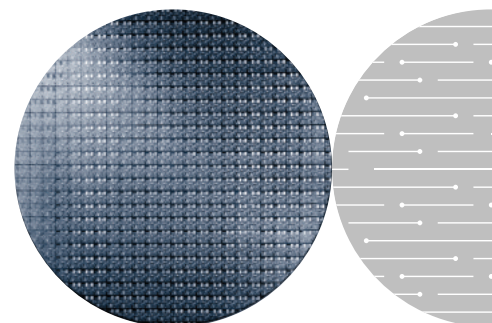




インテル® PXA27x プロセッサ・ ファミリの最適化技術

ワイヤレス・システムとワイヤレス・アプリケーションの開発時の
高性能化と省電力化



目次

1. はじめに	3
2. BSPによるインテル® PXA27x プロセッサの パフォーマンスの最適化	3
2.1 オンチップSRAMの最適化	4
2.2 拡張されたメモリ・サブシステムの最適化	4
2.3 バス・トランザクション・アービタの最適化	4
3. インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジ	4
3.1 インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジの有効化	5
3.2 インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジ・コードの開発	6
4. インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジ	6
5. ワイヤレス Intel SpeedStep® テクノロジ	7
6. インテル® インテグレートッド・パフォーマンス・ プリミティブ (インテル® IPP)	9
7. インテル® ソフトウェア開発ツール	11
7.1 コンパイラ	11
7.2 デバッガ	11
8. インテル® VTune™ パフォーマンス・アナライザ	12
9. インテル® PCA デベロッパ・ネットワーク	12
10. まとめ	13
付録 A. 主なシステム最適化手法の概要	14

1. はじめに

インテル® パersonal・インターネット・クライアント・アーキテクチャ(インテル® PCA) PXA27x プロセッサ・ファミリは、超低消費電力と業界をリードするマルチメディア・パフォーマンスをシリコン上で開発者に提供する新しい世代の製品です。インテル® PXA27x プロセッサ・ファミリには次のような新機能を搭載し、ワンランク上のパワーとパフォーマンスを実現しました。

- インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー
- ワイヤレス Intel SpeedStep® テクノロジー
- インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジー
- 最大 624MHz のコア動作周波数
- 拡張されたメモリ・サブシステム
- 高性能バス・トランザクション・アービタ
- 256K のオンチップ SRAM

インテルが提供するトータルな開発環境を使うことで、インテル® PXA27x プロセッサ・ファミリが持つ最先端のテクノロジーを利用し、モバイル機器上で最高のパワーとパフォーマンスを発揮することが可能です。ソフトウェア・ベンダ (ISV) の開発者はこれらのテクノロジーを利用して、アプリケーションをフルにチューニングすることができます。

この資料では、一般的な開発サイクルと、インテルが提供している最適化技術について説明します。この資料で説明する主な機能には、以下のものがあります。

- **オペレーティング・システム用ボード・サポート・パッケージ (BSP)** : インテルは、Linux*、Microsoft* Windows* Mobile for Pocket PCs、Microsoft* Windows* Mobile for Smartphones、Microsoft* Windows* CE .NET、Palm OS*、Symbian OS* など、各種のオペレーティング・システムの BSP を提供しています。これらの BSP には、インテル® PXA27x プロセッサ・ファミリ用の最新の最適化機能とドライバが含まれています。独自のモバイル機器向けにカスタマイズした BSP も簡単に作成できます。
- **インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー** : 高度なマルチメディア命令セットにより、各アプリケーションに必要な消費電力を最小限に抑えながら、インテル® PXA27x プロセッサ・ベースのクライアント上でデスクトップに匹敵するマルチメディア・パフォーマンスを実現できます。
- **ワイヤレス Intel SpeedStep® テクノロジー** : CPU の要求に基づいて、プロセッサのパワーとパフォーマンスを動的に調整できます。これにより、モバイル機器の大幅な省電力化が図れます。
- **インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジー** : 現在および将来のカメラ付き携帯電話/PDA に搭載された各種のカメラセンサから、動画や高品質の静止画像をキャプチャできる機能を提供します。

- **インテル® インテグレートッド・パフォーマンス・プリミティブ (インテル® IPP)** : 最適化されたアプリケーションの開発を可能にするクロスプラットフォーム・ソフトウェア・ライブラリであり、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジーを利用してインテル® PXA27x プロセッサ上で最大限のパフォーマンスを発揮します。
- **インテル® ソフトウェア開発ツール (インテル® SDT)** : ソフトウェアの高速化を可能にする最適化コンパイラと、一連の精巧な高水準言語デバッグを提供します。
- **インテル® VTune™ アナライザ** : このツールは、アプリケーションのプロファイリングを行い、アクティビティの集中する個所を特定できます。チューニング・アシスタントが C/C++ コード・シーケンスやアセンブラ・シーケンスの最適化を支援します。
- **インテル® PCA デベロッパ・ネットワーク** : すでに最適化されているサードパーティ各社のソフトウェア・アプリケーションに関する情報や、最適化ラボ、Q&A 形式のサポートを提供します。インテル® PCA デベロッパ・ネットワークは、1,000 社を超える企業メンバーと 3,000 種類以上のソフトウェア/ハードウェア・ソリューションを擁し、モバイル機器の開発に必要な付加価値ソリューションを見つけるお手伝いをします。

この資料は、インテルの最適化技術について紹介し、それぞれの最適化技術が、コーディング、最適化、プロファイリングの繰り返りで構成される一般的な開発サイクルの中でどのように使用されるかについて説明します。これらの最適化機能を利用した機器は、大幅なパフォーマンスの向上と省電力化を達成できます。

これらの最適化機能を利用したアプリケーションは、インテル® PXA27x プロセッサ・ベースの機器上で高速かつ効率的に動作します。本資料の巻末に、各技術に関する詳しい情報を記載した関連資料を示します。

2. BSP によるインテル® PXA27x プロセッサのパフォーマンスの最適化

OEM や ODM は、機器とアプリケーションがインテル® PXA27x プロセッサの機能をフルに利用できるように、機器の BSP がこれらの機能をサポートしていることを確認する必要があります。インテルは、Linux、Microsoft* Windows* Mobile for Pocket PCs、Microsoft* Windows* Mobile for Smartphones、Microsoft* Windows* CE .NET、Palm OS*、Symbian OS* など、各種のオペレーティング・システム用 BSP を提供しています。これらの BSP には、インテル® PXA27x プロセッサ用の最新の最適化機能とドライバが含まれています。カスタマイズされた BSP の開発も簡単に行うことができます。

インテル® PXA27x プロセッサ用の BSP には、多数の最適化機能が含まれています。BSP の最新版をご希望の方は、お近くのインテル販売代理店にお問い合わせください。利用可能な最適化されたドライバをすべて記載したリストは、本資料の対象範囲ではないため、ここでは、インテル® PXA27x プロセッサの主な最適化手法について説明します。

- 256K のオンチップ SRAM の最適化
- 拡張されたメモリ・サブシステムの有効化と利用
- バス・トランザクション・アービタの利用

2.1 オンチップ SRAM の最適化

オンチップ SRAM は、フレームバッファや、プログラム内で処理される変数またはデータのストレージとして使用できます。オンチップ SRAM は、アクセス時間が高速で、VCC_SRAM ドメインから独立して電力を供給されているため、外部メモリにアクセスするよりも、低消費電力かつハイパフォーマンスを実現します。

例：320 × 240 × 16bpp (bit-per-pixel) のフレームバッファにメモリのうち 154K を使用し、残りの容量は、MPEG-4* ビデオバッファ、Java* 仮想マシンのヒープ、インテル® クイック・キャプチャ・カメラ・インターフェイスからの入力データ、実行コード、ストリーミング・データ、高速アクセスを必要とするその他の変数の一時的ストレージなどとして利用できます。

