大規模災害救助シミュレータを対象としたリアルタイム実況の自動生成

Walkie-Talkie MIKE: Automatic generator of real-time commentary for rescue simulator

松原 仁
Hitoshi MATSUBARA

公立はこだて未来大学
Future University-Hakodate
matsubar@fun.ac.jp

田中 久美子
Kumiko Tanaka-Ishii

東京大学
Tokyo University
kumiko@ipl.u-tokyo.ac.jp

Ian FRANK

公立はこだて未来大学
Future University-Hakodate
ianf@fun.ac.jp

田所 諭
Satoshi TADOKORO

神戸大学
Kobe University
tadokoro@kobe-u.ac.jp

keywords: Rescue Immigration, Robocup, Real-time, Commentary Generation.

Summary

We address the problem of information flow in disaster relief scenarios by presenting an architecture for generating natural language dialogue between large numbers of agents. This architecture is the first step towards real-time support systems for relief workers and their controllers. Our work demonstrates how natural generation techniques from the MIKE commentary system for RoboCup soccer can be carried over to that of RoboCup Rescue. Thanks to this background, the initial product of our research is a system that explains a RoboCup Rescue simulation not to the agents in the domain themselves but to a watching audience. This "commentary" is produced by recreating the actual dialogues most likely be occurring in the domain: walkie-talkie-conversations.

1. はじめに

本稿では人工知能の新しいチャレンジとして、大規模災害救助シミュレータを対象としたリアルタイム実況の自動生成を提案する。毎年のように世界のどこかで大規模な災害が起きている。日本は世界有数の地震頻発国であり、歴史的事実は必ず定期的に大災害が起きることを示している。地震だけでなく、台風による風水害、土砂崩れ、海難事故など、災害や事故は後を絶たない。防災・救命救助システムに対する人工知能の適用と研究は極めて緊急性が高いと言える。

われわれは大規模災害救助のシミュレータを開発するプロジェクトである RoboCup-Rescue Simulator Project に関わっている。これはまさに防災・救命救助システムへの人工知能の適用を目指したものである。災害が起きた状況をコンピュータ上にシミュレートし、そこでどのような救助活動を行なうのが有効かを調べている。その救助活動の様子をコンピュータでリアルタイムに実況するシステムを作ろうというのが本提案である。

大規模災害救助の現場では、情報が極めて重要である。複雑で、不確実で、混乱していて、しかも時々刻々と変わる膨大な情報の中から適切なものを取捨選択する必要がある。暗かったり煙が充満したり何らかの理由で動けないなどのことが考えられるので、通常は最もあてになる視覚情報があてにできない。災害現場では音声による情報の交換が有効となる。人間が音声によって適切な情報を発信できればよいが、被災者も救助にあたる人も皆解決すべき緊急の課題をかかえており、必ずしも常に適切に発信できるとは限らない。コンピュータ/ロボットが人間の代わりに音声で適切な情報発信を行えるようになれば、災害救助に大いに貢献すると考えられる。

実際の災害救助のリアルタイムの実況は非常にむずかしいので、最終目標はそこに置くものの、5年間という短期間のチャレンジとしてはその前段階として大規模災害救助シミュレータの上でリアルタイムの実況を行なうシステムの作成を目指す。シミュレータには救助者、被災者、救助責任者などさまざまなエージェントが存在す

るので、そのそれぞれのエージェントの立場に応じた適切な実況を行なうものとする。

2. RoboCup-Rescue

われわれは RoboCup という「2050 年までに完全自律型ヒューマノイド・ロボットで人間のサッカーワールドカップチャンピオンに勝利する」ことを目指したプロジェクト [北野 01] に関わっている。かつて人工知能はチェスで人間の世界チャンピオンに勝つコンピュータを開発するという目標を掲げたが、1997 年にその目標は達成された。サッカーはチェスの次に位置付けられたものである。世界チャンピオンに勝つコンピュータチェスを開発しようという試みの中で、探索を始めとしてその後広く用いられるようになったさまざまな技術が生み出された。ロボカップも同様に 21 世紀に広く用いられる技術を生み出す原動力となることを願っている。サッカーの応用として最初に大規模災害救助を目指した RoboCup-Rescue を始めた [田所 00]。RoboCup-Rescue は実機のレスキューロボットの開発も一方で目指しているが、また一方で大規模災害救助のシミュレータを開発している [Kitano 99]。

