

SpursEngine™ 搭載 AV ノート PC Qosmio™ のソフトウェアアーキテクチャ

Software Architecture of Qosmio™ AV Notebook PCs with SpursEngine™

有賀 英雄 森 健一 羽山 達也

■ ARUGA Hideo

■ MORI Kenichi

■ HAYAMA Tatsuya

現在、HD (High Definition) の映像が普及しており、パソコン (PC) の CPU と GPU (Graphics Processing Unit) だけでは処理性能が不足する映像処理をメディアストリーミング処理プロセッサ SpursEngine™ が分担することによって、画像認識や画像処理を行うアプリケーションのユーザーの利便性が向上される。しかし、CPU と連携してビデオ処理や画像認識を高速に行うには、ソフトウェア (SW) アーキテクチャの設計がもっとも重要な課題であり、開発効率にも大きく影響する。

東芝は、Windows® (注1) 側の SW 構造をアプリケーション層、SpursEngine™ の機能を抽象化した API (Application Program Interface) として提供するミドルウェア (MW) 層、及びデバイスドライバの3層としてアーキテクチャを設計した。これによってアプリケーションは、SpursEngine™ 自体の制御を意識することなく画像認識やビデオ処理などの機能を利用できる。

The SpursEngine™, a high-performance stream processor implemented in the new Qosmio™ AV notebook PCs, offers users the smooth handling of high-definition (HD) video contents by supporting the CPU and graphic processor to accelerate video recognition and processing tasks. Each function of SpursEngine™ is implemented in programs of synergistic processor elements (SPEs) controlled by the middleware, and applications are performed without concern for hardware control. This provides a software development environment in which SpursEngine™ can be easily utilized by various applications.

1 まえがき

AV ノート PC Qosmio™ は、SpursEngine™ の搭載により、ビデオ編集作業の効率化、地上デジタル放送の録画時間の拡大、出演者の顔をインデクシング (内容解析) 情報として利用する顔 de ナビ™、ハンドジェスチャリモコン、及び DVD ビデオの高画質化などを実現した。

SpursEngine™ は、Cell/B.E.™ (Cell Broadband Engine™) (注2) の SPE (Synergistic Processor Element) を用いたメディアストリーミング処理プロセッサであり、HD の映像が普及する現在において、CPU と GPU だけでは処理性能が不足する映像処理を分担することで、画像認識や画像処理を用いた新しい PC の機能を提供する。

SpursEngine™ は、メインプロセッサ CPU と連携してビデオ処理や画像認識を高速に行うコプロセッサとして位置づけられる。その際、アプリケーション、SpursEngine™ MW、MW の API、及び SpursEngine™ のプログラムそれぞれの機能分担、並びに Windows® 側の SW と SpursEngine™ との同期及び連携といった、いわゆる SW アーキテクチャの設計が SW の開発でもっとも重要であり、開発効率にも影響する課題である。

(注1) Windows は、米国 Microsoft Corporation の米国及びその他の国における商標又は登録商標。

(注2) IBM, SONY グループ、東芝が共同で開発した高性能プロセッサで、Cell/B.E., Cell Broadband Engine は、(株)ソニー・コンピュータエンタテインメントの商標。

ここでは、東芝が開発した SW 構成の概要と特長、SpursEngine™ 対応のアプリケーション、及び AV アプリケーション向け MW の詳細について述べる。

2 SpursEngine™ 搭載 Qosmio™ の SW 構成

SpursEngine™ は、Qosmio™ の PCI (Peripheral Component Interconnect) express に接続され、CPU に対するコプロセッサとして動作する。

