

並列推論マシン (PIM) および 並列推論制御ソフトウェア (PIMOS)

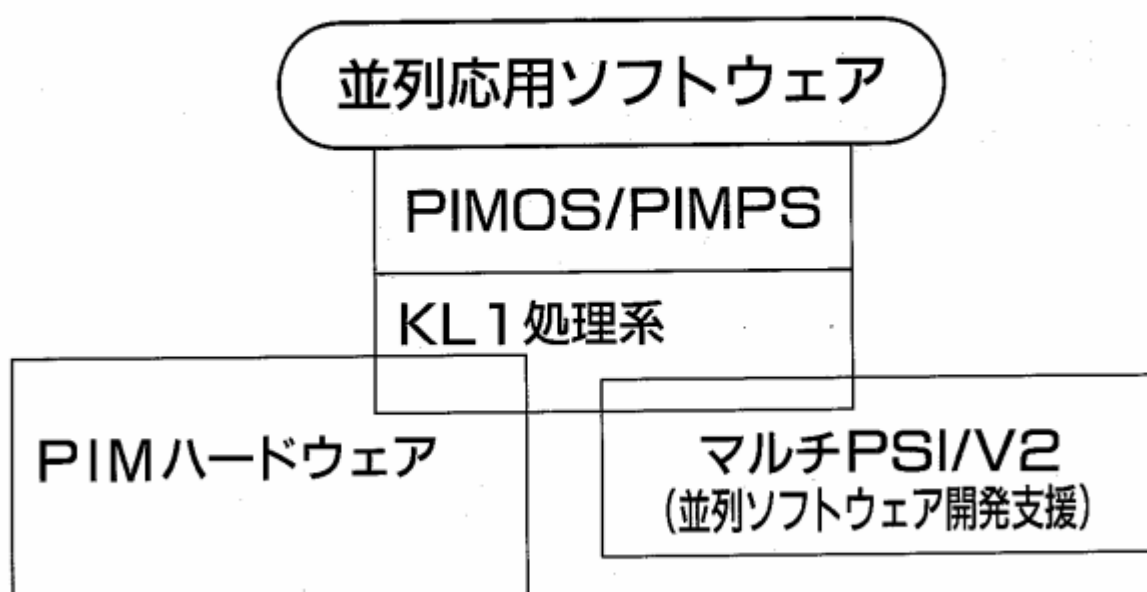
ICOT

第 4 研究室

内 田 俊 一
瀧 和 男
近 山 隆

62年度の研究開発の全体的特徴

ハードウェア研究とソフトウェア研究の融合化／統合化



62年度の主な研究開発内容

- 1) PIMハードウェアの実装面も含む本格的試作の検討開始
 - a) 後期研究開発もスコープにいった要素プロセッサや結合網の検討
 - b) KL1分散処理系(マルチPSI用F/W版)の設計
 - c) マルチPSI/V2のハードウェア試作
- 2) PIMOSを含む並列ソフトウェアの研究範囲の拡大
 - a) 並列OSの本格試作を前提とする検討と設計
 - b) KL1のプログラミングシステムの検討
 - c) 並列アルゴリズムや並列パラダイムの研究に着手

並列推論マシン(PIM)

PIM = 知識処理向き大規模並列マシン

中期目標

システム規模:要素プロセッサ(PE) 100台程度

クラスタ構成採用

性能:10-20M LIPS(実効)

