

スマート学習支援環境における可視化手法

会津大学 コンピュータ工学部 コンピュータ理工学科
上級准教授 渡部 有隆

2024年2月27日

新技術の概要

情報やプログラミングの学習・教育を支援する
オンラインの学習支援システムにおける可視化手法に関連

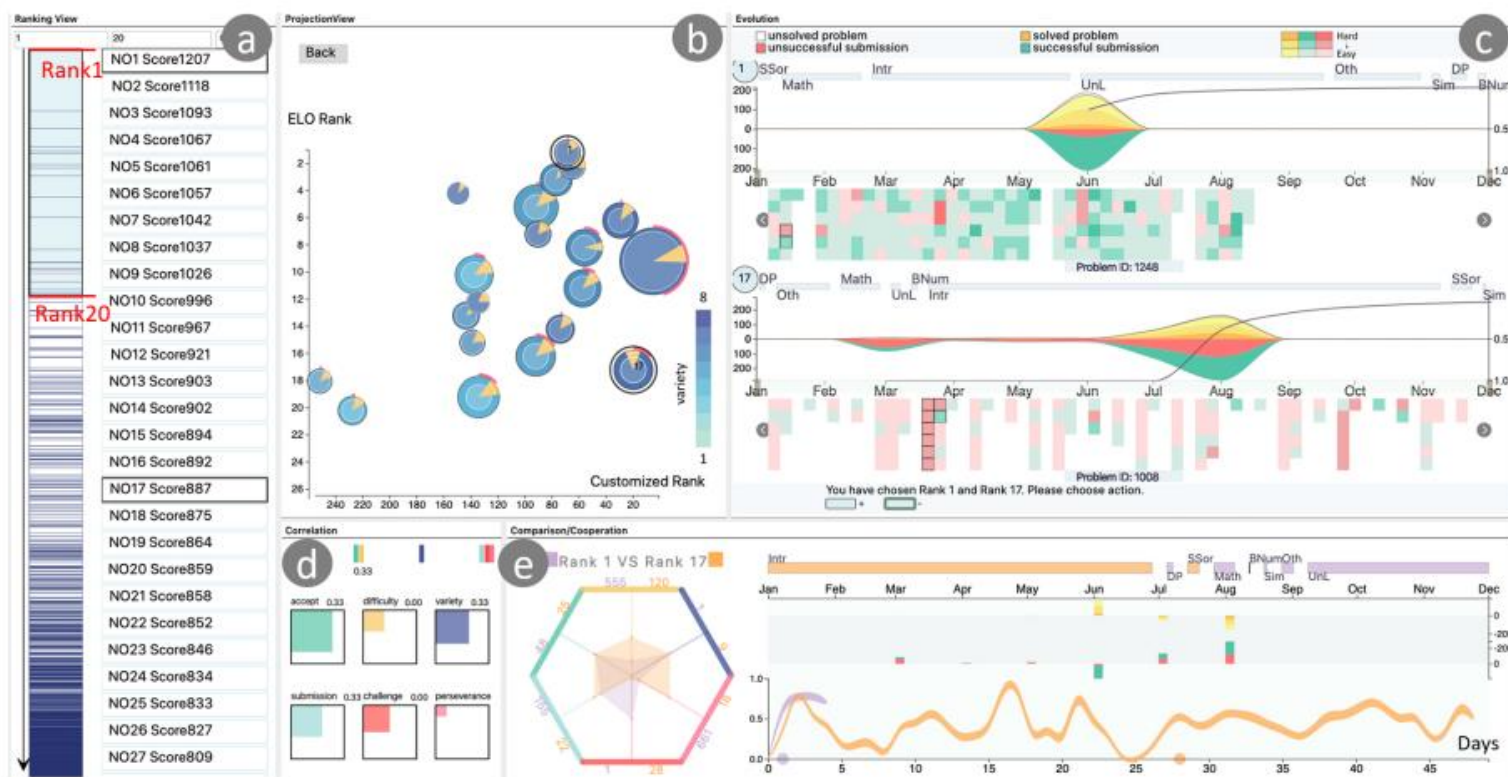
技術① 学習者の目標設定に応じた進捗状況を表示する技術

技術② プログラムを自動採点・評価する技術

スマート学習支援環境における可視化手法

従来技術とその問題点(技術①)

- ダッシュボード:学習者が個人やグループの学習状況を俯瞰・分析する画面
- 様々な項目を網羅的に分類し可視化
- 他者との比較を重視→学習意欲や学習効率の向上には必ずしも繋がらない



