特集 自律分散型サッカーロボット

ロボカップレスキュー†

田所 諭*¹ 高橋 友一*²

1 ロボカップレスキューの概要

RoboCupRescue は、「阪神淡路大震災のような大規模災害に対してロバストな社会を創る」ということを最終目標にした国際共同研究プロジェクトである [1]。

大きく分けて、レスキューロボットやロボティクスを活用した社会インフラを研究開発する「ロボティクス&インフラストラクチャプロジェクト」と、災害シミュレーションをベースとした緊急時の意志決定支援を研究する「シミュレーションプロジェクト」が現在進められており、将来的にそれらを融合、標準化を図ることによって耐災害社会の実現に貢献することを目指している。

ロボカップ世界大会などの競技会はその研究成果の評価会であり、競争的協調のメカニズムを活用することによって、防災技術開発の促進を図るというアプローチを採っている。

本稿では、2002年6月に開催されたロボカップ福岡・釜山大会での成果を中心として、ロボカップレスキューの活動について紹介する。

ちょうど会期中の6月22日午前7時半（日本時間同日正午）ごろ、イラン北部でマグニチュード6.0の地震があり、多くの家屋が倒壊し、住民多数が崩れた家の下敷きになった。ロボカップレスキューのロボットリーグ、シミュレーションリーグ共々、イランからのチームが多数参加しており、日本チームや今回初参加したトルコのチームなど地震災害の多い国のチームにとっては特に、イランの災害の状況が大きな心配事となった。

2 ロボットリーグ概要

レスキューロボットの性能評価を行い、それによって研究開発を加速することがロボットリーグの目的である。実用的な技術開発を促進するためには、ここで

の性能試験の項目、試験条件、評価方法などを実際の災害に適合するように設定することが極めて重要である。さらに、技術レベルを段階的にステップアップしていくためには、重要な技術項目についてのトライアルを戦略的・恣意的に奨励すること、容易な状況から困難な状況まで多段階にわたるレベルを設けて徐々に難しい問題にチャレンジできるようにすること、が必要である。

3 性能評価フィールド

地震災害を模擬した3種類のロボット性能評価フィールドが、中川（日本科学未来館）により設計制作された。これは、Adam Jacoff (NIST)が提唱しているレスキューロボット評価フィールドの標準 [2] に準拠して設計されている。表1に示す3段階の難易度の、図1のようなフィールドが作られた。

これらはいずれも、倒壊家屋のエッセンスを模擬した実物大の災害現場である。すなわち、ここで高い評価を得たロボットは、現実の災害においても同様に高い性能を発揮できると期待される。実際に、2001年のRoboCup シアトル大会に出場したロボットが、ニューヨーク世界貿易センタービルに投入され、がれきの中で約11名の被災者の発見に成功している。

注目すべきオリジナルな点は、Orange フィールドとして日本家屋を模擬したフィールドを用意したことである。災害はそれが発生した国や地域によって被害の様子が大きく異なる。それは、生活様式や家屋や道路などの形態の違いによるものである。たとえば、トルコの大地震ではパンケーキクラッシュと呼ばれる、各階がパンケーキを積み重ねたように崩壊するケースが多かったが、阪神淡路大震災では1階が崩壊して2階がそのままの形で残る形態が特徴的に見られた。また、日本では火災が極めて重大な問題であるが、石や煉瓦造りの家屋が一般的な国においては、火災は災害の重要な位置を占めない。災害救助の場面においても、人体検索の手順は家屋の構造に大きく依存するし、阪神淡路大震災では布団が救助活動の大きな妨げとなったという事実もある [3]。そのため、ロボットの性能評価を行う上では、地域の状況に合わせた評価フィール

