

上毛かるた取りゲームへの参加による 実践的プログラミング教育

Programming Education by the Competition of Jomo-Karuta Game

寺元貴幸¹⁾, 黒木祥光²⁾, 小保方幸次³⁾, 井上泰仁⁴⁾, 奥田遼介⁵⁾,

大墳聰⁶⁾, 川本真一⁷⁾, 布施川秀紀⁸⁾

Takayuki Teramoto, Yoshimitsu Kuroki, Koji Obokata, Yasuhito Inoue,

Ryousuke Okuda, Satoshi Ohtsuka, Shinichi Kawamoto, and Hideki Fusegawa

1) 博(工) 津山高専 総合理工学科 教授(〒708-8509 津山市沼624-1, teramoto@tsuyama-ct.ac.jp)

2) 博(工) 久留米高専 制御情報工学科 教授(〒830-8555 久留米市小森野1-1-1, kuroki@kurume-nct.ac.jp)

3) 博(工) 一関高専 未来創造工学科 教授(〒021-8511 一関市萩莊字高梨, obokata@ichinoseki.ac.jp)

4) 博(工) 舞鶴高専 電気情報工学科 准教授(〒625-8511 京都府舞鶴市字白屋234, yinoue@maizuru-ct.ac.jp)

5) 株式会社Preferred Networks(〒113-0033 東京都文京区本郷2-40-1, g.okuta@gmail.com)

6) 博(工) 群馬高専 電子情報工学科 教授(〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580, ohtsuka@gunma-ct.ac.jp)

7) 博(工) 群馬高専 電子情報工学科 准教授(〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580, kawamoto@gunma-ct.ac.jp)

8) 修(工) 群馬高専 電子情報工学科 准教授(〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580, fusegawa@gunma-ct.ac.jp)

The 33rd programming contest was held online on October 15 – 16, in Takasaki city. We give this paper about a system construction and use of the competition section of the 33rd programming contest. At this year's NAPROCK programming contest, we developed a game of taking karuta, and developed a contest in which the team that more accurately distinguishes between read speech. In 2021, it was difficult for players to assemble at the venue due to COVID-19. In 2022, teams in Japan could assemble at the venue to hold face-to-face games, but foreign teams were not allowed to enter Japan. So we developed a system that allows players to participate in the games via the network, and we would like to report on this system. We give this paper about why we did not hold the competition section of the 33rd Kosen programming contest.

Key Words : Programming Contest, Voice Identification, Programming Education

1. はじめに

コロナ禍の世界では遠隔授業や会議システムなどのソフトウェアが一気に世界中で利用されるようになり、それはコロナ禍が終息に向かった段階でも引き続き利用され、我々にとって必要不可欠なツールとなった。さらに日本国内ではDX需要が増加し、ソフトウェアを含めたシステム開発能力を兼ね備えたプログラマーが不可欠な状況となっている。このため教育現場でもプロジェクト管理能力とプログラミングスキルの習得が大きな課題となっていると考えている。我々はこのプログラミングスキルの習得と向上を支援するシステムを開発してきた[1]~[16]。また高専生から一流のプログラマーを育成する目的にプログラミングコンテスト（高専プロコン）が企画され、今回で33回目の大会となった。今回は群馬高専（群馬県）を主管校として令和4年10月開催で計画されていた。

2021年は2020年に引き続き新型コロナウィルスの影響が日本だけでなく世界中で非常に大きな影響を与え続け

ていた。感染の状況は感染拡大の時期と比較的感染が落ち着いている時期を繰り返し、イベントの開催に関しては大変判断の困難な状況が続いていた。2021年は大会のオンラインで実施した。2022年は日本国内のチームは対面での開催形式に戻すことができたが、海外チームは日本国内に入れないため、リモートでの参加となった。このため、国内の大会とNAPROCKの国際大会は違う方式での開催となり、かなりイレギュラーな開催方式となった。

本論文では主に国内大会（対面形式）の競技部門の開催状況を報告する

2. 競技概要と競技ルール

今回の競技は「力あわせる六万人」というタイトルをつけ、複数枚のかるたを同時に読み上げた音声から読み上げられたかるたを正確に判別する競技である。通常のかるたは1枚ずつ読み上げるが、本競技では複数枚を同時に読み上げるため、読み上げを聞き分けなければならない。

かるたには群馬県の郷土かるたである上毛かるたを使用する（図-1）。上毛かるたは44枚の取り札と読み札で構成されており、日本語版と英語版の2種類がある。本競技では両方の音声を使用した。音声をメインテーマにした競技は、高専プロコン競技部門では初めてであり、その取り扱いはかなり困難であった。