Meng Xia, Min Xu, Chuan-en Lin, Ta Ying Cheng, Huamin Qu, Xiaojuan Ma, SeqDynamics: Visual Analytics for Evaluating Online Problem-solving Dynamics, Computer Graphics Forum 39(3):511-522

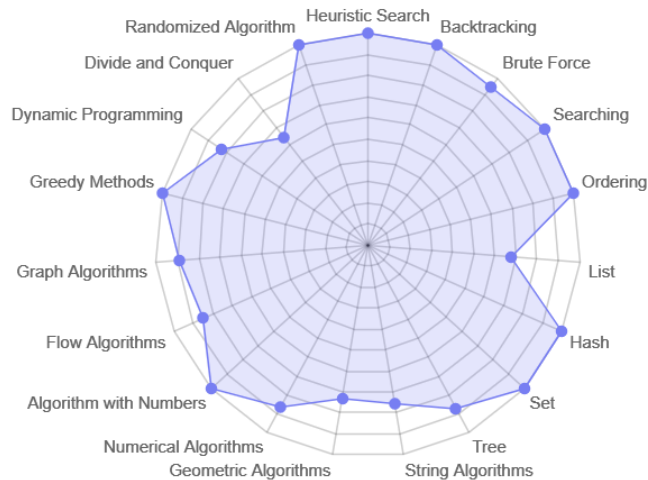
従来技術とその問題点(技術①)

- 従来のレーダーチャートでは、分類された複数の学習項目ごとにスコア等を可視化することができる
- しかし、学習すべき項目が多い場合などに、学習が後期段階に進むまで、すなわち**学習の初期～中期段階では達成感を学習者に認識させづらい**という課題がある

学習者A (上級者)



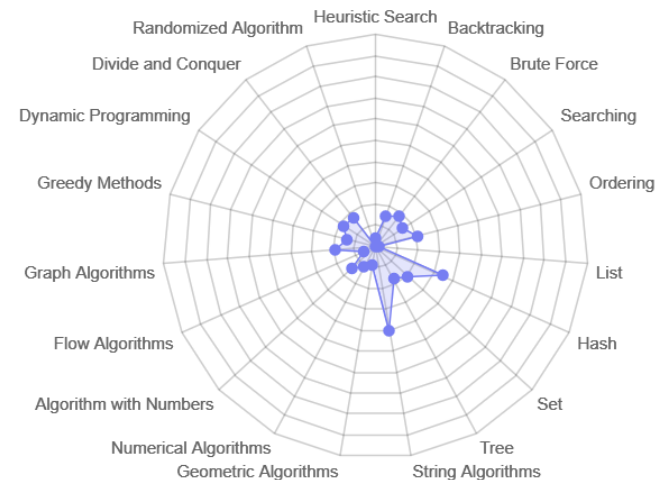
Rating by Algorithm Classification (How)



学習者B (中級者)

