

車載用画像認識プロセッサIMAPCAR

細田 寛人

要 旨

IMAPCARは、車載画像認識を行う上での機能・性能、品質、信頼性を備えた動画像認識プロセッサです。NECメディア情報研究所の研究成果である“多数のプロセッサが並列動作するIMAPアーキテクチャ”を基に、NECエレクトロニクスが車載品として製品化しました。昨今の自動車の安全に対する意識の高まりとともに、自動車の目として大きな期待を寄せられるデバイスです。

キーワード

●動画像認識 ●並列プロセッサ ●SIMD ●VLIW ●拡張C言語
●GUI デバッガ ●車載品質 ●高信頼性 ●同期SRAM

1. まえがき

昨今、社会の自動車の安全に対する意識が高まっており、特に「自動車の目」としての車載画像認識による安全装置が注目されています。自動車における画像認識は、その性格上、リアルタイム性が強く求められるため、画像認識処理を行うデバイスには高い処理性能が求められます。と同時に、組み込み機器であるがゆえの低消費電力、車載品としての品質、高信頼性も必要不可欠な要素です。

IMAPCAR(写真)は、128個のプロセッサエレメント(PE)を並列動作させることにより、高い処理性能と同時に低消費電力を実現し、車載画像認識の要求に応えるプロセッサです。

2. 開発の経緯

IMAPCARの開発は、NECメディア情報研究所における画像処理用並列プロセッサの研究に端を発しています。

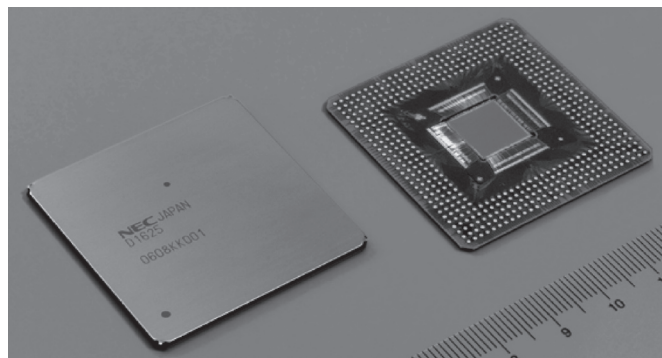


写真 IMAPCAR

NECメディア情報研究所(以下、研究所)は、1990年、メモリ集積型プロセッサアレイによる並列アーキテクチャを提案し、その翌年には「IMAP-1」として基本アーキテクチャを確立、有効性の実証を行っています。IMAP-1のPE数は8個で、64個のチップを使ってピーク性能は12.8GOPS(Giga Operation Per Second: 1秒間に実行できる演算数)を実現しました。その後32PEのIMAP-Vision、さらにIMAPCARの原型となる、128PEを擁し、ピーク性能も50GOPSのIMAP-CEへと進化を遂げます(図1)。

自動車システム事業部では、IMAP-CEの技術を研究所から引き継いで、周辺機能の追加、車載品質、高信頼性の実現を行い、128PE、100GOPSのIMAPCARとして製品化、2006年から量産を開始しました。そして2006年9月には、IMAPCARを搭載した車両が発売されました。

3. IMAPアーキテクチャ

IMAPアーキテクチャは、その高い並列性により大量のデー

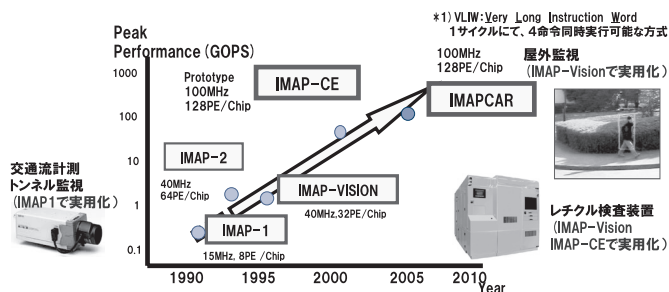


図1 IMAPの進化

タを同時一括処理することで、高い処理性能を実現しています。また、並列処理により性能を高められるため、動作周波数は100MHzと比較的低い値に抑えることができ、低消費電力化にも大きく貢献しています。