PE当たり200~500K LIPS

言語/ソフトウェア:核言語KL1ファミリー

PIMOSが稼動

システム構成とその特徴

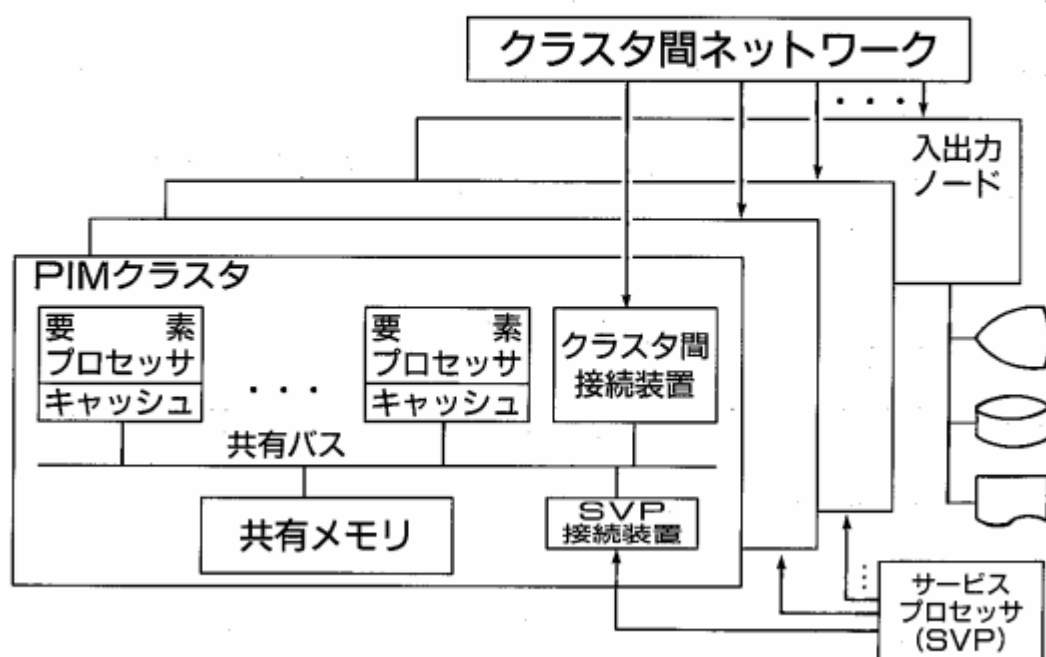
1. 要素プロセッサ

- コンパイラによる最適化に適した機械語 (KL1-B)
- MRB方式による実時間GC
- タグ・アーキテクチャの採用とパイプライン処理

2. 接続方式

- 8PE程度を密結合したクラスタ構成
- 一貫性を保つ並列キャッシュメモリ
- メッセージ通信によるクラスタ間結合
- クラスタ間実時間GC (WEC方式)

PIMの全体構成



PIMの開発状況

- クラスタハードウェア設計完了, 63年度製造開始
- ネットワークハードウェア詳細設計中
- KL1 処理系詳細設計中
- ハードウェア設計仕様

8PE/クラスタ, 1PE/ボード,
ハイパーキューブネットワークにより
16クラスタ(128PE)を接続

並列ソフトウェア開発用マシン(マルチPSI)

並列ソフトウェアの研究開発ツール

- KL1 処理系 及び PIMOS の研究開発のベース
- 並列プログラム (KL1 で記述) の負荷分散方式やアルゴリズムの研究
- デバッグ方式やプログラム開発環境の研究
- PSI の CPU を要素プロセッサとして2次元メッシュ接続した並列マシン

マルチPSI の開発状況

- マルチPSI/V2(64PE)ハードウェア完成
- ファームウェアによるKL1処理系の開発中
KL1処理方式に関しPIMへも技術移転
- 擬似並列処理系(pseudo-multi-PSI/V2)の開発中
- 評価用並列応用プログラムの開発および負荷分散指定
(KL1-P)の検討・評価中
- FGCS '88に出展予定

PIMOS

並列推論マシンのオペレーティング・システム

- 並列マシンのオペレーティング・システム。
⇒ 応用プログラムもOSも並列動作
- 並列論理型言語KL1で記述。
副作用なし，論理として読めるように
- 実用に耐えるOS機能を網羅
↔ OS記述実験のためのOS
- 並列に実行するが単一のOS
↔ 複数の独立したOSの集合体

記 述 言 語

KL1C = Flat GHC

+ メタ・レベル保護機構

+ メタ制御機構

メタ・レベル保護機構:

- オブジェクト・レベル(ユーザプログラム)のバグからメタ・レベル(オペレーティング・システム)を保護
- オブジェクト・レベルの例外事象は、通常のメッセージとしてメタ・レベルに通知

メタ制御機構:

