

無線ネットワーク装置

Equipment for Radio Network System

あらまし

W-CDMAシステムでは音声サービスにとどまらず、高速データ通信や画像通信などの多様なサービスを扱う、マルチメディア通信サービスの収容が求められている。

これらに対応するため、無線ネットワーク装置では多様なサービスの効率的な収容のためにATM(非同期転送モード: Asynchronous transfer mode)を、通信の高品質化のためにダイバーシチハンドオーバーなどの技術を取り入れている。

本稿では、装置の機能概要、ハードウェア・ソフトウェア技術の特徴について述べる。

Abstract

To manage not only voice-call services but also high bit rate data transmission and video communication, the W-CDMA system is required to accommodate multimedia communication services.

To meet these requirements, the equipment for the Radio Network System (RNS) adopts technologies such as asynchronous transfer mode (ATM) for handling various services and diversity handover for high-quality communication.

This paper outlines the functions of this equipment and describes the features of its hardware and software technologies.



斎藤 宏行 (さいとう ひろゆき)

移動・ワイヤレスシステム開発統括部第二開発部 所属
現在、無線通信制御装置、移動通信制御装置の開発に従事。



熊谷 智憲 (くまがい とものり)

移動・ワイヤレスシステム開発統括部第二開発部 所属
現在、移動通信制御装置の開発に従事。



園部 敬 (そのべ たかし)

移動・ワイヤレスシステム開発統括部第二開発部 所属
現在、移動通信制御装置の開発に従事。

まえがき

W-CDMA(Wideband-Code Division Multiple Access)システムは、移動通信サービスのグローバル化・マルチメディア化への対応、および無線周波数資源の有効利用を目的に2001年のサービス開始を目指し、現在、商用試作装置を開発中である。

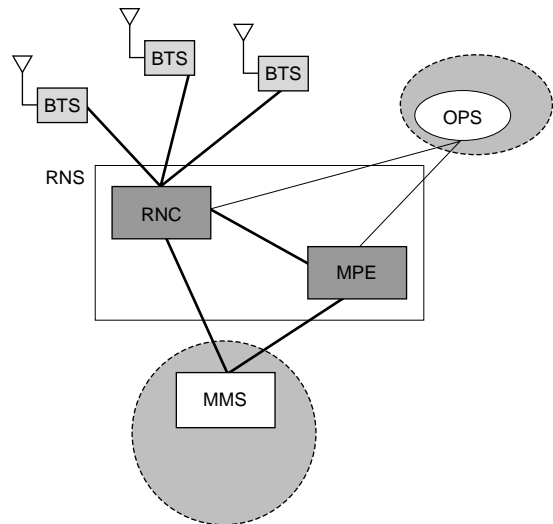
富士通では、W-CDMA実験装置の段階よりNTT DoCoMo向けに無線ネットワーク装置(以下、RNS: Radio Network System)の開発を行ってきた。本稿ではそれらの成果を踏まえて、RNSを構成する無線ネットワーク制御装置(以下、RNC: Radio Network Controller)、マルチメディア信号処理装置(以下、MPE: Multimedia Processing Equipment)について各装置の概要、および装置に適用されるハードウェア・ソフトウェア技術の特徴について述べる。