† RoboCupRescue
Satoshi TADOKORO, Tomoichi TAKAHASHI

* 1 神戸大学工学部情報知能工学科
Faculty of Engineering, Kobe University

* 2 中部大学経営情報学部経営情報学科
International Rescue System Institute

Table 1 : 評価フィールドの概要

カテゴリ	RoboCup 2002	設計製作	特徴
Yellow	オフィス	日本科学未来館	事務所の平面空間に書類、ロッカー、段ボールなどが散乱。カーテン、ブラインド、透明窓など、センサでは認識困難な状況。被災者が部屋に横たわった状態。
Orange	日本家屋	日本科学未来館	日本の住宅で、たたみや階段やスロープ（屋根を模擬）がある立体空間の中に、新聞、布団、荷造り紐、瓦、段ボール、ちゃぶ台などが散乱。認識に加えて、移動が困難な状況。被災者が横たわったり、布団や家具の中に隠れている状態。
Red	がれき	福岡実行委員会	全壊の倒壊家屋を想定。木材、パネル、段ボール、紐、ゴミなどが散乱し、がれき内部の空間が狭い状況。がれきの崩壊の危険性。被災者は表面に横たわるものから、内部に埋没しているものまで。

ドを設けることが不可欠である。福岡大会の日本家屋フィールドでは、たたみの部屋に布団やちゃぶ台や新聞が散乱した空間を用意した。

瓦礫のフィールド（Red フィールド）としては、阪神淡路大震災の全壊家屋の一部を見かけ上模擬したものを用意した。内部の空間が非常に狭く、ロボットが内部に入ることができる場所がかなり限定されている。大型のロボットでは入れないばかりか、瓦礫が崩壊するおそれもある。ただし、これは現実の災害現場とは依然として大きな隔たりがあり、たとえば、瓦礫の規模は極めて小さく軽量であり、土や水やガスなどの問題が無く、ロボットを操縦するための無線環境は理想的な状態に近い。

これらのフィールド中に、約30体の被災者を模擬した人形が、床上や、がれき上、がれき内部、布団の中などに設置された。本来、本物の人間を使用することが望ましいが、危険を避けるために人形とした。乳児から大人まで、一般人からレスキュー隊員まで、肌の色や性別も異なったさまざまな人形を使用し、建物倒壊による汚れを模擬した灰色のペイントを施すことによって、ロボットに搭載されたカメラだけで人体かどうかを判別しにくい状態を作った。それらの人形は、体温、叫び声、呼吸の二酸化炭素などの様々な生体信号を発生し、腕や指が動き、ロボットのセンサによる発見能力の評価に有効なように作られている。実際の地震災害では、被災者ががれきの奥深くに埋もれているケースが多かったが、この競技会ではフィールドの制約から、がれき等を動かさなくても外部からすべての被災者が観察可能な場所に設置された。また、ロボットからの問いかけに被災者が反応することは想定しなかった。

4 競技と評価の方法

ロボットはスタートゾーンから出発して、自分が選択

したフィールドまで到達し、内部に入って各種センサを使って被災者の探索を行う。

得点は、次の式に基づき計算される。

$$Score = VictimsPoints * AverageAccuracy *$$

$$\frac{NumberOfRobots}{(1 + NumberOfOperators)^3} \quad (1)$$

$$VictimsPoints = \sum_{eachField} (VictimsFound - Penalties) * FieldWeighting \quad (2)$$

$$AverageAccuracy = \frac{PositionalAccuracy + MapQuality}{TotalVictimsFound} \quad (3)$$

VictimsFound : 当該フィールドでの発見被災者数

Penalties : 当該フィールドでのペナルティ数

FieldWeighting : フィールドの困難度による重み

PositionalAccuracy : 被災者位置推定精度の平均

MapQuality : 作成したフィールド地図の精度

TotalVictimsFound : 発見した総被災者数

この式の意味するところは、評価項目として次の要素を採用したということである。

- 発見した被災者の数の多さ
 - 推定した被災者の位置（ランドマークからの相対位置）の精度の高さ
 - ロボットの行動に関するペナルティ（被災者へのダメージ、壁への衝突など）の少なさ
 - 探査に基づいて生成したフィールド地図の精度
 - 探査したフィールドの困難性(red, orange, yellow)
- これらに加えて、ロボットの自律機能、マルチエージェント協調の研究開発を奨励するために、
- ロボットの数（多い方がよい）
 - オペレータの数（少ない方がよい）
- を評価要素に加えた。