ただ、音声データといつてもデジタルデータの音声データは突き詰めれば単なる2進数の数字の羅列であり、サーバで取り扱う限り画像データと本質的な違いはない。そのため、サーバサイドのプログラムは従来の競技システムを使うことができた。むしろ問題を作成するツールが必要であり、また大会前に難易度設定が大変困難であった。



図-1 上毛かるた

以下に競技の詳細と用語を紹介する。

「絵札」

- ・44種類の札があり、絵札は市販の上毛かるたを使用する。

「読み札」

- ・1種類の絵札ごとに日本語と英語の2種類の読み札がある。

「読みデータ」

- ・読み札を読み上げた音声データ。
- ・音声は日本語版、英語版それぞれ1人の音声である。
- ・音声データは無圧縮リニアPCM、量子化ビット数16ビット、モノラル、サンプリング周波数48kHzで、WAV(RIFF)形式である。
- ・読みデータは事前に公開し、公開は2022年5月23日に行った。

「問題データ」

- ・読みデータのうちのいくつかを重ね合わせた音声データのことである。
- ・問題データは読みデータと同じ形式である。
- ・重ね合わせる読みデータ数は最小で3、最大で20である。重ね合わせ数は試合開始前に発表する。
- ・同じ絵札の日本語読みデータと英語読みデータの両方が含まれることはない。
- ・重ね合わせる際に読みデータの位置をずらしたり、冒頭と末尾の一部を削除したりすることがある。
- ・問題データの長さは試合によって異なる。
- ・位置のずらしは1サンプル（標本値）単位で行う。
- ・重ね合わせは音量を変えることなく行う。量子化ビ

ット数の関係でクリッピングが発生する場合がある。

- ・1試合は複数の問題データで順次行う。問題データ数は試合開始前に通知する。
- ・1試合内で同じ読みデータが複数の問題データに含まれることはない。

「分割データ」

- ・問題データを分割したデータである。分割は1サンプル（標本値）単位で行う。
- ・分割データは問題データと同じ形式である。
- ・分割数は最小で2、最大で5であり、分割数は試合開始前に発表する。
- ・分割データの長さは一様ではなく、少なくとも0.5秒以上である。
- ・各分割データには、データの並びがわかるように、分割前の順番で番号付けがされている。
- ・競技者は取得するデータ数を指定することができる。どの分割データを取得するかを指定することはできない。データ数に応じてあらかじめ定められた分割データを取得できる。
- ・取得するデータは解答時間内に随時追加することができる。
- ・使用した分割データ数に応じて、ボーナス係数が与えられる。ボーナス係数は使用した分割データ数が少ないほど高い係数となる。ボーナス係数は試合開始前に発表する。
- ・問題データと分割データのサンプルを事前に公開し、公開は2022年5月23日に行った。

「取り」

- ・問題データに含まれる読みデータと関連した絵札を選択することを取りと定義する。
- ・取りは未選択の札のほか、前の問題データの取り札や変更札も取ることができる。
- ・未選択の札を取った場合はそれを取り札とする。
- ・問題データの読みデータ数まで札を取ることができる。
- ・複数の問題データに対して同一の絵札を取ることはできない。

「変更」

- ・前の問題の取り札や変更札を取ることを変更と言い、変更した札を変更札とする。
- ・変更すると前の問題で取った札が減るが、その分を追加することはできない。
- ・変更札は枚数に応じて減点される。1枚当たりの減点数は試合開始前に公開する。
- ・変更札を別の問題で再度変更しても2重には減点されない。

「正解とお手付き」

- ・すべての問題が終了すると各問題の取り札と変更札が確定する。なお、すべての問題が終了したときにすべての絵札44枚が使われているとは限らない。

- ・すべての問題が終了後、各々の問題データに含まれている札を公開する。問題ごとにデータに含まれる取り札と変更札の両方を正解とし、正解した札のことを正解札とする。
- ・正解札にはポイントが与えられ、1枚当たりのポイントにボーナス係数を乗じたものが正解ポイントとなる。1枚当たりのポイントは試合開始前に公開する。
- ・問題データに含まれていない札を取り札もしくは変更札に選択することをお手付きと言い、お手つきした札のことをお手付き札とする。
- ・お手付き札は枚数に応じて減点される。1枚当たりの減点数は試合開始前に公開する。

「制限時間」

- ・問題ごとに解答の制限時間を定める。
- ・制限時間は2分～10分であり、制限時間は、試合開始前に公開する。
- ・解答は制限時間内に送信が完了している必要がある。解答の送信中に制限時間が経過した場合には、その解答は無効になる。