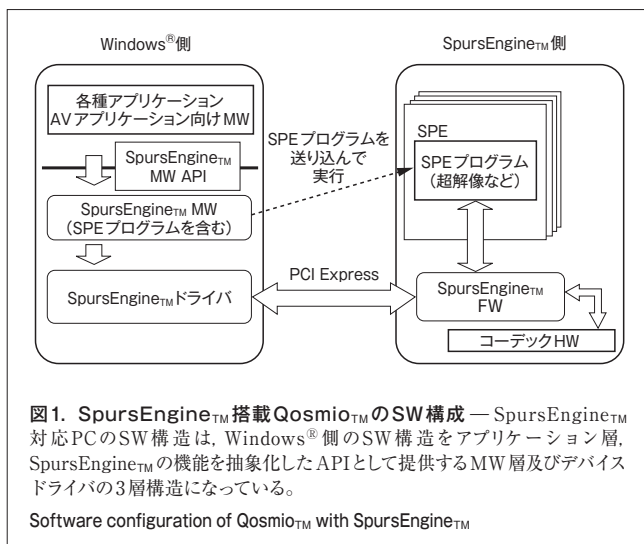
図1に示すように、SpursEngine™ を利用する Windows® 上のアプリケーションは、SpursEngine™ MW を使って、その機能を利用する。

SpursEngine™ MW は、アプリケーションにリンクされる Windows® 側のライブラリ部分と、SpursEngine™ に送り込んで実行される SPE プログラムから構成される。Windows® 側のライブラリ部分は、下位層の SpursEngine™ ドライバを経由して SpursEngine™ 側ファームウェア (FW) と通信する。

2.1 SW 開発方針

SpursEngine™ 対応の SW を開発するにあたって、以下に示す方針で進めた。

- (1) SpursEngine™ のプログラム自由度を生かした複数のアプリケーションを容易に開発できる構成とし、そのために MW 構成を導入
- (2) Cell/B.E.™ の SPE プログラムとの互換と流用



- (3) 処理性能を出すため、各ブロックが並列に動作できるようにし、またWindows®側とSpursEngine™側の制御をできるだけ削減
 - (4) SpursEngine™ LSIが完成する前に、複数チームが並列して可能な限りSWの開発期間を短縮
 - (5) 今後の機能拡張と互換性維持
- これらを実現するために、図1に示すSW階層とした。

2.2 SpursEngine™ MW

アプリケーション開発者は、このMWを用いることにより、標準のWindows® SW開発環境でSpursEngine™対応のアプリケーションを開発できる。

Windows®上のアプリケーションは、SpursEngine™に内蔵されたハードウェア (HW) をライブラリが公開するAPIを用いて利用するため、HWを直接制御する必要がなく、容易に開発できる。

SpursEngine™搭載Qosmio™向けに開発したMWは、現在、以下の機能を実装している。

- (1) SpursEngine™内蔵のコーデックHWを利用してMPEG-2 (Moving Picture Experts Group-Phase 2) 形式とH.264^(注3)形式のビデオデータのエンコード (符号化) とデコード (復号)
- (2) 各形式相互のビデオ変換
- (3) ビデオ内の顔認識及びサムネール画像の切出し
- (4) ハンドジェスチャ認識
- (5) 超解像技術によるビデオのアップコンバート

MWに含まれるSPEプログラムの開発にあたっては、Cell/B.E.TMとの互換性を生かして、Cell/B.E.TMを開発環境として活用し、SpursEngine™のLSI開発と並行してSWを開発した。

(注3) ITU-T (国際電気通信連合—電気通信標準化部門)とISO (国際標準化機構) が2003年に共同で勧告した動画圧縮符号化の国際標準規格。

2.3 SpursEngine™ FW

SpursEngine™のSCP (SpursEngine™ Control Processor) 上で動作するSpursEngine™ FWがデータ転送やデータ処理開始といった、全体の制御を行う。

SpursEngine™が処理中のデータは、SpursEngine™に接続されたSLM (SpursEngine™ Local Memory) であるXDR^(注4) DRAMに置かれ、CPU側のメモリを消費しない。

このFWは、リソースの管理も行い、コーデックHW、SPE及びSLMなどの割当てを管理している。また、アプリケーションの優先度管理機能を持ち、優先度の高いアプリケーションが起動されたときに、優先度の低いアプリケーションを停止させることも可能である。