IMAPアーキテクチャの特徴を簡単にまとめると以下のようになります。

- ① 128個のPEによるSIMD(Single Instruction Multiple Data)演算
- ② 各PEは、1サイクルで4命令が同時実行可能な4way VLIW (Very Long Instruction Word)方式。
- ③ 各PEごとに独立したRAMを内蔵

特に、128個のPEによるSIMD演算は、画像処理を高速に行うための有効な方法であり、IMAPの高性能の中心をなしています。

従来の高性能プロセッサなどで画像処理を行う方式では、画素データを順次メモリから読み出し(ラスタスキャン)、画素ごとに演算を行います(図2)。

一方、IMAPのSIMD演算で処理した場合は、128個のPEが1

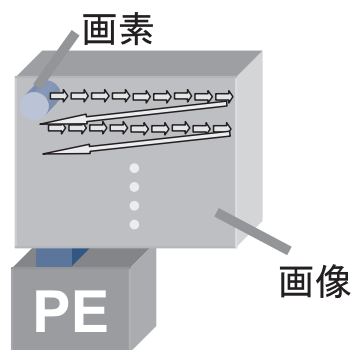


図2 従来の処理イメージ

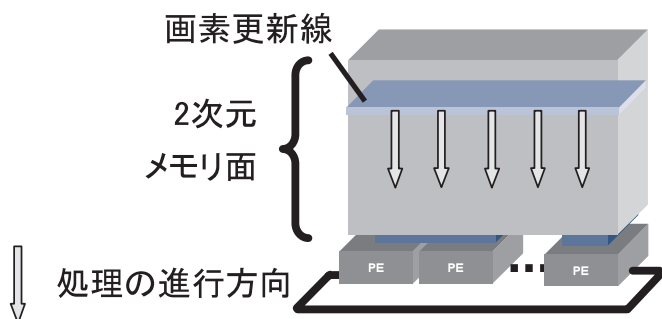


図3 IMAPのSIMDでの処理イメージ

ラインの画素への演算処理を同時並列に行います(図3)。従来型の点単位で処理を行う方式に対して、図3の"画素更新線"と示された線上のデータを一括で処理するため、処理ループが劇的に削減され、高速な処理が可能になります。

一般に画像処理は、すべての画素に対して同じ演算を施す、という処理が多いという特徴を有しています。IMAPアーキテクチャはそのような画像処理の特徴を生かしたSIMD演算を行うことにより、高速処理を実現しているのです。

4. IMAPCAR製品の特徴

4.1 デバイスの特徴

IMAPCARは、IMAPアーキテクチャの高い処理性能を生かし、車載用プロセッサとしての機能、品質、信頼性を付加した製品です。

本製品のシステムブロック図を図4に、概略仕様を表に示します。

IMAPCAR製品の特徴は次のとおりです。

- ① 100GOPSの処理性能(@ 100MHz動作時)
- ② 2W以下の低消費電力
- ③ 車載対応(温度、品質、信頼性)
- ④ すべてソフトウェア処理による高い柔軟性、拡張性

その高性能はIMAP-CEから受け継いでいますが、PE内部の演算器の一部を8bitから16bitに変更することにより、さらに性能のアップ(50GOPS→100GOPS)を図っています。

車載品として製品化するためには、-40~+85°Cの温度拡張への対応はもちろんのこと、品質面を徹底的に高めています。その一例として、① 設計バグ混入をゼロにするために検証率

