

外部拡張型ゲームA Iにおける階層型意思決機構の提案

日大生産工(院) ○志甫 侑紀 日大生産工 古市 昌一

1. はじめに

大規模災害時における指揮官意思決定訓練用シリアスゲームの構築[1-2]において訓練効果向上のためには、時々刻々と変化する複雑な状況下で、指揮官の命令に基づいて行動する各組織の隊員と、多様な個別状況判断により避難行動等をとる被災民の行動を模擬するゲームA Iの高度化が重要である。本研究で対象とする訓練用の実時間環境下では、RTA*に代表される実時間探索[3]を行う必要がある。しかし、RTA*では毎時刻探索処理を行うため、ゲーム規模（登場人物の数やシナリオの複雑度等）増大時に処理が実時間内に完了せず、大規模演習で使用する際の実用化面で問題があった。

本提案によるゲームA Iは、従来の問題点を解決するため、条件反射的に状況を判断して行動を決定する条件反射型A Iと、付与された時間制約内での最良解を探索して複数の行動プランを立案・選択する熟考型A Iを、階層的に融合することを特長とする。複数の行動プラン立案は並行処理し、時間制約に基づく有効な意思決定結果が得られた場合に、その結果をその時刻における最良行動プランとして有効とする。平行処理部分の並列分散処理を可能とするため、ゲームエンジンの外部にゲームA I処理部を設け、ゲーム規模に応じて使用する計算機の台数を増大することにより台数拡張性を備える。

本稿では、本提案方式の概要を紹介するとともに、その有効性評価のために試作した評価用システムについて述べる。

2. 従来方式と問題点

指揮官の意思決定訓練を目的としたシリアスゲームの特徴として、シミュレーションが実時間と同じ速さで進行することが挙げられる。よってゲームA Iは、時々刻々と変化する実時間環境下において、各時刻で取るべき最良の行動を実時間探索により求める必要がある。

図1に実時間最適経路探索の例を示す。aがB地点まで移動する際の経路探索を考える。t=0の時点においては、同一コストであった2経路が、t=5の時点では状況変化によってコストが変化し、再探索により経路変更を実行する。

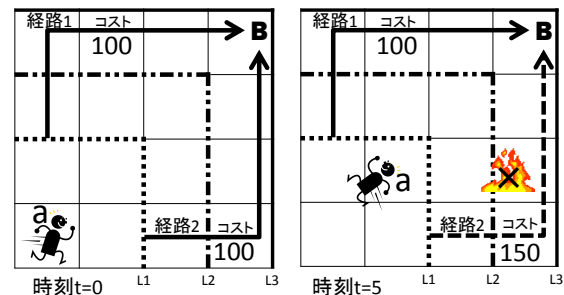


図1. 実時間最適経路探索の例

実時間探索の代表的な手法であるRTA*は、オフライン探索であるA*アルゴリズムの探索処理を毎時刻実行する実時間探索であり（図2）、動的に変化する環境において適している探索手法である。

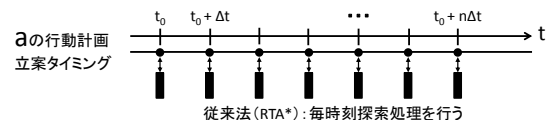


図2. RTA*

しかし、上述するようにRTA*は毎時刻探索処理を実行するため、その計算量は空間及び時間計算量ともに探索回数に対して比例的に増大するため、本研究で対象とする大規模環境での訓練においては、計算負荷が増大し処理が実時間内で完了しないという問題があった。

3. 提案方式

本提案方式の特徴は、条件反射型A Iと熟考型A Iの2種類のA Iを階層的に融合し、並行分散処理することで、ゲーム規模に応じたスケラブルなシステム構築を可能とする点であり、我々はこれを階層型意思決定機構と呼ぶ。

条件反射型 A I は、条件反射的に状況を判断して行動を決定し、熟考型 A I は、付与された時間制約内での最良解を探索して複数の行動プランを立案・選択する。熟考型 A I による複数の行動プラン立案は、条件反射型 A I と並行処理する。更に、複数の熟考の深さによる探索も併せて並行処理し、時間制約に基づく有効な意思決定結果が得られた場合に、その結果をその時刻における最良行動プランとして有効とする（図 3）。