大規模災害として地震を例にとると、地震による建造物倒壊のシミュレータ、道路閉塞のシミュレータ、火災延焼のシミュレータなどの一つ一つは開発されているものの、RoboCup-Rescue の立場からすれば不思議なことに、それらを統合したシミュレータは存在しなかった。また、地震の被害の予測シミュレーションも、救助活動の方法を固定して行なわれていた。このようなシミュレーションでは限定された結果しか得られない。

そこで、RoboCup-Rescue では地震が起きたときにどのような救助活動を行えばどのような被害になるかを予測する統合シミュレータの作成を行なっている。実在する都市のある領域の建造物や道路の情報をデータとして入力し、ある大きさの地震がある場所で発生したことにする。建造物が倒壊し、道路が閉塞し、火災が起きて延焼し、被災者が生じる。限られた救助のための資源をどう有効に利用すれば（たとえば地震の発生から 72 時間後までの）被害を最小に食い止められるかをこのシミュレータで実験することができる。救助者、被災者、救助責任者などエージェントの種類が多だけでなく、エージェントの数も非常に多い（たとえば一つの家族を 1 エージェントとすれば、領域を 500 m x 500 m の住宅地に限っても数百から数千は存在することになる）。これまでマルチエージェントシステムの研究は数多くなされているが、これほど多くのエージェントを対象とした研究はほとんど存在しない。その意味で人工知能の研究の題材としても RoboCup-Rescue は非常に興味深い。RoboCup-Rescue についての詳細については RoboCup のホームページ <http://www.robocup.org> から Rescue をたどっていただきたい。シミュレータは世界中の研究者に

よって刻々と改良が加えられている（したがってわれわれが作る実況システムもその改良に追従していく必要がある）。

2001 年の RoboCup の大会から RoboCup-Rescue のシミュレーションリーグも正式に発足しており、2005 年までにシミュレータが完成する予定になっている。

われわれは RoboCup のシミュレーションリーグ [Tanaka-Ishii 98, Matsubara 98] および小型リーグ [Frank 00] を対象にしたリアルタイム実況生成システム MIKE を開発した。MIKE はソフトウェアあるいはロボットのサッカーの実況をコンピュータが自動的に行なうもので、サッカーの試合に関するさまざまな情報（誰がボールをキープしている、どちらのチームが何点リードしている、各チームのボール支配率がどれくらいである、などなど）の中からそのときに話すべき内容をいかに適切に選択するかがポイントになっている。動的に刻々と変化するサッカーのような対象をリアルタイムで実況するシステムは MIKE が初めてである。

MIKE で培った技術を RoboCup-Rescue のシミュレータに応用しようというのが提案する Walkie-Talkie MIKE (Rescue- MIKE) で、これを作成することが人工知能にとって技術的にも興味深くなおかつ実社会への貴重な貢献になると考えている。

3. Walkie-Talkie MIKE(Rescue-MIKE)

2005 年までに完成予定である RoboCup-Rescue のシミュレータの上で、災害が起きた直後の状況を適切にリアルタイムに実況するシステムの作成を目指す。そのシステムを Walkie-Talkie MIKE あるいは Rescue-MIKE と名付ける。Walkie-Talkie MIKE はシミュレータ本体から情報をもらって実況を生成するという構造になっている。ただしシミュレータ本体もまだ開発途上なので、リアルタイムの実況を行なうという必要性からエージェントやビューア（災害救助の様子を適切に表示するシステム）の開発などにも影響を与える。たとえば実況の中で未来予測をしたい（「このままでは 10 分後に五稜郭タワーが倒壊します」などという発話をしたい）となれば、シミュレータの方で高速な未来予測プログラムを走らせておく必要がある。したがって Walkie-Talkie MIKE とシミュレータ本体とは厳密には切り離せないで、協力して開発を進めていくことになる。

