

ディスクシステム分散型アーキテクチャとそのビデオオンデマンドへの応用に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-04-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 中村, 俊一郎 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/1544

氏名・(本籍)	中 村 俊 一 郎 (静岡県)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工博甲第 172 号
学位授与の日付	平成10年3月21日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻の名称	電子科学研究科 電子応用工学
学位論文題目	ディスクシステム分散型アーキテクチャとそのビデオオン デマンドへの応用に関する研究

論文審査委員	(委員長)		
	教授	下 平 美 文	教授 中 谷 広 正
	助教授	渡 辺 尚	助教授 前 田 恭 伸
	教授	水 野 忠 則	

論 文 内 容 の 要 旨

電子計算機の高性能化は、近年、マイクロプロセッサ技術を中心に急速な進展を遂げている。Mooreの法則に代表されるLSIチップの集積度向上が進み、これによりスーパースカラ機構の実装が可能となり、これと並列化コンパイラと合わせて実現される、命令行規模の並列処理技術等の進展は著しい。一方マルチプロセッサによる並列処理も、従来汎用計算機の最上位機の位置付けで製品化されてきたが、今日UNIXサーバーやさらに安価なパソコンサーバーに主役が受け継がれ多くの製品が出始めている。これらは主記憶とディスクを共有する全共有方式のマルチプロセッサ上で、複数のタスクないしスレッドを1個ずつ個々のプロセッサが並列に処理する方式が中心である。ないしは主記憶を共有しないクラスター接続型もあるが、これはプロセッサの1つがダウンした場合に他のプロセッサが代行するという、高信頼性のみを追求するものであるため、ここでは対象外とする。さて、本来1つのタスク系列となるべきシーケンシャルな処理を均等に横方向に複数に分割して、複数のプロセッサで並列実行する技術は、ビデオ配信とかデータベース処理といった応用毎に研究されているのが実状であり、まだ多くの研究課題が残されている。これには主記憶とディスクを全く共有しない無共有方式のマルチプロセッサが使われてきたが、プロセッサ間の通信時間の問題が指摘されていた。このため最近それぞれディスクを備えた複数プロセッサを高速バスで結合し、分散共有メモリで通信を行う方式も提案されている。本論文は、ビデオサーバー応用とデータベース応用のそれぞれの処理の高速化を目的として、それぞれに対してこのようなディスク非共有型マルチプロセッサの新し

い方式を提案し、その試作結果について考察する。

第1章では従来の研究を概観し、本研究の特徴を述べる。

第2章ではLAN上でビデオデータ転送の評価実験を行い、市販サーバーでビデオサーバーを構成した場合にビデオ配信性能上、CPU、バス、ディスクのどこがボトルネックとなるか調査する。この結果、現状の市販コンポーネントで構成する限りにおいては、サーバーのCPUがボトルネックになるという新事実を発見する。一方ディスク性能の観点からは、ビデオサーバーにはRAIDディスクアレイが適しているという筆者の持論を、3つの利点を示し分析を加える。以上を合成するものとして、RAIDの、ディスクをサーバーに置き換えて無共有方式マルチプロセッサ構成とした、分散RAID0型ビデオサーバーを提案する。この試作にあたり、ハード、ソフト共に出来る限り市販品を流用して実現する必要がある、そのためのキーポイントとなる、TSR機能を用いたソフトウェアの実現手法を説明する。試作機の評価の結果、当初の期待通りサーバー台数にほぼ比例したビデオ配信性能を実現していること、又画質も非常に良好であることを確認する。しかも約43ビデオストリームという現実に近い負荷状況まで試験して、その現実性をアピールしている。