RNS装置の概要

RNSは、図-1に示すようにRNC、およびMPEより構成される。

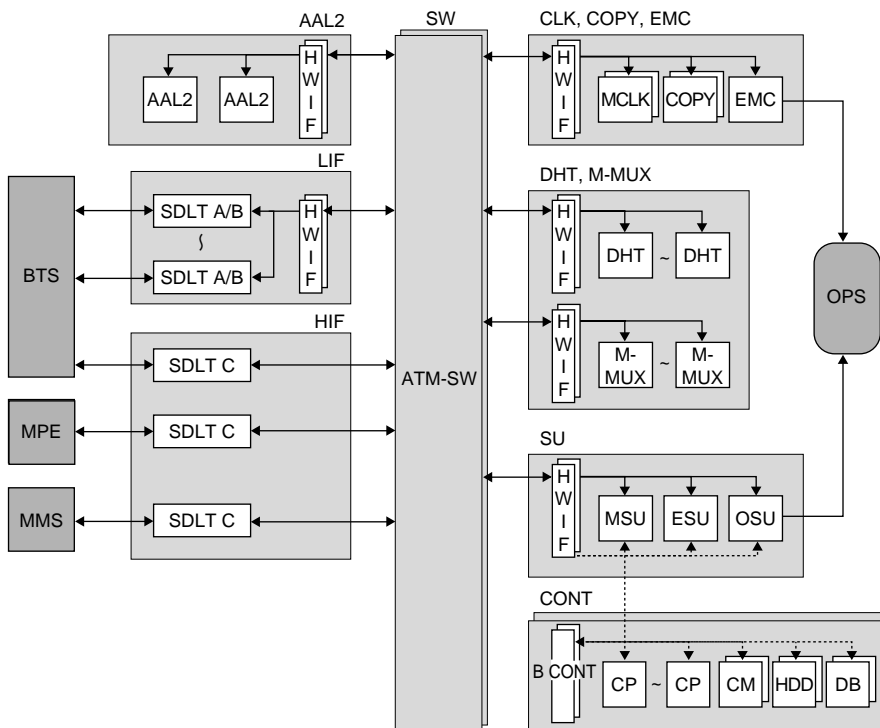
RNCは複数の無線基地局装置(以下、BTS)を制御し、発着信接続制御、終話制御、およびダイバーシチハンドオーバー制御(同一移動機から複数BTSを経由して送られてくる信号の選択合成処理や複数BTSへの複製分配処理な

ど)を行う。本装置は図-2に示すようにATM-SW部(ATMスイッチ部)を介して各機能ブロックをビルディングブロックで積み上げる方式を採用しており、機能・設備容量の追加・変更に対応できる構成となっている。また処理能力においては、CONT部(主制御部)は高速



- MMS: 移動マルチメディア交換システム (Mobile Multimedia switching System)
- BTS: 無線基地局装置 (Base Transceiver Station)
- OPS: オペレーションシステム (Operation System)

図-1 W-CDMAシステム構成
Fig.1-W-CDMA system structure.



- ATM-SW: ATMスイッチカード
- HWIF: 伝送路インタフェースカード
- SDLT A: 6.3 M伝送路インタフェースカード
- SDLT B: 1.5 M伝送路インタフェースカード
- SDLT C: 155 M伝送路インタフェースカード
- AAL2: AAL2処理カード
- DHT: ダイバーシチハンドオーバーバンクカード
- M-MUX: マック多重分離カード
- MSU: 移動機対向信号終端カード
- ESU: 外部装置対向信号終端カード
- OSU: OPS対向信号終端カード
- B CONT: バス制御カード
- CP: 中央制御カード
- CM: 共通メモリアカード
- HDD: ハードディスクカード
- DB: デバッガカード
- MCLK: 無線フレームクロック同期カード
- COPY: コピーカード
- EMC: エマー制御カード

図-2 RNC装置構成
Fig.2-RNC structure.

RISC-CPUを使用し、共有メモリ型マルチプロセッサ構成を採ることにより高速化・高信頼化を図った。

RNCはほかにBTS/MPE/MMSとの回線を終端するLIF/HIF部、AAL2多重分離処理等を行うAAL2部、装置内基準タイミング生成などを行うCLK部、ダイバーシチハンドオーバー処理を行うDHT部、無線回線のMAC層多重分離処理を行うM-MUX部、呼処理などの制御信号の終端を行うSU部、装置状態の異常監視制御を行うEMC部より構成される。

MPEは既存の固定ネットワーク側と無線ネットワーク側との間でのユーザ信号のプロトコル変換制御を行う。本装置は図-3に示すようにRNCと共通アーキテクチャでATM-SWを介して各機能ブロックを積み上げる方式を採っている。また、音声、パケット、画像サービスなどのユーザ信号の変換処理を行うSPU以外のカードはRNCと共通設計とし、保守等の利便性を考慮した。