ロボットが被災者を発見すると、オペレータは審判

(a) オフィスフィールド (Yellow)

(b) 日本家屋フィールド (Orange)

(c) がれきフィールド (Red)

Figure 1: レスキューロボット評価フィールド

にそのことを報告し、それが正しいかどうかを副審が現場で確認した上で得点が加算される。

ロボットによる人体検索の困難な点の一つとして、非常に限定されたセンサ信号をもとにして、被災者の認識とマッピング、周囲の環境の認識、ロボットの自己位置推定などを行わなければならない、ということが挙げられる。自律ロボットにおいてこの問題が重要であることは論を待たないが、遠隔操縦ロボットにおいても同じことがいえる。たとえば、単純に数台のビデオカメラだけを搭載した移動ロボットを考えた場合、あらかじめ様子がわかった平面を操縦することは容易であるが、未知の空間を、それも得られる画像がとぎれとぎれで、視野角が限定された状態での操縦は容易ではない。また、足下の状態が十分に見えるわけではなく、ギャップで転倒するなどのアクシデントがあると、何が起きたのかが全くわからなくなる。

この状況を作り出すために、参加チームからはフィールドを完全に隠し、フィールド内のレイアウトはもちろんのこと、フィールド入口の場所に関する事前知識すら与えないことにし、それをトライアル毎に変更した。

5 出場チーム

表2に示すように、日本、イラン、ドイツ、ニュージーランド、米国の5カ国から、11チームが参加した。うち3チームは競技ではなく、デモンストレーションとしての参加である。

ほとんどのロボットは自律型ではなく、オペレータによる操縦型のロボットであった。実際の災害現場への適用を考えたとき、完全自律型のロボットは今の段階では現実的とは考えにくい。しかし、完全にマニュアル操縦のロボットには言うまでもなく限界があり、自律とテレオペレーションの得意な点を効果的に融合させることが求められる。すなわち、Adjusted Autonomy, Shared Autonomy, あるいは、ヒューマンインタフェースのための自律性が実用を指向したアプローチであると考えられる。

6 競技によって得られた知見と今後の課題

競技の結果、さまざまな知見が得られたが、そのうちで代表的なものは次の通りである。

- 紐、新聞紙、タオル、布団などがクローラ機構やタイヤに絡まり、しばしばロボットが動けなくなった。
- しばしば無線が不安定となり、特に無線 LAN で IP 接続しているロボットは再接続が必要となった。

Table 2: ロボカップレスキューロボットリーグ参加チーム

チーム名	所属	特徴
競技参加		
HANIF Rescue Robot Team	YSC (Iran)	クローラ型, 大型
IUB Team 2002	Intl. Univ. Bremen (Germany)	バギー型, 気球からのカメラ
KAVOSH	Javan Robotics Club (Iran)	2 台のクローラ型, 潜望鏡型カメラ
Kingston Fire Brigade	Univ. Auckland (New Zealand)	タイヤ型, 完全自律, 小型
MARR	東工大 (Japan)	2 台のクローラ型, 高速
SCARABS	New Roads School (USA)	タイヤ型, 有線, 高校生チーム
Sharif Rescue Robot	Sharif Univ. Tech. (Iran)	2 台のクローラ型, 特徴的なクローラ機構
UVS-IV	神戸大 (Japan)	2 台のクローラ型, 特徴的なマッピングソフト
デモンストレーション参加		
MINORI 2002	日本工大 (Japan)	クローラ型
ZMP Sensorbot	ZMP Inc. (Japan)	クローラ型, 有線
蒼龍	東工大 (Japan)	ヘビ型, 飛び入り参加