オンチップ SRAM は、独立して制御可能な 4 つの 64K バンクで構成されます。その 4 つのバンクのうち、1 つ以上のバンクの電源オンにしたまま、スリープモードまたはディープ・スリープモードに移行することができます。それによって OS のステートが維持され、スリープ/ディープ・スリープモードからのウェイクアップ時にコンテキストを迅速に復元できます。

2.2 拡張されたメモリ・サブシステムの最適化

インテル® PXA27x プロセッサ・ファミリでは、200MHz システムバス (コア動作周波数 400MHz) をサポートするインテル® PXA255 プロセッサ・ファミリのバス設定の機能拡張を行いました。312MHz、208MHz などのコア動作周波数の際、CLKCFG[B] ビットを 1 にセットすることにより、インテル® PXA27x プロセッサの内部システムバスは高速バスモードへ移行し、最大 208MHz で動作します。この機能拡張により、インテル® PXA27x プロセッサ上のアプリケーションは、低いコア動作周波数の設定で高いパフォーマンスを発揮することができます。

また、CCCR[A] ビットを 1 にセットすることにより、メモリに対するクロック周波数を上げ、高速にメモリを動作させることが可能になりました。この機能により、メモリ・レイテンシが低減すると共にバンド幅が増加し、システム・パフォーマンスを向上させることができます。

2.3 バス・トランザクション・アービタの最適化

インテル® PXA27x プロセッサのバスアービタは、内部バス・アクセス・トランザクションのアービトレーションを実行します。この機能は、ARB_CNTRL レジスタを介してプログラム可能です。インテル® PXA27x プロセッサのシステムバスは、6 つのクライアント (コア、DMA コントローラ、LCD コントローラ、USB ホスト・コントローラ、内部メモリ・コントローラ、外部メモリ・コントローラ) をサポートしており、アービタ制御レジスタを介して、各クライアントの優先度を設定することができます。これにより、各モバイル機器の一般的な使用モデルに基づいて、パフォーマンスの微調整が可能になります。

例：インテル® PXA27x プロセッサのインテル® クイック・キャプチャ・インターフェイスを使用して MPEG-4 ビデオをエンコードし、接続された USB クライアントに USB ホスト経由でそのデータをストリーミングする構成の場合を考えます。コアと USB ホスト・コントローラに高い優先度を割り当てれば、(CPU の負荷の大きい) MPEG-4 ビデオ・ストリームの処理と USB ホスト経由のデータ送信のパフォーマンスが向上します。サポートしている使用モデルに基づいて各クライアントにさまざまな優先度を適用し、パフォーマンス上のメリットをテストすることを推奨します。

アービタ上の特定のクライアントに対して「パーキング」機能を使うことにより、さらにパフォーマンスが向上します。ある特定のクライアントに対してパーキングの設定を行うと、アービタは内部バス・アクセス・トランザクションの実行時に常にそのクライアントからトランザクションを開始します。コアにパークするようにアービタ制御レジスタを設定すると、通常は最も良いパフォーマンスが得られます。

以上、BSP またはアプリケーションに組み込み可能な最適化機能の概要について説明しました。その他の機能については、この資料の他のセクションで説明します。

詳細については、以下の資料を参照してください。

- 『Intel® PXA27x Processor Optimization Guide』(英語)
- 『Intel® PXA27x Processor Developer Manual Volume I of III』(英語)
- 『Intel® PXA27x Processor Developer Manual Volume II of III』(英語)
- 『Intel® PXA27x Processor Developer Manual Volume III of III』(英語)

3. インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジ

2003 年に発表されたインテル® ワイヤレス MMX® テクノロジは、高度なマルチメディア命令セットにより、各アプリケーションを動作させるのに必要な消費電力を最小限に抑えながら、インテル® PXA27x プロセッサ・ベースのクライアント上でデスクトップに匹敵するマルチメディア・パフォーマンスを実現できます。

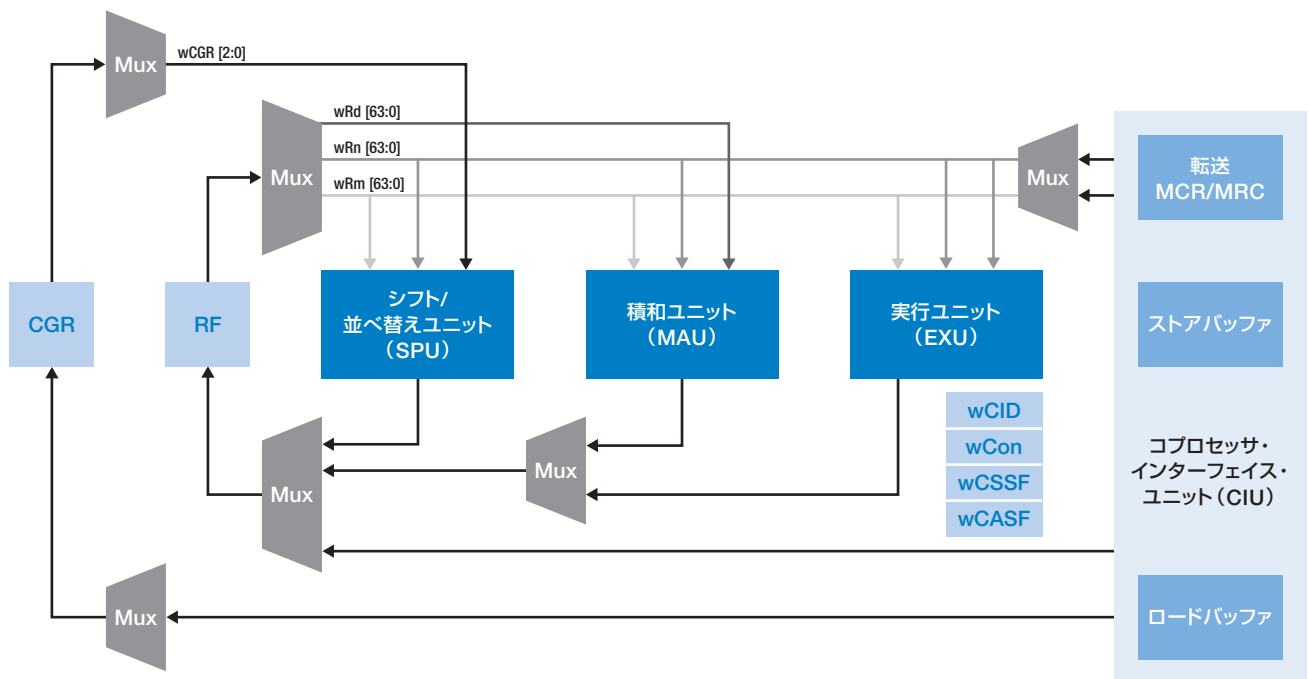


図1：インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジー・アーキテクチャのダイアグラム

インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーは、Pentium® プロセッサ・ファミリに最初に搭載されたインテル® MMX® テクノロジーに基づいて開発されました。ソフトウェア開発者はこのテクノロジーにより、インテルベースの携帯電話や PDA 上で、2D/3D ゲーム、ストリーミング MPEG-4 ビデオ、ワイヤレス暗号化/復号化、音声認識などのアプリケーションを容易に開発することができます。

インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーは、多くのマルチメディア処理のアルゴリズムで使用されているデータ並列性に着目し、複数のデータ要素に対して同じ操作を並列で実行します。この操作を行うために、複数のデータ要素を単一のレジスタに格納し、それらのデータに対して一度に操作を行う新しい命令を導入しています。インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーで使われるデータ長は、64 ビットになり、例えば、8 バイトのビデオデータを並列で処理できます。

また、インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーは、各種のバイト SIMD 命令もサポートしています。バイトデータの平均や差の絶対値の和を求める特殊な命令を使用して、ビデオ圧縮に使用される動き予測と動き補償のアルゴリズムを高速に処理できます。

インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーによる設計はシンプルなので、インテル® MMX® テクノロジーとストリーミング SIMD 拡張命令 (SSE) をすでに利用している PC ソフトウェア開発者にとっては、インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーのプログラミング環境もすぐに理解することが可能です。したがって、インテル®アーキテクチャ上の既存のコードを、インテル® PCA ベースのモバイル機器へ移植することが迅速に行えます。

インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーは広い汎用性を持っているので、既存のおよび将来のアルゴリズムに基づいて開発される広範囲なモバイル・ソフトウェア・アプリケーションのニーズにも対応することができます。インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーは、処理が限定されているハードウェア・アクセラレータとは異

なり、アルゴリズムのカスタマイズや H.264 などの規格にも柔軟に対応できます。この特徴を有効に利用することで製品の差別化が可能になり、ソフトウェアのアップグレードも簡単に行うことができます。

3.1 インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーの有効化

インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーを利用するには、システムが以下の処理を実行する必要があります。

1. インテル® PXA27x プロセッサの有無を検出する
2. インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジー・コプロセッサをイネーブルにする
3. インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジー固有のレジスタの内容が、コンテキスト・スイッチと電源スタートの変更の前後で維持されることを確認する

プロセッサ・タイプの検出方法とコンテキスト・ステートの維持の方法は、オペレーティング・システムごとに異なります。個々の例については、インテルの最新の BSP を参照してください。なお、コンテキストの維持には、「レイジースイッチ」を利用できます。レイジースイッチがサポートされている場合、インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジー・レジスタは、プロセッサがそれらのレジスタを使用している場合にのみ保存されます。

インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジー・コプロセッサをイネーブルにするには、コプロセッサ 15 のレジスタ 15 にある「コプロセッサ・アクセス・レジスタ」のビット 0 とビット 1 をセットします。コプロセッサがイネーブルになっていない場合、すべてのインテル®ワイヤレス MMX® テクノロジー命令は、実行時に未定義の命令としてトラップされます。この場合、インテル®ワイヤレス MMX® テクノロジーに最適化されたアプリケーションは正常に動作しません。

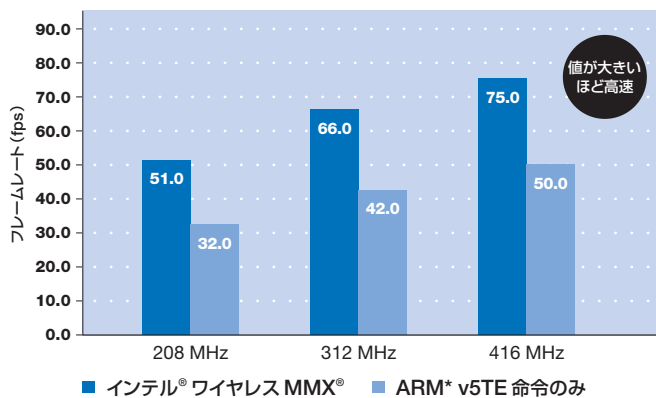


図 2：インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジ・コードはスカラコードより高速で動作する

3.2 インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジ・コードの開発

インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジを使ったプログラミング手法として以下のオプションが考えられます。

- アセンブリ言語で直接に記述するか、インライン・アセンブラを使用します。この方法は、最も柔軟なプログラミングが可能ですが、他のオプションに比べて多くの労力と保守作業が必要になります。
- インテル® C/C++ コンパイラを使用して、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジをサポートする組み込み関数と、ベクトライザ機能を使用します。
- インテル® IPP で作成したコードをリンクします。インテル® IPP は、プロセッサのマルチメディア機能と信号処理機能を高水準で抽象化することにより、マルチメディア/信号処理アプリケーションを高速で処理することを可能にする最適化されたライブラリです。

上図は、スカラコードに対するインテル® ワイヤレス MMX® テクノロジの相対パフォーマンスの向上を示しています。このテストでは、CIF 解像度の MPEG-4 ビデオクリップと MP3 ファイルを同時にデコードしています。

実際のベンチマークは、グラフに示した周波数で動作するインテル® PXA27x プロセッサ A1 ステッピングを搭載した Mainstone I システム (メインボード rev 1.1 ECO B, Rev 2 ドータカード ECO D, 2.5 ボルト VCC_MEM) 上で実行しました。動作周波数 208MHz の測定はプロセッサ・ラン・モードで行い、他のすべての動作周波数の測定はターボモードで行いました。208MHz、312MHz、416MHz、520MHz のコア動作周波数で動作している際のシステムバス周波数は、104MHz になります。このプラットフォームは、オペレーティング・システムがインストールされていない「ベアメタル」システムです。MPEG-4 デコーダは、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジに最適化されたインテル® IPP ライブラリを使用して実装しました。MPEG-4 コンテンツは、ポートレート・モードの CIF 解像度のビデオクリップ「沿岸警備隊 (Coastguard)」です。

インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジ向けにアプリケーションを最適化する方法の詳細は、以下の資料を参照してください。

- 『Intel® PXA27x Processor Optimization Guide』 (英語)
- 『Programming with Intel® Wireless MMX™ Technology』は、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジの総合的なプログラミング・ガイドであり、この注目すべきテクノロジーに関する非常に有益な資料です。この書籍は、Amazon.co.jp で購入可能です。

4. インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジー

デジタルカメラを搭載した携帯電話や PDA の増加に伴い、インテル® PXA27x プロセッサは、インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジーを導入しました。このテクノロジーは、静止画像や動画のキャプチャと再生を可能にする高性能、低消費電力のソリューションを提供します。

インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジーは、以下の技術要素で構成されています。

- 柔軟性に優れたインテル® クイック・キャプチャ・インターフェイス
- ハードウェアによるカラスペース変換

インテル® クイック・キャプチャ・インターフェイスにより、インテル® PXA27x プロセッサ、CMOS センサ、一部の CCD センサ間の接続が簡単に行えます。このインターフェイスは、マスタモードとスレーブモードで使用でき、制御ラインとクロックラインを持つ 4 ビット、5 ビット、8 ビット、9 ビット、または 10 ビット幅のバスです。最大プログラマブル解像度は、2048 × 2048 ピクセル (4.1 メガピクセル) です。

インテル® PXA27x プロセッサの LCD コントローラは、ハードウェア・カーソルと 3 つのイメージプレーン (1 つのベースプレーンと 2 つのオーバーレイ) をサポートします。カメラ・アプリケーションを制御するソフトウェア・インターフェイスは通常はベースプレーン上に置かれ、プレビュー・ウィンドウや伸長された画像はオーバーレイ上に表示されます。

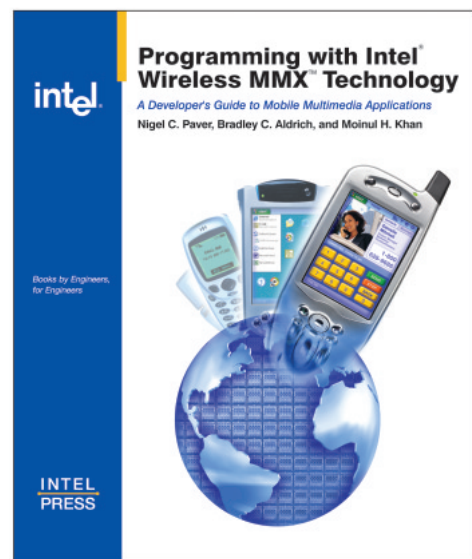
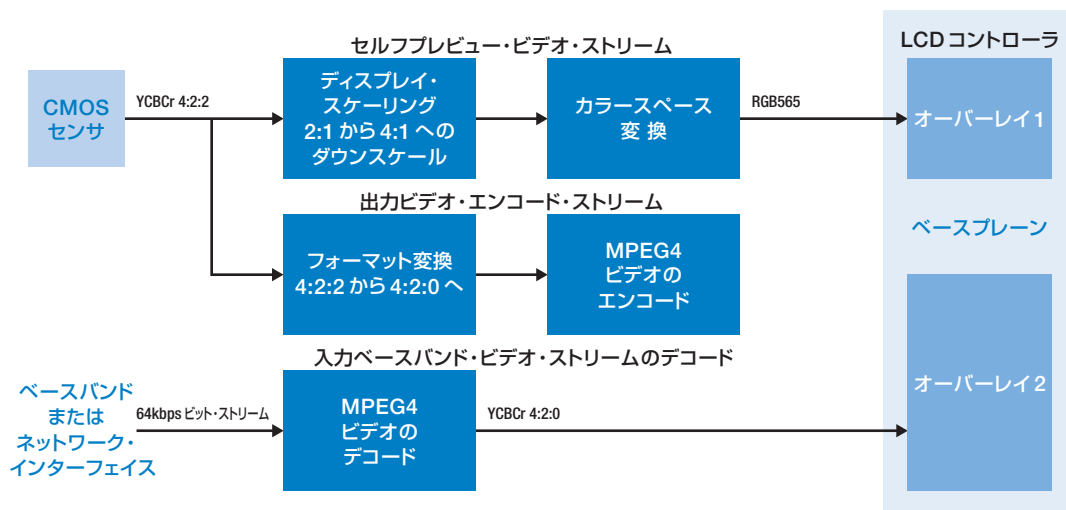