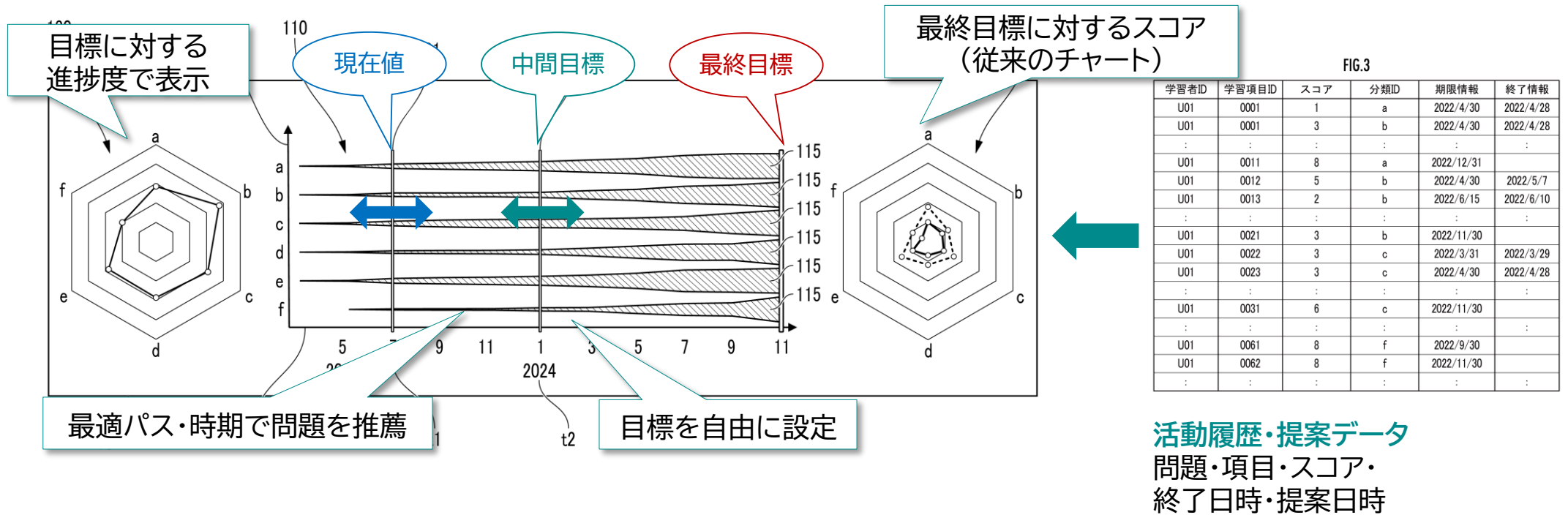


Rating by Algorithm Classification (How)



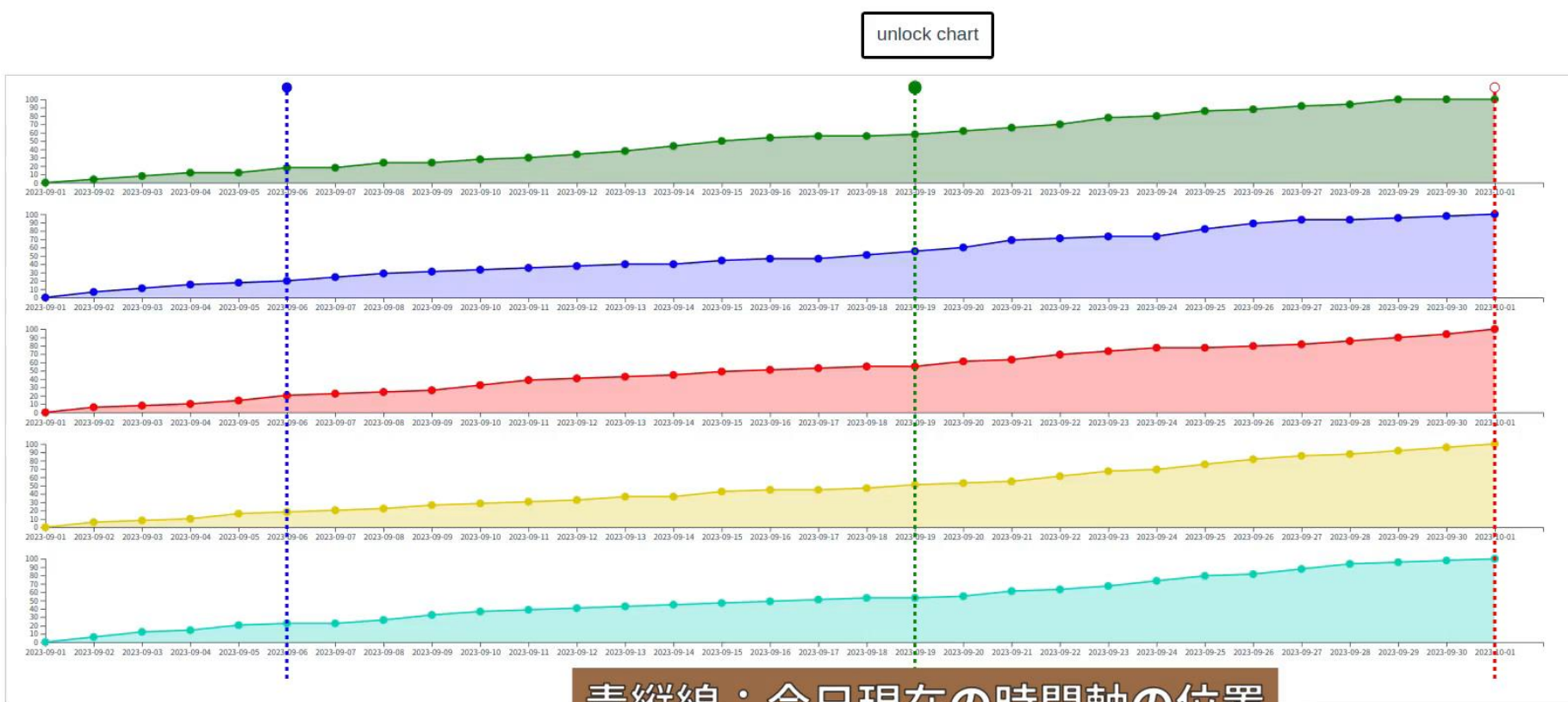
新技術の特徴・従来技術との比較(技術①)