3. 競技システム

2022年の競技部門は対面形式の開催のため参加者は従来の大会と同様にステージ上に集まって参加することになる。セキュリティ並びに公正をきすために、インターネットから切り離された独立したLANをステージ上に構築し、参加者は最大3台のパソコン（プログラマブルな装置）をサーバに接続する。

国際大会の場合は、参加者が国内・海外の両方からさかんかするため、競技サーバはインターネットからアクセスできる必要がある。セキュリティならびに主催者の観点から、外部からアクセラ可能なオンプレミスのサーバを準備するよりクラウドを利用する方が安全性が高いと予想される。また試合進行の状況を遠隔からコントロールすることも含めてAWS上にサーバを構築することとした。ただし、大会期間中は国内大会の運営に集中しており、国際大会をリアルタイムに監視することは困難であった。このため、競技サーバをタイマーを使って一定期間だけ運用し、その間はいつでも何度でも回答が遅れるように設定した。



図-2 2022年大会の競技運用の様子

4. 大会の実施状況

令和4年10月に高崎市で開催された本選大会の競技部門には国内チーム49、海外チーム3全52チームが応募し、国内大会では1回戦（5試合）、敗者復活戦リーグ（3試合）、準決勝（3試合）、そして決勝戦が行われた。

本選では、各チームの回答結果を表示するプレゼンターを準備して、試合後に参加チームの回答状況を並べて表示するなど観客にもわかりやすい進行に努めた（図-2）。また、4月1日に競技概要を公開し、6月末に予選審査を行うまでに、システムの開発と並行して競技の疑問点の質問を受け付けてそれに回答した。実際2022年の大会では19件の問い合わせがあり、これに回答し、それをWebで情報共有してきた。また参加者とサーバとの接続を確実にするため常時接続できる練習用競技システムを準備するなど、参加者がいつでも試すことができる環境を準備した。

本番となる本選大会の運営は概ね良好であったとされている。オンライン開催を想定したルール設定を行ったこと、また前述したテストサーバーを公開したことで提出方法、フォーマットエラーの事前確認が十分行えたことがスムーズな運営を行うことができた要因と考えられる。

また本来の目的である、プログラミング能力の向上に關しても、人間では識別困難な音声データから多数のチームが正しい回答を提出したことは大変大きな成果だと思われる。また決勝戦では12枚のかかるたの読み上げ音声を重ねた非常に難しい問題にも関わらず上位2チームがパーフェクトな回答を提出し、順位決定戦を行うなど大変素晴らしい成果であった（図-3）。

第33回 全国高等専門学校 プログラミングコンテスト
競技部門「力あわせる六万人」
決勝戦 結果速報

種目	合計	ポイント			得点			得点			得点			得点			出走校
		正解	未実	未実	未実	未実	未実	未実	未実	未実	未実	未実	未実	未実	未実	未実	
大庭公大	1,000	1,000	0	0	12	2	2,400	10	2	2,000	6	2	1,800	8	2	1,800	4000
弓削義輔	7,000	7,000	0	0	12	2	2,400	10	2	2,000	6	2	1,800	8	2	1,800	2000
松江	6,200	7,000	2	1	9	2	1,800	10	2	2,000	8	2	1,800	8	2	1,800	-
黒田	6,200	6,800	5	0	7	2	1,400	10	2	2,000	6	2	1,800	8	2	1,800	-
東石	4,800	5,000	3	2	5	6	1,000	6	2	1,200	7	2	1,400	7	2	1,400	-
阿南	4,820	4,820	0	0	11	1,2	1,320	7	1,5	1,050	7	1,5	1,050	8	1,5	1,200	-
鳥羽義樹	4,040	4,200	0	2	7	1,5	1,050	8	1,5	1,200	6	1,5	900	7	1,5	1,050	-
久留米	3,200	3,750	5	6	8	1,5	1,200	3	1,5	450	6	1,5	900	8	2	1,200	-
芦小林	2,720	3,200	0	6	10	1	1,000	9	1	900	7	1	700	6	1	800	-

図-3 決勝戦のスコア

5. まとめ

第33回プロコンも昨年に引き続き例年と全く異なる大会となった。競技部門は久しぶりの対面形式での開催であり、2年間のブランクがあった影響もあり、非常に準備に時間が必要な大会となった。2020年に関しては競技部門の中止を余儀なくされ、2021年開催した秋田大会も新型コロナウィルスの影響を考慮する必要があり、参加選手はリモート参加、運営スタッフは現地集合という開催形態だった影響は大きく、対面開催のノウハウをすっかり忘れた状態での開催であり、細かいところまで注意する必要があった。今後、新型コロナの影響がいつまで残るか未定の状態であるが、次回の開催では海外チームも日本に入国できるようになり、本来の大会に戻ることを期待している。しかし、コロナ禍での大会の経験も今後の大会運営に生かせる可能性があるのでここに記録しておきたい。また本来の目的である本システムを活用したプログラミング教育用システムを開発するなどプログラミング教育の教材として活用する方法を模索して行きたい。