図 3：『Programming with Intel® Wireless MMX™ Technology』



■ インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジーのルーチン (暫定的なものであり、予告なしに変更される場合があります。)

図 4：インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジーのデータ・ストリームの例

オーバーレイ 2 には、各種の輝度・色度 (YCbCr) フォーマットから赤/緑/青 (RGB) 出力へのカラー変換機能がハードウェアによりサポートされています。この機能の 2 つの使用例を以下に示します。

- カメラセンサは、通常は YCbCr 4:2:2 フォーマットでデータを出力します。静止画像またはビデオのキャプチャのためにカメラ・プレビューを実行する場合、カメラセンサの出力をオーバーレイ 2 に直接送信し、オーバーレイ 2 が YCbCr データを (LCD パネル上に表示可能な) RGB フォーマットに変換します。
- MPEG-4 デコーダからの YCbCr 4:2:0 フォーマット出力をオーバーレイ 2 に直接送信し、ビデオ・シーケンスを LCD パネル上に表示できます。

これらの使用例は、MPEG-4 ビデオ会議などの高度なアプリケーションに応用できます。このアプリケーションでの処理を図 4 に示します。この図では以下の 3 つのメイン・データ・パスを含む、インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジーのすべての主要機能を示しています。

- セルフプレビュー・ビデオ・ストリーム：インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジーを使用して、センサからの YCbCr 4:2:2 フォーマットのデータをダウンサンプリングし、RGB 5:6:5 フォーマットに変換します。これらの機能は、すでにインテル® IPP に含まれています。RGB フォーマットの動画プレビューは、オーバーレイ 1 内の LCD に直接表示されます。
- 出力ビデオ・エンコード・ストリーム：インテル® IPP を使用して、センサデータを YCbCr 4:2:0 フォーマットに変換します。MPEG-4 ビデオ・エンコーダは、このデータを入力として受け入れます。エンコーダが生成する圧縮ビット・ストリームは、ベースバンド (802.11) ネットワーク・インターフェイスを介してリモート受信者に送信されます。
- 入力ビデオ・ストリーム：他のストリームと同時に発生します。MPEG-4 ビデオ・デコーダは、リモート受信者からのエンコードされたストリームを受信し、デコードを実行します。デコーダの出力 (YCbCr 4:2:0 フォーマット) は、オーバーレイ 2 内の LCD

に直接送信されます。オーバーレイ 2 はカラー変換を実行し、受信したビデオを表示します。

インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジーの使用の詳細は、アプリケーション・ノート『Intel® Quick Capture Technology for the Intel® PXA27x Processor Application Note』(英語) を参照してください。

5. ワイヤレス Intel SpeedStep® テクノロジー

インテル® PXA27x プロセッサは、ワイヤレス Intel SpeedStep® テクノロジーにより、システムのバッテリー持続時間とパフォーマンスの向上を両立させることを可能にしました。ワイヤレス Intel SpeedStep® テクノロジーは、アプリケーションのパフォーマンスと消費電力を動的に最適化することで、携帯電話や PDA などのモバイル機器上の重要課題であるバッテリー持続時間の向上を実現させています。このテクノロジーは、以下の要素で構成されます。

- 5 種類の省電力状態
 - 電圧と動作周波数の動的な調整機能
 - ワイヤレス Intel SpeedStep® パワー・マネージャ・ソフトウェア
- コードの実行中は、プロセッサは「ノーマルモード」で動作します。以下の表は、ノーマルモード以外の省電力モードとその用途についてまとめたものです。

省電力モード	用途
アイドル	プロセッサ・クロックは、ほぼ即時に起動できる状態で停止する。LCD のリフレッシュは DMA によって続行可能。
ディープ・アイドル	コアと (オプションにより) ペリフェラル PLL はディスエーブルになる。LCD のリフレッシュは DMA によって続行可能。
スタンバイ	プロセッサとペリフェラルのステートは保持される。
スリープ	汎用 IO (GPIO) 以外のステートは保持されない。SRAM の内容は保持できる。
ディープ・スリープ	ステートは保持されない。SRAM の内容は保持できる。

このプロセッサは、内部コアバスの動作周波数とコア電圧の動的ランタイム・スケーリングをサポートしています。外部パワー・マネージメント IC (PMIC) に対する電圧変更コマンドは、専用の I2C インターフェイスを介して送信されます。その他の省電力機能としては、1.1V 電圧で動作する内部 SRAM、そして最小 1.8V の電圧で動作する SDRAM のサポートなどが挙げられます。

インテルは、すべての BSP でワイヤレス Intel SpeedStep® パワー・マネージャを提供しています。このソフトウェア・ソリューションは、上記の省電力機能の利用効率を最適化することで、携帯電話のスタンバイ時間、通話時間、アプリケーション実行時のバッテリー持続時間を最大限に延ばします。

ワイヤレス Intel SpeedStep® パワー・マネージャを製品に組み込むためには、ハードウェア・システムがパワー・マネージャをサポートしていることを確認した上で、BSP 内のパワー・マネージャを組み込み、各モバイル機器用にプラットフォーム固有レイヤを修正する必要があります。パワー・マネージャは、ユーザの介入なしに、ワークロードと使用条件に合わせて自動的に電力ポリシーを調整します。この機能を使用するため OS ベンダがオペレーティング・システムを修正したり、あるいはソフトウェア・ベンダがアプリケーションを修正したりする必要はありません。

ただし、ソフトウェア・ベンダは、パワー・マネージャが提供するアプリケーション API を使用して、アプリケーションを拡張または微調整し、さらなる省電力化を実現することができます。また、エンドユーザは、パワー・マネージャが提供するユーザ API を使用して、電力ポリシーを制御できます。

図 5 に示すように、ワイヤレス Intel SpeedStep® パワー・マネージャは、5 つのソフトウェア・コンポーネントとソフトウェア・モジュールで構成されています。

- **ポリシー・マネージャ**は、複数の入力を使用してシステムの電力ポリシーを決定し、OS のサービスまたはポリシー・マネージャのサービスを使用してパワーとパフォーマンスを動的に変更します。このポリシーには、ワークロードに基づいて新しいオペレーティング・システム・ステートとプロセッサの動作周波数/電圧を定義する処理が含まれます。
- **ポリシー・マネージャ**は、オペレーティング・システムの電力ステートも決定します。オペレーティング・システムがそのステートをサポートしていない場合は、パワー・マネージャがそのステートを作成し、ドライバ・インターフェイスを使用してオペレーティング・システムを新しいステートに移行させます。
- **アイドル・プロファイラ**は、特定のワークロードでオペレーティング・システム内の OS アイドル・アクティビティをモニタし、ポリシー・マネージャへの入力を提供します。
- **パフォーマンス・プロファイラ**は、Intel XScale® マイクロアーキテクチャの機能であるパフォーマンス・モニタリング・ユニット (PMU) を使用して、CPU 利用率とメモリ利用率をモニタします。このプロファイラは、各処理が CPU に依存するものであるかメモリに依存するものか、あるいはその両方に依存するものあるかを判断し、ポリシー・マネージャ内のポリシー・メカへその情報を入力します。
- **ユーザ・インターフェイス**により、ユーザは、電力ポリシーの決定に使用されるパラメータを調整できます。
- **オペレーティング・システム・マッピング・レイヤ**により、パワー・マネージャを複数のオペレーティング・システムに移植できます。

