

6M-5

パーソナル通信用オブジェクト指向 プラットフォームの提案

福永 勇二 堀 正弘 伊藤 光恭

NTTソフトウェア研究所

1. はじめに

無線通信システムのソフトウェアを構築する上で、システムの信頼性や保守性を向上する観点から、ソフトウェア設計は重要な課題である。またその前提として、ソフトウェアの構造と振舞いを規定するソフトウェアのモデルを確立することが不可欠となる。

ISO7498(CCITT勧告X.200)は、汎用的な通信のモデルとして、7層からなる構造を規定している。これをベースとして通信ソフトウェアのモデルを作成することは、その汎用性を継承し、またソフトウェアのモジュラリティ向上に有効である。

本研究では、ISO7498で提唱する通信のモデル(以降7層モデル)をベースとした、オブジェクト指向を用いた通信ソフトウェアのモデル化に際して発生する問題点と、その解決法について提案する。適用する具体的なシステムとしてはパーソナル通信システムを用いる。

2. パーソナル通信システムの概要

パーソナル通信システムは、極小ゾーン方式による移動体通信システムである(図1)。エアインタフェースの標準化[1]により、一つの携帯機で、家庭用コードレスホン、事業所内コードレスホン、公衆用携帯電話の区別なく利用することが可能である。

現行の携帯電話に相当する利用形態の例では、屋外に一定間隔で基地局(以降CS)を設置する。CSはセルと呼ばれるサービスエリアを有し、セル内の携帯機(以降PS)に対して、呼接続のサービスを提供する。レイヤ構造をもたないリンクチャネル確立フェーズと、X.200勧告に基づき第1層から第3層を規定するサービスチャネル確立フェーズ/通信フェーズとで、CS-PS間プロトコルが異なる。前者は着信の通知や発信要求の通知など、主に無線区間の通信リンクを設定するフェーズであり、また後者は有線システムにおける呼制御および実際の通信に相当するフェーズである。

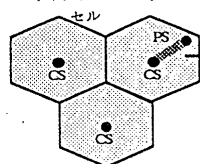


図1 パーソナル通信システムの構成

PS-CS間には論理的な2種類のチャネル(制御チャネル、通話チャネル)があり
1. 制御チャネルでの通話チャネル確立
2. 通話チャネルでの呼接続
3. 通話チャネルでの通常の通信
それぞれのフェーズでプロトコルを規定する。

3. 7層モデル適用上の問題点

無線通信と有線通信の違いは、主に物理層媒体の特性に起因する。電磁波により物理層を構成する場合、

(1) 物理層が運用周波数ごとに連続的に存在する。また運用周波数を可変することで、物理層を変更できる。

(2) 極めて脆弱なコネクションであり、常に伝播状態の監視が必要。使用不可能となった場合は置換しな

ければならない。

など、有線接続による物理層とは異なる特性を持つ。通常の無線通信システムでは、これらの特性がもたらす受信レベルの低下や干渉といった現象に際して、周波数や基地局の変更により対処する。この物理層の交換をどうモデル化するかが、7層モデルを無線システムに適用する場合のカギとなる。

これら脆弱な物理層の監視、状態検出、置換機能を、中継システムである通信ノードの3層(物理層、データリンク層、ネットワーク層)のいずれかに配置することを前提として、各層についてケーススタディを行った。

(1) 物理層に配置

物理層は「隣接ノードへの物理的コネクションを確保する」機能を持つという、7層モデルの基本的観点に立脚し、物理層の伝達状態の悪化への対処は物理層内で完結させる。上位レイヤはその状況を知る必要がない。これは、ハードウェアの条件を規定する物理層の位置付けから、ふさわしい配置とは言えない。

(2) データリンク層に配置

データリンク層の「隣接ノードへのデータ伝送を保証する」機能は、確立した物理層の利用が前提であり、物理層の制御を行うものではない。よってデータリンク層へ配置すべき機能ではない。

(3) ネットワーク層に配置

無線による伝達は常にブロードキャストである。つまり物理層媒体に無線を利用した場合、隣接ノード全てに、あらかじめ仮想的な物理層媒体が接続されると解釈できる。この場合、伝達状態の悪化に伴う周波数の切替を、広義のルーティングと見なすことができる。しかしルーティングを指示する情報は、受信レベル値など外部要因であり、宛先情報から中継経路を選択する機能とは異なる。

本ケーススタディによると、物理層の管理機能を層内に配置するには、従来の7層モデルの層機能解釈の拡張が必要となる。これは7層モデルの汎用性の観点から好ましくない。よって物理層管理機能は7層モデル内の通信機能の一部としてではなく、7層モデル外機能として配置すべきであると結論づける。

4. 制約適用によるソフトウェアモデルの構築

我々は7層モデルが比較的信頼性の高い物理層を仮定していることに着目し、無線による物理層から起因する、脆弱な物理層特性を支援する機能を層外に配備し、7層モデルを適用する範囲を限定することで、無線システムのソフトウェアモデルを整理した。