また, カメラなどのセンサ情報が得られなくなることによって, しばしば操縦が不能となった。

- 一方, 有線はケーブルの取り回しが非常に困難であり, 障害物に絡まったり引っかかったりした。
- ローカリゼーションは重要な問題であった。しばしば, 自分の位置がどこであるのかを見失ったり, 被災者の同定が困難となり何度も同じ被災者を別の被災者と認識する結果となった。
- 不整地でのメカの信頼性が重要であった。
- ヒューマンインタフェースの設計およびオペレータの熟練度が探査のパフォーマンスに大きく影響を与えた。
- 自律機能によるテレオペレーションのサポートが不可欠である。

今回のフィールドは地震災害という限定された災害現場を想定したものであったが, RoboCupRescue が対象とすべき災害は数多い。毎年, 世界中でさまざまな種類の災害が発生し, ロボットがそれらに対して何らかの貢献を行うことが求められているからである。たとえば, 三宅島のような火山災害での情報収集, 水害における救援活動などである。また, 対人地雷の問題も人為的災害と考えられ, 人道地雷除去はロボティクスの貢献すべき重要な問題のひとつである。

ロボカップはこのような問題に対して, 競技会という形式を活用することによって技術促進を加速することをその目的としており, このような試みの継続が将来における効果的なソリューションを産み出すことにつながると期待する。

7 シミュレーションリーグ概要

大規模災害では, 複数の災害がお互いに関連している。たとえば, 建築物倒壊は道路閉塞を引き起こし, 道路閉塞は交通渋滞を引き起こす。道路渋滞や閉塞に起因する消防車の到着の遅れは火災の延焼に影響を与える。火災が激しくなると道路の通過を困難にし, それが新たな交通渋滞を引き起こす。

火災シミュレーションは, 延焼シミュレーションと火災現場への消防車の到着時間や水源の確保などを考慮した消火活動シミュレーションの合成したものになる。さらに, 震災現場における救助活動には, 救助隊間の協調活動, 救助隊と一般市民の避難活動のインタラクションがある。これらを統合したシミュレーションが都市防災には必要である。

シミュレーションリーグでは, 地震による建物の崩壊, 交通網の遮断, 火災などの各種の災害シミュレーションに加え, 防災・救命救助をおこなう消防, 警察, 医師や市民の避難や救助の活動をシミュレーションする包括的災害シミュレータを用い, 人命の救助, 消火, 延焼の防止を目的とする各エージェントの救助活動を競う。

シミュレータは, (1)シミュレータ・カーネル, (2)災害事象のシミュレータ群, (3)地理情報システム(GIS), (4)救助エージェント, (5)情報提示システムからなる。(図3)。各要素は, 計算機ネットワーク上のコンピュータに分散し, UDP/IP でデータ通信をする。

(a) KAVOSH

(c) UVS-IV

(d) Sharif

(b) MARR

(e) 蒼龍

Figure 2: 福岡大会に出場したロボット

8 救助エージェントの構成

エージェントという言葉はさまざまな意味で使われる。ここでは災害現場で活動する救助隊、消防隊や一般市民を考える(図4)。FireBrigade, Ambulance, Police は消防車、救急車、警察(道路管理者)に対応する機能を持ち、Civilian は一般市民を表す。Car は車中いる人を表し、Civilian より速く移動できる。これらのエージェントは外部状況に応じて、消火する、負傷者を避

難所に搬送する、交通を確保するために道路から瓦礫を除去する、声をあげ救助を求める、状況を他のエージェントに連絡するなどの行動をとる。行動することによる疲労度や建物の崩壊や火災による負傷、生き埋めなどの状態をもち、その内部状態によっては死に至る。

Fire Station, Ambulance Center, Police Office は、消防署や警察署など建物で、そこに勤務する人の機能をもつエージェントである。対応する FireBrigade,