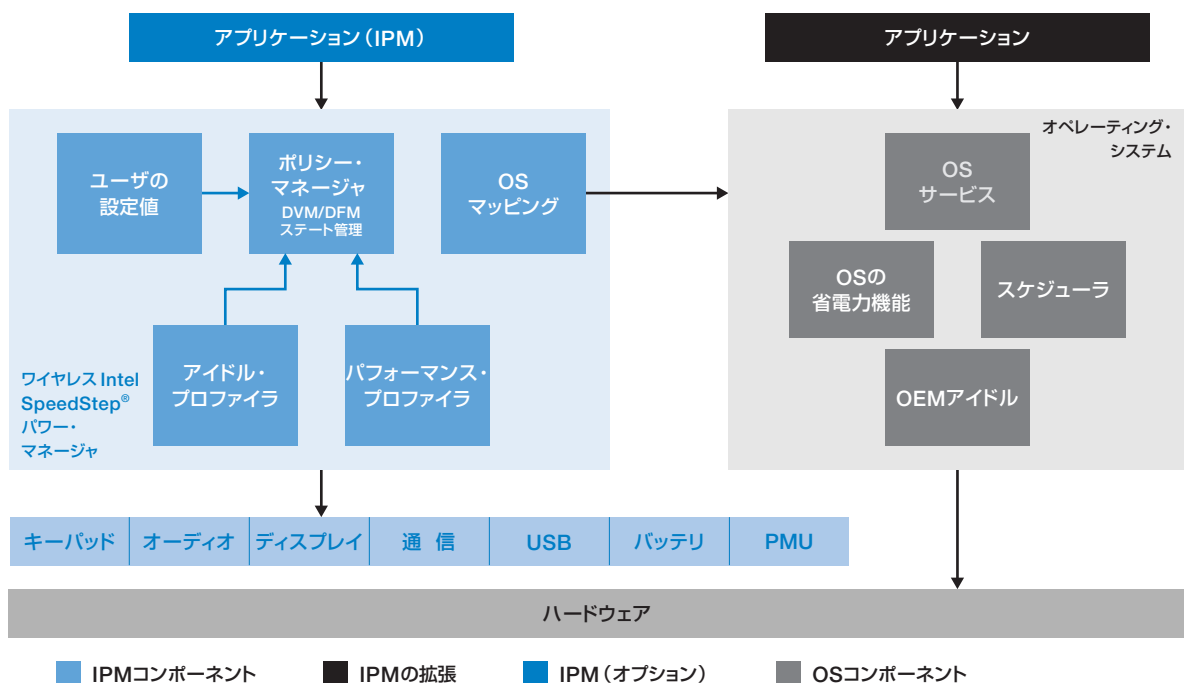


図 5 : ワイヤレス Intel SpeedStep® パワー・マネージャのアーキテクチャ

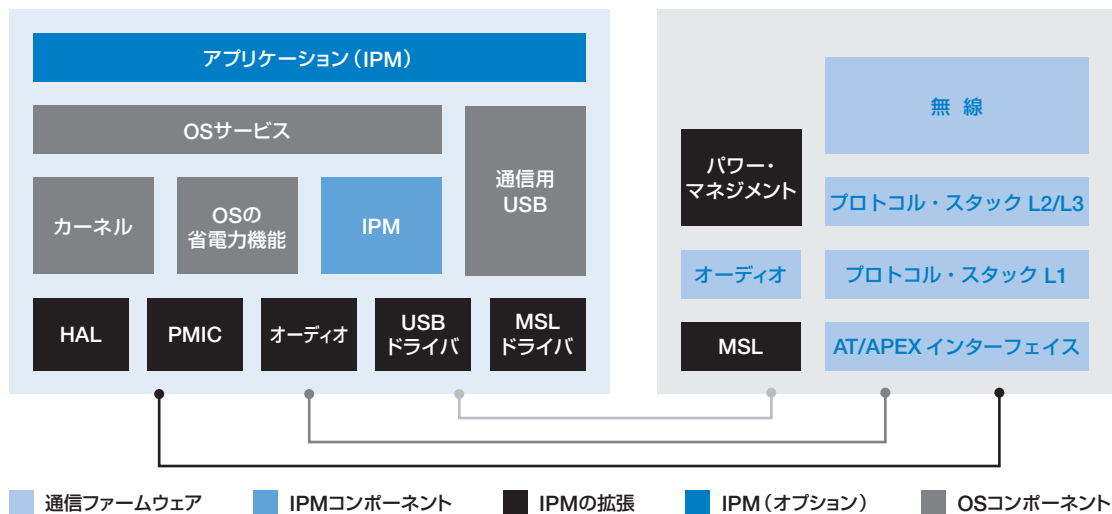


図6：通信サブシステム

ワイヤレス Intel SpeedStep® テクノロジ・パワー・マネージャは、包括的で信頼性の高い、最適化された電力ポリシーが得られるように、デバイス・ドライバ・インターフェイスとアプリケーション・インターフェイスを提供します。すべてのデバイスドライバは、ステートの移行、周波数の変更、電圧の変更など、すべてのパワー・マネージャ・イベントの通知を受け取れるように、デバイスドライバAPIを介してパワー・マネージャに登録されていなければなりません。

オペレーティング・システムが新しい電力ステートをサポートしている場合は、パワー・マネージャはオペレーティング・システム・インターフェイスを使用してデバイスドライバに通知します。オペレーティング・システムがそのステートをサポートしていない場合は、デバイスドライバ・インターフェイスによって作成されたパワー・マネージャが使用されます。

デバイスドライバは、パワー・マネージャ・ステートの移行またはイベントのコールバックを受信すると、新しいステートに移行し、次のステートの移行に備えてデバイスを準備する必要があります。

デバイスドライバは、ステートの変更を柔軟に要求できます。例えば、バッテリー・デバイスドライバは、バッテリー状態のしきい値に基づいて、ステートの変更を求める入力をポリシー・マネージャに提供します。

図6は、通信サブシステムのソフトウェア・コンポーネントを示しています。この図では、アプリケーション・サブシステムと通信サブシステム間の接続を示しています。この接続には、インテル® PXA27x プロセッサ内のシリアルインターフェイス、SSP、またはインテル® モバイル・スケーラブル・リンク(インテル® MSL)が使用されています。

通信ソフトウェア(L1、L2、L3 プロトコル・レイヤを含む)のパワー・マネージャ・コンポーネントは、GSM や GPRS の各ステートにおける通信サブシステムの電力を管理する役割を果たします。アプリケーション・サブシステム上で動作する通信デバイ

スドライバは、ワイヤレス Intel SpeedStep® テクノロジ・パワー・マネージャと OS の省電力機能のクライアントとなり、ステートの移行時にそれぞれからステート変更の通知を受信します。

例：OS がスタンバイ状態に移行すると、通信ドライバにこのステート変更が通知されます。通信ドライバは、通信パワー・マネージャ・コンポーネントにこのステート変更を通知します。すると、通信サブシステムはスタンバイ省電力状態に移行し、アプリケーション・サブシステム上での処理を必要とする新しいステートのウェイクアップに対して準備します。