- 項目ごとに**中間目標**に対する進捗率を可視化する
- 中間目標の問題をセットしてその時点を移動可
- 現在値を移動しシミュレーション可

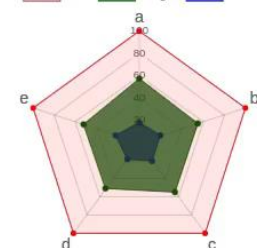


実施例(技術①)

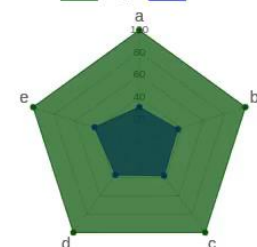
- プログラミング学習支援システム等のダッシュボードへ実装



End Target Now



Target Now



青縦線：今日現在の時間軸の位置
 緑縦線：中間目標の時間軸の位置
 赤縦線：最終目標の時間軸の位置

problem20, problem21, problem22, problem23, problem24, problem25, problem26, problem27, problem28, problem29, problem30, problem31, problem32, problem33, problem34,

problem35, problem36, problem37, problem38, problem39, problem40,

従来技術とその問題点(技術②)

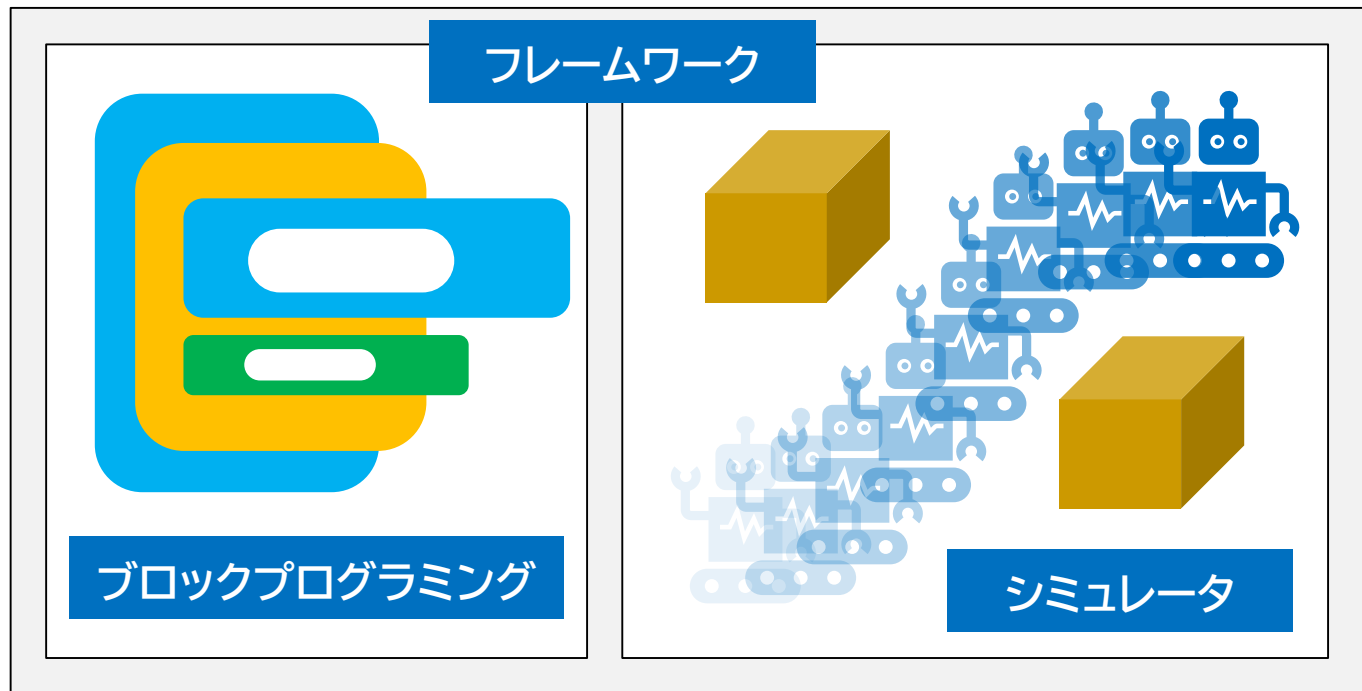
- **ベース技術:**プログラムを自動採点するオンラインジャッジシステム
- **特徴:**多様なレベル・分野の問題とオンラインジャッジシステムで反復演習が可能
- **特徴:**標準入出力の形式のためプログラミング言語に依存しない
- **課題:**判定は合否と時間・メモリ使用量のみで、プログラムの動作の詳細が伝わらない