2.4 コーデックHWとSPEの並列動作

各種データは、SPEプログラムとコーデックHWによって処理される。SpursEngine™に内蔵された四つのコーデックHWもSpursEngine™ FWが制御している。SPEプログラムに対して“コーデックサービス”という形で、コーデックの機能を提供する。

ビデオデータ処理のMWのSPEプログラムは、前述の“コーデックサービス”経由でコーデックHWを動かしつつ、並行してWindows®側SWとのデータ通信や解像度変換の処理を行う。

処理の各段階にはSW又はHWとしてのバッファがあり、並列パイプラインとして次々にデータを処理できる。

2.5 CPUとSpursEngine™の並列動作

Windows®側SWから見ると、最初にSPEプログラムをSPEに送り込んだ後は、入力データを逐次投入し、SPEでの処理結果の出力データを逐次受け取るという動作の繰り返しになる。

実際のデータ転送は、Windows®側のライブラリからの転送処理指示を受けたSpursEngine™ FWが、SpursEngine™内蔵のDMAC (Direct Memory Access Controller) を用いてメインメモリとSLMの間で転送を行うため、CPUは低い処理負荷で済む。

このようにSpursEngine™の動作中も、Windows®上では並行してほかの処理が可能になる。特に、HD映像のビデオ変換処理など、従来CPUで実施すると負荷が非常に重い処理も、CPU負荷が下がり、ほかの処理を実行できる。

3 SpursEngine™搭載Qosmio™のアプリケーション

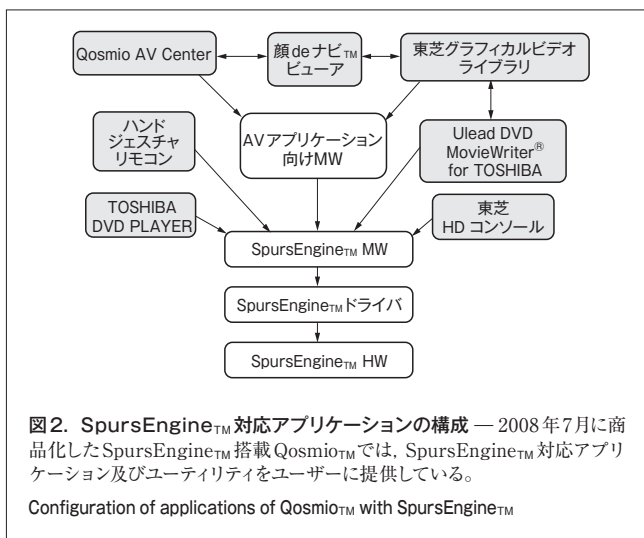
SpursEngine™搭載Qosmio™は、リアルタイムビデオ圧縮や、顔インデクシング、超解像 (アップコンバート)、ジェスチャリモコンなど様々な機能を提供している。これら機能は、こ

(注4) XDRは、米国及びその他の国におけるRambus社の商標。

れまでのPCにはなく、新しい使い方をユーザーに提案する必要がある。そのため、各アプリケーションでのユーザーの利用シーンを詳しく検討し、ユーザーが違和感なく新機能を利用できるようにした。

例えば、ユーザーが“トランスコード機能^(注5)”を選択するのではなく、ユーザーになじみの深い“画質”を選択して、SpursEngineTMのトランスコード機能を利用できるようにした。また、DVDプレーヤでは、初期設定でアップコンバートが有効になっており、超解像技術を適用した映像をユーザーがすぐに体験できるようにした。

2008年7月に発売したSpursEngineTM搭載QosmioTMでは、以下のSpursEngineTM対応アプリケーション及びユーティリティをユーザーに提供している。各アプリケーションとSpursEngineTMとの関係を図2に示す。