MPEはほかにHIF部、CLK部、CONT部、SU部、EMC部より構成される。

ハードウェアの特徴

帯域制御技術

回線インタフェースは、各種サービスの混在が可能でマルチメディアサービスへの対応が柔軟にできるATMを利用し、また、モバイルでの使用を主目的としたAAL

type2(ATM Adaptation Layer type2, ITU-T I.363.2)を採用し、ATMの統計多重効果を含め回線帯域の効率的な使用を可能としている。また、提供するサービスによりQoS(Quality of Service: サービス品質)クラスが異なり、異なるQoSクラス提供を実現するのに帯域制御技術がある。

本装置では、図-4のようにQoSごとにバッファを設け、それらの送出を制御(シェーピング)することにより帯域を制御している。シェーピングレベルには、AAL type2ショートセルをVC(Virtual Channel: 仮想チャネル)に多重するためのショートセルレベルシェーピングとVCを多重するためのVCレベルシェーピングの二つがある。品質クラスごとにシェーピングを行い、それぞれのサービスに合う帯域保証、遅延などの品質保証を行うことが可能となる。

回線容量を効率的に利用するには、QoSクラスごとの物理帯域シェアとそのトラヒック管理が必要となる。本装置ではQoSクラスごとの仮想バス共有を行う。

コネクションごとに仮想バスを設定し、帯域を確保すると、その帯域を使い切らなだけのトラヒックがない場合でも、物理帯域を占有し続ける。そのため、図-5(a)のように確保した帯域を超えるトラヒックがあった場合、他のコネクションの仮想バスに空き帯域があるにもかかわらずセルが廃棄されることになる。

ATM網では、STM(Synchronous Transfer Mode)網の

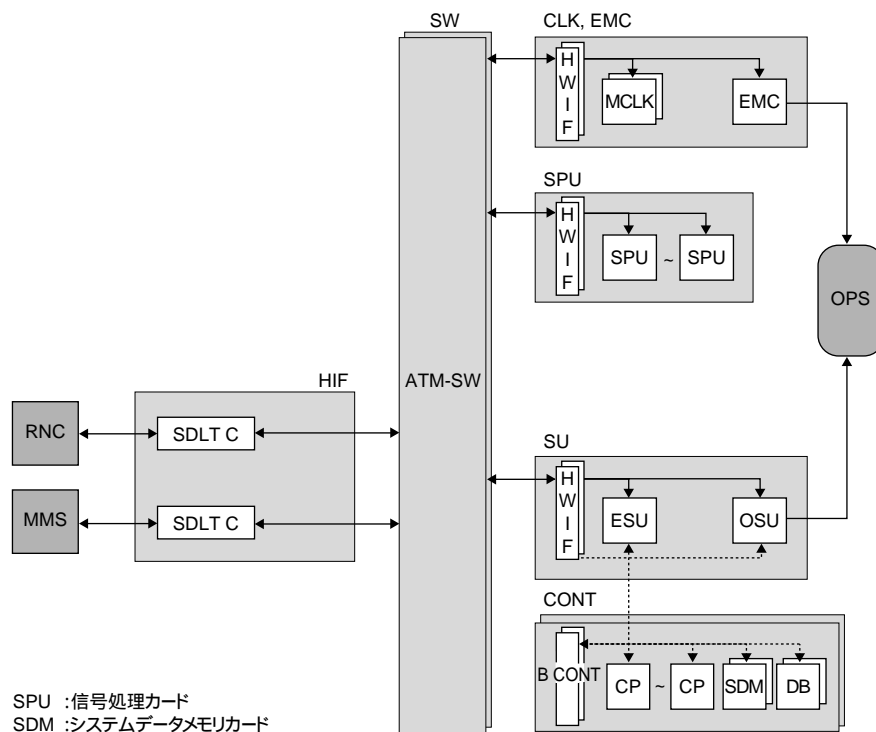


図-3 MPE装置構成
Fig.3-MPE structure.