Figure 3: ロボカップレスキューシミュレータ

Ambulance, Police と交信する機能を持ち、各々に救助指令を出すことができる。Refuge は避難所で、負傷した人を治療する機能を持つ。

レスキューシミュレーションリーグでは、これら違った機能を持つ複数の自律エージェントからなるチームの活動結果を競う。

9 シミュレーション方式と特徴

以下の手順を1サイクルとして繰り返して、災害現象やエージェントの行動などの包括的なシミュレーションを行う。

1. カーネルは、各構成要素からのプロトコルに応じ、対応する要素に情報を渡す。シミュレータに時間ステップごとの空間情報を提供する。負傷、生き埋め状態にあるエージェントの状態を変化させる。
2. エージェントはカーネルを介し外部情報を入力し、状況判断し、次の行動を決定する。具体的には、周辺の状況を見聞きし(see, hear)、自分の行動を計画して、行動(move, act)する。act には、エージェントの種類に応じて放水する、負傷者を運ぶ、道路を修復するなどがある。
3. 災害シミュレーションは、カーネルのシミュレーションステップ（実時間で1分に相当）開始時を初期状態とし、さらに細いステップで1ステップ内のシミュレーションを行う。

本シミュレータの特徴はプラグインの方式であるので、プロトコルに準拠していれば、シミュレータを地域にあったもの、精度の良いもの、安定したもの、用

Figure 4: 救助エージェント

途に応じた表示システムなどに変えることができる。さらに、GIS データの交替で他の町で救助活動、震度マップの変更で異なった災害状況を生成できる。

10 救助活動評価方法

限られた人員、資機材という条件で、より短時間かつ正確に最大多数の傷病者の人命を救うことが、救助活動の目的である。「人命尊重」の考えにもとづいて、各エージェントの人命救助、消火や道路復旧などの多様な活動を直接・間接的に反映する評価式をルールで決めている。以下に、2001年と2002年の競技会に採用された評価式を示す [4]。

$$V_{2001} = L + 1 - \frac{H}{Hint} \times \frac{B}{Bmax}$$

$$V_{2002} = (P + \frac{H}{Hint} \times \sqrt{\frac{B}{Bmax}})$$

ここで L は死者の数、 P (= エージェント総数 - L) は生存者数、 $H/Hint$ 、 $B/Bmax$ はシミュレーション終了時のエージェントの残存活動指数と未消失建物指数を示す。

地震はいつどこで、発生するかわからない。そんな状況に対応するために、2001年の大会は神戸市長田区の500m 四方のエリアを対象に、災害発生時のエージェントの初期位置 --- 市民の所在地、消防や警察などの救助チームの配置 --- の指定ファイルを、各参加チームが用意した。各チームの指定ファイルの内容は、他チームはシミュレーション開始まで知らないのも、未知の災害状況となる。

図5は、2001年大会の参加7チームの用意した災害

状況に対する各チームの評価点を示す。災害状況に応じて救助能力の優劣が生じていることが図からわかる。各災害状況に対して評価点に基づいてポイントが決められ、さらに、全災害状況に対する総ポイント数で予選¹を競った。

2002年度は、長田区の地図のほかに、仮想都市を加えた2つの都市における救助活動を対象とした。(図6)。図6は、会場に設置された大型スクリーンの画面で、右から長田区の地図、仮想都市の地図、救助活動の統計表示を示す。エージェントの初期位置に加え、災害状況 --- 建物の崩壊状況、道路の閉鎖状況 --- を指定するファイルを各参加チームが用意した。この災害指定ファイルにより、救助エージェントにとって現場での災害状況を把握する能力が必要になり、より現実に近いものになった。

11 参加チームのマルチエージェントシステムとしての特徴

マルチエージェントシステム(MAS)の特徴として、(1) 各エージェントは不完全なデータしか利用できない、または問題解決の能力を持っていない、(2) システム全体を集中制御する仕組みがない、(3) データが分散している、(4) 非同期に処理が進む、がある[6]。RoboCup-Rescue シミュレーションは、これらの特徴をすべて含んでいる。