- (1) Qosmio AV Center
 - (a) リアルタイムビデオ圧縮機能 (H.264ビデオ形式へ再符号化)
 - (b) 地上デジタル放送コンテンツ用の顔deナビTM
 - (c) DVDディスクへの倍速ダビング
- (2) 東芝グラフィカルビデオライブラリ
 - (a) 高速ビデオ圧縮 (H.264ビデオ形式へ再符号化)
 - (b) フリーコンテンツ用の顔deナビTM
 - (c) ビデオのアップコンバート機能
- (3) TOSHIBA DVD PLAYER
 - (a) DVDアップコンバート再生機能
- (4) Ulead DVD MovieWriter^{®(注6)} for TOSHIBA

(注5) あるストリーム形式に圧縮(符号化)されたデータなどを、別の符号化形式に変換したり、符号化データの速度だけを変換する機能。

(注6) Ulead及びDVD MovieWriterは、Corel Corporation又はその関連会社の商標又は登録商標。

- (a) SpursEngineTMを利用したビデオ編集支援機能
- (5) ハンドジェスチャリモコン
 - (a) 手の形状及び動作によるアプリケーション操作
- (6) 東芝 HDコンソール
 - (a) SpursEngineTM動作状況の表示
 - (b) SpursEngineTMに対応した、又は関連したアプリケーションの起動

3.1 Qosmio AV Center

Qosmio AV Centerは、国内の地上デジタル放送の視聴、録画及び再生用のアプリケーションで、従来のQosmioTMにも搭載しているが、SpursEngineTMによるリアルタイムビデオ圧縮(H.264変換)と顔deナビTMの機能を追加した。

地上デジタル放送の録画と同時にビデオ形式を、MPEG-2からH.264へ再圧縮することが可能であり、“8倍録(と)り”モードを用いれば約8倍の時間の番組が録画できる。変換モードは、XP、SP、LP、EPの四つの画質を用意した。

顔deナビTMは、番組の出演人物を時刻順に並べて表示、番組中の音声盛り上がり表示、音楽区間表示などの機能を持ち、録画コンテンツの俯瞰(ふかん)が可能となっている。

先に述べたビデオ変換と顔deナビTM用のデータ作成(顔認識処理)は、SpursEngineTMで同時処理が可能である。したがって、番組の録画が終了すると、録画データの再圧縮が完了しているだけでなく、顔deナビTMをすぐに利用できる。

更に、録画した番組をDVDディスクへ移動又はコピーする機能についても、SpursEngineTMのコーデックHWを利用することで、これまでのQosmioTMに比べ、移動又はコピーにかかる時間を約半分に短縮できた。

3.2 東芝グラフィカルビデオライブラリ

このアプリケーションは、主にホームビデオカメラから取り込んだビデオ映像の処理を担当しており、トランスコード機能とインデクシング機能に加えて、アップコンバート機能を備えている。アップコンバートは、従来のビデオカメラなどのSD(Standard Definition)解像度のビデオデータをHD解像度に高画素化変換する機能である。この機能を用いれば、従来は再生時にぼけが発生していたSD解像度のビデオが、よりくっきりと再生可能になる。

4 AVアプリケーション向けMW

3.1節及び3.2節で述べた二つのアプリケーションは、新たに開発したSpursEngineTM対応のAVアプリケーション向けMWを利用している。このMWの設計にあたりもっとも注意した点は、SpursEngineTMとCPUの処理分担である。

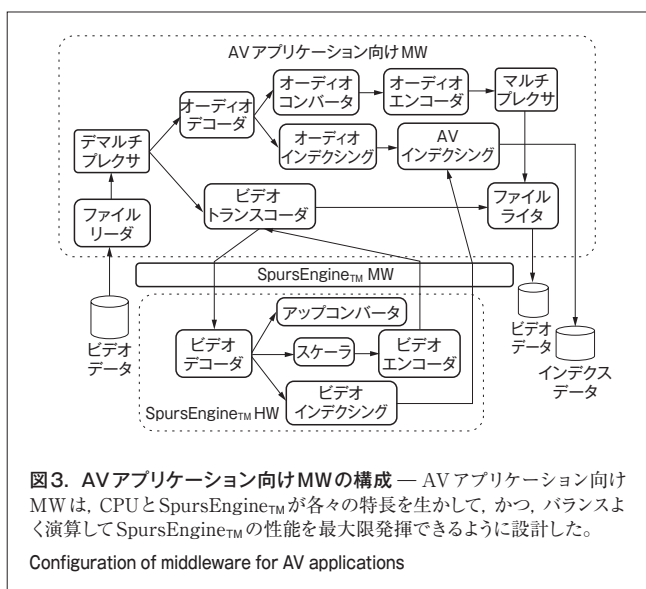
一般に、ビデオデータは映像部、音声部、及びデータ放送などが多重化かつ圧縮された状態で磁気ディスク装置上に保存される。これらのビデオデータに対して映像処理を行うた

