

# プログラミングコンテスト競技部門 「よみがえれ、世界遺産」における対戦システムの構築

THE CONSTRUCTION OF THE GAME SYSTEM IN PROCON 2011 COMPETITION SECTION  
“RESTORE THE WORLD’S HERITAGE”

寺元貴幸<sup>1)</sup>, 松野良信<sup>2)</sup>, 中道義之<sup>3)</sup>, 熊谷一生<sup>4)</sup>, 奥田遼介<sup>4)</sup>, 小保方幸次<sup>5)</sup>, 千田 栄幸<sup>6)</sup>,  
井上泰仁<sup>7)</sup>, 川田重夫<sup>8)</sup>

Takayuki Teramoto, Yosinobu Matsuno, Yosiyuki Nakamiti, Isei Kumagai, AntiVirus  
Okuda Ryousuke, Koji Obokata, Eicho Chida, Yasuhito Inoue and Shigeo Kawata

- 1) 講師 津山高専 情報工学科(〒708-8509 津山市沼624-1, Tel. 0868-24-8289, teramoto@tsuyama-ct.ac.jp)
- 2) 准教授 有明高専 電子情報工学科(〒836-8585 大牟田市東萩尾町150, Tel. 0944-53-8873, yoshi@ariake-nct.ac.jp)
- 3) 講師 沼津高専 総合情報センター(〒410-8501 沼津市大岡3600, Tel. 055-921-2700, nakamiti@numazu-ct.ac.jp)
- 4) 東北大学大学院 情報科学研究科(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6番3号09)
- 5) 准教授 一関高専 制御情報工学科(〒021-8511 一関市萩荘字高梨, Tel. 0191-24-4700, obokata@ichinoseki.ac.jp)
- 6) 准教授 一関高専 電気情報工学科(〒021-8511 一関市萩荘字高梨, Tel. 0191-24-4700, chida@ichinoseki.ac.jp)
- 7) 講師 舞鶴高専 電気情報工学科(〒625-8511 京都府舞鶴市宇白屋234番地, Tel. 0773-62-8964, yinoue@maizuru-ct.ac.jp)
- 8) 工博 宇都宮大学大学院 工学研究科 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2, kwt@cc.utsunomiya-u.ac.jp)

The 22nd programming contest will be held on December 23 - 24, in Kyoto. We give this paper about a system construction and use of the competition section of the 22nd programming contest. According to the game rule, we have compiled the competition software. To win this game, the participant must search for many combinations to win this game. Therefore, it is necessary to grope for the most suitable algorithm. We constructed the system that the exercise of the match was possible through the Internet. Each participant can play without being influenced by other participants.

**Key Words:** Programming Contest, Internet, Security

## 1. はじめに

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<sup>1)</sup>)が企画され、今年で22回目の大会となる。今年度は当初一関高専(岩手県)を主管校として平成23年10月に開催される予定であった。しかし平成23年3月11日の東日本大震災で一関高専周辺も大きな被害を受け、開催予定地や宿泊施設の使用が確実とはいえなくなった。また震災の影響で一関高専が主管校を続けるには多くの問題もあった。そこで急遽主管校が舞鶴高専に変更となり、開催地も最終的には舞鶴市(京都府)となった。

高専のプログラミングコンテストは自由、課題そして競技の3部門から構成されている。競技部門のテーマは開催地にちなんだものがよく採用され、今回は当初の開催地である一関市の隣にある平泉文化遺産が世界遺産への登録にむけて活動を行っていることに着目した。平泉の中でも中尊寺の金色堂は有名で、1962年から行われた修復作業により建立当時の豪華絢爛な姿に復元された。そのことをモチーフとして今回は画像を修復するというコンセプトで競技を作成することとした。

高専プロコンの競技部門は毎年テーマが変更されルー

ルだけでなく競技システム全てを刷新している。3月11日の大震災で開催地は変更となったが、競技テーマの変更は困難と考え「世界遺産」のまま継続することとした。幸い舞鶴のある京都府には数多くの世界遺産があり、極端的に外れなテーマとは考えにくいと思われた。

ここ数年競技に関するルールや運用方針の概要は全国プログラミングコンテスト委員会がとりまとめ、実際の競技システムの開発や運用は主管校が主体となって開発を行ってきた。このスタイルは開催地の独自性を生かしたシステム開発が可能で、大会前に十分な調整時間をとることができるというメリットがある。反面、開発や運用のノウハウが継承されないため、開催地に過度の負担を強いることになった。<sup>2)3)</sup>