The screenshot displays the Aizu Online Judge interface. On the left, the problem page for '災害対応シミュレーション' (Disaster Response Simulation) is visible, with a blue box labeled '問題文' (Problem Statement) overlaid. The central code editor shows C++ code for a BFS algorithm, with a blue box labeled 'プログラミング' (Programming) overlaid. Below the code, the execution results are shown, including a green 'Accepted' message and a blue box labeled '実行結果' (Execution Results). At the bottom, a table of test cases is visible, with a blue box labeled '採点結果詳細' (Scoring Results Detail) overlaid. The table has columns for 'ケース名' (Case Name), '時間' (Time), 'メモリ' (Memory), '入力' (Input), '出力' (Output), and 'ケース名' (Case Name). A blue box labeled 'テストケース' (Test Cases) is also overlaid on the table. The interface includes a search bar at the bottom with the problem ID '0469' and a '検索' (Search) button.

ケース名	時間	メモリ	入力	出力	ケース名
00_sa...	0.00 sec	2820 KB	29 B	4 B	00_sa...
00_sa...	0.00 sec	2904 KB	28 B	4 B	00_sa...
00_sa...	0.00 sec	2832 KB	26 B	6 B	00_sa...
01_s...	0.00 sec	2828 KB	166 B	4 B	01_s...
02_co...	0.00 sec	2920 KB	16 B	4 B	02_co...
02_co...	0.00 sec	2820 KB	16 B	4 B	02_co...
02_co...	0.00 sec	2976 KB	16 B	4 B	02_co...
03_g...	0.00 sec	2980 KB	42 B	4 B	03_g...

従来技術とその問題点(技術②)

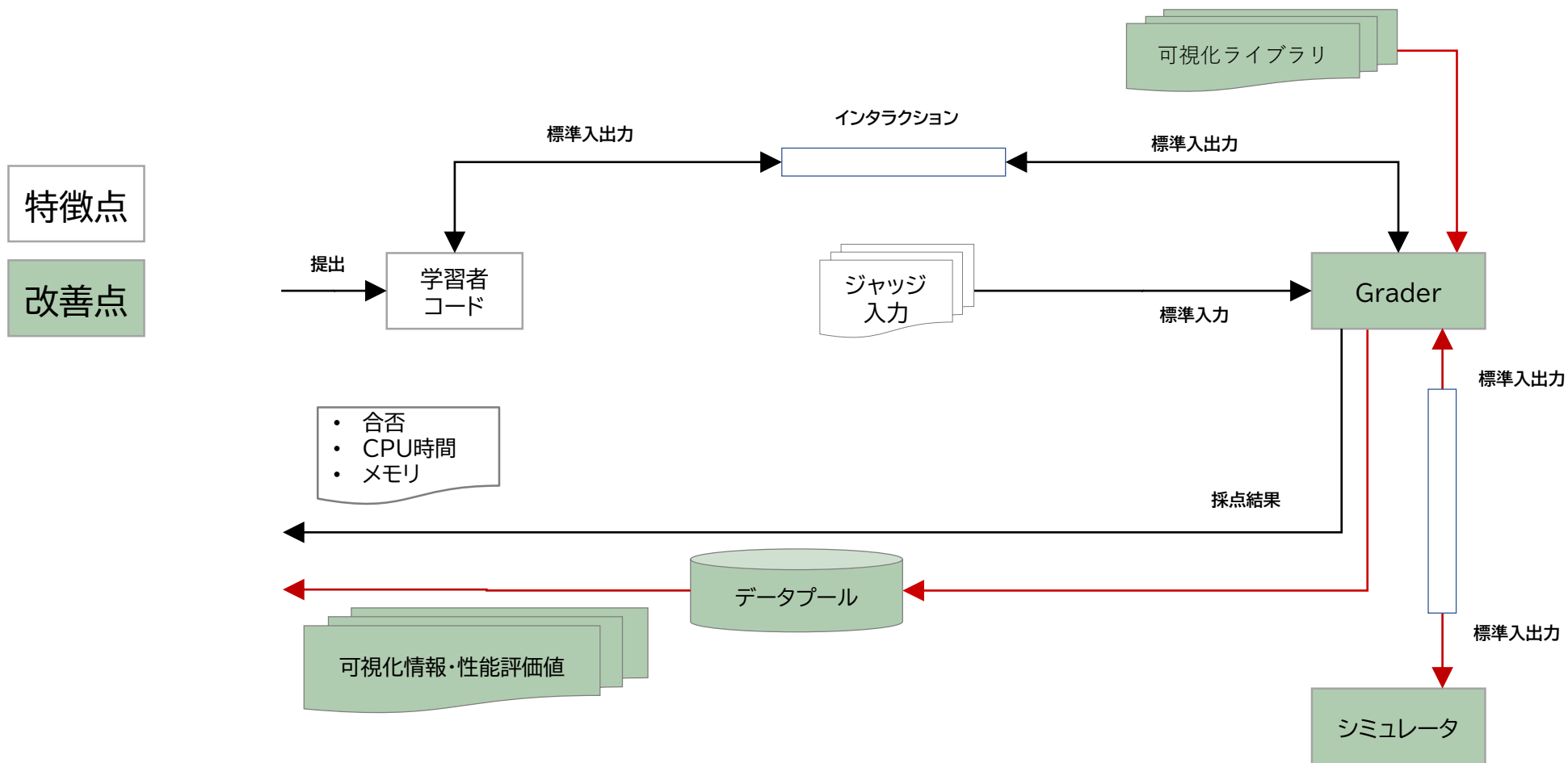
- 類似技術: ロボットやシミュレータを用いたプログラミング学習サービス等
- 特徴: プログラミングでロボットを操作できる
- 課題: 学習者が使用するプログラミング言語やフレームワークに制限がある
- 課題: 大規模なデータを扱う性能評価には向いていない