めには、様々な処理手順が必要となる。例えば、ビデオ圧縮を行うためには、映像音声分離、映像デコード、映像エンコード、音声デコード、音声エンコード及び映像音声多重化の各処理部が必要である。また、ビデオ圧縮とインデクシング処理を同時に行う際には、ビデオ圧縮の各処理部に加え、顔識別処理、音声分割処理、及び音声識別処理が必要である。

このMWでは前述の処理ブロックのうちSpursEngine™が得意とするデコード処理部、エンコード処理部、及び顔検出処理部という映像処理部をSpursEngine™内のコーデックHW及びSPEでの処理とし、それ以外の部分をCPUで処理を行い、CPUとSpursEngine™が各々の特長を生かして、かつバランスよく演算してSpursEngine™の性能を最大限発揮できるように設計した。

また、映像処理では、各処理ブロックでデータがスムーズに流れるように、ブロックごとにバッファを持ち、データ量を調整しながら処理を行うのが一般的である。しかし、HD解像度の映像は、展開時に約6倍のデータ量となるSD解像度と比べてはるかに大きなデータを扱うため、SD解像度の場合と同じようにバッファを持つと、バッファ総量が大きくなってしまい、メモリを圧迫する。AVアプリケーション向けMWでは、リアルタイム映像圧縮を実現し、かつ、メモリ使用量も大きくならないようにシステムチューニングを行った。

新たに開発したAVアプリケーション向けMWの構成を図3に示す。



5 あとがき

SpursEngine™対応Qosmio™では、Windows®側のSW構造をアプリケーション層、SpursEngine™の機能を抽象化したAPIとして提供するMW層及びデバイスドライバの3層としてアーキテクチャを設計した。その際、SpursEngine™のSPEで動作するプログラムは、MWが管理し、アプリケーションの要求に応じてデバイスドライバを通じてSpursEngine™へ送り込む方式を採用することで、アプリケーションがSpursEngine™自体の制御を意識することなく画像認識やビデオ処理などの機能を利用できるようにした。

このアーキテクチャをベースに、今後はSpursEngine™の機能を拡張及びMWのAPI拡充を図っていくが、課題としてAPIの一貫性、互換性及びバージョンの統一が挙げられる。SPEプログラムの開発環境を利用して多くの開発者、研究者及びユーザーがSPEプログラムを作成可能であり、MWのAPIも追加できる。そのため、アプリケーションの動作環境に互換性が保てない可能性がある。そこで、当社は、API群のバージョン管理を行うことで、SpursEngine™に対応したアプリケーションの動作保障をするなどの活動が必要である。

今後、SpursEngine™に対応したサードパーティ製のアプリケーションが増加していくことが期待される。継続して、サードパーティとも連携してこのSWアーキテクチャ自体を発展させ、SpursEngine™を普及させていく。



有賀 英雄 ARUGA Hideo

PC&ネットワーク社 PC開発センター PCソフトウェア設計第二部長。PCソフトウェア開発に従事。情報処理学会会員。PC Development Center



森 健一 MORI Kenichi

セミコンダクター社 システムLSI事業部 先端SoC開発センター主査。システムLSIとそのソフトウェアの設計・開発に従事。System LSI Div.



羽山 達也 HAYAMA Tatsuya

PC&ネットワーク社 PC開発センター PCソフトウェア設計第二部参事。PCソフトウェア開発に従事。PC Development Center