参考文献

- [1] 寺元貴幸, 高橋原野, 岡田正, 川田重夫: ネットワーク分散型教育用PSEシステムにおけるデータベース設計に関する考察, 計算工学講演会論文集 Vol.12, pp703-706, 2007.
- [2] 寺元貴幸, 青山亮太, 岡田正, 川田重夫: プログラミング教育における習熟別アドバイスマッセージの自動生成に関する考察, 計算工学講演会論文集 Vol.13, pp965-968, 2008.
- [3] 寺元貴幸, 青山亮太, 岡田正, 川田重夫: プログラミング教育における習熟別アドバイスマッセージの自動生成に関する考察, 計算工学講演会論文集 Vol.14, pp. 431-432, 2009.
- [4] 寺元貴幸, 大西淳, 岡田正, 川田重夫: プログラミング教育におけるアルゴリズム可視化とアドバイスシステムに関する考察Ⅱ, 計算工学講演会論文集 Vol.15, pp.1039-1040, 2010.
- [5] 寺元貴幸, 長尾和彦, 松野良信, 中道義之, 谷澤俊弘, 山口巧, 今井一雅, 金寺登, 井上恭輔, 山下晃弘, 岡田正, 川田重夫: インターネット対戦型戦略ゲームへの参加による実践的プログラミング, 計算工学講演

会論文集Vol.16, F-6-5, 2011.

- [6] 寺元貴幸, 長尾和彦, 松野良信, 中道義之, 小保方幸次, 千田栄幸, 井上泰仁, 片山英昭, 熊谷一生, 奥田遼介, 川田重夫: 画像修復対戦ゲームへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.17, H-4-4, 2012.
- [7] 寺元貴幸, 長尾和彦, 松野良信, 中道義之, 千田栄幸, 井上泰仁, 審木信一, 奥田遼介, 鈴木貴樹, 川田重夫: サイコロ数えゲームへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.18, C-8-6, 2013.
- [8] 寺元貴幸, 森川一, 松野良信, 中道義之, 鈴木貴樹, 奥田遼介, 小保方幸次, 千田栄幸, 井上泰仁, 川田重夫: サイコロ通信ゲームへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.19, F-12-5, 2014.
- [9] 寺元貴幸, 井上泰仁, 松野良信, 中道義之, 鈴木貴樹, 後藤弘明, 奥田遼介, 千田栄幸, 井上泰仁, 長尾和彦, 川田重夫: 画像修復ゲームへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.20, F-12-1, 2015.
- [10] 寺元 貴幸, 井上泰仁, 小保方幸次, 藤田悠, 伊藤祥一, 奥本隼, 若林哲宇, 猪田陽介, 奥田 遼介, 長尾和彦, 川田重夫: ピース敷き詰め型ゲームへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.21, E-10-6, 2016.
- [11] 寺元貴幸, 小保方幸次, 井上泰仁, 出江幸重, 江崎修央, 田添丈博, 奥田遼介, 川田重夫: シルエットパズル型ゲームへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.22, D-12-5, 2017.
- [12] 寺元貴幸, 小保方幸次, 井上泰仁, 橋理恵, 石原良晃, 出江幸重, 奥田遼介, 川田重夫: シルエットパズル型ゲームⅡへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.23, F-03-5, 2018.
- [13] 寺元貴幸, 小保方幸次, 井上泰仁, 太田健吾, 岡本浩行, 出江幸重, 奥田遼介, 川田重夫: 陣取り型ゲームへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.24, C-12-03, 2019.
- [14] 寺元貴幸, 黒木祥光, 小保方幸次, 井上泰仁, 丸田要, 臼井昇太, 奥田遼介, 川田重夫: 陣取り型ゲームⅡへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.25, F-09-01, 2020.
- [15] 寺元貴幸, 黒木祥光, 小保方幸次, 井上泰仁, 奥田遼介, 川田重夫: 陣取り型ゲームⅢへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.26, D-09-01, 2021.
- [16] 寺元貴幸, 黒木祥光, 小保方幸次, 井上泰仁, 奥田遼介, 川田重夫: 画像復元パズルゲームへの参加による実践的プログラミング教育, 計算工学講演会論文集 Vol.27, D-06-03, 2022.