さらに、災害状況下における救助エージェントには、(5) FireBrigade (消防車)と FireStation (消防署)のように役割分担、消防と警察のような組織間の調整を表現する、ことが求められている。

Figure 5 : 2001大会の災害状況と各チームの評価点

2回目の今大会には、事前参加表明した6ヵ国²、15チームのうち、7チーム(日本5チーム、トルコ1チーム、イラン1チーム)が参加した。うち、1チームは、災害状況や救助活動を実況するはこだて未来大学チームで、神戸市マップの全てのシミュレーションに対して、実況をおこなった[5]。上位チームと特徴を以下に示す。

優勝：Arian (Sharif 大学) エージェント間の通信を多用した協調行動の実現をめざした。反面、複数の Fire-Brigade からの通信を統合できる FireStation エージェントがある状況とない状況との能力差が著しい。トリアージ³の考えを導入した救助戦略をとった[9]。

準優勝：YowAI2002 (電気通信大学) 災害時には、誤情報や通信インフラ自体に被害があるとし、少ない通信量で協調行動の実現をめざした。Police による道路啓開の動作を期待して、救助隊が行動するなど他エージェントの行動モデルをもつ[10]。

3位：NITRescueO2 (名古屋工業大学) 個々の家の消火ではなく、近辺の火災場所をまとめた地域を火災クラスタとして計算し、消火効率をあげた。道路幅の大きい幹線道路を優先に閉塞解除するなど、戦略立案に工夫がある[11]。

12 来年度以降の課題

ロボカップレスキューシミュレーションの数年間の

Figure 6 : ロボカップ2002福岡

¹予選リーグ、決勝リーグの詳しい競技方法については、<http://kiyosu.isc.chubu.ac.jp/robocup/Rescue/2003/f2003.html> 参照。

²日本、トルコ、イラン、アメリカ、オーストラリア、ベルギー

³トリアージ(triage)：災害時に限られた人的、物的資源の中で最大多数の被災者に善意を尽くすための手段(もとは、フランス軍隊の概念)。具体的には、災害現場に最初に到着した隊員は、まず被災者ごとに、死亡、重傷、中傷、軽傷等の傷害に応じてラベルはりをする。以降到着した隊員が、そのラベルに応じて救助活動を行う。例えば、軽傷者には自力で脱出してもらい、いま救助することで命を救える重傷者を優先する。日本では、平成8年の通達で消防で使用するトリアージ識別票は、厚生省で使用されていたもの-0(黒)、死亡または不処置1(赤)、最優先治療2(黄)、非緊急治療3(緑)、軽処置-に統一されている。

活動を通じて、参加者の問題意識に上がっている項目をあげる。

規模 現在、GIS データとしては実レベルのデータを使用しているが、エージェント数が数桁すくない。これを日本の中都市レベルにする。

対象の精緻化 市民の避難行動を平面だけでなく、高層ビル、地下街からの避難行動を含める。避難行動に影響する電話、電線などの被害も評価する。

競技会と実用化との両立 実際の防災システムで要求仕様と競技会で問題設定が直接結びつかない。

国際競技会であるが故の問題 木造建築の多い日本では火災に対する備えが必要な一方、石造りの多い国では建物の崩壊による瓦礫に対する対策が要求される。
国によっては、都市災害と同様に重要な防災課題として森林火災がある。

上記の問題は、MAS のプラットフォーム、防災システムのプロットタイプシステムの2つの見方で整理すると

- 分散シミュレータの開発。
- 市民エージェント間の通信モデルを明確。
- エージェント間の通信（会話）言語や用語のオントロジーの設定。
- 各シミュレータ、エージェントをつなぐネットワーク上のトラフィックス制御。
- GIS データの3次元対応。
- 人的被害、被害額、出火件数、延焼面積などの物的被害に集計される地震災害 [7] に対する事前シミュレーション結果の評価方法の確立。