第3章では性能に加えて高信頼性も追求した分散RAID4及び分散RAID5型ビデオサーバーと呼ぶ方式を提案し、それぞれ試作ないしシミュレーションにより性能評価する。分散RAID4型の試作機では、所期の(サーバー数-1)に比例した性能向上を実現していること、及び1台のサーバーを突然故障させても、クライアント上で映像の乱れなく運転続行することを確認する。分散RAID5型についてはシミュレーションを実施し、所期の性能、即ち正常運転時には分散RAID4型よりも高性能であること、但しサーバーが1台故障した縮退運転時には分散RAID4型と同様の性能であることを確認する。次に分散RAID5型においてディスク故障の場合は、サーバー全体を切り離さず、ディスクだけを切り離す、ディスク規模の縮対機能を提案する。前からの単純な拡張でこれを実現した場合の問題点を指摘し、その解決策を示す。

第4章では、高速バス接続、共有メモリ方式、ディスク非共有型マルチプロセッサによるデータベースマシンを提案し、その試作結果について述べる。ハードウェア構成、ソフトウェア構成の特徴、その上でのジョイン、プロジェクション等のリレーショナルデータベース(RDB)処理の並列実行手法、RDBに特化して高速化したディスク及びディスクキャッシュアクセス法、そして障害回復法について述べる。次いで試作機を拡張ウィスコンシンベンチマーク等により性能評価した結果について述べる。ここで価格的に二桁上の他のマシンと同等の性能であること、又製品化版の性能評価結果では、価格的に同規模の他のマシンに比べて約40倍高速であること等が示される。このマシンの適用事例の一つとして、その高速性により、インデックスを使わないのみならず、無条件中間一致検索を使う、情報検索システムの実例を示し、ユーザーにとって使いやすい、データベースの設計、維持管理が省力化される、といった利点があることを示す。

第5章で、本研究を総括する。

論文審査結果の要旨

コンピュータの高性能化を追求するマルチプロセッサによる並列処理技術に関して、主メモリとディスクを共有する全共有方式マルチプロセッサによるタスク多重型並列処理についてはすでに広く普及しているが、主メモリとディスクを共有しない無共有方式のマルチプロセッサによるタスク分割型並列処理については、研究が開始されてきた段階である。本論文では後者の並列処理を扱い、ビデオオンデマンド等を応用対象としたディスクシステム分散型アーキテクチャの提案を行い、試作評価を行っている。

本論文は全5章からなっている。

第1章では、本研究の背景と目的を述べ、従来の研究動向を概観している。

第2章では、無共有方式マルチプロセッサで、プロセッサ間を高速バス接続することを特徴とするディスクシステム分散型アーキテクチャに基づき、関係データベースを専用に高速実行するデータベースマシンを試作し、並列処理が高速、高信頼度で実行できることを確認している。

第3章では、ビデオオンデマンドにおけるビデオデータ転送において、ビデオサーバーのCPUがボトルネックである点に着目し、RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) 技術を並列処理技術に展開したディスクシステム分散型アーキテクチャを論じている。本提案の分散RAID方式ビデオサーバーを試作した結果、ビデオ配信性能と画質において、並列処理が有効に動作していることを確認できている。

第4章では、第3章で述べた方式を信頼度の面から改良するため、高信頼型の分散RAID4方式ビデオサーバーを提案し、試作を行っている。この例では、一部のサーバーを突然故障させても、映像の乱れがなく、運転続行できることを確認している。又この縮退運転時の性能が正常運転時の性能と変わらないことを確認し、理論通り動作することを検証している。次に正常運転時の性能向上を図るための改良版として、分散RAID5方式ビデオサーバーの提案を行い、この方式をシミュレーションによる評価し、理論値通りの性能が実現できることを確認している。次に分散RAID5型においてディスク故障の場合は、サーバー全体を切り離さず、故障したディスクだけを切り離す、ディスク規模の縮退機能を提案し、シミュレーションによる評価を行っている。この結果従来のアレイ構成法に問題があることを発見し、その改良のための一手法を提案している。

第5章では、本研究のまとめを行っている。

以上の成果は、情報処理におけるディスクシステムアーキテクチャを中心にした工学的分野に多大な価値を持ち、博士(工学)の学位を与えるものにふさわしいと認定する。