

審査の結果の要旨

氏名 合田 和生

本論文は「データベースシステムにおける構造劣化管理の軽減に関する研究」と題し、データベース再編成機能を有する高機能ディスクストレージシステムの構成法を明らかにし、試作機を用いた性能評価実験によりその有効性を示すと共に、非順序型問い合わせ処理によるデータベース構造劣化の軽減機構を提案し、実装を用いた実験により有効性を論じており、9章から構成される。

第1章は序論であり、本研究の背景および目的について概観し、本論文の構成を述べている。

第2章は「関連研究」と題し、データベースにおける構造劣化を解消するデータベース再編成なる処理に関し、現時点までに提案されている手法の特徴を纏めるとともに、その問題点を明らかにしている。

第3章は「データベース再編成機能を有する高機能ディスクストレージ」と題し、自己再編成ストレージと名付けた、オンラインデータベース再編成機能を有する高機能ディスクストレージを提案している。即ち、データベースにおいては一般に更新操作が繰り返されるにつれて、例えば、レコードの並びが乱雑化し、連続したキー値を有するレコードの走査に要するコストが大きく増加するなど、データベースの格納構造が劣化することによりアクセス性能が低下する現象が発生するが、自己再編成ストレージはデータベース再編成をストレージ装置内部でオンラインに実施することにより、データベースの構造劣化を常に回避することが可能であることを示している。また、ストレージ装置が有する豊富な入出力帯域と高い処理能力を活用し、並列パイプライン化データ処理、物理アドレスレベル入出力スケジューリング並びに独自の高速ログ適用手法を導入することにより、データベース再編成の大幅な高速化が達成可能であることを明らかにしている。

第4章は「自己再編成ストレージの試作機と性能評価」と題し、第3章で提案された自己再編成ストレージの有効性を検証すべく、商用のデータベース管理システム(DBMS)並びにオープンソースのDBMSを対象として、PCサーバ並びにファイバチャネルによるストレージエリアネットワーク(SAN)を用いた自己再編成ストレージ実験システムについてその構成を述べると共に、代表的なデータベースベンチマークアプリケーションであるTPC-C並びにTPC-Hを用いた性能評価結果を示し、従来のサーバソフトウェアによる再編成に比べて、自己再編成ストレージによる再編成は一桁以上高速であることを明らかにしている。

第5章は「複数の制御モジュールに処理を分散可能な並列データベース再編成処理」と題し、自己再編成ストレージの更なる高速化を目的とし、複数の制御モジュールを用いて

並列に再編成処理を実行可能とする並列データベース再編成処理方式を提案している。また、実験システムを用いた性能評価を示し、入出力帯域を巧みに引き出すことにより、極めて高速な再編成が可能であることを明らかにしている。

第6章は「データベース更新の局所性を利用する部分再編成機構」と題し、データベースの更新が局所性を有することに着目し、構造が劣化した局所空間のみに対して再編成を行うことにより再編成実行時間を大きく削減し、全体を再編成する場合とほぼ同程度の性能を実現する部分再編成機構を提案している。構造劣化が局所性を有する2つの代表的なケーススタディを示し、部分再編成の実現方式を示すとともに、試作機において実装した部分再編成機構の性能評価結果を示すことにより、その有効性を明らかにしている。本部分再編成手法はとりわけ大規模なデータベースに対して極めて有効な方式といえる。

第7章は「非順序型問い合わせ処理を可能とするデータベース管理システム」と題し、関係データベースにおける関係代数演算は、演算対象を集合としていることから、タブルごとの処理順序に依存しない点に着目し、問合せ処理を構成するタブル演算を非順序的に実行可能とするデータベースシステムを提案している。特に、ストレージ装置が有する高度な入出力スケジューリング能力を活用することにより、タブルの順序に従った処理を行う従来の処理系と比較することにより、その有効性を論じている。又、既存のDBMSを用いて実装する為の非同期入出力先読みを利用した問合せ処理方式を明らかにしている。

第8章は「非順序型問い合わせ処理による構造劣化の軽減とその評価」と題し、非順序型の問合せ処理を用いることによりストレージ装置の入出力スケジューリング機能を活用することにより、構造劣化による問い合わせ性能の低下を軽減することが可能であることを明らかにしている。又、オープンソースDBMSを用いて、提案方式の実装を示すと共に、性能評価実験を示し、当該手法が大変有効であることを明らかにしている。

第9章は結論であり、本研究の成果と今後の課題について総括している。

以上、これを要するに、本論文は、構造劣化の回復処理をサーバからストレージに移譲することを目的としたデータベース再編成機能を有する高機能ディスクストレージシステムを提案しその有効性を明らかにすると共に、構造劣化による性能低下を回避すべくストレージ装置の入出力スケジューリング能力を活用する非順序型入出力処理によるデータベース構造劣化の軽減機構を提案しその有効性を実証しており、情報理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（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。