

# PDE-II におけるリソース・スキーマの提案

1H-10

小野 文豊<sup>1</sup> 岡村 耕二<sup>1</sup> 荒木 啓二郎<sup>1</sup> 福田 晃<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 <sup>2</sup>九州大学工学部 情報工学科

## 1. はじめに

実時間システムの性能は処理主体に考えればタスクの応答速度、データ主体に考えればタスク間共有資源（リソース）の利用効率によりそれぞれ見積ることができる。両者は互いに密接な関連を持ち、時には相補し、また相反する立場をとる。例えば Rate Monotonic アルゴリズムによれば CPU の利用効率から応答制約を満たすタスク数の上限が定まり<sup>[1]</sup>、Priority Ceiling プロトコルによれば共有されるリソースのロック時間からタスクの（最悪）応答時間が定まる<sup>[2]</sup>。

しかし分散システムの場合は時間およびデータの管理をシステム全体で大域的に行う必要があるため、単一ノードを対象に培われた既存技術をそのまま適用するわけにはいかない。例えば局所的な時間概念は通信回線の介入により無意味となりかねないため、近年スケジューリング等の分野で遅延保証のある通信プロトコルの適用によりこの問題を解決する試みがある<sup>[3]</sup>。

我々が注目する問題は各々のリソースの性質、状態等に関する情報（リソース情報）の大域的な管理問題である。実時間プログラミングの簡便性からいえばシステム内全リソースは集中的に管理されるのが望ましい。一方大規模システムの運用現場ではコスト生産比の向上および高信頼性の確立が重要な課題となっている。そのため比較的低価格のワークステーション、ディスク、プリンタ等の機器が多重的に通信回線に接続され、高性能・高価格の大型計算機、大容量記憶装置等に対する依存度は軒並み低下している。このような形態のシステムの下ではリソース情報は必然的に分割され、物理的に分散配置されたこれらの機器の管理下に置かれることとなる。

本稿では我々の提唱する分散並列処理環境 PDE-II<sup>[4]</sup>の開発にあたって、物理的に分散配置されたリソースに対し位置透過なアクセス手段を提供するリソース・スキーマを提案する。以下 2. で本スキーマにおけるオブジェクトの役割に関する定義を行い、3. で本スキーマの構成に関する概要を述べる。そして 4. で本スキーマの実装における課題およびそれらの課題に対する今後の取組みについて大まかに触れる。

## 2. オブジェクトの定義

オブジェクト指向と分散システムの相性の良さは広く知られる。分散システムの要求条件である

- 局所的なサービス要求を実現する位置透過性
- 標準的なソフトウェア設計を実現する機種透過性
- システムの動的な機能拡張を実現する規模透過性

をオブジェクト指向的アプローチにより自然に表現できるためである。実際に設計・実装が行われたオブジェクト指向型システムも数多く存在する<sup>[5]</sup>が、システム内のオブジェクトの役割に関する定義については、各々のシステムの間で多少の違いが見られる。

例えば Clouds<sup>[6]</sup> のようにリソース情報およびリソースへのアクセス手続きを一体化した受動的主体をオブジェクトとし、別にオブジェクト間を動き回る能動的主体としてスレッドを定義したものもあれば、Apertos<sup>[7]</sup> のようにオブジェクトを能動的主体とし、1つあるいは複数のオブジェクトの実行環境オブジェクトをメタ空間として定義したものもある。

リソース・スキーマで取り扱うオブジェクトはシステムの状態変化により自律的に動作するので能動的主体に属する。したがって以下 Apertos の例に現れるオブジェクト、メタ空間等の用語をそのまま同じ意味で用いるものとする。

## 3. リソース・スキーマの概要

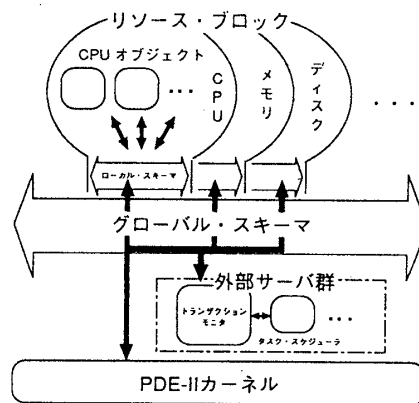


図1: リソース・スキーマ構成図

リソース・スキーマは外界によるタスク処理に必要なリソース情報を供給する枠組である。加えてリソース情報の安定供給を目的として、本スキーマ内に様々な障害回復機構を組込む。

"A Proposal of Resource Schema for PDE-II"

F.Ono<sup>1</sup>, K.Okamura<sup>1</sup>, K.Araki<sup>1</sup> and A.Fukuda<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

<sup>2</sup>Department of Computer Science and Communication Engineering, Kyushu University