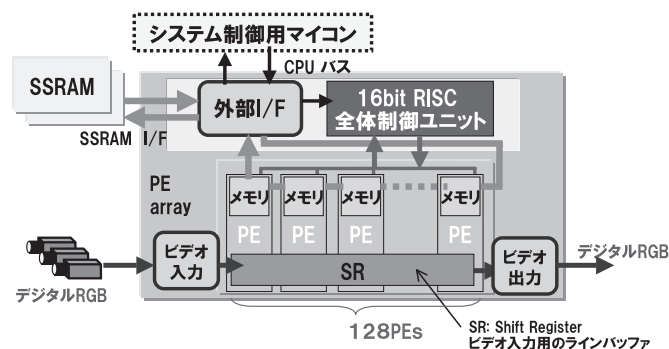


図4 IMAPシステムブロック図

車載用画像認識プロセッサIMAPCAR

表 概略仕様

	IMAPCAR	IMAP/SSRAM
パッケージ	500pin ABGA	100pin QFP
動作周波数	100MHz(max:内部、暫定)	100MHz(max、暫定)
プロセッサ数	1(CP)+128(PE)	—
汎用レジスタ数	16bit x 26本 x 1CP 8bit x 28本 x 128PE	—
命令実行サイクル	1サイクル	—
メモリ	命令・キャッシュ 32KB データ・キャッシュ 2KB スタックメモリ 4KB 画像RAM 256KB	1MB ECC対応領域 256KB パリティ対応領域 768KB
電源電圧	1.2V±0.15V(内部) 3.3V±0.3V(外部)	1.2V±0.15V(内部) 3.3V±0.3V(外部)
主な機能	・画像データ入出力機能 (8bitx2ch/8bitx3ch) ・ホストI/F機能(20MHz) ・メモリI/F機能 (100MHz/64MB) ・割込み機能 (画像6ch・汎用3ch・ホ スト1ch)	・エラー検出機能 ECC機能 (256KB 1bit補正・2bit 検出) パリティ機能 (768KB 1bit検出)
動作周囲温度	-40~+85°C	-40~+85°C

(カバレッジ)を100%とすること、② 出荷検査で不良品流出をゼロにするために故障検出率を100%にすること、③ 生産工場、品質管理部門が一体となった製造プロセスの管理、などの実施により、車載品に求められる品質を十分に満たした製品を提供しています。

また、システムとしての信頼性を高めるために、専用のメモリ(SSRAM)も車載製品として同時開発を行っています。エラー訂正・検出機能(ECC、Parity)を備え、車載製品として要求される高い信頼性に応えています。

IMAPCARは、その高性能・高品質・高信頼性もさることながら、すべての処理がソフトウェアで行われる(特別な画像処理のための回路は持たない)ため、柔軟性、拡張性に極めて優れています。画像認識処理は、認識対象や対象物周辺環境の多様さゆえに、必要な認識精度を得るためのチューニ

ングを製品化のぎりぎりまで行うケースが多くなります。修正・変更が容易なソフトウェアでの処理は、そのような対応に最適です。また、将来的な機能追加、精度向上などにも、同じハードウェアを使っているながら対応していくことが可能で、お客様のTime to Marketに貢献します。

4.2 アプリケーション開発のソリューション

NECエレクトロニクスとしては、IMAPCARというデバイス販売する、というのが基本的なミッションですが、画像処理・認識、並列処理という特殊な分野であるということから、アプリケーション開発のためのソリューションも提供していきます。

その1つとして、画像処理アプリケーション開発の容易化のため、画像処理・並列処理に関するソフトウェア部品のライブラリ化を進めています。これが実現すると、ライブラリ群のなかから必要な処理部品を選択して組み合わせるだけで所望の画像処理・認識アプリケーションを構築することが可能となり、お客様のアプリケーション開発を強力にバックアップすることができます。

また、お客様のアプリケーション開発のサポートとして、PC上で開発した顧客アルゴリズムをIMAPCAR上で実行した場合の処理性能見積もりや、PC上からIMAPCAR上へのアプリケーションの移行のお手伝い。さらに、研究所での長年の画像処理・認識の研究成果に基づいたアルゴリズムからの提供により、お客様のやりたいことを実現するアプリケーションの開発も行っています。

IMAPCARは、デバイスのみならず、お客様の求める画像処理・認識のソフトウェアまでを含めたソリューションの提供を行っています。

5. 開発環境

IMAPCARの画像処理はすべてソフトウェアで行われます。アプリケーションは1DC(One Dimensional C)というIMAPの並列処理を記述するために拡張されたC言語を用いて記述し、専用のコンパイラにより実行ファイルを生成します。