ように伝送スロットがコネクションごとに固定されないため、統計多重効果によって効率的な伝送が可能であるとされている。しかし、上述のパス設定では、このATM網の利点を生かしたセル伝送はできない。

そこで、図-5(b)に示すようにQoSクラスごとのパス設定を行い、帯域を確保する。このパス設定方法を用いることで統計多重効果を生かした伝送が可能となり、表-1に示すメリットが得られる。

該当仮想パスのトラヒック状況によっては仮想帯域幅の範囲内で申告セル速度以上のセル送出が可能となるため、セルのバッファ残留時間が減少する。その結果、遅延時間の短縮と廃棄セル数の減少が図られる。また、最善努力型はセル速度を保証するQoSクラスではないため、収容チャネル数を増やすこともできる。

上記帯域制御に加え、オーバーライドの機能を有する。最善努力型サービスはMCR(Minimum Cell Rate)および

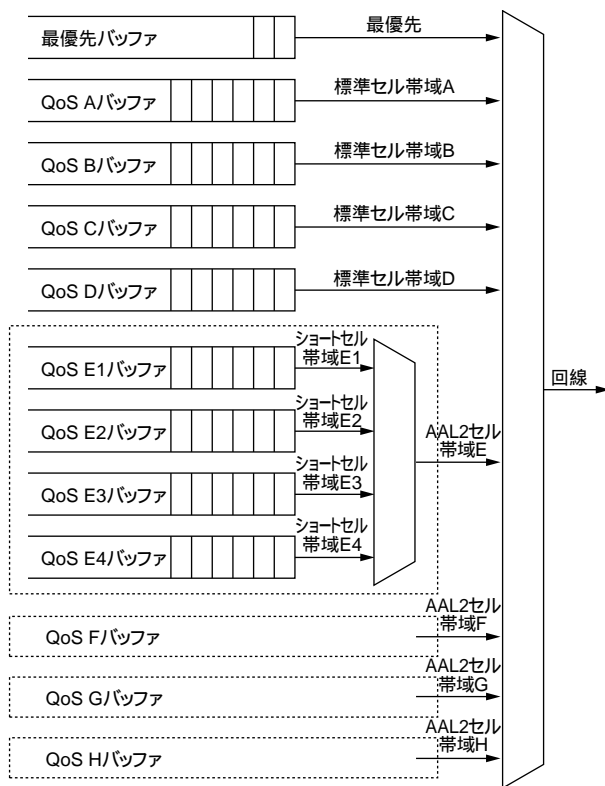


図-4 QoS制御 Fig.4-Qos control.

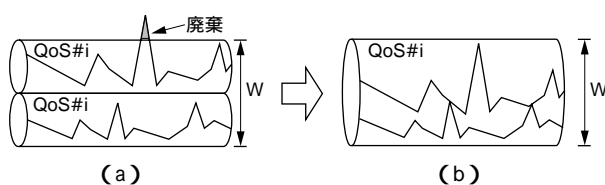


図-5 QoSクラスごとのパス共有 Fig.5-Path sharing of each QoS class.

PCR(Peak Cell Rate)の保証はないが、空き帯域があればその分データを流せることが特徴である。

オーバーライド方式は各QoSクラスの要求帯域を確定的に割り当て、それに従い読み出し順序を決定し出力の帯域を確定するが、別QoSクラスにおいて読み出すべきセルがない場合、最善努力型サービスクラスを読み出す方式で、空き帯域にデータを流す特徴を実現できる。オーバーライドした場合の送出帯域の変化を図-6に示す。

この機能により、より回線帯域を有効に使用できるようになる。

ダイバーシチハンドオーバ

W-CDMAでは、図-7に示すようにUE(User Equipment)の移動に伴って基地局を切替える従来のハンドオーバ技術に加え、一つのUEが同時に複数の基地局(無線ゾーン)と多元的に通信を行うことが可能になる。このような技術はDHO(Diversity Hand Over)と呼ばれ、通信品質の向上のみならず、最適な無線ゾーンを選択することで、システム容量を最大化することができるという特徴がある。

