

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2023

課題番号：17K00317

研究課題名（和文）災害救助問題を解決する開発・実験評価の統合環境

研究課題名（英文）Integrated platform of development and analysis for multi-agent systems in disaster relief problem

研究代表者

伊藤 暢浩（ITO, Nobuhiro）

愛知工業大学・情報科学部・教授

研究者番号：40314075

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、まず災害救助問題を構成する部分問題群である、経路探索、情報探索、情報共有、クラスタリング、資源割り当ての各問題の依存関係を分析し、災害救助問題の構造化をおこなった。次に、災害救助エージェントをシステムティックに開発可能なエージェント開発フレームワークを実現した。このフレームワークは災害救助問題を構成する各部分問題を解決可能なアルゴリズムをモジュールとして扱うことができるため、段階的なエージェント開発を実現しただけでなく、モジュールの再利用も可能とした。更にシミュレーション実行管理システムと、シミュレーション視覚化システムを実験評価環境として統合し開発・実験評価の統合環境を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

エージェント開発フレームワークにより実現に時間が必要な災害救助マルチエージェントプログラムを、段階的に開発可能にした。また他の研究者によるプログラムと、アルゴリズム単位で交換可能としたことで、大幅な開発時間の短縮を実現した。このフレームワークはロボカップコミュニティのレスキューシミュレーションの標準的なソフトウェアに採用され、世界中の研究者に利用されている。また実験管理システムや視覚化システムも公開、提供している。

また、開発した仕組みにより、多様な条件下で自動的な災害救助マルチエージェントシミュレーションを可能とし、災害救助戦略の検討だけでなく、関連アルゴリズムの研究にも活用可能とした。

研究成果の概要（英文）：In this study, we first analyzed the dependencies among the subproblems that compose the disaster relief problem, including pathfinding, information seeking, information sharing, clustering, and resource allocation. We also structured the disaster relief problem. Next, we realized an agent development framework that enables the systematic development of disaster relief agents. This framework enables step-by-step agent development and module reuse since it can handle algorithms that can solve each subproblem of the disaster relief problem as a module. Furthermore, simulation execution management and visualization systems were integrated as an experimental evaluation environment to realize an integrated environment for development and experimental evaluation.

研究分野：マルチエージェントシステム

キーワード：マルチエージェントシステム 災害救助シミュレーション 開発フレームワーク 実験管理システム
3次元視覚化システム ロボカップ 資源割当問題 分散制約最適化問題

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年多発する自然災害への取り組みは世界的にも必要不可欠である。そのような取り組みの1つに国際的なロボカップ・レスキュー・プロジェクトがある。このプロジェクトでは災害救助ロボット及びシミュレーションの国際会議及び競技会で競争的に研究を促進し、その成果による社会貢献を目指している。しかし災害救助ロボット（エージェント）の災害救助戦略の設計・開発をするには、災害環境下での経路探索や情報共有、資源割当アルゴリズムなどを全て用意する必要があるため、研究者にとっては設計・開発コストが高く、関心はあっても新規参入・継続が困難である。このような状況になっている理由は次のような問題があるからためである。

問題1. 災害救助問題が複雑な複合問題

災害救助問題は、時間に沿って変化を続ける複雑な災害環境の中で集中・分散制御を切り替えながらチームで災害救助をおこなう複合的な問題であり、また様々な被災地への対応が必要なため、非常に複雑な問題である。

問題2. 実験及び評価するのが困難

災害救助エージェントの実現には動作に必要なアルゴリズム群を全て用意するだけでなく、その動作の評価・実験には、多様な条件を考慮しつつ、複数の被災地（災害環境）に対して膨大なシミュレーションが必要となる。

問題3. 研究成果による直接的な社会貢献が困難

実際の災害とシミュレーション結果が同じである保証はできないため、研究成果の災害救助戦略で直接、社会貢献することは難しい。

本研究では、これら問題1.～3.の解決に取り組む。

2. 研究の目的

本研究では問題1～3の解決のために、次の課題Ⅰ～Ⅲの解決を目的とする。

課題Ⅰ. 災害救助問題（＝複合問題）の部分問題群と、その依存関係を検討

災害救助エージェントの災害救助戦略の実現を通して、災害救助問題を構成する部分問題群と、各問題間の依存関係を検討する。またそれらを解決するアルゴリズム群についても検討をおこなう。

課題Ⅱ. 提案手法を容易に適用可能な開発環境の設計・実装

Ⅰ.の成果から、これまでの研究成果も容易にモジュールとして再利用でき、かつ災害救助戦略の開発が容易になる仕組み（エージェント開発フレームワーク）を設計・実装する。更に評価・実験に必要な多様な条件と膨大な繰り返しに対応する仕組みとしてシミュレーション実行管理フレームワークを実現する。