※典型的なサービスの画面イメージ

新技術の特徴・従来技術との比較(技術②)

- ユーザプログラムの出力または動作を可視化した情報のフィードバックを, オンラインジャッジシステムの拡張によって実現する.
- オンラインジャッジシステムのGraderが学習者プログラムと高度なシミュレータとの仲介を行う.



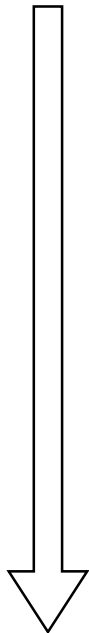
新技術の特徴・従来技術との比較(技術②)

特徴点

改善点

採点結果 →

- テストケースごとの
- 採点結果
 - 入出力データ



JUDGE ID : 1000038 By : B84 ACCEPTED

Submitted Sent to Judge Build Run Resource Limit Check Result Check Presentation Check

Lang	Status	Judge	Time	Memory	Code
C++	AC	2/2	00.00 s	3416 KB	1301 B

TEST CASE

Case #	Status	Time	Memory	In	Out	caseName
#1	AC	00.00 s	3416 KB	B	B	

Feedback

visualization:

Score

- Time score = 8798.44
- Goal score = 78.3544
- Distance score = 199.88
- Smoothness score = 1998.88

Robot trajectory

Retest

distance_score: 199.879887 goal_score: 78.354461

time_score: 8798.44603 smoothness_score: 1998.880985

no case

#2	AC	00.00 s	3360 KB	B	B	
----	----	---------	---------	---	---	--

Feedback

visualization:

Score

- Time score = 8798.44
- Goal score = 78.3544
- Distance score = 199.88
- Smoothness score = 1998.88