同様に、動的にパフォーマンスとパワーを変更するために、通信デバイスドライバに周波数と電圧の変更が通知されます。そして通信デバイスドライバは、適切な通信ソフトウェアにこの変更を通知します。

インテル® PXA27x プロセッサの電力ステートについての詳細は、『Intel® PXA27x Processor Developer Manual』(英語)を参照してください。パワー・マネージャについての詳細は、アプリケーション・ノート『Wireless Intel SpeedStep® Technology Power Manager』(英語)とインテル® BSP 内の資料を参照してください。

6. インテル® インテグレートッド・パフォーマンス・プリミティブ(インテル® IPP)

インテル® IPP は、最適化されたアルゴリズムのパフォーマンス・ライブラリであり、それにより最適化されたアプリケーションの開発を容易に行うことができます。インテル® IPP には、インテル® PXA27x プロセッサおよびインテル® ワイヤレス MMX® テクノロジに最適化された汎用信号処理/画像処理プリミティブや、国際規格に基づくオーディオ、ビデオ、画像、音声エンコーダ/デコーダ(コーデック)の作成に使用できるプリミティブが含まれています。

インテル® IPP は、特定のインテル® プラットフォーム間でのアプリケーションの移植にも対応しています。インテル® IPP は異なるプラットフォーム上であっても、同一の API (Application Programming Interface) がサポートされているため、インテル® サーバ・プロセッサ、デスクトップ・プロセッサ、ハンドヘルド・プロセッサ間で、パフォーマンスを犠牲にすることなく簡単にアプリケーションを移植できます。

一般的な 1 次元 (1D) 信号処理には、以下のプリミティブを利用できます。

- ベクトル初期化、算術演算、統計演算、しきい値、測定
- 決定性の信号生成とランダムな信号生成
- たたみ込み、フィルタリング、窓関数、変形

一般的な 2 次元 (2D) 画像処理用プリミティブには、以下のものがあります。

- ベクトル初期化、算術演算、統計演算、しきい値、測定
- カラースペース変換
- モルフォロジ演算
- たたみ込み、フィルタリング、窓関数、変形
- 暗号化

画像キャプチャ用プリミティブには、以下のものがあります。

- カラー・フォーマット変換：YCbCr 4:2:2 から 4:2:0 へ
- ガンマ補正
- 画像スケーリング
- フレーム安定化

以下のマルチメディア・コーデック作成用のプリミティブも利用できます。

- ビデオ：ITU H.263 デコーダ、ISO/IEC 14496-2 MPEG-4 デコーダ
- オーディオ：ISO/IEC 11172-3 および 13818-3 (MPEG-1、MPEG-2) レイヤ 3 (“MP3”) デコーダ
- 音声：ITU-T G.723.1 コーデック、ETSI GSM-AMR コーデック
- 画像：ISO/IEC JPEG コーデック

関連ライブラリであるインテル® グラフィックス・パフォーマンス・プリミティブ (インテル® GPP) は、2D および 3D グラフィックス用のプリミティブで構成されています。インテル® GPP には、以下の最適化されたプリミティブが含まれています。

- データタイプ変換
- 固定小数点演算 (三角関数を含む)
- ベクトル演算と行列演算
- ラスタライズ処理

インテル® IPP についての詳細は、<http://www.intel.com/software/products/geo/jpn/ipp/> を参照してください。

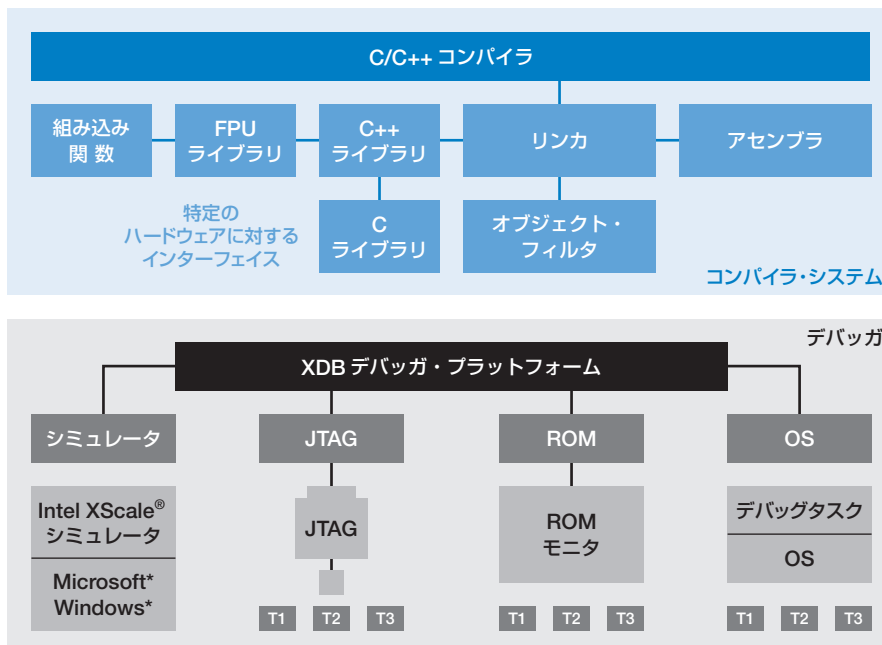


図 7 : インテル® ソフトウェア開発ツール

7. インテル® ソフトウェア開発ツール

インテル® ソフトウェア開発ツールは、システム・プラットフォームとアプリケーションの開発およびデバッグ用のコンパイラ・ツールとデバッグツールで構成されています。ツールには、以下のものがあります。

- コンパイラ・システム (コンパイラ、アセンブラ、リンカ、最適化されたライブラリを含む)
- システム・ソフトウェアとアプリケーションの全開発工程で使われるデバッガ (シミュレータ、JTAG、OS アウェアデバッガなど)

7.1 コンパイラ

インテル® コンパイラは、インテル® PCA プロセッサ向けに高度に最適化されています。このコンパイラ・システムは、Microsoft* Windows* CE.NET、Microsoft* Windows* Mobile 2003 for Pocket PCs、Microsoft* Windows* Mobile 2003 for Smartphones、Palm OS*、Nucleus* OS 用のコードと、OS に依存しないシステム用のコードを生成できます。コンパイラ・システムの重要な機能には、以下のものがあります。

- アセンブリ言語とインライン・アセンブリ、組み込み関数、ベクトライザを使用した、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジーのサポート
- 最適化された C ランタイム・ライブラリと浮動小数点ライブラリを持つリンカ
- 多数の最適化スイッチ
- Palm OS* v5.x 用の PNO (Pace Native Objects または "ARMlets") のサポート

インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー命令のサポートには、これらの命令のアセンブリ言語版とインライン・アセンブリ版、組み込み関数、ベクトル化が含まれます。

- 組み込み関数は、インライン・アセンブリ言語を使用せずに、C/C++ コード内でインテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー命令を使用できます。これらのマクロに似た関数により、コンパイラは最適化のためにレジスタを監視できます。コードの保守作業も簡単に行えます。
- ベクトル化とは、通常ならスカラコードであるコードを、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジーを使用してベクトル化する機能です。ベクトライザは、SIMD 演算として実行できるコードを特定し、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー命令を使用してそれらのコード領域を実行します。また、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジーを使用するもう 1 つの方法としては、インテル® IPP を使用して開発したコードをリンクすることが挙げられます。

7.2 デバッガ

インテル® ソフトウェア開発ツールは、すべての開発フェーズに対応する包括的なデバッグセットを提供します。

- シミュレータ・デバッガは、シミュレートされるペリフェラル/

デバイスレジスタを使用したシリコンモデルを持っているため、開発サイクルのこのフェーズで実際のハードウェアが不要になります。

- JTAG デバッガは、JTAG を介してハードウェアにアクセスできるため、ターゲット上で動作するクライアント・ソフトウェアをデバッグする必要なく、ハードウェア・プロトタイプを完全にテストできます。
- XDB デバッガは、OS イメージをボードメモリに書き込むためのフラッシュ・メモリをフルにサポートします。
- ROM モニタデバッガは、主にソフトウェア・ベンダのアプリケーションのデバッグに使用されるソフトウェア・ソリューションです。

