

審査の結果の要旨

氏名 浦 晃

本論文は「大規模計算環境を活用するコンピュータゲームプレイヤの研究」と題し、大規模な分散並列処理環境を活用してコンピュータゲームプレイヤのための計算処理を効率化する諸手法について述べたものであり、八章からなる。

第一章は導入であり、まずコンピュータゲームプレイヤのための探索および機械学習の処理の特徴を論じ、本研究において提案する手法の概略と本研究の貢献について述べている。

第二章は「ゲーム木探索」と題し、コンピュータゲームプレイヤに一般的に用いられるゲーム木探索とその効率化の技術について概観、ことに並列探索に重要になる探索順制御にかかわる優先度付けの手法について概説している。

第三章「評価関数とそのパラメータ調整」では、コンピュータゲームプレイヤが局面の優劣評価に用いる評価関数のパラメータを、機械学習によって獲得する手法について概説している。

第四章「大規模計算環境を用いた評価関数のパラメータ調整」では、本論文に提案する訓練データの自己生成と、訓練データからの学習の並列処理の諸手法を提案、実験を通じて比較解析している。訓練データはコンピュータゲームプレイヤに局面を与えることによって自己生成が可能であるが、どのような局面を訓練対象とするかによって学習の効果は大きく異なる。実験の結果、自己生成した訓練データをプロ棋士の棋譜に追加して用いる場合、探索木の葉にあたる局面を選ぶのがもっとも効果的であることを示している。また、評価関数のパラメータを並列に学習する手法を提案、実験を通して、学習の効果をほとんど損なわずに、大幅な速度向上が可能であることを示している。

第五章「並列探索の先行研究」では、状態空間探索問題について、問題の独立性の高い部分問題への分割、分割した問題の効率的並列処理、並列プロセス間での情報共有の諸手法について、先行研究を概観している。次いで、コンピュータゲームプレイヤで用いる $\alpha\beta$ 探索の並列化手法について、特有の困難点を指摘した上で、解決に向けての先行研究を紹介している。

第六章は「実行が必要となる可能性に着目したタスクの優先度付け」と題し、 $\alpha\beta$ 探索の並列化において並列効果向上に必須な投機実行を効率化するために、

投機的に実行を開始する各タスクの結果が実際に必要となる確率を予測し、それに基づいてタスクの優先度を定める方式を提案している。シミュレーション実験の結果、提案する方式は分枝数が少ない場合に特に有効であることを示している。

第七章は「探索が必要となる部分木の予測の動的な修正」と題し、探索途中の部分的结果を活かして、探索を必要とする部分木の予測を動的に修正する手法について述べ、実験を通じた評価結果を報告している。本論文では先行研究である APHID 方式を基礎にさまざまな改良を施し、1536 プロセスを用いて人工木に対しては 650 倍以上、将棋のゲーム木に対しても約 250 倍の大きな速度向上を得ている。次いでプロセス数に比例する速度向上が得られない要因を分析し、補助実験を通じて分析の妥当性を量的に裏付けている。さらに現今において最強の水準にある共有メモリ並列方式の将棋プレイヤーとの対戦実験を行い、同程度の強さを実現できていることを示し、またプロセス数の違いほどの強さの違いが得られていない理由を解析している。

最終章である第八章には論文に記した研究をまとめ、今後の研究の展望を与えている。

以上これを要するに、本論文は、容易には並列処理できないコンピュータゲームプレイヤーのためのさまざまな処理に対して、大規模分散並列処理環境を活用する種々の方式を提案、実験を通じてその有効性を示しており、ゲームに限らずに複雑な依存性を持つ探索の並列処理に広く適用できる知見を得たもので、情報処理技術に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。