Robot trajectory

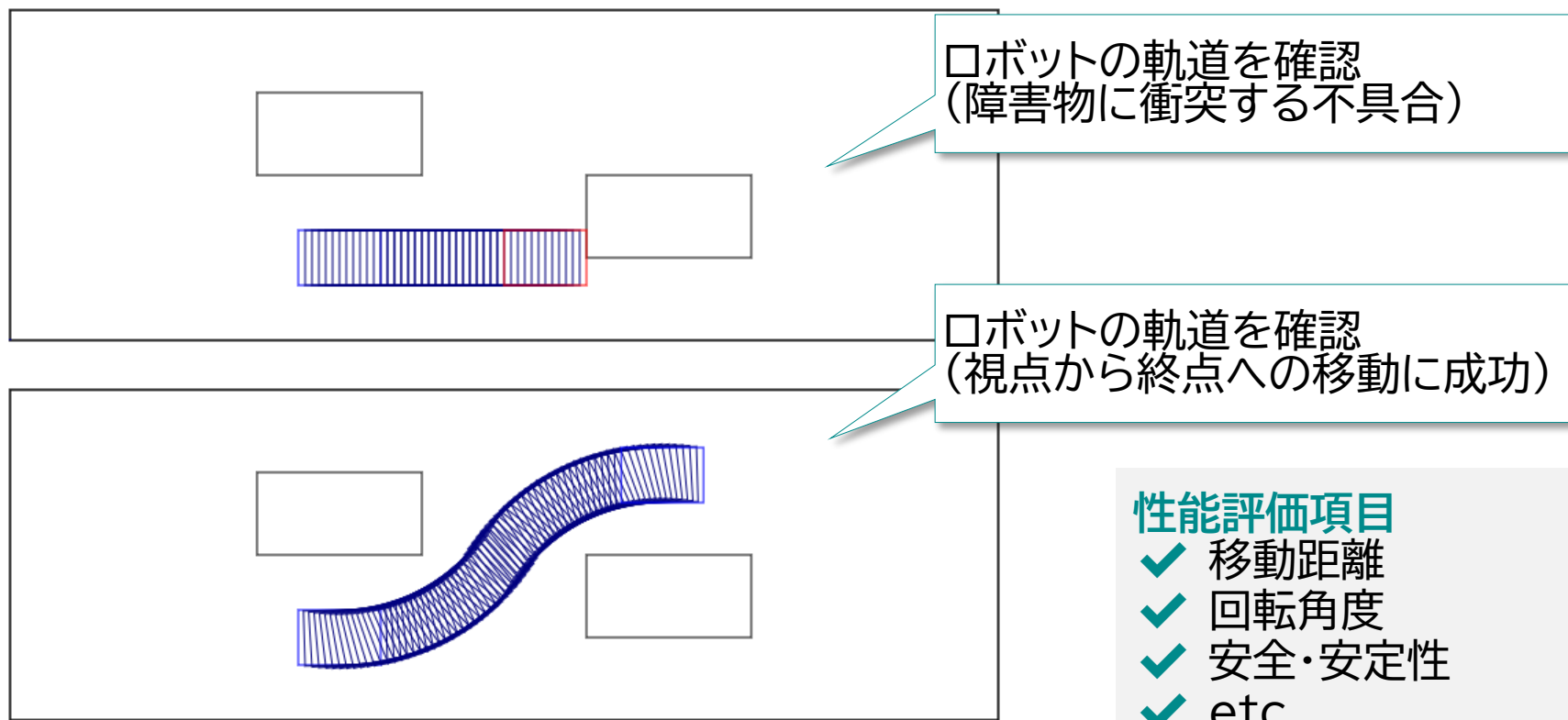
← 問題依存の性能評価・フィードバック

← 可視化情報

実施例(技術②)

問題 2次元平面上の障害物, 始点, 終点を与えられる. 矩形状のクローラロボットが始点から終点へ移動するための車輪の角速度の列を出力するプログラムを作成せよ.

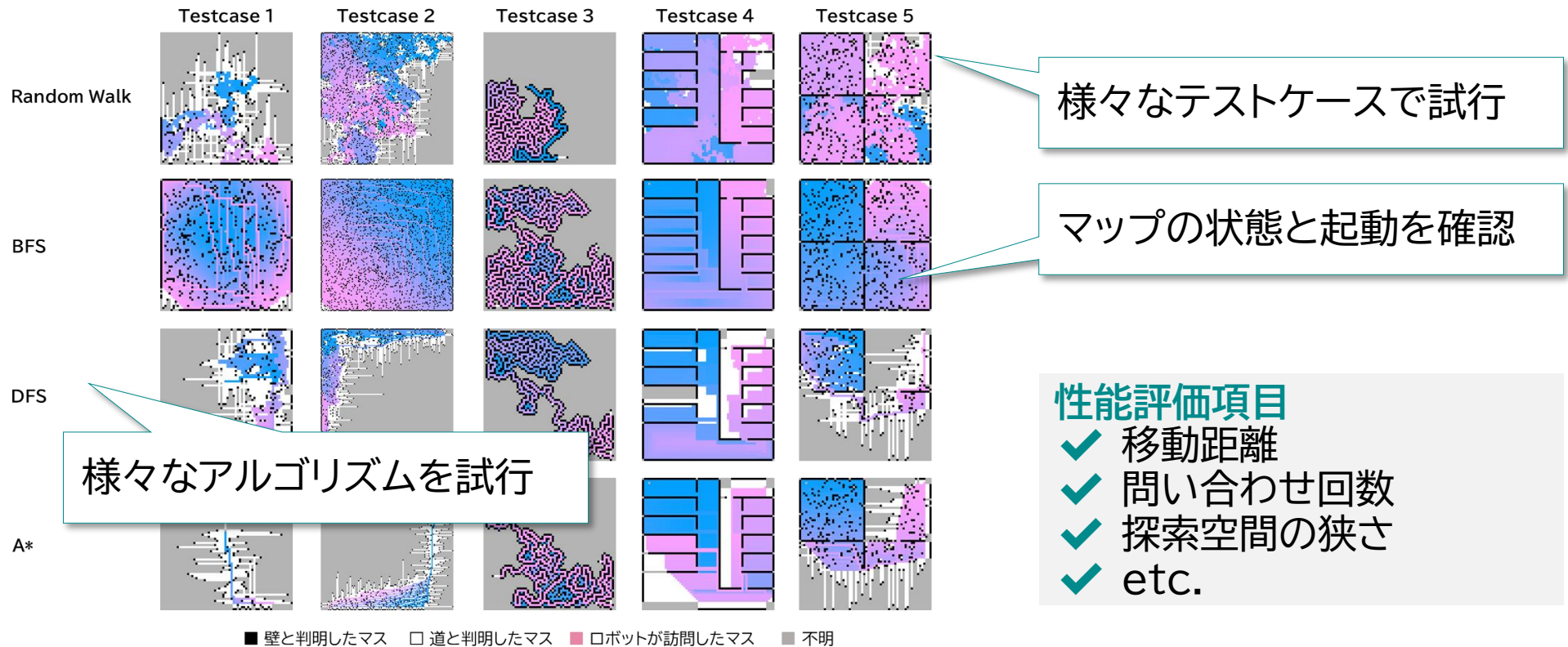
採点 ユーザプログラムの出力データにより, フィールド上のロボットの動きをシミュレーションし, その軌道や衝突を可視化する. (ロボットシミュレータと連携可)