課題Ⅲ. 3次元視覚化システムによる実験評価環境の実現とデモンストレーションへの活用

シミュレーション結果を3次元視覚化し、災害救助ロボット（エージェント）の動作を詳細に分析・評価可能にする。この仕組みをシミュレーション実行管理システムと組み合わせ実験評価環境とする。またこの環境によるシミュレーションの3次元視覚化をロボカップのイベントでデモンストレーションとして活用することで一般の人々の防災意識向上を目指す。

3. 研究の方法

本研究では目的で説明した課題Ⅰ～Ⅲに取り組むために、次の手順で研究を実施する。

(1) 災害救助エージェントの開発を通じた災害救助問題の検討（課題Ⅰ）

これまで、「定められた範囲でしか通信できない」「被災する前の道路地図はわかるが、被災後の地図はわからない」など災害状況下での利用を想定し、災害救助戦略の設計に必要な経路探索、情報共有、資源割り当てに関する研究を実施してきた。これらの問題が複合して災害救助問題を形成すると考えられ、それぞれを災害救助問題の部分問題とする。これらを災害救助シミュレーション上で動作するエージェント・プログラムの災害救助戦略に適用しながら、各々の問題定義を精査し、その解法（アルゴリズム）について検討する。

(2) モジュール方式のプロトタイプ・エージェントの実現（課題Ⅰ及びⅡ）

(1)の成果に基づき、ロボカップ・レスキュー・シミュレーションのプロトタイプ・エージェントとして実現し、これまでに提案したアルゴリズムのモジュール化に取り組む。

(3) プロトタイプ・エージェント開発フレームワークの評価と改善（課題Ⅱ）

(1)、(2)の結果に基づき、プロトタイプとして開発したエージェント開発フレームワークによる評価をおこない、問題が生じる場合はモジュール化方法及びフレームワーク自体を改善して対応する。

(4) シミュレーション実行管理システムの統合（課題Ⅱ）

本研究で導入を目指す実験管理環境について、専門家である村瀬洋介氏（理化学研究所）との共同研究開発を通して、シミュレーション実行管理システムとして、エージェント開発フレームワークに統合する。

(5) 3次元視覚化システムにおける協調アルゴリズムの表現方法の調査・検討（課題Ⅲ）

開発した災害救助エージェントの動作を詳細に分析可能で、デモンストレーションにも活用できる3次元視覚化システムの設計及び開発をおこなう。本研究の開発・実験評価の統合環境は、より大規模なクラウドシミュレーションでの利用も見込まれるだけでなく、ロボカップでのデモンストレーションとしての利用も目的としているため、Webベースのシステムとする。

4. 研究成果

3. で述べた研究手順に従って(1)～(3)のような研究成果を得た。

(1) 災害救助問題の構造化と分散制約最適化問題による解法の提案

ロボカップの災害救助エージェントの開発^{①-⑦}を通して災害救助問題はグループ形成、経路探索、情報共有、クラスタリング、資源割当の5つが相互に依存しあう構造であるとわかった。

また資源割当はその他の4つの問題すべての組み合わせによる複合問題であり、災害救助問題の主要課題の1つである。この問題は分散制約最適化問題(DCOP)として捉えることができ、その主要アルゴリズムであるMax-Sumを実装した災害救助エージェントにより、その効果を確認した^⑧。

表1：比較実験結果

| | Closest | Greedy | Max-Sum |
|------|---------|--------|---------|
| Map1 | 328.15 | 325.50 | 330.25 |
| Map2 | 64.41 | 52.35 | 62.71 |

表1はシミュレーション対象地域Map1及びMap2においてMax-Sumによる協調アルゴリズムと、協調のないClosest及びGreedyアルゴリズムによる災害救助エージェントの動作を比較した結果である。この結果から必ずしもMax-Sumアルゴリズムが有効に働くわけではなく、被災地域に合わせた戦略が重要であることが分かった。

(2) 開発環境（エージェント開発フレームワーク）とシミュレーション実行管理環境の統合

ロボカップ・レスキュー・シミュレーション(RRS)の災害救助問題は複雑な複合問題であるため、図1に示したモジュール構造をもつフレームワーク（開発環境）を設計・実装した^⑨。

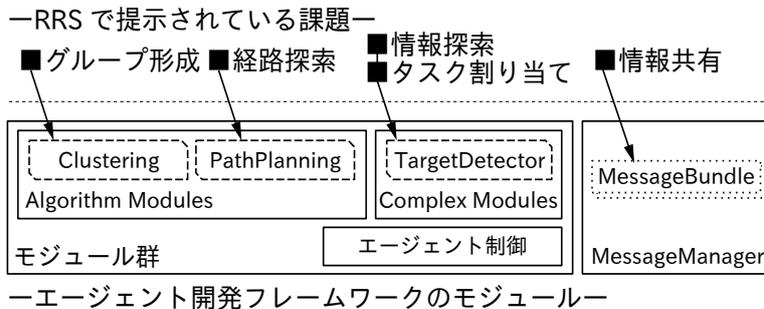


図1:モジュール構造を持つフレームワーク

モジュールの設計にあたっては、先の研究成果(1)の5つの問題に対するアルゴリズムを対象とした。これはRRSプロジェクトが課題として挙げている研究課題と一致している。

