

寺尾 隆宏
TERAO Takahiro

富永 芳章
TOMINAGA Yoshiaki

神田 智宏
KANDA Tomohiro

RISC プロセッサや DSP 上で、ソフトウェアにより製品の主要な機能要素を実現する手法が“ミドルウェア技術”と呼ばれ、ソフトウェア開発環境の重要な位置を占めるようになってきている。その範囲は、主に広範な製品に使用される国際的なマルチメディア規格処理や、ヒューマンインタフェース、通信および PC のインタフェースである。当社ではこれらの基礎研究・開発を一貫して進めてきており、その成果を各種製品に使用するとともに、汎(はん)用 RISC プロセッサ TX シリーズ用のミドルウェアとして製品化を順次進めてきた。今後も、CPU の高性能化に合わせさらに広範な製品の展開を進めていく予定である。

The method that realizes components of products by software on a RISC processor or digital signal processor (DSP) is referred to as middleware technology. Middleware technology is becoming more important as an intellectual property (IP) in the software development environment. It is mainly applied to functions of the international multimedia standards used in many products, human interfaces, and telecommunication-PC interfaces.

Toshiba has been conducting research and development in these fields, and has applied the results to its products. We have also released middleware products for the TX series RISC processors, and plan to release a wider product lineup as CPU performance is increasing.

1 まえがき

RISC プロセッサの高速化と低価格化により、これまで専用 IC や ASIC などのハードウェアで実現していた機能を RISC プロセッサによりソフトウェアで実現する製品が増えている。ソフトウェア化によるメリットには、ハードウェアの削減、共通化による開発期間の短縮、機能追加変更の簡略化、コストダウンなどが挙げられる。

同時に、マルチメディア用の世界的な規格に基づく大規模ライブラリは、各種の製品に共通で使用されることが多く、また複雑になってきており、独自で開発するよりもソフトウェア製品を購入して使用することが一般化してきている。当社においても、従来から各種製品に使用してきた技術を汎用 RISC プロセッサ TX シリーズ用に展開し“ミドルウェア”として販売を開始している。

ここでは、これらの製品を紹介しながら、当社の取組みについて述べる。

2 マルチメディア信号処理

画像・音声処理は、画像では国際規格に基づく静止画、動画の圧縮/伸長処理、音声では電話やオーディオデータの圧縮/伸長処理があり、特に音声はリアルタイム処理可能なことが重要な要件となる。図1に、主なマルチメディア処理に必要な CPU のパフォーマンスを示す。○内は、該当規格の通称を示す。

CPU 負荷見積もり (ミドルウェアが消費する演算リソース)

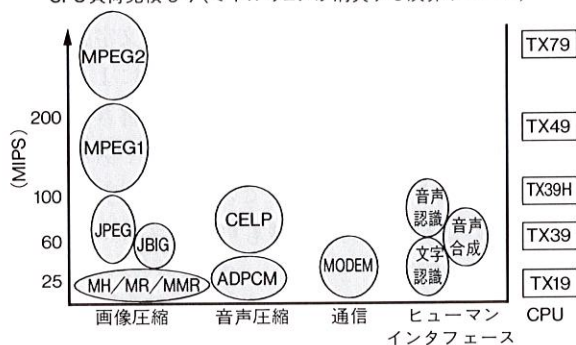


図1. ミドルウェアの CPU 要求性能 それぞれのミドルウェアを動作させるときに必要な CPU の能力をまとめた図で、上に行くほど高速な処理であることを示している。

CPU performance required by middleware

2.1 画像処理

2.1.1 静止画 静止画像の圧縮/伸長処理では、連続階調画像(フルカラー対応)の処理規格(JPEG), 2値画像の処理規格(JBIG), FAX用の処理規格(MH/MR/MMR)などが開発済みで、TXシリーズ上で動作可能である。これらの処理は、急速に発展してきたコピー、FAX、プリンタ複合機などで使用されることが多く、専用のハードウェアで実現されている製品も多いが、今後、多くがソフトウェア処理に置き換わっていくと予測される。

すでに製品化されている JPEG ミドルウェアのスペックを参考に示す。

プログラムサイズ 合計 17 K バイト
 最小ワークエリア 5 K バイト
 テストデータ環境
 画像サイズ VGA(640×480 pixel),
 色データ条件 Y:Cb:Cr=4:1:1, 圧縮率 1/10
 TX 39@70 MHz エンコードタイム 0.6 s

2.1.2 動画処理 動画の圧縮/伸長処理では、カラー動画処理規格(MPEG 1, 2, 4)のミドルウェア化を計画
 中である。すでに、ハイエンド PC では MPEG 2 のデ
 コードもソフトウェア化されるレベルにあるが、TX シリ
 ーズにおいても近い将来同等の機能の実現を
 目指している。