JTAG デバッガまたは ROM モニタデバッガ内に適切な OS アウェアネス・プラグインをロードできるため、開発者は、カーネルのタスクスイッチ、キューテーブルとセマフォテーブル、その他の OS 構造をテストできます。ターゲット・システム上の JTAG ハードウェア・コネクタは不要です。

すべてのデバッガは、共通の GUI を共有し、同じ基本機能を持っています。基本機能には以下のものがあります。

- **高度な C/C++ デバッグのサポート。** ブレークポイント、ローカル変数とメモリの表示、スクリプト言語の使用によるコードのステップスルーなど。
- Intel XScale® テクノロジー、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー、他のコプロセッサ・レジスタ、オンチップ・ペリフェラルを制御する**レジスタへの直接アクセス**。ビット・フィールド・エディタと、各レジスタのすべてのビット・フィールドの定義は、低水準ドライバの開発に特に有益です。
- **OS アウェアネス・プラグイン。** タスク、スレッド、その他の OS アクティビティの検査が行えます。
- バッチファイル用と自動検証用の**スクリプト作成のサポート**。夜間のデバッグが可能です。
- **実行トレースのサポート。** ブレークポイントの検出前に行われたコード実行履歴を表示します。

Windows* CE .NET 環境を利用するシステム開発者とアプリケーション開発者は、インテルのデバッグ・エクステンションを使用できます。この機能は、追加のデバッガ・ウィンドウによってソフトウェア開発ツールにシームレスに統合されます。

Microsoft* Windows* CE .NET と Windows* Mobile 2003 上で開発作業を行うシステムメーカーは、通常は Microsoft* Platform Builder* を使用してターゲット・プラットフォームの開発とデバッグを行い、JTAG または TCP/IP を介してターゲットと直接に通信します。インテルのデバッガは、Macraigor Raven* ツールと EPI JTAG ツール (EPI* から入手可能) を使用してターゲットにアクセスできる、eXDI デバッガ・エクステンションも提供します。

Microsoft* Windows* CE .NET と Windows* Mobile 2003 用のアプリケーションを開発しているソフトウェア・ベンダは、Microsoft* eMbedded Visual C++* を使用して、OEM または

ODMの機器上でアプリケーションの開発とデバッグを実行できます。eMbedded Visual C++は、当該機器上のIntel XScale® テクノロジ・ペリフェラル・レジスタに直接アクセスできるデバッグ・エクステンションを提供します。

ただし、これらのエクステンションを利用するには、OEM/ODMが、システムROMまたはフラッシュに、CE .NET 対応およびWindows* Mobile 2003 対応のインテル® BSPに含まれている3つのioctl関数を組み込む必要があります。ソフトウェア・ベンダが機器上でアプリケーションの開発と展示を行えるように、システム・デベロッパは機器のBSP内でこれらの関数を維持する必要があります。

インテル® XDB デバッガは、市販のターゲット機器上で開発を行うソフトウェア・ベンダのために、ROM モニタを介した通信もサポートしています。この機能は現時点ではPalm OS* でのみ利用可能です。Palm OS* の場合、ソフトウェア・ベンダがPalm OS* 機器上でアプリケーションのデバッグを実行できるように、システム・デベロッパはROM モニタを実装する必要があります。

インテル® ソフトウェア開発ツールは、以下のパッケージで提供されています。

- インテル® C++ コンパイラ (Platform Builder For Microsoft* Windows* CE .NET 用)
- インテル® C++ コンパイラ (Microsoft* eMbedded Visual C++ 用)
- インテル® C++ ソフトウェア開発ツール・スイート (Palm OS*, Symbian OS*, Nucleus OS, OS に依存しないシステム用)

インテルソフトウェア開発ツールについての詳細は、<http://www.intel.com/software/products/compilers/> (英語) を参照してください。

8. インテル® VTune™ パフォーマンス・アナライザ

インテル® VTune™ パフォーマンス・アナライザは、インテル・プロセッサ上で動作するソフトウェアの最適化を支援するツールです。インテル® PXA27x プロセッサなど、Intel XScale® テクノロジ・ベースのプロセッサに対応したインテル® VTune™ アナライザも用意されています。

インテル® VTune™ アナライザのリモート・コレクタ・コンポーネントは、ソフトウェアがプロセッサの機能を最大限利用することができるよう、パフォーマンス上の潜在的な問題を特定し、ソフトウェア改良のための推奨事例を示します。このツールは、ホスト/ターゲットの開発環境で使用します。パフォーマンス・データの収集は、Intel XScale® テクノロジを採用した開発システム上でデータコレクタを使って行います。そして、ホストシステム上のインテル® VTune™ パフォーマンス・アナライザ GUI を使い、インテル・アプリケーション・プロセッサ上で動作するソフトウェアをリモートで解析することができます。

インテル® VTune™ パフォーマンス・アナライザは、システムレベルからソースレベルにわたるパフォーマンス・データの解析に使用します。最初にサンプリングを行い、少ないオーバーヘッドで、ソフトウェアのパフォーマンスを極めて正確に表現したデータを取

集します。そしてプロセッサ内の性能モニタリング・ユニット (PMU) を使用して、すべてのプログラム・アクティビティをマイクロアーキテクチャ・レベルで解析します。

インテル® VTune™ パフォーマンス・アナライザは、プロセッサ・アーキテクチャに関する詳しい情報をもとに、起こり得るストールとレイテンシの問題について詳しい分析を行い、コードのパフォーマンス向上の手法を提案します。インテル® VTune™ パフォーマンス・アナライザは、インテル® PXA27x プロセッサを搭載したMicrosoft* Windows* 2003 Mobile Software ターゲットとLinux ターゲット用にベータ版が提供されています。

インテルでは、インテル® PCA プロセッサ用に、Windows* 2003 Mobile Software (Smartphone および Pocket PC) 対応の BSP を提供しています。インテル® VTune™ アナライザの機能は、この BSP に含まれています。ソフトウェア・ベンダがハンドヘルド機器/携帯電話内でインテル® VTune™ アナライザの機能を利用できるように、機器メーカは、以下の手順に従って、BSP 内でインテル® VTune™ アナライザのサポートを維持する必要があります。

Windows* 2003 Mobile Software ベースの機器:

- Microsoft* Windows* 2003 Mobile Software (Pocket PC および Smartphone) ベースのインテルの BSP 内でインテル® VTune™ アナライザの機能 (PMUDLL.dll) を維持する。

Linux ベースの機器:

- インテル® VTune™ アナライザ・デバイス・ドライバのソースを再構築し、ロード可能モジュールとしてバイナリをソフトウェア・ベンダに提供する。BSP の修正は不要です。

9. インテル® PCA デベロッパ・ネットワーク

インテル® PCA デベロッパ・ネットワークは、次世代のワイヤレス・インターネット・アプリケーションとクライアント機器の開発の迅速化に取り組むハードウェア/ソフトウェア開発者の世界的なコミュニティであり、現在6,000人以上の個人メンバー、3,500社の企業メンバー、750以上の利用可能なソリューションを擁します。

インテル® PCA デベロッパ・ネットワークは、以下の主な領域で、ワイヤレス機器メーカ、アプリケーション・デベロッパ、サービス・プロバイダを支援します。

- Intel XScale® テクノロジ・ベースのプロセッサのソフトウェア最適化手法
- 開発支援
- インテル® PCA ビルディング・ブロック用のツールとテクニカル・サポート
- マーケティング支援と共同マーケティングの機会
- ワイヤレス通信事業者向けソリューション
- ワイヤレス・エンタープライズ向けソリューション

今すぐ利用できるリソースとサポートについては、<http://www.intel.co.jp/jp/developer/pca/developernetwork/> を参照してください。