実施例(技術②)

問題 ロボットが迷路を解くプログラムを作成せよ。ただし、マップは与えられない。プログラムは、システムに問い合わせることで、進行方向の壁の位置を特定できる。

採点 ユーザプログラムと通信することにより、障害物の情報を提供しつつ、ロボットの移動をシミュレーションし、既知のマスの状態と移動経路を可視化する。



想定される用途(技術①)

- カテゴリ化・時系列化された数値・状態の可視化
- 計画の進捗にかかわらず, 達成感を利用者に認識させることができる

より一般化可能



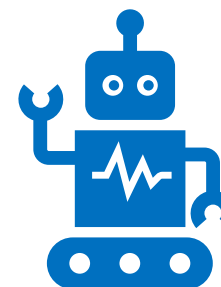
想定される用途

- 教育支援システム
 - プログラミング・ICT / 学習管理システム / 受験勉強(科目別進捗) ...
- ゲーム
 - キャラクタ育成 / スキル可視化 ...
- その他アプリケーション
 - 進捗管理システム / 健康志向サービス / シミュレータ ...



想定される用途(技術②)

- Graderが、学習者プログラムとシミュレータを連携させながら実行・採点を行い、さらにその**実行結果**や**性能評価**に関する**可視化情報**を**フィードバック**できる。
- 学習者のプログラムは、プログラミング言語に依存することなく**シミュレータ等の高度なシステムと連携**することが可能となり、これを実現する様々な課題を出題できるようになる。



想定される用途

- プログラミング教育を支援するサービス・オンラインジャッジシステム
 - ロボット / プログラミング / アルゴリズム / データサイエンス …
- ソフトウェア工学
 - 性能評価 / ソフトウェアテスト / ロボット …

実用化に向けた課題

技術①

- 実装可能・プロトタイプを開発済み
- 時系列データの効率的な管理・更新・検索
- 利用者によるユーザビリティ評価

技術②

- 実装可能・プロトタイプを開発済み
- 様々な実用的な問題(課題・教材)の開発
- 利用者によるユーザビリティ評価

企業への期待

技術①

- 教育分野に限らず、ゲーム、医療・健康サービス、ソフトウェア開発ツール等を開発する企業のシステムに、本技術が導入できる可能性がある。

技術②

- ロボットを用いたプログラミング学習システム、オンラインジャッジシステム、開発環境、性能評価システム等を開発する企業のシステムに、本技術が導入できる可能性がある。

本技術に関する知的財産権

技術①

- 発明の名称: 学習進捗表示システム及び学習進捗表示プログラム
- 出願番号: 特願2023-099161
- 出願人: 公立大学法人会津大学
- 発明者: 渡部 有隆

技術②

- 発明の名称: プログラム採点システム及びプログラム採点方法
- 出願番号: 特願2023-107217
- 出願人: 公立大学法人会津大学
- 発明者: 渡部 有隆、成瀬 継太郎

謝辞

技術②の研究は「令和4年度「国際研究教育拠点推進事業(新産業創出等研究開発基本計画に基づくロボット・ドローンに係る先行研究事業)」で行ったものです

お問い合わせ先

会津大学

産学官連携コーディネーター 石橋 史朗

TEL 0242-37-2776

FAX 0242-37-2778

e-mail ubic-adm@ubic-u-aizu.jp