RNC装置内DHTはこのDHOを実現するためのものである。

表-1 QoSクラスごとのパス設定によるメリットとその範囲

メリット	対象QoS型		
	最高保障型	最低保障型	最善努力型
遅延時間の短縮			-
廃棄セル数の減少			-

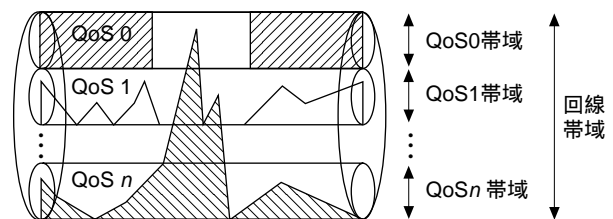
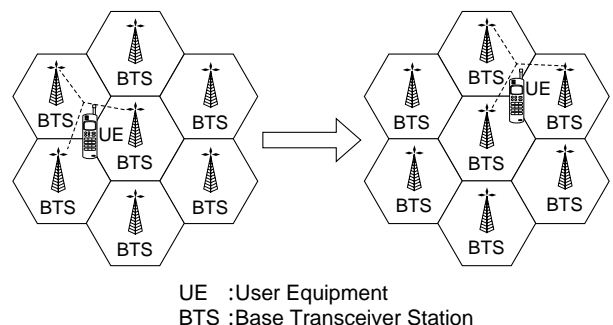


図-6 オーバライド時の送出帯域の変化 Fig.6-Change in sending band at override.



UE :User Equipment
BTS :Base Transceiver Station

図-7 ダイバーシチハンドオーバ動作 Fig.7-Diversity Handover behavior.

図-8に示すように、UEが送出する上りデータは複数のBTSで受信された後、RNC内のDHTで処理され、他機能ブロックに送出される。下りデータはこれと逆の経路を通る。

図-9に示すようにDHTの処理としては、UEが送出する上りデータに対し、フレーム順序番号、無線状態、データの信頼性・品質などの情報をもとに最も受信状況の良い無線フレームを選択する選択合成や、上位ブロックからの下りデータに対し、DHT内でフレーム順序番号を付与し、ブランチ数分複製した後、適切なタイミングでそれぞれのBTSに送出する複製分配がある。

さらに、DHTはこの選択合成された後のフレームに含まれる品質情報によりデータの品質測定を行う無線品質測定があり、この測定結果を各機能ブロックにフィードバックすることにより、常に良好な通信状態を保つことができる。例えば、この品質測定結果をDHO中の各BTSにフィードバックすることにより、UEの上りデータ送信電力を適性化するアウトループ送信電力制御情報転送などがある。一方、この測定において規定値以上のNGセ

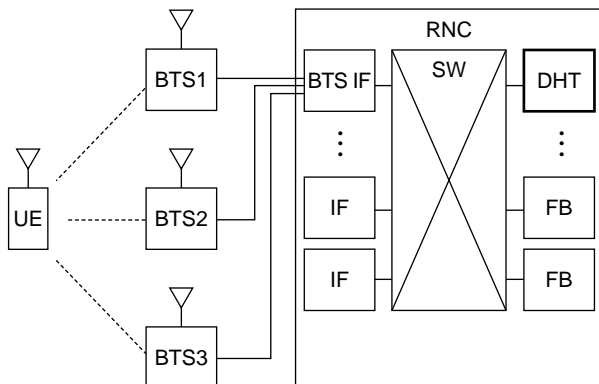


図-8 ダイバーシティハンドオーバー構成
Fig.8-Diversity Handover structure.

ルが検出された場合にはAP (Application Part ブロック) にアラームを通知し、これを受けたAPは通信状態を改善するための制御信号をMMS, BTSなどに対して送出する。

また、DHTはUEが局間をハンドオーバーする際に生じる伝送遅延揺らぎを吸収する機能を持っており、これによりシームレスなハンドオーバー処理が可能となる。

マルチメディアサービスの収容

サービスへの柔軟な対応を行うため、RNSではMPEのSPU (Signal Processing Unit) 部にサービス機能を分離/集約している。SPU部は音声、画像、N-ISDN、PIAFS (PHS Internet Access Forum Standard)、同期非同期変換PPP (Point to Point Protocol)、パケット、FAX、MODEMの8種類のサービスについてアクセス網側と固定網側のプロトコル変換処理を行う機能を持つ。主なサービスの機能として、音声サービスでは固定網側のプロトコルG.711 (μ -low PCM: ITU-T G.711) をアクセス網側のGSM-AMR符号化方式 (Global System for Mobile communications-Adaptive Multi-Rate speech codec: 3G TS 26.071) に変換する処理を行い、また画像サービスでは固定網側のプロトコルH.320 (ITU-T H.320)、H.324/K (ITU-T H.324) をアクセス網側のプロトコルH.324/M (3G TS 26.111) に変換する処理を行う。

