

# 状態を持つ自律分散ロボット群のモデル化と その能力について

寺井 智史<sup>†</sup> 和田 幸一<sup>††</sup> 片山 喜章<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> 法政大学大学院理工学研究科応用情報工学専攻

<sup>††</sup> 法政大学工学部応用情報工学科

<sup>†††</sup> 名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻

## 1. はじめに

自律分散ロボットを扱う研究は理論モデルを用いた問題の可解性が主な対象になっている.[1]

基本的なモデルでは非可解な問題を解くための拡張の一つとして状態(light)がある.本稿では既存の状態付きモデルを拡張し,状態が持つ能力を詳しく調べる事を目的とする.

## 2. モデルと諸定義

ロボットは点としてモデル化され,2次元平面上を自由に動き,独自の記憶領域と計算能力を有する.また周囲を観察するセンサを持つ.全てのロボットは等しい性能を持ち,同一のプロトコルに従って自律的に動作する.ロボットは個々に局所座標系を有し,無記憶で見かけで区別できない.

ロボットは Look(観察)-Compute(計算)-Move(移動)-Wait(待機)の4命令を1サイクルとして繰り返す. Moveによる移動が途中で止まらない(止まることもある)とき,移動は rigid(non-rigid)という.non-rigid であるとき,1度の Move 命令によって最低限移動できる距離  $\delta$  が存在する.ロボットは以下のようなスケジュールに従って動作する.①FSYNC:各サイクルで全ロボットが同期的に動作する.②SSYNC:ロボットの動作は同期しているが,各サイクルにおいて動作を行わず待機を続けるロボットの存在を許す.③ASYN:各ロボットは非同期にサイクルを実行する.またSSYNCの特殊な場合として,全ロボットが一定の順番で1台ずつ動作するとき,round-robinスケジュールという.

複数台のロボットが1点に重なっていることを検知できるとき,ロボットは多重性検知機能を持つといい,重なっているロボットの台数まで把握できるとき,強い多重性検知機能を持つという.

$n(\geq 2)$ 台のロボットが任意の初期配置から有限時間内に予め決められていない1点に集合する問題を集合問題という.集合問題は上記の(多重性検知機能を持たない)基本的なモデルでは,非可解である.また, $n \geq 3$ のとき,強い多重性検知機能を仮定すると,集合問題は解けることが知られている.[1]

## 3. 状態(light)

ここでは,ロボットに計算用とは別にそのロボットの内部状態を表す不揮発性の記憶領域を持たせた以下の状態付きモデルを考える.[2]①full-light:各ロボットが持つ状態を全てのロボットが見ることが出来る.②internal-light:各ロボットは自分が持つ状態しか見ることが出来ない.③external-light:各ロボットは他のロボットが持つ状態しか見ることが出来ない.

2台以上のロボットが重なって存在した場合,その状態の見え方は以下の様に定義する.①strong:重なっている全ロボットの状態を個別に取得可能である.強い多重性検知能力を包含する.②middle:その点に存在している状態の種類のみ取得可能である.③weak:その点に存在するロボットの内,1台のロボットの状態のみ取得可能である.

## 4. 集合問題に対するアルゴリズム

このモデルにおいて, $n$ の集合問題を解くアルゴリズムが示されており[2],その状態数を表1に示す.また,本稿では, $n \geq 3$ の集合問題に対して表2のようなアルゴリズムを示した.表2のアルゴリズムにおいて状態の取得はmiddleの仮定を用いた.

表 1. $n=2$  の場合の集合アルゴリズム

	ASYN	SSYN	FSYN
full-light	-/4 *	-/2	1/1
internal-light	-/-	6/3 *	1/1
external-light	12/3 *	-/3	1/1

rigid/non-rigid 場合の状態数と表した.

\*:  $\delta$  既知

表 2. $n \geq 3$  の場合の集合アルゴリズム

	round-robin	SSYN
full-light		3 #
internal-light	2	3 # *
external-light		4 #

#: non-rigid \*:  $\delta$  既知

## 参考文献

- [1] P. Flocchini, et al., Morgan & Claypool, 2012  
 [2] P. Flocchini, et al., Rendezvous of Two robots with Constant Memory, 20th SIROCCO 2013, LNCS 8179, pp 189-200, July 2013