

氏 名	桂 晃 洋
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3399 号
学位授与の日付	平成 11 年 1 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	グラフィックス処理を高速化する専用プロセッサLSIの研究

(主査)
論文調査委員 教授 富田 眞 治 教授 美濃 導 彦 教授 岩間 一 雄

論 文 内 容 の 要 旨

人とコンピュータの間のヒューマン・インタフェースを司る機能の一つとして表示機能の占める割合は大きく、より高度な応用を可能とするため、洗練されたグラフィックス技術が求められている。本論文は、グラフィックス処理を高速化する専用プロセッサを核として、高速かつ低コストのグラフィックス・システムを実現するアーキテクチャについて述べており、序論と結論を含め8章から構成されている。

第1章は序論であり、背景としての技術動向を踏まえて、本研究の目的と意義を明らかにし、グラフィックス専用プロセッサを核とした技術的課題を示している。

第2章では、グラフィックス・システムで要求されるニーズについて述べ、そこから得られた課題を克服する新たなグラフィックス・アーキテクチャを提案している。さらに、それをシングルチップのVLSIとして実現するための、2レベルのオンチップ・マルチプロセッサ・アーキテクチャを示し、この考えのもとに開発したグラフィックス制御VLSI (ACRTC: Advanced CRT Controller) の構造について述べている。フレームバッファの同一ワード内にパックして記憶した複数再素(ピクセル) データを処理するピクセルパック方式を提唱し、効率の良いメモリ管理と高速描面を可能にした。複数種類の画素データ構成に対して、連動して動作するアドレス演算機構と可変ビットフィールド演算機構を持たせることにより、汎用性を維持しながら、白黒、カラーを問わない高速性を実現できる。グラフィックス専用プロセッサのハードウェアとして実現し、有効性を実証した。

第3章では、グラフィックス・システムの高性能化・小型化を指向するASIC (Application Specific Integrated Circuit) に関し、システム・アーキテクチャの観点から論じている。また、アーキテクチャの応用例として、高速、高駆動能力かつ低消費電力のHi-BiCMOS (High Performance Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor) 技術を用いて開発したシステム周辺LSIについて述べている。

第4章では、超小型のグラフィックス・システムを指向し、高速の専用プロセッサと組合せた新たなフレームバッファ制御方式(適合型メモリバス方式)について論じている。また、その応用例として、高速のデバイス技術を用いて実現したLSIチップセットについて述べている。プロセッサバスとメモリバスを独立にしてバス幅の変換を行う適合型メモリバス方式を提言し、超小型システムとして実証した。

第5章では、描画属性処理機構を強化したグラフィックス・アーキテクチャについて論じている。並列動作する演算ユニットを二つのマイクロプログラムで制御し、図形情報と属性情報を分離して管理、処理することで、より高度な描面処理を可能にできる。この技術を適用した新世代のプロセッサとして、文字、図形、画像を統合処理し、標準化を意識した新しいグラフィックス・プロセッサGDP (Graphics Data Processor) を開発し、その有効性を実証した。

第6章では、小型情報システム向けに開発した高速グラフィックス処理プロセッサのテクスチャ・マッピング処理方式と高速バス制御アーキテクチャについて述べている。特に、3次元グラフィックスの基本処理を低コストで実現するための簡

易型テクスチャ・マッピング処理方式と、高速転送可能なシンクロナスDRAMを用い、ミスヒットを低減してデータ転送の連続性を高めた複数バス間の協調ミスヒット制御方式を特徴としている。

第7章では、フレームバッファとメインメモリを一体化するメモリ統合化グラフィックス・アーキテクチャを提言している。表示データを一時記憶してメモリのアクセスタイミングと表示タイミングとを非同期にし、CPUからのメモリアクセスと表示用のメモリアクセスを調停する機構を内蔵する。システム構成を単純化でき、メモリの集積度を効率よく活かすことができる。また、その応用例として車載ナビゲーションのような小型情報システムを指向したグラフィックス処理技術について述べている。

第8章では本研究で実用化したグラフィックス専用プロセッサの果たした役割と将来の研究課題についてまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、グラフィックス処理を高速化する専用プロセッサを核としたシステム・アーキテクチャについてまとめたものであり、得られた主な成果は以下の通りである。

1. ピクセルパック型グラフィックスデータ処理方式の提案と標準化

カラーグラフィックス処理を高速化する手法として、フレームバッファの同一ワード内にパックして記憶した複数画素(ピクセル) データを処理するピクセルパック方式を提唱し、汎用的なシングルチップグラフィックス処理専用プロセッサを開発した。複数種類の画素データ構成に対して、連動して動作するアドレス演算機構と可変ビットフィールド演算機構を持たせることにより、汎用性を維持しながら、白黒、カラーを問わない高速処理を実現した。

2. 適合型メモリバス方式による超小型グラフィックスシステムの実用化

プロセッサバスとメモリバスを独立にしてバス幅の変換を行う適合型メモリバス方式を提言し、超小型グラフィックス・システム向けのチップセットを開発した。非対称クロックでプロセッサを制御し、バス幅の異なるデータを動的に変換する機構をメモリコントローラに内蔵させることにより、メモリバス幅を狭くして、少ないメモリ個数でフレームバッファを構成できる。

3. 高度属性制御機構を内蔵するグラフィックス専用プロセッサの実用化

並列動作する演算ユニットを二つのマイクロプログラムで制御し、高度な描画属性処理機構を内蔵させたグラフィックス専用プロセッサを開発した。各種描画コマンドの処理フローを制御する論理マイクロプログラムと、主として属性処理に関わる物理マイクロプログラムが連動して動作する。グラフィックス処理を、描画コマンド処理と属性処理に分離できる結果、応用プログラムの記述性を飛躍的に高められる点に特長がある。

4. メモリ統合化アーキテクチャの提案とその有効性の実証

フレームバッファとメインメモリを一体化したメモリ統合化アーキテクチャを提案し、統合化グラフィックスメモリを制御する機構を備えた小型情報機器向けのグラフィックスプロセッサを開発した。表示データを一時記憶してメモリのアクセスタイミングと表示タイミングとを非同期にし、CPUからのメモリアクセスと表示用のメモリアクセスを調停する機構を内蔵する。システム構成を単純化でき、メモリの集積度を効率よく活かすことができる点に特長がある。

以上、本論文は長年にわたるローエンドのグラフィックスプロセッサに関する基礎研究と実用化研究をまとめたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成10年11月2日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。