などのプラットフォームの充実と

search 自分の限られた周りの情報しか見えない救助エージェントからの局所不完全な情報をもとに、全体の災害状況を正確に把握する。

rescue 動的に変化する環境で、消火や救命など複数の救助目的にあった最適な行動を計画する。

などのエージェントの問題にブレークダウンされる。

13 おわりに

ロボカップレスキューは、レスキューロボットや防災システムの研究プロジェクトであると同時に、半自律ロボット、マルチエージェントシステム研究の興味深い研究プラットフォームでもある。本稿が、興味を持たれた方の新規参加の役に立てば幸いである。

なお、RoboCup-Rescue シミュレーションの関連資料や大会で使用したソフトウェアはホームページからダウンロードできる[8]。競争によって研究テーマを絞り、良い技術を伸ばすロボカップの方法論に従って、優秀チームはソースコードを公開されている。さらに、自分たちで使用した開発ツールやロボットの詳細を公開している参加チームの方々に感謝の意を表する。

参考文献

- [1] 田所, 北野編: ロボカップレスキュー: 大規模災害救助への挑戦, 共立出版, 2000
- [2] Jacoff, A., Messina, E., Evans, J., A standard test course for urban search and rescue robots, Proc. Performance Metrics for Intelligent Systems Workshop, 2000.
- [3] 高森, 田所, 鶴谷, 大須賀他, レスキューロボット機器研究会報告書, 日本機械学会ロボメカ部門, 1997
- [4] T. Takahashi, J. Nobe: Evaluation Methods for Rescue Activities by Agents and a Disaster Prevention Plan, 計測制御学会 SICE2002, MM15-2
- [5] M. Morishita, I. Frank ら: Simulating Inter-agent Communication in Disaster Relief Scenarios - An Initial Implementation of Rescue-Mike-, 計測制御学会 SICE2002, MM15-4
- [6] K. Sycara: MultiAgent Systems, AI Magazine, 19(2), pp.79-92, 1998
- [7] 消防白書
- [8] <http://robomec.cs.kobe-u.ac.jp/robocup-rescue/>
- [9] <http://ce.sharif.edu/arian>
- [10] <http://ne.cs.uec.ac.jp/morimoto/rescue/viewer/>
<http://ne.cs.uec.ac.jp/koji/>
- [11] <http://adam.elcom.nitech.ac.jp/Rescue/index.html>
(2002年9月28日 受付)

[問い合わせ先]

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

神戸大学工学部情報知能工学科

田所 諭

TEL: 078-803-6229

FAX: 078-803-6390

E-mail: tadokoro@cs.kobe-u.ac.jp

著者紹介

たどころとし
田所 諭

1960年生まれ。東京大学工学系大学院精密機械工学専攻修士課程修了。博士(工学)。1993年より神戸大学工学部情報知能工学科助教授。1997～1998年ドイツフンボルト財団フェロー。2002年特定非営利活動法人国際レスキューシステム研究機構設立。会長。日本バーチャルリアリティ学会論文賞。人工知能学会奨励賞。油圧機器技術振興財団賞など受賞。知能ロボット、ニューアクチュエータの研究に従事。

著書として、「ロボット制御の実際」(コロナ社)、「ロボカップレスキュー、緊急大規模災害救助への挑戦」(共立出版)がある。

計測自動制御学会レスキュー工学部会主査、ロボカップレスキュー技術委員会委員長、文部科学省科学技術審議会専門委員(研究計画・評価分科会)。

たかはし ともいち
高橋 友一

昭49名大・理・物理卒。昭51同大大学院・工・情報工学修士課程了。同年NTT電気通信研究所入所。昭62より平2までATR通信システム研究所に出向。平7より中部大学経営情報学科教授。知識処理、ヒューマンインタフェースの研究に従事。工博。情報処理学会、人工知能学会、IEEE会員。