1R-1

イベント会場におけるコミュニケーションロボット間の協調的なタスク選択

高砂 和弘† 慶應義塾大学 理工学部
石井 健太郎‡ 慶應義塾大学大学院 理工学研究科
今井 倫太§ 慶應義塾大学 理工学部

takasuna@ayu.ics.keio.ac.jp, kenta@ayu.ics.keio.ac.jp, michita@ayu.ics.keio.ac.jp

1 はじめに

近年、ロボット技術の発展により、コミュニケーションロボットの人間とのインタラクションする機会が増えている。今後はイベント会場で道案内・宣伝・説明といったタスクを人間の代わりに行うことが期待される。

また、イベント会場において、効率良くサービスを提供するために複数のロボットに、複数タスクを適切に割り振る必要があると考えられる。

現在提案されているコミュニケーションロボットは、各ロボットに予めタスクを割り振っているもの [1] や各ロボットが自ら得た環境情報のみからタスクを選択しているもの [2] が多い。

しかし、タスクを固定してしまうと、人間の要求と一致しない場合にはサービスを行えない。また、各ロボットが個別に得た情報のみからタスクを選択する場合には、場所やロボットのタスクに偏りが生じ、サービス効率が低下すると考えられる。

そこで、本研究では各タスクに対するロボット群全体の達成度に応じて、ロボットをにタスクを割り当てるシステムを提案する。そして、本システムのシミュレーションを行い有効性を確認する。

2 想定環境

本研究では、イベント会場のマップに 15 個のブースと地図と 3 つの入口からなる環境を想定した。会場内にはサーバを 1 台、ロボットを 7 台配置する。人間は最大 100 人までと想定する。

ロボットは、位置センサにより会場内の位置を把握できカメラやマイクを備え、案内や宣伝を行えると想定する。また、通信機能を備えサーバと情報を交換できると仮定する。

人間には位置センサが装着されており、位置センサから取得された人間の位置情報がサーバに送られる。

3 ロボットの利用目的

本稿では、ロボットを人間に利用してもらうことを目的とする。また、下記のときにロボットが利用されていると定義する。

- ロボットが人間を案内しているとき
- ロボットが宣伝し、人間が近くに集まっているとき

利用されているロボット数の全ロボット数に対する割合をロボットの利用効率と定義する。

4 人間のモデル

シミュレータ上での人間のモデルは、(1) 目的地があり場所もわかっている状態、(2) 目的地があり場所がわからない状態、(3) 目的地がない状態の 3 つを想定した。

サーバは、一定時間どのブースにも入らない場合と地図を見ている場合に人間が状態 (2) であると判定する。

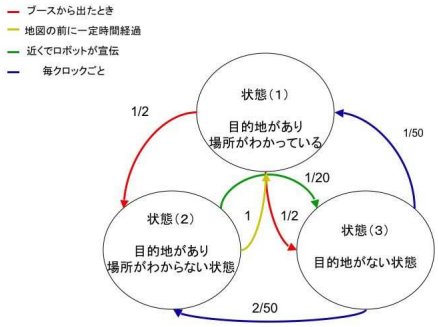

図 1 状態遷移図

5 協調的タスク割り当てシステム

5.1 従来手法の問題点

タスクを固定した場合、人間の要求と一致しない場合にはサービスを行えない。また、個別に得た情報のみからタスクを選択した場合には同じタスクを行うロボットが一箇所にかたまってしまい、ロボットの利用効率が低下すると考えられる。

5.2 提案

藤井らは、サッカーロボットにおけるタスク選択システムを提案している [3]。これを基に、サッカーの攻撃と守備をタスクとして、各タスクのロボット群全体の達成度を定義し、その値に応じてロボットがタスクを選択するシステムが開発されている。このシステムでは、群の達成度が低いタスクに多くのロボットが割り当てられるため、全体として攻撃と守備のバランスをとることができる。

本研究では、案内と宣伝の他に巡回というタスクを追加し、藤井らの手法を基にした協調的タスク割り当てシステムを提案する。これにより、バランス良く巡回タスクを割り当てることにより場所の偏りを減らす。その結果、より多くの人間がロボットに接することに

†Kazuhiro Takasuna
Faculty of Science and Technology, Keio University
‡Kentaro Ishii
Graduate School of Science and Technology, Keio University
§Michita Imai
Faculty of Science and Technology, Keio University

なり利用効率が改善されると考えられる。下記のように評価値を 3 つ定義し、これらの評価値に基づいてロボットのタスクの割り当てを行う。

群の達成度 ($Achievement$) 各タスクのロボット群全体としての達成度合

貢献度 ($Contribution$) 各ロボットの群の達成度への貢献度合

個の達成度 ($SelfAchievement$) 各ロボットの個としてのタスクの達成度合

5.3 評価値の式

本システムでは、ロボットに対し巡回、道案内、宣伝の 3 つのタスクを与えた。n 台のロボットがいるとき各タスクに対する群の達成度、貢献度、個の達成度、を表 1 に示した変数を用いて下記のように定義する。