開発環境としては、GUIを備えた専用デバッガとしてSDBIMAP(図5)を準備しており、画像認識処理アプリケーションの開発をサポートします。

これら開発環境、ツールも、車載製品開発用ということで十分な評価のもと、品質を高めた製品として提供しています。

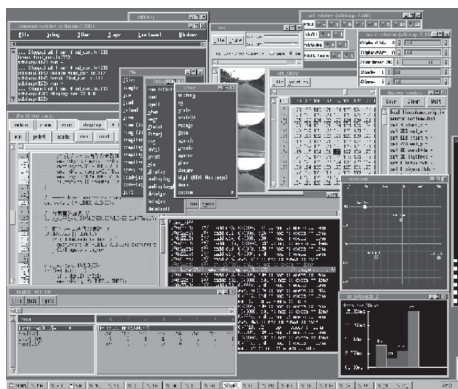


図5 SDBIMAP画面

6. IMAPCARの適用

IMAPCARは、実用化が進む車載画像認識応用機器の認識エンジンとして搭載されます。

具体的には、以下のような応用が考えられます。

- ・道路の白線認識: 車線維持システム、ナビ精度補完など
- ・前方、後方車両認識: オートクルージングシステムなど
- ・歩行者認識: プリクラッシュセーフティシステムなど
- ・信号、標識認識: ドライビングサポートシステムなど

IMAPCARの処理はソフトウェアによって実現するため、上記の他にもソフトウェアの変更により様々な対象物の認識(図6)に用いることができ、様々なシステムでの利用が可能です。

現在のところは、先行して要求のある車載用途向けとしていますが、車載以外でも、動画像認識を必要とするすべてのシステムにおいてその力を発揮することができます。

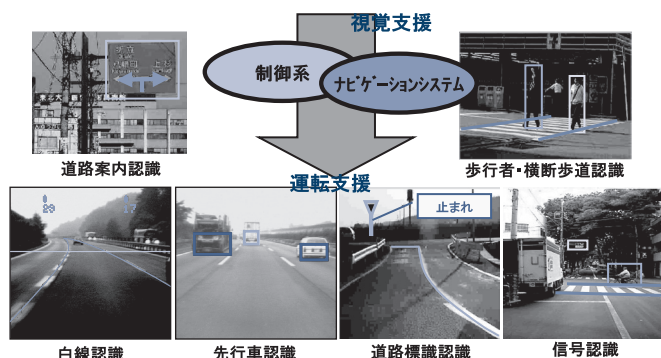


図6 画像認識の例

7. 将来展開

自動車での画像認識処理への性能要求は非常に高く、今後、認識対象や対象物周辺環境の複雑性が増すに従い、さらに高まっていくことが予想されます。

そのため、IMAPCARをベースとしながら、IMAPコアに様々な工夫を加えて、さらなる高性能・高機能化を図った次世代プロセッサIMAPCAR2への進化を計画しています。IMAPCAR2は、2010年以降に要求される性能、メモリ容量を備え、機器の小型化への対応も図った製品となる予定です。

そしてさらに、ローエンドからハイエンドまですべての自動車に、様々な目的に応じてIMAPが搭載されるようになるために、IMAPCARシリーズとして最適なソリューションを提供すべく品種展開を進めていきます。

8. むすび

「2015年までに交通事故死亡者を半減(5000人)させる」という日本政府の宣言とともに、自動車メーカー、部品メーカーが一体となって自動車の安全の実現に取り組んでいます。そのなかで、IMAPCARは自動車の目として、危険の察知、状況の認識を行うという面から貢献しています。すべての自動車にIMAPCARを使った安全装置が搭載され、交通事故がゼロになる日をめざし、今後もよりよい製品の開発、ソリューションの提供に取り組んでいきます。

執筆者プロフィール

細田 寛人
NECエレクトロニクス
第四システム事業本部
自動車システム事業部
シニアシステムインテグレーター

●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL: <http://www.necel.com/ja/solutions/applications/auto/imapcar/index.html>