上記の8種類の多様なサービスに対応するため、SPUカードは2種類のハードウェアで全サービスの機能を実現している。2種類のハードウェアは画像通信線用の画像SPUと画像通信以外のサービスを行う汎用SPUである。汎用SPUのハードウェア構成を図-10に示す。DSPモジュールのファームウェアのソフト化を行い、プログラムのオンラインダウンロード機能を具備することで、SPUのサービス追加・変更を可能とする。これによりハードウェアリソースの縮小と、トラヒックに応じたフ

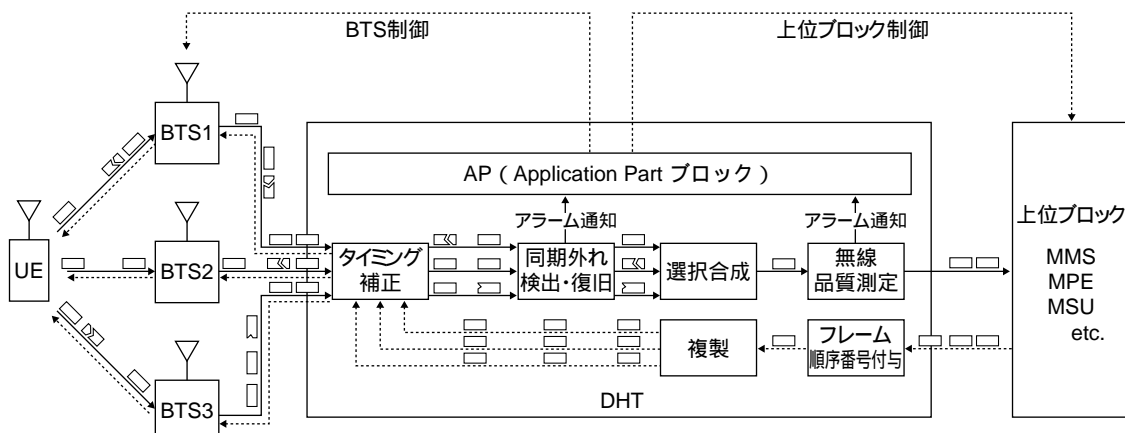


図-9 DHT内データ処理
Fig.9-DHT data processing.

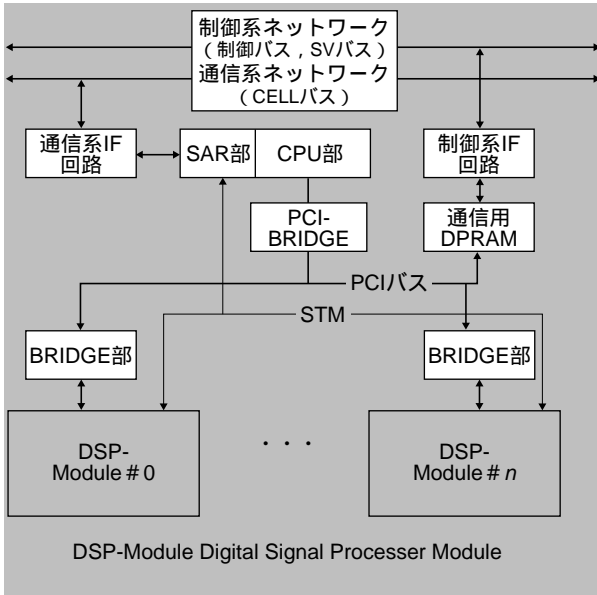


図-10 汎用SPUハードウェア構成
Fig.10-SPU hardware structure.