2.2 音声処理

音声処理では、適応差分パルス符号変調(ADPCM)の開
 発が完了しており、携帯電話などで使用されている接合構
 造型代数符号励振リニア予測符号化(CS-ACELP)につい
 てもミドルウェア化を検討している。

3 ヒューマンインタフェース

3.1 手書き文字認識

携帯電話、PDA などの携帯機器用途を中心に、文字入
 力をペンで行う手書き文字認識は、各種の当社製品に実装
 されているが、この基本技術を基に手書き文字認識の製品
 化を図った。特長は、当社独自の認識方式により崩し字に
 も高い認識率を実現していることである。書き漏らしの加
 筆などの書き順の変動にも標準で対応可能である。文字数
 は、現在の日本人が通常使用している範囲の文字はすべて
 カバーしているが、個別の増減も可能である。

実装例 JIS 第 1, 2 水準 3,013 文字
 非漢字 330 文字

3.2 音声認識

近年、カーナビゲーション用途を中心に急速にコンシュー
 ーマ製品に実用化され始めている。当社は、PC に標準で
 独自開発の音声認識ソフトウェアを実装しているが、この
 基本技術を基に、よりコンパクト化を図って TX 39 上で
 音声認識を実現している。図 2 に基本アルゴリズムを示す。

特長としては、次のようなものが挙げられる。

- (1) 当社独自の雑音抑圧、雑音適応技術による高い耐雑音性能により、自動車内などの雑音環境下でも安定した認識が得られる。
- (2) 話者登録が不要で、不特定話者の単語をリアルタイムに認識できる。
- (3) 読みをテキストで登録できる。

一方、福祉機器、家庭電化製品、携帯電話などでは、認
 識単語数はさほど必要ないが、安価で携帯可能な CPU
 (DSP)による音声認識の需要が高まっている。こうした
 ニーズに対応するため、さらにコンパクト化を図った製品

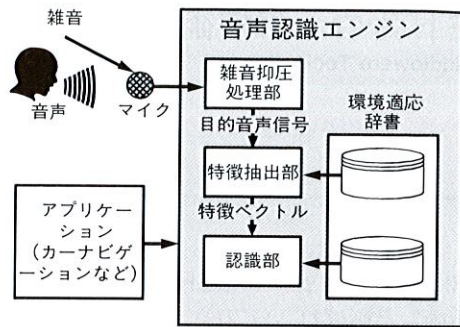


図 2. 音声認識アルゴリズム 音声認識ミドルウェアは、人間の声を理解し、準備した項目リストからもっとも近いものを選び出す。
 Algorithm for speech recognition

の開発を進めている。

3.3 音声合成

音声合成は、従来は ADPCM を使用して、録音された細かな文節をつなぎ合わせて、文章を発声させる方式が多
 用されてきた。しかし、新出単語の録音の煩雑さなどから、
 漢字かな混じり文を自動的に理解し、高音質で自然な韻律
 の合成音を発声させる「テキストからの音声合成」が脚光
 を浴びるようになった。一般に女性の声の合成は難しいと
 されているが、当社の音声合成ミドルウェアは高い評価を
 得ている。図 3 に基本アルゴリズムを示す。

主な特長は次のとおりである。

- (1) 任意の日本語かな漢字テキストの読上げが可能
- (2) 声質(男/女)、抑揚、読上げスピードなどの調整が可能
- (3) 特殊文字、代表的な英単語の読上げが可能
- (4) LPC(線形予測符号)分析残差駆動方式による、明瞭(りょう)な合成音

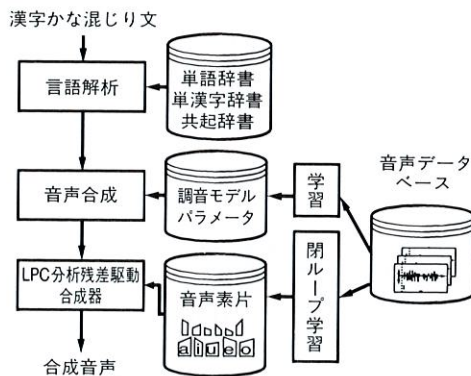


図 3. 音声合成アルゴリズム 音声合成ミドルウェアは、漢字かな混じり文を変換し、流暢(ちょう)な日本語にしてスピーカから発声する。
 Algorithm for text-to-speech (TTS)

4 通信およびPC インタフェース

通信用ミドルウェアとしてはソフトウェアモデム、IEEE 1394, IrDA (Infrared Data Association), USB (Universal Serial Bus)を、PC インタフェース用ミドルウェアとしては、TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol), DOS ファイルシステム、PCMCIA(PC Memory Card International Association)を用意している。