このフレームワークと実験管理システムであるOACIS（理化学研究所）を組み合わせ、図2のように開発環境と実験管理環境とを統合した^⑩。

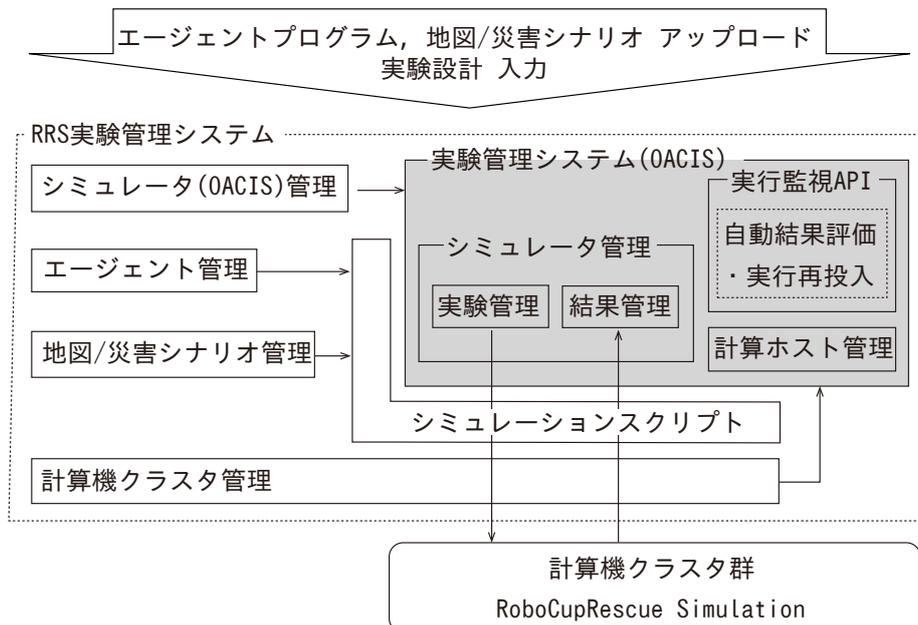


図2:プロトタイプ開発・実験統合環境

OACIS は主にスーパーコンピュータでの利用を想定していたため、このプロトタイプ開発・実験統合環境の実現のために、次のような機能の追加をおこなった。

- ・シミュレータ (OACIS) の管理機能
- ・エージェントプログラムの管理機能
- ・地図/災害シナリオの管理機能
- ・計算機クラス管理機能

この開発・実験統合環境を評価するために、名古屋で開催されたロボカップの国際競技大会である RoboCup2017 の参加チームのプログラム・モジュールを網羅的に組み合わせ、最良の組み合わせを探索した。

その結果を表 2 及び表 3 に示す。表 2 は RoboCup2017 に参加した 5 チーム (A~E) の競技スコアである。数値が高いほど優れた結果である事を示す。この A~E の災害救助戦略を構成するアルゴリズムモジュールを相互に組み合わせ、数万回に及ぶ膨大な組み合わせ実験結果から、オリジナルの A~E チームより能力が高いプログラムの作成に成功した (表 3)。このことから開発環境のモジュール構造の妥当性と、膨大な数の実験を可能とする実験管理環境の有効性が確認できた。

表 2: 各チームの点数

| チーム | A | B | C | D | E |
|-----|--------|--------|-------|-------|------|
| 点数 | 170.34 | 142.86 | 33.65 | 31.71 | 8.69 |

表 3: 生成したエージェントの点数

| チーム | Sample | 生成したエージェント |
|-----|--------|------------|
| 点数 | 50.76 | 178.87 |

(3) Web 上で動作可能な 3 次元視覚化システムの実現

容易に災害救助問題を解決する災害救助戦略の動作分析をおこなうこと 3 次元視覚化システムを設計、実装した^{⑩⑪}。多くの研究者による活用が期待される 3 次元視覚化システムに必要な条件は次の 2 つである。

1. 動作が軽量でプラットフォームを選ばない
2. 動作の比較が可能

まず 1. は WebGL ベースの実装により解決する。ただし、プログラムの並列動作が必要となることから、図 3 のような構造を設計、導入し対応する。

また、2. を実現するために同時に複数の動作を表示でき、また同じ場所を同じタイミングで確認できるようにする必要がある。また、同じ動作を繰り返し表示する必要もあることから図 2 に示されるようなマルチスレッド化やログの整形により対応する。