レキシブルなチャンネル容量・機能の達成が可能になる。

ソフトウェアの特徴

RNCソフトウェア構成

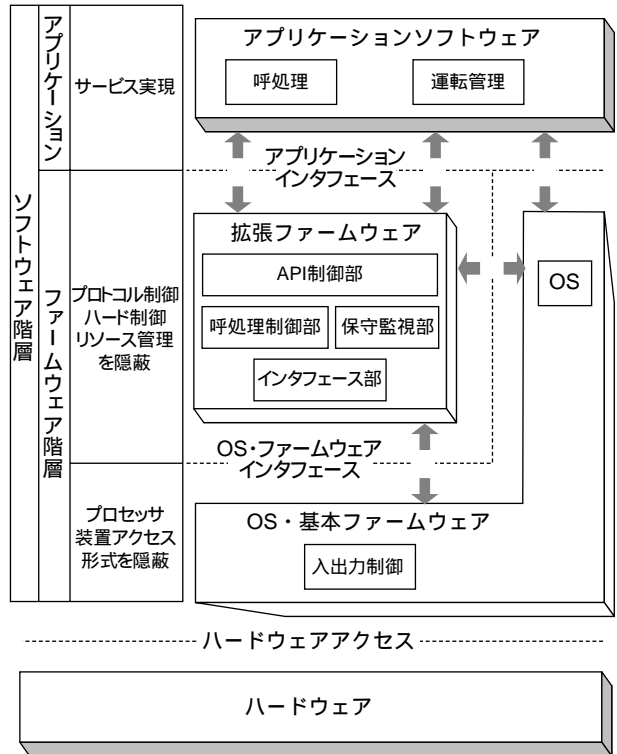
ソフトウェアは機能的な階層としてのアプリケーションソフトウェアと拡張ファームウェア, およびOS・基本ファームウェアにより構成される。この三つのソフトウェア階層間のインタフェースをオープンなインタフェースで規定する。インタフェースを規定する目的は各階層にあるオブジェクト(機能, データ)を隠蔽することにより, それぞれを独立性の高いものとして, 汎用性, 拡張性を持たせることにある。RNCソフトウェア構成を図-11に示す。

ファームウェアの特徴

MVC(Model, View, Control)モデルに基づいたオブジェクト構成により, オブジェクトを隠蔽した階層構造として, 個々のオブジェクトの独立性を高めている。各ファームウェアブロックをビュークラスにAPI制御部, コントロールクラスに各ファームウェアブロックの制御処理, モデルクラスには各ファームウェアブロックのデータアクセスを割り当てて構成し, API制御部とファームウェアブロック間, および各ファームウェアブロック間のインタフェースは各コントロールクラスで終端させることで, 各ビュークラス, コントロールクラス, モデルクラスを疎結合な構成にした。

マルチプロセッサ制御

主制御部におけるマルチプロセッサ構成は, 各ベンダ



- (注) 図中丸付き数字
 ①: 呼処理プリミティブ
 ②: 運転管理プリミティブ
 ③: OSアプリケーションソフトプリミティブ
 ④: OSプリミティブ
 ⑤: 入出力制御プリミティブ

図-11 RNCソフトウェア構成
Fig.11-RNC software structure.

により異なる。また, マルチプロセッサ構成の違いをファームウェア部(以下, PF)で隠蔽する必要がある。富士通におけるマルチプロセッサ構成は, 負荷分散方式を採用しノード間の信号受信時においては, 端末ごとに信号を識別し, 特定のプロセッサへPFで信号転送を行う。この信号転送機能としては, フックメソッド方式を用いて行っている。この方式は, APレイヤの信号の振り分けキーとなる情報を抽出する関数で, PFからノード間の信号受信時に呼び出し, 振り分けキー情報をもとに特定のプロセッサに信号を転送する。

む す び

W-CDMAシステム無線ネットワーク装置の概要およびハードウェア・ソフトウェア技術の特徴について説明した。

今後, 2001年のサービスに向けて商用試作装置およびLSI化などにより低消費電力化, 経済化を図った商用装置の開発を推進していく所存である。