今大会においても一関高専のOBを中心とした開発スタッフにより開発が始められた。この部分も3月から別の開発スタッフに引き継ぐことは困難と判断し、引き続き同じスタッフでシステムの開発を行っていくこととした。

今回もできるだけ多くの参加者に質の高いプログラムで本選に臨んでもらうよう、あらかじめ練習ができるシステムを公開することやルール・アプリケーションのメニューの英語化などできるあらかじめできることは可能

な限り努力している。本稿では、競技の概要と簡易版の練習用システムについて報告する。

## 2. 競技概要と競技ルール

競技では2値画像（白黒）を取り扱う。競技では同じサイズの初期画像と最終画像が示される。これに複数のスタンプが用意される。スタンプは画像に適用するとスタンプと一致したフィールドが白黒反転する。適切にスタンプを適用すると画像がどんどん変化（これを我々は修復と呼んでいる）し、最終的にフィールドを目的の最終画像に一致させる。できるだけ早く（少ない手数で）初期画像を最終画像に「修復」したチームが勝利する競技である。

### ●競技用語

#### セル

- ・画像の1ドットを「セル」と呼ぶ。
- ・セルは0または1の値をとる。

#### フィールド

- ・フィールドは最大で横640個、縦480個のセルから構成される。
- ・フィールドの原点(0,0)は左上とし、右および下を正の方向とする。
- ・フィールドの大きさは問題ごとに定める。

#### スタンプ

- ・スタンプは最大で横128個、縦128個のセルから構成される。
- ・スタンプの大きさは原則異なるが、同じものが含まれる場合もある。
- ・スタンプの最大枚数は128枚である。
- ・スタンプの枚数は問題ごとに定める。

#### 修復

- ・フィールドのある矩形領域に対してスタンプを適用することを「修復」といい、1回の修復を「手数」としてカウントする。
- ・修復を行うとセルの値はフィールドとスタンプの対応したセルのxorの値となる。
- ・スタンプはフィールドの任意の位置に対して修復可能である。
- ・スタンプの一部がフィールドに重なっていれば修復可能であり、スタンプがはみだしてもよいとする。
- ・修復場所はスタンプの左上セルを適用するフィールドの座標で表す。
- ・修復の例を図1に示す。これは、スタンプを(1, -1)に適用した例となる。

### ●競技の基本ルール

- ・1つの問題は指定画像2枚（初期画像と最終画像）と複数のスタンプで構成される。
- ・初期画像はフィールドの初期状態を表す。
- ・すべての問題にサイズが1x1でセルの値が1のスタンプが必ず含まれる。

- ・問題は1つのファイルとして提供される。
- ・問題のサンプルを図2に示す。これは初期・最終画像の2つの画像と3つのスタンプで構成されている例となる。

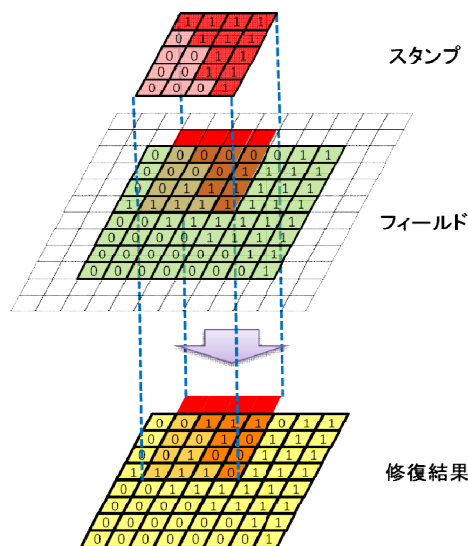


図1 修復例

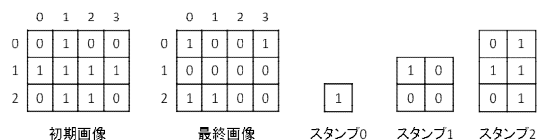


図2 問題例

### ●制限時間

- ・問題ごとに回答の制限時間を定める。
- ・制限時間は1問あたり1~10分の範囲とする。
- ・制限時間内に回答が送信し終わっている必要があり、回答の送信中に制限時間となった場合は、その回答は無効となる。
- ・制限時間は試合開始前に各チームに連絡される。