α	各タスクの評価値間のバランスをとるパラメータ
$dist_{NR}$	一番近いロボットまでの距離
Num_{NH}	ロボットから任意の距離以内にいる人数
Num_{GH}	現在案内されている人数
Num_{OGH}	現在案内してほしい人数
Num_{OGNH}	ロボットから一定の距離以内にいる案内して欲しい人数
$dist_{NOGH}$	一番近い案内して欲しい人までの距離
FD	マップの対角線の長さ
Num_{SNH}	ロボットから一定の距離以内にいる人数とする。(Num_{NH} の距離よりも大きいものとする)

巡回：

$$Achievement_{circulate} = \left(\frac{min_i(dist_{NR})}{max_i(dist_{NR})}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (1)$$

$$Contribution_{circurate} = \left(1.0 - \frac{Num_{NH}}{max_i(Num_{NH})}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (2)$$

$$SelfAchievement_{circulate} = \left(\frac{dist_{NR}}{max(dist_{NR})}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (3)$$

道案内：

$$Achievement_{guide} = \left(\frac{Num_{GH}}{Num_{OGH}}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (4)$$

$$Contribution_{guide} = \left(1.0 - \frac{Num_{OGNH}}{Num_{NH}}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (5)$$

$$SelfAchievement_{guide} = \left(1.0 - \frac{dist_{NOGH}}{FD}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (6)$$

宣伝：

$$Achievement_{promote} = \left(\frac{\sum i = 1^n Num_{NH}}{Num_H}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (7)$$

$$Contribution_{promote} = \left(\frac{Num_{NH}}{Num_H}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (8)$$

$$SelfAchievement_{promote} = \left(\frac{Num_{NH}}{Num_{SNH}}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (9)$$

5.4 タスク割り当て

本手法では、群の達成度が低いタスクにロボットを多く割り当てる。まず、群全体の達成度 ($Achievement_i$) と協調可能なロボット数 (Num_{Agent}) から各タスクに必要なロボット数を式 (10) により求める。

$$Requirement_i = \frac{1.0 - Achievement_i}{\sum(1.0 - Achievement_i)} Num_{Agent} \quad (10)$$

次に式 (11) によって定義する各ロボットから送られてくる自己評価値からタスクの割り当てを決定する。Requirement の大きなタスクから順に共有した自己評価値 (E_i) が大きいエージェントに割り振る。必要値を満たしたら、次に必要なロボット数が大きなタスクに移り、すべてのロボットにタスクを割り振る。

$$E_i = Contribution_i + SelfAchievement_i \quad (11)$$

6 シミュレーション

本システムのシミュレータを用いて (1) 群の達成度を考慮してタスク選択を行った場合、(2) 自己評価値の最も高いタスクを選択した場合、(3) 各ロボットに予めタスクを割り振った場合について評価を行った。サービスを行っているロボットの割合を表す、利用効率の移動平均を図 2 に示す。

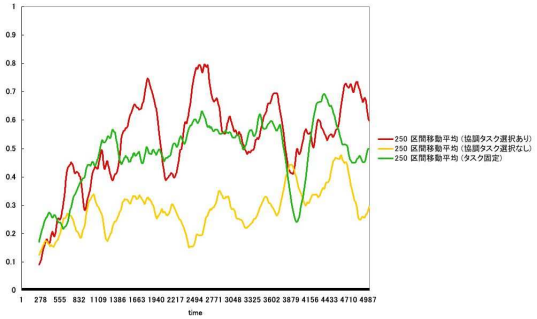

図 2 ロボットの利用効率

7 考察

図 2 から、本手法によりロボットの利用効率が向上していることが読み取れる。このことよりイベント会場においては、各ロボットのタスクを固定することや各ロボットが得た情報のみからよりも、ロボット群全体としてのタスクの達成度に応じて、タスクを割り当てる方が効率よくサービスを行えるといえる。

8 まとめと今後の課題

本稿では、イベント会場におけるコミュニケーションロボットの協調的なタスク割り当てシステムを設計した。シミュレーションデータによる動作検証では、本手法の有効性を確認できた。今後は、人間の情報を得る方法を考え、実環境において動作検証を行う予定である。

参考文献

[1] 神田真司, 他: “サービスロボット「enon」の開発”, 日本ロボット学会誌, no.3, pp.288-291, 2006

[2] 塩見昌裕、他: “ユビキタスセンサネットワークと連動したコミュニケーションロボットによる科学館での展示案内”, インタラクション 2005, pp.127-134, 2005

[3] 藤井飛光、他: “複数の目的に関する評価情報を用いた協調制御手法”, 日本ロボット学会第 21 回学術講演会講演概要集 (RSF2004), CD-ROM Proceedings(1B31), 2004-9