以上により実現したプロトタイプの 3 次元視覚化システムを図 4 に示す。実現したシステムはノート PC だけでなく、タブレット端末でも動作することを確認した。

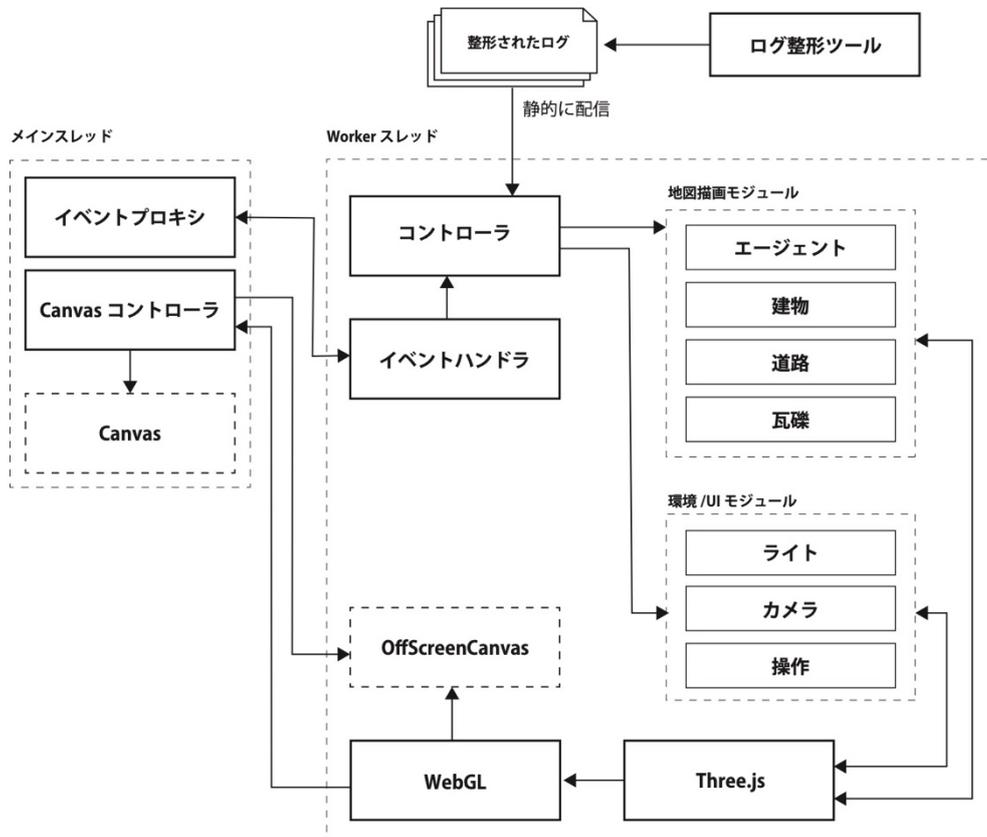


図 3: 3次元視覚化システムの構造

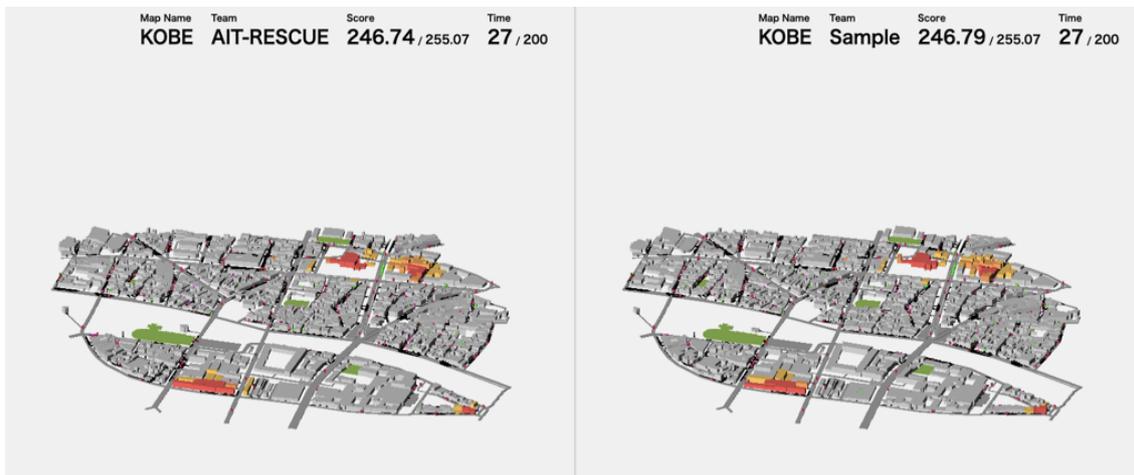


図4：プロトタイプの実動作の様子

<引用文献>

- ① Y. Miyamoto, S. Takami, A. Hasegawa, N. Ito, K. Iwata, Agent_NAITO-Rescue, 21th RoboCup International Symposium, <https://goo.gl/XLEAxT>, pp.1-8 (2017)
- ② T. Kusaka, Y. Miyamoto, A. Hasegawa, S. Takami, K. Iwata, N. Ito, 22th RoboCup International Symposium, Team Description Paper, pp. 1-10 (2018) <https://bit.ly/2NWOZhs>
- ③ T. Kusaka, Y. Miyamoto, A. Hasegawa, K. Iwata, N. Ito, RoboCupRescue 2019 TDP Agent Simulation AIT-Rescue (Japan), 23th RoboCup International Symposium, Team Description Paper, pp.1-12 (2019) <http://bit.ly/2TGTsJD>
- ④ Y. Okado, T. Kusaka, Y. Miyamoto, T. Sakai, A. Hasegawa, H. Uehara, K. Iwata, N. Ito, RoboCup Rescue 2020 ONLINE TDP Agent Simulation AIT-Rescue (Japan), 24th RoboCup International Symposium, Team Description Paper, pp.1-2 (2020) <https://bit.ly/3uLwTUM>
- ⑤ Y. Okado, T. Sakai, A. Hasegawa, H. Uehara, K. Iwata, N. Ito, RoboCupRescue2021 TDP Agent Simulation AIT-Rescue (Japan), 25th RoboCup International Symposium, Team Description Paper, pp.1-16 (2021) <https://bit.ly/3KDNVg0>
- ⑥ H. Suzuki, A. Hasegawa, H. Uehara, J. Fujisawa, I. Matsunaga, R. Maeda, Y. Shimada, K. Iwata, N. Ito, RoboCupRescue2022 TDP Agent Simulation AIT-Rescue (Japan), 26th RoboCup International Symposium, Team Description Paper, pp.1-16 (2022) <https://bit.ly/45qIrP0>
- ⑦ H. Uehara, H. Suzuki, J. Fujisawa, R. Maeda, I. Matsunaga, K. Ito, A. Okamoto, K. Sasada, Y. Shimada, Y. Sugisaka, R. Suzuki, K. Hayashi, K. Ando, T. Uchitane, K. Iwata, N. Ito, RoboCupRescue 2023 TDP Agent Simulation, AIT-Rescue (Japan), 27th RoboCup International Symposium, Team Description Paper, pp.1-16 (2023) <https://bit.ly/3VH0Ncr>
- ⑧ Y. Miyamoto, T. Kusaka, Y. Okado, K. Iwata, N. Ito, An Approach for Distributed Constraint Optimization Problems in Rescue Simulation, RoboCup 2019: Robot World Cup XXIII, Lecture Notes in Computer Science, Vol.11531, Springer, pp.578-590 (2019) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-35699-6_47
- ⑨ S. Takami, K. Takayanagi, S. Jaishy, N. Ito, K. Iwata, Agent-development framework based on modular structure to research disaster-relief activities, International Journal of Software Innovation (IJSI), Vol.6, No.4, pp.1-15(2018), DOI: 10.4018/IJSI.2018100101
- ⑩ S. Takami, K. Takayanagi, S. Jaishy, N. Ito, Y. Murase, T. Uchitane, Proposed environment to support development and experiment in RoboCupRescue Simulation, In: H. Akiyama, O. Obst, C. Sammut, F. Tonidandel, (eds) RoboCup 2017: Robot World Cup XXI. RoboCup 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 11175. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00308-1_6
- ⑪ 長谷川滉、大河内明日香、内種岳詞、岩田員典、伊藤暢浩、可搬性を考慮した RRS 用インタラクティブ可視化システムの試作、人工知能学会第 36 回社会における AI 研究会, p.1 (2019) <http://bit.ly/3cSApUy>
- ⑫ 川上洵恩、長谷川滉、安藤圭祐、内種岳詞、岩田員典、伊藤暢浩、情報アーキテクチャに基づく RRSViewer の UX 改善、人工知能学会第 43 回社会における AI 研究会、2022 巻、SAI-045、SAI06 (2022) <https://bit.ly/3Xq3Irl>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 鷹見竣希, 岩田員典, 伊藤暢浩 | 4. 巻 42 |
| 2. 論文標題 ロボカップのシミュレーション競技 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 シミュレーション (Journal of the Japan Society for Simulation Technology) | 6. 最初と最後の頁 34 ~ 39 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Miyamoto Yuki, Kusaka Taishun, Okado Yuki, Iwata Kazunori, Ito Nobuhiro | 4. 巻 11531 |
| 2. 論文標題 An Approach for Distributed Constraint Optimization Problems in Rescue Simulation | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 RoboCup 2019: Robot World Cup XXIII. RoboCup 2019. Lecture Notes in Computer Science | 6. 最初と最後の頁 578 ~ 590 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-35699-6_47 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Takami Shunki, Onishi Masaki, Noda Itsuki, Iwata Kazunori, Ito Nobuhiro, Uchitane Takeshi, Murase Yohsuke | 4. 巻 848 |