4.1 ソフトウェアモデム

ソフトウェアモデム(以下、ソフトモデムと略記)は、従来ハードウェアで実現していたモデム機能をプログラムで実現したミドルウェアである。ソフトモデムはDSPなど、特定のハードウェアに依存しない構成となっているため、多様なハードウェア構成に対応できる。

ソフトモデムが行う処理は次のものである。

- (1) AT コマンドの処理
- (2) データの変調・復調

ソフトモデムの回線への入出力はデジタルデータである。アナログデータとの変換デバイスが外付け回路として必要となる。

ソフトモデムが提供する機能は次のとおりである。

- (1) データモデム機能 ~V.32 ter(19.2 kbps), V.34, V.90
- (2) FAX モデム機能 ~V.17(14.4 kbps)
- (3) データリンク層機能
- (4) その他 ダイアリングおよびトーン検出機能, ほか

なお、国別の電話回線仕様に対応するために必要なパラメータほかの設定を行う機能が実装されている。

性能としては、次のハードウェア上で、通信速度 33.6 kbps(V.34)が実現されている。この状態で、ソフトモデムの平均CPU占有率は50%弱となっている。

- (1) CPU TX 3912(75 MHz 動作)以上
- (2) メモリ コード 400 K バイト, ワーク領域 64 K バイト
- (3) その他 アナログフロントエンド(TC 35143 F)

この値は、ソフトモデム動作中においても他のアプリケーションを動作するための余力をCPUがもっていることを示している。ソフトモデムの搭載により、ハードウェアの削減ができることから、バッテリー駆動など低消費電力を必要とする分野などでの利用が進むものと期待される。

4.2 IEEE 1394

IEEE 1394 は PC/AV 分野でマルチメディアデータのリアルタイム伝送を実現できる高速のシリアルバス規格である。図4にIEEE 1394の構成を示す。ミドルウェアとしては、応用独立なIEEE 1394部、プリンタ用プロトコルとして有力なSBP-2(Serial Bus Protocol 2)、各種AV

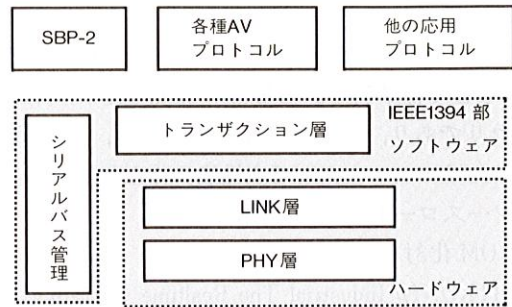


図4. IEEE 1394 の構成 IEEE 1394 のソフトウェアは応用独立なIEEE 1394部と各種応用プロトコル群から構成される。

IEEE 1394 architecture

プロトコルなどを用意している。IEEE 1394部はアイソクロナス転送、アシンクロナス転送の両方をサポートし、各種のLINKハードウェアに柔軟に対応できる構成としている。また、ハードウェアIPとの連携により、応用システム構築に最適なハードウェア/ソフトウェア分担を選ぶことができる。このほか、サンプルプログラムの提供、ユーザー要求に対する技術支援とAPIのカスタマイズなど、応用システム開発に必要なサポートも行っている。

4.3 IrDA

IrDAはノートPC、携帯情報端末などの搭載が進んでいる赤外線通信規格である。IrDAは下位のドライバから上位の応用プロトコルまで多数のプロトコルから構成されるが、下位レベルのIrLAP(Ir Link Access Protocol), IrLMP(Ir Link Management Protocol), IAS(Information Access Services), Tiny TP(Transport Protocol), IrLPT(Ir Line Printer)などは標準として提供し、上位のIrOBEX(Ir Object Exchange), IrCOMM(Ir Communications protocol), IrTran-P(Ir Transfer Picture specification), IrMC(Ir Mobile Communications)などはオプションとして提供している。また、ソース/バイナリのどちらでも提供でき、ユーザーの各種ニーズに対応している。

4.4 USB

USBはPCと周辺機器を結ぶシリアルバス規格である。USBはホスト、デバイス、ハブから構成され、アプリケーションに依存したソフトウェアはホストとハブに必要なになる。ホスト側のソフトウェアはWindows^{®(E1)}98などのOSで提供されるが、周辺機器の種類によっては、一部周辺機器側で用意が必要な場合もある。したがって、USBドライバとしてはホスト、デバイスを含めて周辺機器ごとに用意している。これまでに、プリンタ用ドライバ、モニタ用ドライバなどを開発しており、このほか多くの周辺機器に対しても整備を進めている。