本モデルでは、有線を媒体とする物理層相当の、周波数やタイムスロットにトランスペアレントな、伝達能力を提供する仮想的な物理層をリソースと定義する。

無線通信システムのプロトコル制御機能は、このリソースを使用し通信を実現する。プロトコル制御機能

から見ると、リソースは有線を媒体とする物理層と同様の特性を持つ。リソース管理機能はこのリソースを提供し、管理する。

この結果、7層モデルによる通信を実現するプロトコル制御機能と、無線リソース管理機能を分離したモデルが構築可能となる。

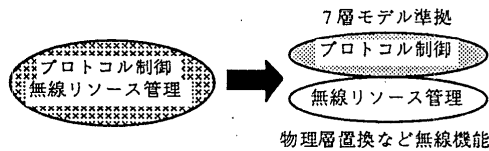


図2 混沌から独立へ

5. モデルの提案

ソフトウェアモデルの確立に先立ち、以下の項目について基礎検討を行った。

(1) モデリングの基本的な手法

ソフトウェアのモジュラリティ向上にはオブジェクト指向設計が有効であり、また実際に通信システムへ適用し成果が得られている[2]。よって本モデルでもオブジェクト指向を導入し、機能単位としてオブジェクトを用いることとする。

(2) システム機能の分類

無線システムの機能を整理し、7層モデルに基づく通信機能、無線システム特有の無線リソース管理の2つに分類する。前者は無線システムに非依存であり、7層モデルに基づく通信プロトコルの実現に対してのみ責任を持つ。後者は無線リソースを管理、監視し、前者への割り付け、また悪化した伝達状況を回復する責任がある。

(3) ハンドオーバーのオブジェクトによる表現

パーソナル通信でのハンドオーバー（セル間移動制御）に際しては、移動元CS-移動先CS間での情報転送が必要となる。オブジェクトの概念を導入することにより、この情報転送は、PSと通信するCS内オブジェクトの他CSへのマイグレートと表現することができる。同一CS内でのリソースの変更は、同一CS内でのオブジェクトの移動と説明可能であり、無線特有な機

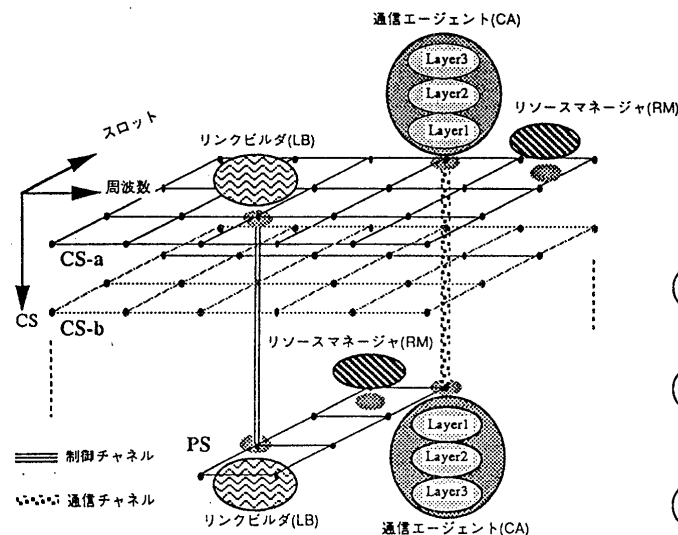


図3 パーソナル通信システムのソフトウェアモデル

能はオブジェクトの移動で統一的に説明可能となる。

以上の前提に基づき作成したモデルを図3に示す。本モデルには、2種類のリソース平面（CSリソース、PSリソース）と3種類のオブジェクト（リンクビルダ、通信エージェント、リソースマネージャ）が存在する。リソース平面は、CSまたはPSが所持するリソースを、タイムスロットと周波数を軸に配列したものである。各オブジェクトはこのリソース平面上を移動し、真下のリソースを用いてチャンネルを確立。対向リソース平面上のオブジェクトと通信する。

6. 本モデルによるハンドオーバー

本モデルによるハンドオーバーの動作を図4に示す。RMは使用中の全リソースを常に監視する。RMがレベルダウンを検出すると、CAを自ノード内の別リソース上へ、もしくは他CSへ移動する。

他CSに移動する場合、近傍のCSのRMに問い合わせ、通話チャンネル状態の最も良いCSにCAをマイグレートさせる。

7. おわりに

以上、7層モデルをベースとした、無線通信システムのオブジェクト指向ソフトウェアモデルについて述べた。本モデルは、従来呼処理プログラムとして混在していた通信プロトコル制御と無線リソース管理を分離し、ソフトウェアの信頼性、保守性、再利用性の向上を図ろうとするものである。本質的にTDMAやFDMAなど通信のリソース管理方法には依存しない。今後は本モデルの実行効率やハンドオーバーによるデータ欠落に関する考察を進める予定である。

参考文献

- [1] 第二世代コードレス電話システム標準規格第2版 (財) 電波システム開発センター
- [2] Ryuichi Yasuhara: "Software Design Method for Communication Systems - Real-Time OOD", 6th World Telecommunication Forum, Part2, OCT.1991, PP147-151

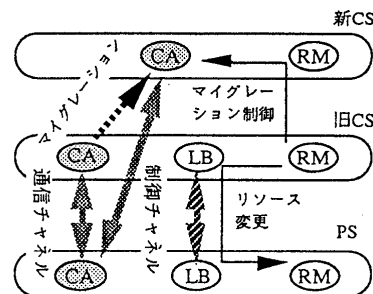


図4 ハンドオーバー時のインタラクション