| 2. 論文標題 Infrastructure in Assessing Disaster-Relief Agents in the RoboCupRescue Simulation | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Computational Science/Intelligence and Applied Informatics. CSII 2019. Studies in Computational Intelligence | 6. 最初と最後の頁 133 ~ 147 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-25225-0_10 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Takami Shunki, Takayanagi Kazuo, Jaishy Shivashish, Ito Nobuhiro, Iwata Kazunori | 4. 巻 6 |
| 2. 論文標題 Agent-Development Framework Based on Modular Structure to Research Disaster-Relief Activities | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Software Innovation | 6. 最初と最後の頁 1 ~ 15 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4018/IJSI.2018100101 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|--------------------|
| 1. 著者名 Shivashish Jaishy, Yoshiki Fukushige, Nobuhiro Ito, Kazunori Iwata, Yoshinobu Kawabe | 4. 巻 5(3) |
| 2. 論文標題 Assessment of BAR: Breakdown Agent Replacement Algorithm for SCRAM | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Software Innovation (IJSI) | 6. 最初と最後の頁 1-17 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4018/IJSI.2017070101 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 奥川雅之, 伊藤暢浩, 岡田浩之, 植村渉, 高橋友一, 杉浦孔明 | 4. 巻 29(2) |
| 2. 論文標題 ロボカップ西暦2050年を目指して(その2) | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 知能と情報 | 6. 最初と最後の頁 42-54 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計46件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 19件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 鈴木 宏哉, 上原 温揮, 藤澤 丈, 前田 綾也, 松永 一希, 安藤 圭祐, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRS における L-DCOP モデルを用いた異種エージェント間協調について |
| 3. 学会等名 人工知能学会第二種研究会資料, 2023巻, SAI-047号, p.03 (2023) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 上原 温揮, 島田 優希, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 ADF-Python の検討 |
| 3. 学会等名 人工知能学会第47回社会におけるAI研究会, 2023巻, SAI-047-02, p.1, 2023年11月4日, 大阪公立大学, https://bit.ly/3vfno1K |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 松永 一希, 岡本 愛, 笹田 敬太郎, 安藤 圭祐, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRS の ADF のモジュール間依存関係について |
| 3. 学会等名 人工知能学会第47回社会におけるAI研究会, 2023巻, SAI-047-04, p.1, 2023年11月4日, 大阪公立大学, https://bit.ly/3VhQHig |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Itsuki Matsunaga, Haruki Uehara, Ryoya Maeda, Joe Fujisawa, Hiroya Suzuki, Keisuke Ando, Takeshi Uchitane, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 Design of Task Assignments based on Ordering and Time Window Constraints for RoboCupRescue Agents |
| 3. 学会等名 2023 14th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI), Koriyama, Japan, 2023 pp. 406-411. doi: 10.1109/IIAI-AAI59060.2023.00085 (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Haruki Uehara, Hiroya Suzuki, Joe Fujisawa, Ryoya Maeda, Itsuki Matsunaga, Kaito Ito, Ai Okamoto, Keitaro Sasada, Yuki Shimada, Yuya Sugisaka, Ryosuke Suzuki, Keita Hayashi, Keisuke Ando, Takeshi Uchitane, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 RoboCupRescue 2023 TDP Agent Simulation, AIT-Rescue (Japan) |
| 3. 学会等名 27th RoboCup International Symposium, Team Description Paper, pp.1-16 (2023) https://bit.ly/3VH0Ncr (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 川上 洵恩, 長谷川 滉, 安藤 圭祐, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 情報アーキテクチャに基づくRRSViewerのUX改善 |
| 3. 学会等名 人工知能学会「社会における AI」研究会 第45回研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 前田 綾也 , 上原 温揮 , 松永 一希 , 藤澤 丈 , 鈴木 宏哉 , 安藤 圭祐 , 内種 岳詞 , 岩田 員典 , 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRSにおけるL-DCOPエージェントの移動時間推定に関する検討 |
| 3. 学会等名 人工知能学会「社会における AI」研究会 第45回研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 Challenges and Expectations in RoboCupRescue Simulation |
