

審査の結果の要旨

氏名 小林 広和

本論文は「世代別ごみ集めのためのオブジェクトの配置法」と題し、記憶領域の自動管理システムであるごみ集めにおいて、広く用いられている世代別ごみ集め方式を対象としてハードウェアによる支援を有効に用いるための研究をまとめたもので、以下の6章からなる。

第1章「序論」では、研究の背景、研究全体の概要と論文の構成について述べている。

第2章「ごみ集めの基本的アルゴリズムとその問題点」では、ごみ集めに関する各種の方式を概観し、従来の研究成果をまとめている。

第3章「ページングハードウェアを用いた世代別ごみ集めの実装」では、ページングハードウェアを利用する世代別ごみ集めを現実的な言語処理系へ実装して得られた知見について述べている。世代別ごみ集めは通常処理の停止時間を短縮できるという利点があり、近年広く利用されているが、その実装のためには世代間参照の検出の必要があり、通常処理に対するオーバヘッドの面からも、既存の処理系への導入の面からも問題となってきた。本章ではこの問題点について先行研究を紹介しつつ論じ、ページングハードウェアを利用する方式を有望な選択肢として位置付ける。そのうえで、広く使われている Emacs テキストエディタの記述言語である Emacs Lisp に実装されている従来型のごみ集めを、提案方式に変更する実験を計画・実施し、性能計測を通じてその有効性と問題点を明らかにする。この実験により、世代別ごみ集めの有効性を示す一方で、世代間参照の検出にページングハードウェアを利用する際に従来は注目されてこなかった、オブジェクトの書き換えの散在が性能に影響を及ぼす問題であることを指摘した。

第4章「ページングハードウェアを生かすオブジェクト配置法の提案」では、前章で明らかになった書き換えの散在の問題について、それを軽減するための手法を提案する。書き換えの発生しやすいオブジェクトを検出し、それらをできるだけ同一ページに配置するという配置法であり、検出と配置のそれぞれについて複数の実現法を考察している。

第5章「ページングハードウェアを生かすオブジェクト配置法の実験」では、前章で提案した配置法の有効性を実験を通して評価・検証している。具体的には、第3章で実装した Emacs Lisp 上のごみ集めをベースとして、シンボルというデータ型を対象として提案した配置法を実施し、性能計測を行なうものである。まず予備実験として、シンボルとコンスの二種のデータ型を対象として、プログラム実行時の書き換えの頻度の分布を測定し、頻繁に書き換えられるオブジェクトが全体の一部に集中するという前提を確認している。つぎに、Emacs Lisp 処理系の一部であるバイトコンパイラを書き換えて、プログラム中で変数として扱われるシンボルを静的に発見し、それらを別領域に割り当てるという方法により前章の提案を実現する。その実験の結果、通常のごみ集めと比較して約10%のユーザ時間の短縮が達成されている。さらに、達成された高速化の主要な部分が提案手法に由来することを実験により確認している。

第6章「結論」では、本研究の成果をまとめている。

以上これを要するに、本論文では複雑なソフトウェアを構成するために重要となるプログラムの記憶領域自動管理システムであるごみ集めについて、世代別方式をハードウェア支援によって効率化できることを示し、さらにその過程で発生する書き換えの散在という問題点を軽減するためのオブジェクトの配置法を提案し、現実的な処理系上での実験を通してその有効性を実証しており、その成果は情報工学上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。