10. まとめ

この資料では、インテル® PXA27x プロセッサ・ベースのシステムとアプリケーションの最適化に利用できるツールと機能の使用法の概要を説明しました。インテル® PXA27x プロセッサ・ベースの機器とアプリケーションから最大限のバッテリー持続時間とパフォーマンスを実現する方法の詳細は、『Intel® PXA27x Processor Optimization Guide』を参照してください。なお、以下のテクノロジーをイネーブルにして使用してください。

- **オペレーティング・システム用ボード・サポート・パッケージ (BSP)**：インテルでは、Linux、Microsoft* Windows* Mobile for PocketPCs、Microsoft* Windows* Mobile for Smartphones、Microsoft* Windows* CE .NET、Palm OS*、Symbian OS* など、各種のオペレーティング・システム用の BSP を提供しています。これらの BSP には、インテル® PXA27x プロセッサ用の最新の最適化機能とドライバが含まれています。独自のモバイル機器向けにカスタマイズした BSP も簡単に作成できます。
- **インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー**：高度なマルチメディア命令セットにより、リッチなアプリケーションに必要な消費電力を最小限に抑えながら、インテル® PXA27x プロセッサ・ベースのクライアント上でデスクトップに匹敵するマルチメディア・パフォーマンスを実現できます。
- **ワイヤレス Intel SpeedStep® テクノロジー**：CPU の要求に基づいて、プロセッサのパワーとパフォーマンスを動的に調整できます。これにより、ワイヤレス・ハンドヘルド機器の大幅な省電力化が図れます。
- **インテル® クイック・キャプチャ・テクノロジー**：現在および将来のカメラ付き携帯電話/PDA の各種のカメラセンサから、動画や高画質の静止画像をキャプチャできる機能を提供します。

- **インテル® インテグレートッド・パフォーマンス・プリミティブ (インテル® IPP)**：最適化されたアプリケーションの開発を可能にするクロスプラットフォーム・ソフトウェア・ライブラリであり、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジーを利用してインテル® PXA27x プロセッサ上で最大限のパフォーマンスを発揮します。インテル® IPP についての詳細は、<http://www.intel.com/software/products/geo/jpn/ipp/> を参照してください。
- **インテル® ソフトウェア開発ツール (インテル® SDT)**：ソフトウェアの高速化を可能にする最適化コンパイラと、一連の精巧な高水準言語デバッガを提供します。詳細については、<http://www.intel.com/software/products/geo/jpn/compilers/> を参照してください。
- **インテル® VTune™ アナライザ**：アプリケーションのプロファイリングにより、アクティビティの集中する箇所を特定できます。チューニング・アシスタントが C/C++ コード・シーケンスやアセンブラ・シーケンスの最適化を支援します。詳細については、<http://www.intel.com/software/products/geo/jpn/VTune/> を参照してください。
- **インテル® PCA デベロッパ・ネットワーク**：すでに最適化されているサードパーティ各社のソフトウェア・アプリケーションに関する情報や、最適化ラボ、Q&A 形式のサポートを提供します。インテル® PCA デベロッパ・ネットワークは、1,000 社を超える企業メンバーと 3,000 種類以上のソフトウェア/ハードウェア・ソリューションを擁し、モバイル機器の開発に必要な付加価値ソリューションを見つけるお手伝いをします。詳細については、<http://www.intel.co.jp/jp/products/wireless/> を参照してください。

最適化の機会の詳細なチェックリストについては、付録 A のチェックリストを参照してください。ご不明な点は、御社担当のインテル社員またはインテルの販売代理店にお問い合わせください。

付録 A. 主なシステム最適化手法の概要

- 最適化に関する詳細は、『Intel® PXA27x Processor Developer Manual』(英語)と『Intel® PXA27x Processor Optimization Guide』(英語)を参照してください。
- 内部 SRAM を使用して省電力化とパフォーマンスの向上を図る。
- CCCR[A]=1、CLKCFG[B]=1 にセットして、メモリ・パフォーマンスを最大化する。
- バスアービタとパーキングを正しく設定する。
- 機器の BSP と OS がインテル® PXA27x プロセッサの有無を検出できることを確認する。
- インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー・コプロセッサが機器の BSP 内でイネーブルになっていることを確認する。
- インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー固有のレジスタの内容が、コンテキスト・スイッチと電力ステートの変更の前後で維持されるようにする。
- インテル® インテグレートッド・パフォーマンス・プリミティブを使用して、パフォーマンスを最適化したコーデックを開発する。
- インテル® グラフィックス・パフォーマンス・プリミティブを使用して、パフォーマンスを最適化した 3D パイプラインを開発する。
- インテル® クイック・キャプチャ・インターフェイスを使用して、カメラとのインターフェイスを簡単にとれるようにする。
- オーバーレイ 2 を使用して、ハードウェアによるカラー変換を実行する。
- ワイヤレス Intel SpeedStep® パワー・マネージャ・ソフトウェアを機器の BSP に移植する。
- アプリケーション内でワイヤレス Intel SpeedStep® パワー・マネージャのアプリケーション API を使用して、消費電力を調整する。
- インテル® ソフトウェア開発ツール (Intel C/C++ コンパイラ) を使用して、インテル® ワイヤレス MMX® テクノロジー対応アプリケーションを構築する。
- インテル® XDB デバッガを使用して、アプリケーションのデバッグを実行する。
- Microsoft* Windows* CE.NET、Microsoft* Windows* Mobile 2003* for Pocket PC、Microsoft* Windows* Mobile 2003* for Smartphone ベースの機器を開発するメーカー：インテル® XDB デバッガと互換性のある ioctl() 関数を機器のシステムに組み込み、Microsoft* eMbedded Visual C++ を使用して直接デバッグを実行できるようにする。
- Palm OS* ベースの機器を開発するメーカー：インテル® XDB デバッガと互換性のある ROM モニタを機器のシステムに組み込み、デバッグを実行できるようにする。
- インテル® VTune™ パフォーマンス・アナライザを使用して、アプリケーションのプロファイリングと最適化を行う。
- Microsoft* Windows* CE .NET、Microsoft* Windows* Mobile 2003 for Pocket PC、Microsoft* Windows* Mobile 2003 for Smartphone ベースの機器を開発するメーカー：ソフトウェア・ベンダがインテル® VTune™ アナライザを使用して機器に合わせてアプリケーションを調整できるように、開発した機器内でインテル® VTune™ アナライザ・ライブラリ (PMUDLL.dll) を維持する。
- Linux ベースの機器を開発するメーカー：インテル® VTune™ アナライザ・デバイス・ドライバのソースを再構築し、ロード可能モジュールとしてバイナリをソフトウェア・ベンダに提供する。BSP の修正は不要。

詳細は、インテルの Web サイト <http://www.intel.co.jp/jp/developer/> をご覧ください。

本書に掲載の性能に関するテストや評価は、一定のコンピュータ・システム、コンポーネント、またはそれらを組み合わせて行ったものであり、このテストによるインテル製品の性能の概算の値を表しているものです。システム・ハードウェア、ソフトウェアの設計、構成等の違いにより、実際の性能は本サイトの性能テストや評価とは異なる場合があります。システムやコンポーネントの購入を検討される場合は、ほかの情報も参考にして、パフォーマンスを総合的に評価することをお勧めします。インテル製品の性能評価についてさらに詳しい情報をお知りになりたい場合は、<http://www.intel.com/performance/resources/limits.htm> (英語) を参照いただくか、1-800-628-8686 または 1-916-356-3104 (アメリカ合衆国) までご連絡ください。

インテル株式会社

〒300-2635 茨城県つくば市東光台5-6
<http://www.intel.co.jp/>

Intel、インテル、Intel ロゴ、Intel SpeedStep、Intel XScale、MMX、Pentium、VTune は、アメリカ合衆国およびその他の国における Intel Corporation またはその子会社の商標または登録商標です。

* その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。

© 2004-2005 Intel Corporation. 無断での引用・転載を禁じます。
2005年7月