| 3. 学会等名 2022 Workshop on Artificial Intelligence and Simulation for Natural Disaster Management (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hiroya Suzuki, Akira Hasegawa, Haruki Uehara, Joe Fujisawa, Itsuki Matsunaga, Ryoya Maeda, Yuki Shimada, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 RoboCupRescue2022 TDP Agent Simulation AIT-Rescue (Japan) |
| 3. 学会等名 RoboCupRescue Simulation League, RoboCup2022 (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Suzuki Hiroya, Okado Yuki, Sakai Toshinari, Miyamoto Yuki, Kusaka Taishun, Uchitane Takeshi, Iwata Kazunori, Ito Nobuhiro |
| 2. 発表標題 Implementation of Pseudo-Communication Module for DCOP Algorithms on RRS and Improvement of Binary Max-Sum |
| 3. 学会等名 2022 Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS) (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yuki Okado, Toshinari Sakai, Akira Hasegawa, Hiroya Suzuki, Haruki Uehara, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 RoboCupRescue 2021 TDP Agent Simulation AIT-Rescue (Japan) |
| 3. 学会等名 RoboCupRescue Simulation League, RoboCup2021 (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Akira Hasegawa, Yuki Miyamoto, Haruki Uehara, Takeshi Uchitane, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 A comprehensive simulation management platform for RRS on public cloud |
| 3. 学会等名 2021 Workshop on Artificial Intelligence and Simulation for Natural Disaster Management 2021 (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Keisuke Ando, Haruaki Ueda, Takeshi Uchitane, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 Applying covariance structure analysis to reveal relationships between agent capability and map characteristics in RoboCup Rescue Simulation |
| 3. 学会等名 2021 Workshop on Artificial Intelligence and Simulation for Natural Disaster Management 2021 (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 岡戸優樹, 内種岳詞, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 RRSにおけるBinary Max-Sum_ADVPの通信量の削減と値決定順の変更 |
| 3. 学会等名 人工知能学会, 社会におけるAI研究会 2021(SAI-043) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 酒井 淑成, 坂本 優介, 鈴木 宏哉, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRSのタスク割当問題に対するLayered DCOPの適用 |
| 3. 学会等名 人工知能学会, 社会におけるAI研究会 2021(SAI-043) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森永彩葉, 長谷川 滉, 内種岳詞, 岩田 員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 オンラインの双方に対応したWebViewerの設計とRCAP2021における評価 |
| 3. 学会等名 人工知能学会, 社会におけるAI研究会 2021(SAI-042) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 上原 温揮, 長谷川 滉, 伊藤 暢浩, 内種 岳詞, 岩田 員典 |
| 2. 発表標題 RCAP2021におけるRRS AWSの評価 |
| 3. 学会等名 人工知能学会, 社会におけるAI研究会 2021(SAI-042) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yuki Okado, Taishun Kusaka, Yuki Miyamoto, Toshinari Sakai, Akira Hasegawa, Haruki Uehara, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 RoboCup Rescue 2020 ONLINE TDP Agent Simulation AIT-Rescue (Japan) |
| 3. 学会等名 International Competition, RoboCupRescue Simulation League, RoboCup JapanOpen 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 上田陽明, 内種岳詞, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 RRSにおける共分散構造分析を用いた地図の特徴とMASの能力の分析 |
| 3. 学会等名 人工知能学会第38回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 宮本侑季, 上原温揮, 鈴木万葉, 内種岳詞, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 ロボカップジャパンオープン2020に向けたAWSによるRRS環境の開発 |
| 3. 学会等名 人工知能学会第38回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Taishun Kusaka, Yuki Miyamoto, Akira Hasegawa, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 RoboCupRescue 2019 TDP Agent Simulation AIT-Rescue (Japan) |
| 3. 学会等名 RoboCupRescue Simulation League, 23th RoboCup (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yuki Mmiyamoto, Taishun Kusaka, Yuki Okado, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 RoboCupRescue 2019 TDP Infrastructure AIT-Rescue (Japan) |
| 3. 学会等名 RoboCupRescue Simulation League, 23th RoboCup (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yusuke Hosoya, Haruaki Ueda, Nobuhiro Ito, Kazunori Iwata |