### 3.1 リソース・ブロック

リソース・ブロックはリソースを種類別に定義するオブジェクト・クラスである。各クラス毎にローカル・スキーマと呼ばれるメタ空間を持ち、その中で障害回復処理を実現する。

### 3.2 グローバル・スキーマ

グローバル・スキーマはリソース・スキーマの階層構造においてローカル・スキーマの下位に位置するメタ空間である。当該属性の多重継承により異種リソース間の調停を要する障害回復処理を実現する。例えば分散共有メモリ型チェックポイント・ロールバック法<sup>[10]</sup>を障害回復機構として組込む場合、以下の手順が必要となる。

- デュアル構成ページ<sup>[9]</sup>のメモリブロックへの組込み
- 冗長プロセッサ<sup>[8]</sup>の CPU ブロックへの組込み
- CPU ブロックによる自律的な rollback() メソッド呼出し
- チェックポイントおよび処理データの属性継承
- 継承属性によるメモリブロックの rollback() メソッド呼出し。

このように、リソース・スキーマはブロック内オブジェクトの状態変化を認知し、自ら最適状態をもたらすようにスキーマ構成の動的変更を行う。この機能はちょうど Apertos におけるオブジェクトの自己反映 (reflection) 機能に相当するものである。

## 4. 実装に向けての課題

リソース・スキーマの実装においては以下の3点が最も主要な課題となる。

- 障害回復機構の組込みによる実時間性の相殺解消
- リソース情報の局所的キャッシュ機構の開発
- スキーマ自体のバックアップ機構の開発

本スキーマは PDE-II をはじめとする分散システムへの実装を目標としているが、当面は汎用ワークステーション上で仮想的に分散並列処理環境を構築する手段として知られる PVM3.0<sup>[11]</sup> を用いてプロトタイプを作成し、具体例を用いたケース・スタディによって上記の課題の解決に努める。

## 5. おわりに

リソース・スキーマの概要を述べ、本スキーマによる外界へのリソースの安定供給の仕組みを示した。今後は実装に関する考察とともにネットワーク、入出力装置等、新たなリソース・ブロックの組込みを中心とした本スキーマの拡張性についても研究する所存である。最後に本稿の執筆に際して貴重な御助言を下さつ

た奈良先端科学技術大学院大学および住友金属工業株式会社の皆様に感謝の意を述べさせていただきます。

## 参考文献

- [1] Liu, C.L. and Layland, J.W. : "Scheduling Algorithm for Multiprogramming in a Hard Real-Time Environment", J. ACM, Vol.20, No.1, 27-60, Jan. 1973.
- [2] Sha, L., Rajkumar, R. and Lehoczky, J.P. : "Priority Inheritance Protocols : An Approach to Real-Time Synchronization", IEEE Trans. Computers, Vol.39, No.9, 1175-85, Sep. 1990.
- [3] Sha, L. and Sathaye, S.S. : "A Systematic Approach to Designing Distributed Real-Time Systems", IEEE Computer, Vol.26, No.9, 68-78, Sep. 1993.
- [4] 岡村, 吉川, 稲垣, 荒木 : "PDE-II の概要 ~ QOS 指定可能なマルチメディア処理モデル ~", 情報処理学会第 48 回全国大会, 1H-5, Mar. 1994.
- [5] 横手 : "オブジェクト指向分散オペレーティングシステム", コンピュータソフトウェア, Vol.9, No.3, 15-35, May. 1992.
- [6] Dasgupta, P., LeBlanc, R.J., Jr., Ahamad, M. and Ramachandran, U. : "The Clouds Distributed Operating System", IEEE Computer, Vol.24, No.11, 34-44, Nov. 1991.
- [7] 光沢, 横手, 所 : "Apertos における適応型オブジェクト管理", 情報処理学会シンポジウム論文集, 1992.
- [8] Pradhan, D.K. and Vaidya, N.H. : "Roll-Forward Checking Scheme: Concurrent Retry with Nondedicated Spares", Proc. Workshop Fault-Tolerant Parallel and Distributed Systems, IEEE CS Press, Order No.2870, 166-74, 1992.
- [9] Wu, K.L. and Fuchs, W.K. : "Recoverable Distributed Shared Virtual Memory", IEEE Trans. Computers, Vol.39, 460-69, Apr. 1990.
- [10] Bowen, N.S. and Pradhan, D.K. : "Processor and Memory-Based Checkpoint and Rollback Recovery", IEEE Computer, Vol.26, No.2, 22-31, Feb. 1993.
- [11] Sunderam, V.S. : "PVM : A Framework for Parallel Distributed Computing", Concurrency, Pract. Exp., Vol.2, No.4, 315-39, Dec. 1990.