- メタ・レベルからオブジェクト・レベルの実行を制限
- オブジェクト・レベルがなんらかの制限に達したら、メタ・レベルに通知

メタ/オブジェクトの関係は任意にネスト可能

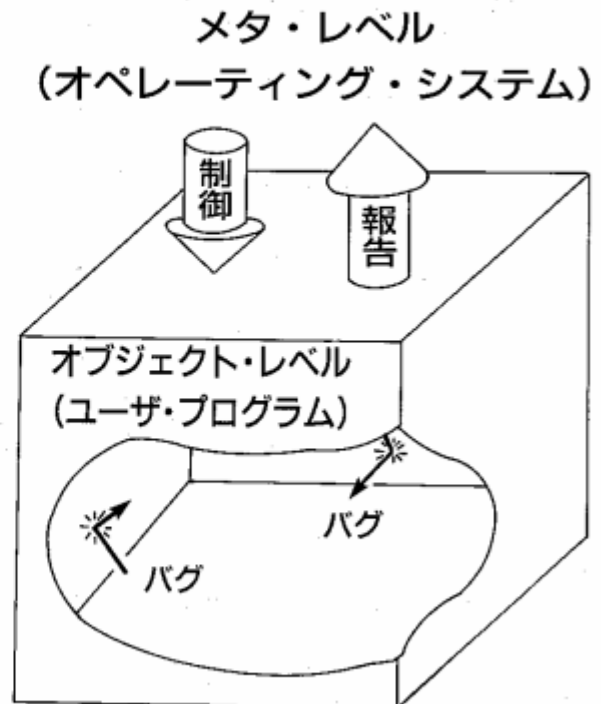
⇒ 任意レベルの仮想計算機を提供可能

記 述 言 語

KL1 = Flat GHC

+ メタ・レベル保護機構

+ メタ制御機構



構成要素

本体:

マルチPSIやPIMの上にKL1で記述。主な仕事はここで。

CSP:

本体を制御するコンソール・プロセサ機能。

フロント・エンドのPSI上にESPで記述。

FEP:

フロントエンドのPSI上、物理的入出力はここで。

ESPで記述、本体からはKL1プロセスと見える。

擬似マルチPSI:

PSI1台の上でマルチPSIを模擬。プログラム開発用に。

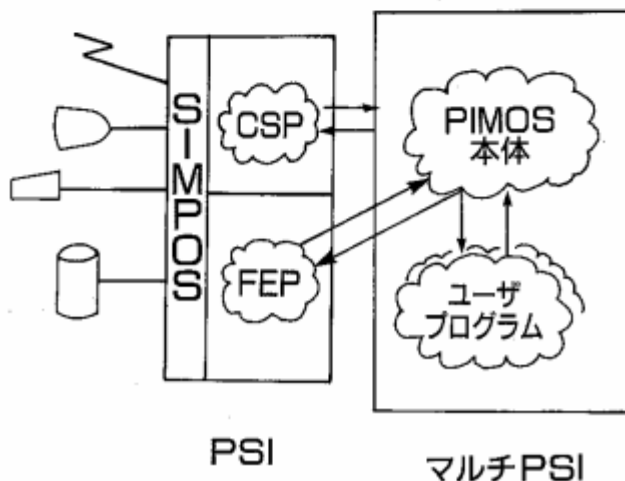
汎用機上の処理系:

汎用機上で動作するKL1処理系+ミニOS。

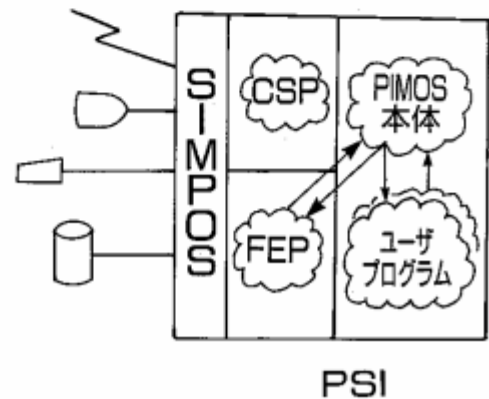
ハードウェア開発と並行してソフトウェアを開発。

構成要素

実機システム



擬似マルチPSI



技術的困難と解決策

高並列システムに共通する問題:

- 逐次的な考え方が通用しない ⇒ 発想の転換要。
逐次: 混沌 ⇒ 逐次性 (実行順序) で整理。
並列: 混沌 ⇒ 因果律 (データ依存関係) で整理。

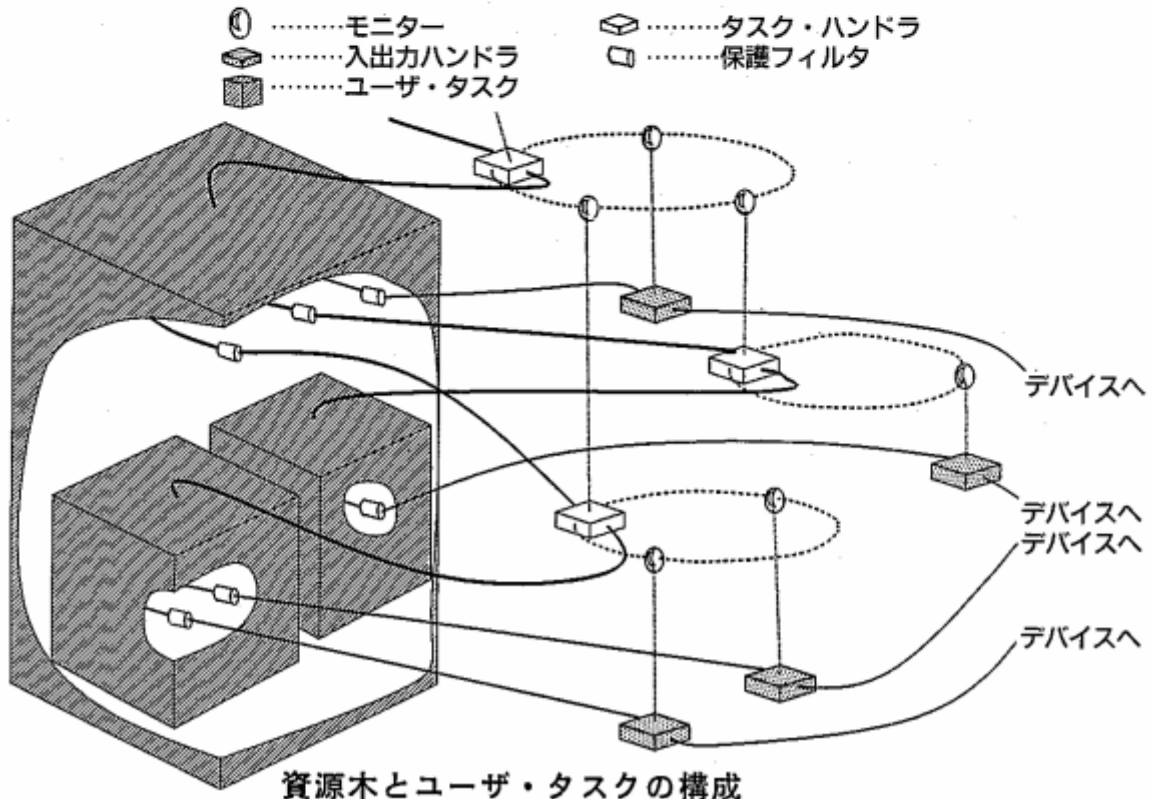
メタ・プログラミングの問題:

- すべて AND 関係 - ひとつが失敗すれば全部失敗
⇒ 荘園機能でタスクを木構造管理。
- ユニフィケーションにはメタ機能がない
⇒ フィルター付き通信機構。

KL1 が言語として未熟:

- シンタクスやパラダイムが未熟
⇒ OS 開発と並行して言語/パラダイムを開発。

資源木とユーザ・タスクの構成



『これまで』と『今後』

62 年度:

- 方式の検討/詳細化. 一部試作.

63 年度:

- FGCS'88 でデモできるレベルに(マルチPSI上).
- 実用になる PIMOS へ効率/機能を強化.

64 年度以降:

- “空気” に近づける(意識しなくても良いものに).
- OS 開発のワークベンチとしての充実.
- 応用向け機能の充実(自動負荷分散など).