| 2. 発表標題 Map Creations with OpenStreetMap for RoboCupRescue Simulation |
| 3. 学会等名 Proceedings - 2019 6th International Conference on Computational Science/Intelligence and Applied Informatics, CSII 2019 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 宮本 侑季, 日下 大舜, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRSの通信コンポーネントと統合したDCOP用拡張機能の実現 |
| 3. 学会等名 人工知能学会第36回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 岡戸 優樹, 酒井 淑成, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRSのタスク割当におけるBounded Max-Sumの適用 |
| 3. 学会等名 人工知能学会第36回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 日下 大舜, 宮本 侑季, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRS環境におけるDAGを用いたMax-Sumの一考察 |
| 3. 学会等名 人工知能学会第36回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 上田 陽明, 松島 冬弥, 細谷 優介, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRS地図作成におけるOSM上のエラー解消 |
| 3. 学会等名 人工知能学会第36回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 細谷 優介, 松島 冬弥, 上田 陽明, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 カーネル回帰による地図の特徴指標とエージェントの活動結果との依存関係について |
| 3. 学会等名 人工知能学会第36回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 松島 冬弥, 上田 陽明, 細谷 優介, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRSにおける地図の特徴指標とエージェントアルゴリズムの関係についての一考察 |
| 3. 学会等名 人工知能学会第36回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 長谷川 滉, 大河内 明日香, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 可搬性を考慮したRRS用インタラクティブ可視化システムの試作 |
| 3. 学会等名 人工知能学会第36回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 細谷 優介, 内種 岳詞, 岩田 員典, 伊藤 暢浩 |
| 2. 発表標題 RRSにおける非線形モデルによる環境とエージェント間の依存関係の分析 |
| 3. 学会等名 人工知能学会知識ベース研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Shunki Takami, Masaki Ohnishi, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito, Yohsuke Murase, Takeshi Uchitane |
| 2. 発表標題 An Environment for Combinatorial Experiments in a Multi-agent Simulation for Disaster Response |
| 3. 学会等名 2018 International Conference on Principals and Practice of Multi-Agent Systems (PRIMA2018) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Taishun Kusaka, Yuki Miyamoto, Akira Hasegawa, Shunki Takami, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 Effective Fusion of Disaster-Relief Agent in RoboCupRescue Simulation |
| 3. 学会等名 2018 5th Int. Conf. on Computational Science/Intelligence and Applied Informatics (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Taishun Kusaka, Yuki Miyamoto, Akira Hasegawa, Shunki Takami, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 RoboCup 2018 - TDP Rescue Agent Simulation AIT-Rescue |
| 3. 学会等名 22th RoboCup International Symposium, Team Description Paper (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yuki Miyamoto, Kazunori Iwata, Nobuhiro Ito |
| 2. 発表標題 Avoidance method for unexpected impassable paths in traffic simulator RoboCup2018 - TDP Infrastructure AIT-Rescue |
| 3. 学会等名 22th RoboCup International Symposium, Team Description Paper (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 宮本侑季, 日下大舜, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 研究環境としてのRoboCupRescue Simulationの活用について |
| 3. 学会等名 人工知能学会第32回社会におけるAI研究会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 細谷優介, 森島稜太, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 多様な地域における災害救助シミュレーションを可能とする地図作成ツールについて |
| 3. 学会等名 第34回ファジィシステムシンポジウム |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 長谷川滉, 宮本侑季, 日下大舜, 笹岡久行, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 RRSを用いたマルチエージェント・ベンチマークについて |
| 3. 学会等名 情報処理学会第18回全国大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| | |
|---------|---|
| 1. 発表者名 | Shunki Takami, Kazuo Takayanagi, Shivashish Jaisy, Nobuhiro Ito, Kazunori Iwata, Yohsuke Murase, Takeshi Uchitane |
| 2. 発表標題 | Proposed environment to support development and experiment in RoboCupRescue Simulation |
| 3. 学会等名 | 21th RoboCup International Symposium (国際学会) |
| 4. 発表年 | 2017年 |