災害救助の場には被災者、救助者などさまざまなエージェントが存在してしかも動的にその役割が変化する。それぞれのエージェントがいま欲している情報を適切に選んで適切なタイミングで提供することは人工知能にとって興味深い挑戦的な課題である（サッカーでは状況は刻々と変化するものの、実況はサッカー観戦者という単一のエージェントだけを対象にしているだけであった）。各エージェントに必要な情報はたとえば以下の通りである。

- 救助者 建物，道路，天気などの物理的な状態がどのように変化しているかの情報．また近くの救助者がどこにいて何をしているかの情報．
- 被災者 今いる場所からどの方向へ移動するのが最もよいに関する情報．災害時の常識（たとえば煙が出ているときは伏せた格好で移動すべきであるなどの知識）．身近な救助者がどこにいてどうすれば連絡が取れるかという情報．
- 救助責任者 災害の全体的な状況の情報．どこが最も緊急性が高いかの情報．各救助者がどこで何をしているかの情報．救助に使える資源に関する情報．

図 1 は Walkie-Talkie MIKE が出力すると想定される発話の例を示している．発話は連続したものではなく，各エージェントに対してどのような発話がなされるかのイメージを示している．シミュレータ上に函館地区の地震を発生させて，はこだて未来大学のチームが災害救助を指揮している（災害救助プログラムを作った）という想定である．

チャレンジとして最終的（5年後）にはシミュレータ内のさまざまなエージェントに対して適切な実況を行なうことを目指している（たとえばどちらに逃げればいいのか困っている被災者に対して適切な誘導を行なうなど）．すなわち，5年後に完成しているシミュレータにおいて観客を含むすべてのエージェントに対して適切な実況を行なうことを本チャレンジの目標とする．われわれはまずこのシミュレータの挙動を外から見ている観客に対して実況を提供することを目指す．観客に対して実況するだけであればサッカーの場合と同じであるが，レスキューのシミュレータを避難訓練に用いるときには実況によって理解が深まることが期待されるので，それだけでも社会的な意義はあると考えている．

このチャレンジは社会的に意義があるだけでなく，人工知能の研究テーマとしても非常に興味深い．技術的な問題となるのはたとえば，

- 膨大なエージェントからなる真のマルチエージェントシステムにおいてどのような人工知能の手法が有効であるか
- 膨大でしかも開いた情報ソースの中からあるエージェントにとって最も緊急性を要する情報をどう速く見つけるか
- あるタイミングで局所的な情報と大局的な情報のどちらを伝えるかをどう決めるか
- そのエージェントが欲している情報は何かをどうやって見つけるか
- できるだけ簡潔になおかつ必要な情報は必ず伝えるにはどうしたらいいか（言い換えれば，ある情報があるエージェントに伝えることがいいことかどうかをどう判断すればいいか）
- 現実に役に立つレベルまで精密にシミュレーション

