

Title	共有認知空間を用いたエージェントの協調探索
Author(s)	木崎, 徳次郎
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1568
Rights	
Description	Supervisor: 東条 敏, 情報科学研究科, 修士

共有認知空間を用いたエージェントの協調探索

木崎 徳次郎 (010038)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2002 年 2 月 15 日

キーワード: 共有認知空間, 協調, 実時間探索, マルチエージェント, 創発.

近年コラボレーションという言葉をよく聞くようになった. コラボレーションとは共同研究, 共同作業という意味を持つが, 企業間で同一ブランドを作ったり, テレビコマーシャルなどに同じ俳優, 同じ設定を用いて, 商品販売の相乗効果を狙ったものである. これらのコラボレーションは, 実際どのくらいの効果があるのだろうか. 成功しているコラボレーションもあれば, 失敗しているコラボレーションもあることから, ただ闇雲にコラボレーションを行えばいいという事ではないことは明らかである. しかし, このようなコラボレーションの必要性は今後増えていくと思われ, 効果的なコラボレーションを設計するための指針を明確にすることは重要な問題といえる.

コラボレーションといっても, その対象となる領域は様々であり, すべての対象に対してコラボレーションの効果を議論するのは困難である. そこで本研究では, 実世界における基本的な探索問題を実世界のロボットに実装することを想定して, 迷路探索を考える. 迷路に代表されるような探索問題に対してロボットを用いて探索を行う場合, 探索空間が大きくなると, 一台での探索では探索に時間がかかり過ぎるため, 複数台用いた協調探索をすることが考えられる. しかし, 必要以上に多くの台数を用いることも連絡コストの増大や, 多くのロボットを用意することのコストの増大などの点で問題がある. そこで本研究では, エージェントを少数使うことを前提として, 協調探索を効果的に行うことを考える. 複数のエージェントの協調探索では, エージェントが共有する認知空間によって差異が生ずることが知られている. 認知空間とは, エージェントの認知可能な情報空間である. 例えば視覚に相当するセンサーを持つときに認知できる空間などが考えられるが, どの認知空間をどのように共有させるかが, 協調探索を成功させるための大きな要因となる.

90 年代に入ってから, マルチエージェントによる協調研究が行われているが, 協調の方法として, 認知空間の共有を用いる方法が研究されている. 比較的高い段階での協調を対象にした研究として, 2-4-6 タスク問題や, 二人のカードゲーム問題が解かれている. それらの研究では, 協調にいくつかの段階を設け, その効果の違いを検討している. そこでは, 協調の段階は認知空間の違いであるとして, 「実験空間だけの共有」, 「実験空間と仮説空

間の共有」,「実験空間と仮説空間の統合」の各段階に分け,実験的にその認知空間ごとの共有の効果を検証しているものがある.

そこで本論文では,迷路問題に対して共有認知空間の概念を用いるときに,「実験空間だけの共有」,「実験空間と仮説空間の共有」の二つの協調段階を考え,それぞれを明確に定義した上で,それぞれの段階について,認知空間の共有の効果がどのように変動するのかを,計算機シミュレーションを通して実験的に検討する. また,迷路探索のアルゴリズムとしては,マルチエージェント実時間探索 (Multi-Agent Real-Time A*: MARTA*) を用い,上記の共有認知空間を用いることにより, MARTA* に用いられている, RTA* アルゴリズムを修正する.

各協調段階の効果を考えるに当たって,それらを計る指標が必要となる. そのために本論文では,「創発」という概念を定義する. 本論文では,「実験空間の共有」,「実験空間と仮説空間の共有」の二つの協調段階に対し,これらの協調条件と,同数エージェントで独立して探索した場合の独立条件の探索結果を比較し,協調条件での探索結果が,独立条件での探索を上回ったときを創発として本論文で定義し,協調の有効性を実験的に検証していく. これらのモデルの下で,本論文では,少数のエージェントによる探索が,効果的に創発を導くための条件を検討する. そのために,探索過程のモデルを計算機上に構築し,計算機シミュレーションを通した実験的検討を行った. 実験結果から,迷路に代表されるような探索問題に対し,協調探索を実装していく方法として,共有認知空間を用いた協調のデザインがあることを示した.

実験空間を共有した場合の結果から,エージェントに実験空間への書き込み機能を備えるだけで通信機能を持たなくても創発が現れていることを確認した. また,通信機器を使わないという設定から,更新される推定コストもお互いが独自に保持するため, MARTA* で挙げられている問題点である評価値 $\hat{h}(\cdot)$ の過大評価の問題は発生しておらず, MARTA* の改良についても可能性を示した. 次に,実験空間と仮説空間を共有した場合でも創発が現れていることが確認できた. しかし,探索の結果から,推定コストの更新値の共有は探索を助ける大きな要因にはなり得ないことが観測された. 推定コストの更新値の過大評価の問題や,推定コストをもう一方のエージェントに伝える情報交換について考えると,毎回の通信にかかるコストや,その通信システムを実装するコストを考えても,推定コストを共有するための共有認知空間は必ずしも必要ではないことが考えられる. しかし,プランの変更を伴う副目標を設置した場合,プランを変更するときだけの通信で済み,この場合は,実験空間と仮説空間を共有することが実験空間だけを共有するよりも,大きな協調効果を得られることを確認した.

これらの実験を通して,協調の段階は問題に応じて適切な段階があり,それらに応じて適切に設定する必要があることが結論された.