| | |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | Shunki Takami, Kazuo Takayanagi, Shivashish Jaishy, Nobuhiro Ito, Kazunori Iwata |
| 2. 発表標題 | Design of Agent Development Framework for RoboCupRescue Simulation |
| 3. 学会等名 | Computational Science /Intelligence and Applied Informatics. CSII 2017, Studies in Computational Intelligence (国際学会) |
| 4. 発表年 | 2017年 |

| | |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | Takanori Fukui, Keisuke Ando, Toshihide Murakami, Nobuhiro Ito, Kazunori Iwata |
| 2. 発表標題 | Automatic classification of remarks in Werewolf BBS |
| 3. 学会等名 | 4th Intl Conf on Computational Science/Intelligence and Applied Informatics(CSII2017) (国際学会) |
| 4. 発表年 | 2017年 |

| | |
|---------|---|
| 1. 発表者名 | 鷹見竣希, 高柳和央, 伊藤暢浩, 岩田員典, 村瀬洋介, 内種岳詞 |
| 2. 発表標題 | RoboCupRescue Simulationにおける開発・実験を支援する環境の提案 |
| 3. 学会等名 | 人工知能学会データ指向マイニングとシミュレーション研究会 |
| 4. 発表年 | 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 久保田恵介, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 RoboCupRescue Simulationにおける協調行動の分析 |
| 3. 学会等名 情報処理学会研究会報告 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 福井敬徳, 川部勇太, 野々山幾也, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 因果推論を用いた人狼知能プロトコルによる返答生成について |
| 3. 学会等名 人工知能学会知識ベースシステム研究会(第113回) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 加藤嵩硫, 鷹見竣希, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 RoboCupRescue Simulationにおける経路探索アルゴリズムについて |
| 3. 学会等名 人工知能学会「社会におけるAI」研究会 第29回研究会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 細谷優介, 森島稜太, 鷹見竣希, 岩田員典, 伊藤暢浩 |
| 2. 発表標題 OSMからのRRS地図作成時のデータ競合の解消 |
| 3. 学会等名 人工知能学会「社会におけるAI」研究会 第29回研究会 |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

RCRS-ADFについて
<https://rcrs-adf.github.io/ja/>
RRS-OACISについて
<https://rrs-oacis.github.io/ja/>
RoboCupRescue Simulation Tutorial
<https://hackmd.io/@f7c-HYEQTiygEJma8JWbjQ/SyU4ZRY68>
RRS-OACIS Docs
<https://rrs-oacis.github.io/>
RCRS-ADF
<https://rcrs-adf.github.io/>
RoboCupRescue Simulation Tutorial
https://hackmd.io/@f7c-HYEQTiygEJma8JWbjQ/Hytr_wLf7

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---|------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 岩田 員典 (Iwata Kazunori) (80367606) | 愛知大学・経営学部・教授 (33901) | |
| 研究分担者 | 河辺 義信 (Kawabe Yoshinobu) (80396184) | 愛知工業大学・情報科学部・教授 (33903) | |

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---|-------------------------------------|----|
| 研究協力者 | 内種 岳詞 (Uchitane Takeshi) (70710143) | 愛知工業大学・情報科学部・准教授 (33903) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|