### ●試合の進行手順

- ・1試合は最大12チーム対戦で行う。
- ・1試合は2問で行う。
- ・試合開始とともに最初の問題がネットワーク経由で提供される。
- ・各チームは制限時間内に問題を解き、回答をネットワーク経由で提出する。
- ・各チームから回答が提出されると、回答の状況についてスクリーンに表示される。
  - 回答が受理された
  - 回答画像（初期画像に回答手順を適用した画像）が最終画像と一致
  - 回答画像が最終画像と不一致
  - 回答がフォーマットエラー
- ・制限時間内であれば、10回以内の提出が可能である。

- ・試合の進行を妨げるほど回数・容量のファイル提出に関しては失格となる可能性がある。
- ・最後に提出された回答が有効となる。
- ・1問目の制限時間経過直後に、1問目の結果（手数と時間と暫定順位）をスクリーンに表示する。また修復手順を表示することがある。
- ・1問目の制限時間経過直後に2問目の問題がネットワーク経由で提供される。
- ・2問目を1問目と同様の手順で行う
- ・2問目の制限時間が経過すると集計を行い、順位が決定される。

●勝敗判定は以下の優先順位

- 1.最終画像との一致度が高い方（修復画像と最終画像との相違セルの総数が少ない方）が勝ちとなる。
- 2.修復手数が少ない方が勝ちとなる。
- 3.最後の回答を早く提出した方が勝ちとなる。
- 4.じゃんけんで勝った方が勝ちとなる。

なお、1試合の最終結果は上記の相違セルの総数・手数・時間を2問分合計して最終的な順位を決定する。

●その他のルール等

- ・競技に持ち込んで利用できるコンピュータ類は携帯可能なものを2台以内とする。そのうち1台は100BASE-TXが利用できるEthernetポートとUSBポートを持つ必要がある。コンピュータは用意されたテーブルに置くものとする。
- ・テーブルには各チームに合計150W程度の電源コンセント2口を用意する。
- ・競技ネットワークに接続するためにLANケーブルを各チーム1本用意する。2台のコンピュータを競技ネットワークに接続する必要があるれば、スイッチングHUB等の機器を各チームで用意する。
- ・競技中チーム内での情報のやり取りはよいがチーム以外と情報交換することは認めない。
- ・コンピュータ間の無線による通信は認めない。
- ・サーバや他チームの試合進行を妨害する行為は認めない。
- ・試合の進行の妨害や審判または他チーム等への妨害、その他禁止行為があったと判断された場合等には、失格とすることがある。失格とした場合は、試合の順位は最下位となる。
- ・ネットワークによる問題の配信と回答の提出について、主催者側のシステムに不具合が発生した場合はUSBフラッシュメモリ等のオフラインでの問題の配布と回答の提出になることがある。この場合、試合時間や提出回数等が変更される可能性がある。

### 3. 簡易版練習システムの公開

競技のルールはそれほど複雑ではないが、質の高いプログラムを作成するには十分に練習する必要がある。そのため、ネットワークの接続を必要としないスタンドア

ローン動作を行うプログラムを公開した。プログラムの公開日程は以下のようになっている。

- 2011年2月1日 競技概要の発表（ルール等の公開）
- 2011年5月23日 練習用簡易システムの公開
- 2011年6月14日 問題フォーマットの一部訂正
- 2011年6月17日 第1回質問受け付け終了
- 2011年7月1日 募集終了
- 2011年8月1日 予選通過チーム発表
- 2011年8月3日 練習用簡易システムVer.1.1の公開

練習用簡易システムと本選版と異なり、問題を提供するサーバやネットワークは不要であり、スタンドアローンで動作可能である。しかし、その動作は本選システムとほぼ同様に動作し、ネットワークとしてlocalhostを使用するだけである。スタンドアローン版の特徴は以下の通りである。

- ・サーバへの接続が不要で、パソコン1台で動作可能である。
- ・1台で問題の作成、読み込み、競技開始、集計をコントロールする。
- ・基本的に複数チーム登録することができるが、その場合もすべて自チームが回答を行う必要がある。
- ・Ver. 1.1よりメニューなどすべての表記が日本語・英語の併記となった。
- ・システムの利用を説明するための動画を作成し、動画公開サイトで公開を行った。
- ・ルールなどをすべて英語化し公開した。

実際の練習用簡易システムの起動状況を以下に示す。

図3が試合を行うための問題作成画面であり、初期画像、最終画像そしてスタンプを登録できる。図4が試合を管理する画像で、参加するチームの登録を行うことができる。図5が試合監視画面で、図3および図4で作成した試合を開始し、終了までの時間を管理する。