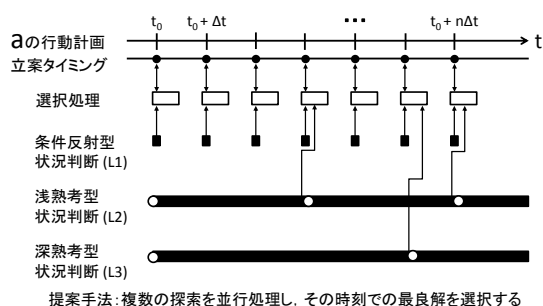


図 3. 本提案手法

図 4 に本提案方式のシステム構成図を示す。本方式の実装にあたっては、平行処理部分の複数コンピュータによる並列分散処理を可能とするため、ゲームエンジンの外部にゲーム A I 処理部を設け、異種シミュレータのネットワークによる連携のための国際標準である IEEE Std 1516 (HLA) や IEEE Std 1278 (DIS) 等を用いて連携させる。条件反射型 A I はシリアスゲーム実行エンジン内部に包含する形で構築し、熟考型 A I は実行エンジン外部に拡張する。ゲーム規模に応じて使用する計算機の台数を増大することにより台数拡張性を確保する。

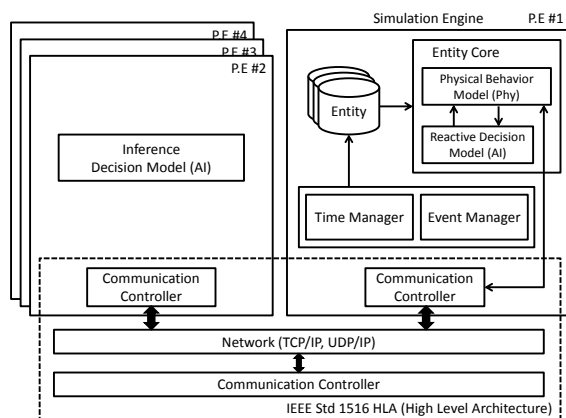


図 4. 本方式のシステム構成

4. 試作システムと評価

本提案方式の有効性を評価するため、災害時の被災民の避難を対象とした評価用システムを試作し、この上で動作実験中である。本評価用システムは、以下に示す評価項目の評価を実施することを目的としており、ネットワークによる複数台の計算機での並行分散処理は未実装である。評価用システム全体はシリアスゲーム実行エンジンである DELTA3D[5]を使用し、ゲーム A I 部はインタプリタ型オブジェクト指向言語 Python を使用して実装を行った。

初期評価項目として、（１）探索のレベル毎の計算量の変化、（２）内部包含型 A I と外部拡張型 A I の計算量比較、（３）登場人物の数やシナリオの複雑度等のゲーム規模の増大に伴う計算量の変化を計測し、評価を実施予定である。

現在システムの中核部分の試作と動作確認が完了し、引き続きシステムとしての完成並びに評価の実施を目指して試作を継続する。

5. おわりに

本稿では、大規模災害時における指揮官意思決定訓練用シリアスゲームにおいて、時間制約がある中での最適解の導出を、大規模環境で実現するためのスケーラビリティを備える階層型意思決定機構を示し、その有効性評価のために試作した評価用システム及びその評価について述べた。今後、試作及び評価を完了し、それに基づく改修、更にはネットワーク連携による台数拡張性の確保を実施することが課題である。

■ 参考文献

- [1] 古市昌一他, “災害時における指揮官意思決定訓練のための分散仮想環境構築手法”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 第 9 巻, 第 2 号, pp. 131~140, (2004). ”
- [2] 志甫侑紀他, “チーム協調型シリアスゲームにおける異種シミュレータ連携法の提案”, 第 72 回情報処理学会 全国大会予稿集, 3ZC-1, (2010).
- [3] Korf, R. E, “Real-time heuristic search”, *Artificial Intelligence*, 42(2-3):189-211, (1990).
- [4] Mark G. Core, “Building Explainable Artificial Intelligence Systems”, *American Association for Artificial Intelligence*, (2006)
- [5] DELTA3D HP, “<http://www.delta3d.org/>”