[全関係者に対して] 3分ほど前に函館市を中心とした大きな地震が起きました．震度は7です．

[被災者と救助者に対して] いま赤川通りは建物が倒れて不通になっています．

[五稜郭地区の被災者に対して] 柏野小学校に逃げてください．

[大門地区の被災者に対して] 火災が函館駅の方から迫っています．

[救助責任者に対して] 大門地区と五稜郭地区が燃えています．どちらに先に消防隊を投入しますか．

[救助者に対して] 五稜郭交差点の水はまだ十分に確保されています．

[救助者に対して] マンション五稜郭の瓦礫の下に息のある人がいます．

[シミュレータの観客に対して] はこだて未来大学チームは十字街の火災の消火に成功しました．

[シミュレータの観客に対して] はこだて未来大学はいまのところかなりうまく救助を進めています．

図 1 Walkie-Talkie MIKE で想定される発話の例

するにはどうすればいいか

などがあげられる．5年間でこれらのすべてに100点の解が与えられるとは考えていないが，60点の解は与えたい．

4. お わ り に

RoboCup-Rescue のシミュレータ上でリアルタイムで実況を行なう Walkie-Talkie MIKE の作成を目指すことをチャレンジとして提案した．このチャレンジ自体はシミュレータを対象としているが，対象としているシミュレータは将来に実際の災害現場で真のデータを入力することで災害救助の意思決定支援に寄与することが想定されている．レスキューシミュレーションのプロジェクトと実機のレスキューロボットのプロジェクトの統合である．その実現のためにはさまざまな社会的インフラストラクチャーを整備する必要があるが，実現されたときにはシミュレータの実況は災害現場での実況に用いられることになる．災害現場では音声による情報伝達が非常に重要と言われており，このチャレンジはその実現（RoboCup-Rescue の目標としては2050年までに統合を目指している[田所 00]）に向けての第一歩として社会的意義は大きい．またわれわれはサッカーのシミュレータと実機小型を対象としたリアルタイム実況システム MIKE を作成した経験を有するので，その発展形としてこのチャレンジは十分に達成可能と考える．

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Frank 00] I. Frank et. al.: And the fans going wild! SIG plus MIKE, In proceedings of the Fourth International Workshop on RoboCup, 2000.
- [Kitano 99] H. Kitano et al.: RoboCup-Rescue: search and rescue for large scale disasters as a domain for multi-agent research, In proceedings of IEEE Conference on Man, Systems,, and Cybernetics (SMC-99), 1999.
- [北野 01] 北野宏明: 大人のための徹底! ロボット学, PHP, 2001.
- [Matsubara 98] H. Matsubara et. al.: Automatic soccer commentary and RoboCup, In Proceedings of the Second International Workshop on RoboCup, pp.7-22, 1998.
- [田所 00] 田所諭, 北野宏明監修: 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.
- [Tanaka-Ishii 98] K. Tanaka-Ishii et al.: MIKE: an automatic commentary system for soccer, in proceedings of ICMAS-98, pp.285-292, 1998.

〔担当委員: 藤本和則〕

2001 年 11 月 5 日 受理

—— 著 者 紹 介 ——

松原 仁(正会員)

1981 年東京大学理学部情報科学科卒業。1986 年同大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了。工学博士。同年通産省工業技術院電子技術総合研究所入所。2000 年より公立はこだて未来大学システム情報科学部情報アーキテクチャ学科教授。ゲーム情報学, マルチエージェントシステムなどに興味を持つ。NPO ロボカップ日本委員会専務理事。2001 年より人工知能学会理事。著書に「鉄腕アトムは実現できるか」(河出書房新社), 「ロボット情報学」

(NTT 出版) など。

田中 久美子

東京大学工学系研究科情報工学専攻博士課程修了。博士(工学)。1995-1996 年にフランス LIMSI-CNRS の客員研究員。1997 年より通産省工業技術院電子技術総合研究所勤務。2000 年より東京大学大学院情報学環講師。現在に到る。言語の動的なモデル化の研究に従事。1998 年に RoboCup の実況システム MIKE を実装し, RoboCup Scientific Award を受賞。近年では小型の機器類における統計的言語インターフェースにも興味を持つ。

Ian Frank

Ian Frank is interested in game theory, search, planning, and automated explanation in complex domains. He holds a PhD in Artificial Intelligence from Edinburgh University, 1996 (UK Distinguished Dissertation Award), an MSc in Knowledge-based systems also from Edinburgh University, 1991, and a BSc in Mathematics from Durham University, 1988. He is currently an as-

sociate professor at the newly established Future University-Hakodate in Japan.

田所 諭(正会員)

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。人工知能学会奨励賞、油空圧機器技術振興財団賞、ロボティクスシンポジウム優秀論文賞、日本機械学会 ROBOMECH 賞など受賞。レスキューロボット, ニューアクチュエータの研究に従事。著書として「ロボット制御の実践」(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。