競技が開始されると、各チームはサーバ（この場合は練習用システム）から問題をダウンロードし、保存することができる。以下に問題のフォーマットと実際のデータを示す。

●問題のフォーマット

- ・問題は次のようはフォーマットで初期・最終画像とスタンプを1ファイルで提供する。
  - 初期画像横サイズ
  - 初期画像縦サイズ
  - 初期画像のビットデータ
  - ……
  - 最終画像横サイズ
  - 最終画像縦サイズ
  - 最終画像のビットデータ
  - ……
  - スタンプ数
  - スタンプ0の横サイズ
  - スタンプ0の縦サイズ

スタンプ0のビットデータ

.....

スタンプ1の横サイズ

スタンプ1の縦サイズ

スタンプ1のビットデータ

.....

- ・スタンプの番号は0からはじまる。問題には0から順番に記載する。
  - ・なお特に断らない限り文字コードはUTF-8とし、行はCR+LFの改行コードで区切られるものとする。
- 問題フォーマットのサンプルを図6に示す。



図3 簡易版練習システム（問題作成画面）

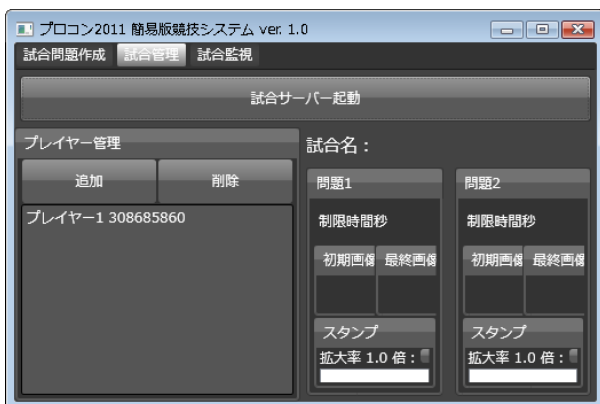


図4 試合管理画面

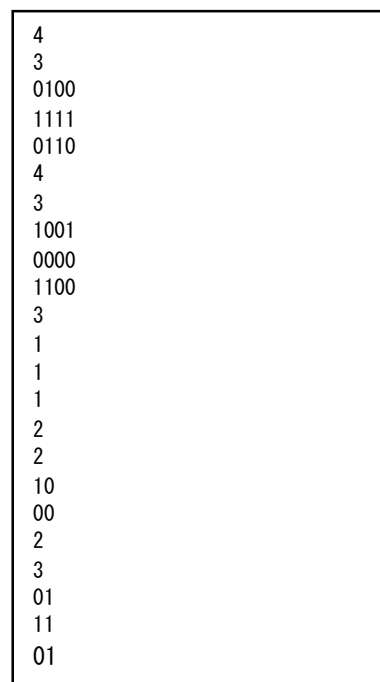


図5 試合監視画面

図6 問題フォーマット

#### 4. まとめ

第22回プロコンでは、震災の影響により過去に経験したことのない体制で大会の準備が進められている。スケジュールに関しても従来とは全く異なっている。そのため、主催者側だけでなく参加者側も混乱する恐れがある。しかし情報を速やかに公開し、十分な準備を行うことで混乱を最小限に抑えたいと考えている。

簡易練習用システムにより、競技に関する疑問点はほぼ解消された。また今後はインターネット経由による本選同様の練習システムも計画している。

2011年8月31日 ネットワークサーバのチェック開始

2011年9月中旬 インターネット版公開

および各チームのID発行

2011年10月上旬 模擬試合の開催

なお今回の練習システムとは別にプロコン愛好家による練習場がネットワークにできており、多くのチームによって利用されている。いままでの経験を生かして今年の高専プロコンでも成功を目指したい。

#### 参考文献

- 1) プログラミングコンテスト公式ホームページ,  
<http://www.procon.gr.jp/>
- 2) 寺元貴幸, 宮下卓也, 最上勲, 岡田正, 井上恭輔, 松野良信,  
高専教育32, pp. 921-926(2009)
- 3) 飯田忠夫, 田中永美, 長岡健一, 山田洋士, 金寺登:  
第13回プログラミングコンテスト競技部門運用支援システムの構築について, 高専教育, Vol.27 pp. 721-726(2004)