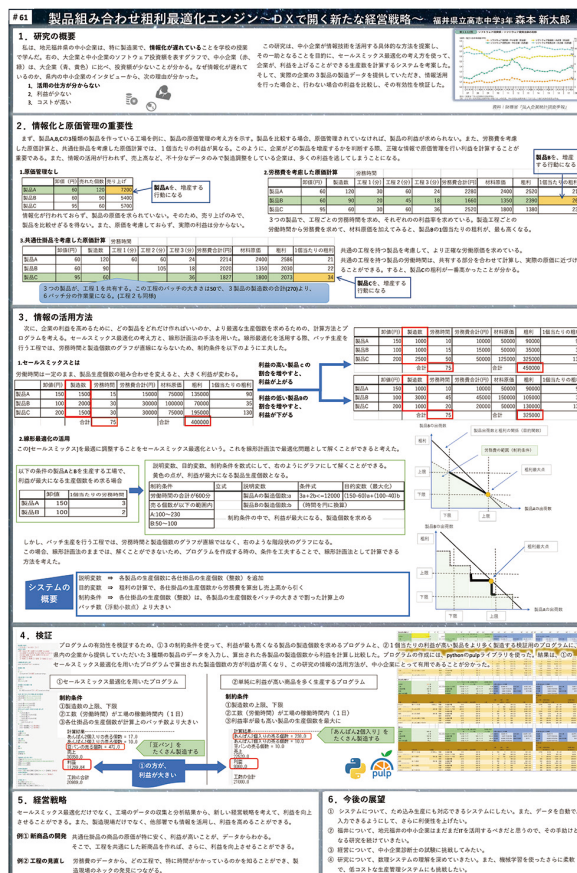


図-5 製品組み合わせ粗利最適化エンジン～DXで開く新たな経営戦略～

【受賞後の感想】

以前から興味を持って取り組んできたプログラミングと音楽のそれぞれを活かそうと思い制作した作品だったので、受賞できて嬉しく思います。いただいたアドバイスを参考に、さらに多くの人に楽しんでもらえるよう開発を続けたいです。

受賞後の感想をとりまとめた立場から

今回で3回目となる中高生情報学コンテストだが、応募されたポスターを見ると、そのレベルの高さに驚かされた。各々、問題意識を持ちその問題の解決のため探究的に取り組んだ素晴らしい成果を見せてもらった。筆者は中等教育学校の教諭であり、普段から中高生に技術科ならびに情報科の授業を実

践しているが、中高生が持つ可能性を最大限伸ばしてあげることができているだろうかと自問する機会ともなった。

受賞者の方々の感想からは、喜びや励みになったという言葉が見られ、コンテストに携わった者としてもうれしい限りである。受賞者の皆さん、おめでとうございます。また、今回応募されたすべての皆さん、これからも探究心を持って研究を進めてください。面白いと思える道へどんどん進んでいきましょう。

参考文献

- 1) 第3回中高生情報学研究コンテストポスター, <https://sites.google.com/view/83taikaiposter/>

(2021年5月6日受付)

視覚で楽しめるピアノ
大阪星光学院高等学校2年 喜多駿介

1. 概要
UnityとMIDIキーボードを用いて、鍵盤を押すと視覚的にグラフィックが変化し、聴覚ではなく視覚で演奏を楽しむピアノのような楽器を作成した。音ごとにグラフィックが割り当てられており、押している間そのグラフィックが再生される。視覚に見るだけでなく様々な活用ができる。

2. 目的
ピアノなどの楽器を用いてリアルタイムで音楽を演奏することは楽しい活動だが、理論の理解や練習を要する。鍵盤を弾くことなく視覚的にグラフィックが変化するようにすれば音楽に詳しくない人や、耳の聞こえづらい人も楽器の演奏を楽しむのではないかと考えた。音を聞かず、見た目だけで楽しんだり、パフォーマンスしたりすることを主な目的とした。

3. 方法
MIDI機器を接続して鳴らした鍵盤の情報取得し、Unityでそれに対応するグラフィックを再生する。UnityのVisualEffectGraphで作成した、大きさはランダムに変化し、色は時間経過で変化するようにした。

4. 実装
MIDIキーボードをUSB接続し、押した鍵盤を取得できるようにした。鍵盤を鳴らすと押している間それに対応したグラフィックが再生される。

5. 活用
MIDI機器を接続して使用するため、好きなリズムで好きなように画面を変化させることができる。そのため、MIDIに対応したキーボード等の演奏と同期したり、リズムに合わせて画面を変化させたりすることも簡単にできる。音や演奏と同期させるエンターテインメント活動などにも活用できると考える。

6. 音の強弱
多くのMIDIキーボードには鍵盤を押す強さ(ベロシティ)を読み取る機能がある。その強弱をグラフィックに反映することを試みた。VisualEffectGraphでは、Unityのシーン内にあるオブジェクトの座標を読み取り、変数として使用する。それを利用して、鍵盤を押す強さに応じてその座標ごとに見えないオブジェクトの座標を動かす。その座標の値を用いてグラフィックの表示される大きさを調整することができるようにした。

7. 今後の展望
現在の仕様でも実際のピアノで言う不協和音など気にしなくても良く、好きなように演奏しても確認することがないというメリットはあるが、強いた和音に応じて別の変化が起こるようにすればさらに実際のピアノを弾く時と同様に演奏できるようになると思うので、さらに音楽との親和性を高めた。また、音の強弱に反応したり、グラフィックを自分で作成できるようにするなど拡張性も広げたい。

図-6 星光：視覚で楽しめるピアノ

米田 貴 (正会員) yoneda@port.kobe-u.ac.jp

2016年より神戸大学附属中等教育学校教諭。担当教科は情報科、技術家庭科(技術分野)。