(注1) Windowsは、Microsoft社の商標。

4.5 PC用インタフェース

TCP/IP, DOS ファイルシステム, PCMCIA ドライバは, PCなどで標準的である機能を実現したソフトウェアライブラリであり, 次のような特長をもち, MPU 組込みシステム向けにコンパクトで高性能に作られている。

- (1) ソースコード提供(C言語)
- (2) ROM化対応
- (3) μ TRON(μ Industrial The Realtime Operating system Nucleus)仕様準拠 OS(UDEOS[®]/r 39)に対応

また, それぞれのライブラリは, 動作実績のあるサンプルドライバが付属し, 機器を開発するユーザーのターゲットへのポーティングが容易になるよう, ソースファイルやマニュアルがくふうされている。

さらに, 評価用のプラットフォームとして評価ボード(JMR-TX 3904^(注2))も提供しており(図5), 機器開発ユーザーはハードウェア完成前にこれらのIPを活用したアプリケーションを先行開発することができる。

以下に, 各ライブラリの特長を述べる。

4.5.1 TCP/IP(製品名:NetNucleus^(注3)) Ethernet^(注4)に接続するための標準プロトコル, TCP/IPに対応しており, ユーザーは, オフィス, 工場などでネットワークに接続する機器のソフトウェア開発に活用できる。APIは標準的なソケットインタフェースをサポートし, プロトコルはTCP, UDP(User Datagram Protocol), ICMP(Internet

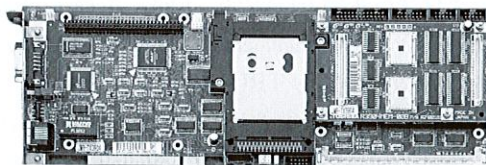
Control Message Protocol), IP, ARP(Address Resolution Protocol), RARP(Reverse ARP)と基本的なものはすべて対応している。

NetNucleusTMは, 通信性能, 信頼性を重視した組込み機器に適した構造になっている。また, PPP(Point to Point Protocol), ダイヤルアップも用意されており, モデム, TA(Terminal Adapter)などを使用して公衆回線経由でインターネットなどに接続もできる。

4.5.2 DOSファイルシステム(製品名:FiLDOS^(注5))

MS-DOS^(注6)互換ファイルシステムを利用するためのライブラリで, ハードディスクやメモリカードに対するデータの保管ができる。MS-DOS 6.xx互換のファイルフォーマットをサポートしており, PCとの大量データ(システムのログなど)の交換などに活用できる。また, 入出力の高速化のためキャッシュなどをサポートしている。さらに, POSIX(Portable Operating System for UNIX^(注7))などの標準インタフェース対応なども計画している。

4.5.3 PCMCIA(PCカード)ドライバ(製品名:DrivePcc^(注8)) PCカードのホスト側コントローラ用のPC Card Standard準拠ドライバで, PC用に販売されている種々のカード利用ができる。ユーザーは機器にPCカードインタフェースを設けることで, ハードウェアの機能拡張/変更を容易に行うことができる。例えば, NetNucleusとLANカードの組合せでネットワーク対応が, FiLDOSTMとメモリカードの組合せでDOSファイルシステムが実現できる。



(a)表面(メモリ, PCカードなどを搭載)



(b)裏面(CPU, コントロールICなどを搭載)

図5. JMR-TX3904ボード 32ビット RISCチップTX3904を搭載した評価ボード。PCI, ISA, PCカードスロットなど多種のインタフェースに対応できる。

JMR-TX 3904 board

(注2), (注3), (注5), (注8) JMR-TX3904, NetNucleus, FiLDOS, DrivePccは, 東芝情報システム(株)により製品化したもの。

(注4) Ethernetは, 富士ゼロックス(株)の商標。

(注6) MS-DOSは, Microsoft社の商標。

(注7) UNIXは, X/Openカンパニーリミテッドがライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標。

4 あとがき

ミドルウェア技術は, 非常に広範囲でますますその対象範囲は広がる方向にあるが, TXシリーズのコア技術の一つとして今後とも注力していく計画である。



寺尾 隆宏 TERAO Takahiro

情報・通信システム技術研究所 COS 開発センター主務。MPU 組込み機器向けソフトウェアライブラリの開発に従事。

Computer On Silicon Development Center



富永 芳章 TOMINAGA Yoshiaki

情報・通信システム技術研究所 COS 開発センター主務。MPU 組込み機器向けソフトウェアライブラリの開発に従事。情報処理学会会員。

Computer On Silicon Development Center



神田 智宏 KANDA Tomohiro

情報・通信システム技術研究所 COS 開発センター。MPU 組込み機器向けソフトウェアライブラリの開発に従事。情報処理学会会員。

Computer On Silicon Development Center