審査の結果の要旨

氏　名　　早　水　悠　登

本論文は「同期・非同期協調制御機構を備えたアウトオブオーダ型データベースエンジンに関する研究」と題し，従来方式であるインオーダ型実行方式に基づくデータベースエンジンと協調的に動作することによってそのクエリ処理を大幅に高速化することを可能とするアウトオブオーダ型実行方式に基づくデータベースエンジン加速機構の構成法を明らかにし，試作実装を用いた性能評価実験によりその有効性を論じており，８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，データベースエンジンにおけるクエリ処理の高速化を目的とする実行多重化ならびに入出力先読みに関して，現時点までに提案されている手法の特徴をまとめるとともに，本論文において提案する手法との違いを明らかにしている．

第３章は「同期・非同期協調制御機構を備えたアウトオブオーダ型データベースエンジンに関する研究」と題し，インオーダ型実行方式に基づく従来型データベースエンジンと協調して動作可能なアウトオブオーダ型実行方式に基づくデータベースエンジン加速機構を提案している．当該加速機構は，従来型データベースエンジンが受け付けたクエリと同じクエリの処理を，アウトオブオーダ型実行方式に基づき高多重の非同期入出力を用いることによってより高速に実行し，非同期入出力によって得られたページデータを，主記憶領域に確保されたバッファプールを介して，従来型データベースエンジンに供給することにより，従来型データベースエンジンが，当該加速機構によって供給されたページデータを用いて，自身は入出力を行うことなくクエリ処理を実行することが可能となり，従来型データベースエンジンにおけるクエリ処理が高速化されることを示している．また，バッファプールは有限の空間であることから，バッファプールに格納されたデータが，従来型データベースエンジンによって利用される以前に破棄される可能性がある問題を指摘し，当該問題を解決するために，加速機構が従来型データベースエンジンにおけるクエリ処理の状況を観測し，バッファプールに格納したページデータが破棄されることなく従来型データベースエンジンに利用されるように，自身におけるクエリ処理の動作を制御する協調制御手法を提案している．

第４章は「データベースエンジン加速機構の試作実装と評価」と題し，第３章で提案されたデータベースエンジン加速機構の有効性を検証するために，オープンソースのデータベース管理システムである PostgreSQL を対象として開発した加速機構の試作実装である PgBooster の設計ならびに実装を示し，ミッドレンジ級のサーバ並びにストレージシステム

からなる実験システムにおいて，代表的なベンチマークである TPC-H のデータセットを用いて行った評価実験および地理情報システムの実データを用いて行った評価実験を示し，従来型のデータベースエンジンと比較して，当該加速機構を用いることにより，クエリ処理の大幅な高速化が実現可能であることを明らかにしている．

第５章は「アウトオブオーダ型データベースエンジンにおける複数クエリ実行間の動的資源調停」と題し，アウトオブオーダ型データベースエンジンにおいて複数のクエリ処理が同時に実行される際に，クエリの優先度に基づいて動的にクエリの処理に割り当てる資源量の調停を行う手法を提案するとともに，試作実装を用いた評価実験を示しており，提案する手法によって，優先度に応じてクエリ処理に割り当てられる資源量を実行時に調整することが可能であることを明らかにしている．

第６章は「演算処理の並列化機能を有するデータベースエンジン加速機構」と題し，第３章において示した加速機構を更に拡張したマルチコアプロセッサ活用型のデータベースエンジン加速機構を提案している。当該加速機構は、クエリ処理に掛かるデータベース演算を実行して得られたタプルデータを，バッファプールを介して，従来型データベースエンジンに供給する機能を備えており，これによって，従来型データベースエンジンにおけるデータベース演算に掛かる負荷を軽減する効果が期待されることを示している．即ち，従来型データベースエンジンは単一のプロセッサコアのみを用いてデータベース演算を実行するのに対して，加速機構は複数のプロセッサコアを用いてデータベース演算を実行可能であることから，システム全体としては，プロセッサの利用効率を向上し，クエリ処理の更なる高速化が可能であることを示しており，新たに提案された加速機構の試作実装を用いた評価実験を示すことにより，その有効性を明らかにしている．

第７章は「データベースエンジン加速機構を考慮したクエリ最適化」と題し，第３章において示し更に第 6 章で拡張した加速機構におけるクエリ処理のコストモデルを提案すると共に，当該コストモデルにおいてハードウェア環境に応じて設定する必要のあるパラメータを，試験用のクエリの処理を事前に実行して，その実行結果に基づいて自動的に設定する手法を提案し，前述の加速機構の試作実装を用いた評価実験を示すことにより，提案手法の有効性を明らかにしている．

第８章は結論であり，本研究の成果と今後の研究課題について総括している．

以上，これを要するに，本論文は従来方式であるインオーダ型実行方式に基づくデータベースエンジンと協調的に動作することによってそのクエリ処理を大幅に高速化することが可能なアウトオブオーダ型実行方式に基づくデータベースエンジン加速機構を提案しその有効性を明らかにしており，電子情報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．