



仮想化技術を用いた 遊休PCの一時利用

芝 世弐

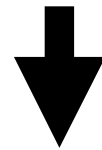
岡山県立大学

情報工学部



研究背景

ものづくりの現場では製造責任や環境問題などから設計要求のレベルアップ



高精度数値シミュレーションが必須

- ・導入コスト大
- ・導入難易度大
- ・中小企業では導入困難



研究の動機

- 簡便且つ安価な計算機システムの情報公開および実例の提示があれば、小規模な製造現場においても迅速且つ多様な設計に対応可能となる
- ベオウルフ型計算機クラスタの利点であるLAN利用に着目し、LANで繋がったPCの一時利用によりクラスタ計算機を構成し利用する



研究目標

- 汎用計算機の一時的利用による
クラスタ運用の基幹的システムの開発
 - 既存ソフトウェアの動作
 - システムの構築および解体の簡便化



使用ソフトウェア

- ParallelKnoppix
 - 1CDLinuxであるKnoppixを改造し並列計算環境を組み込んだディストリビューション
 - 現在後継プロジェクトPelicanHPC
- VMWare Server (無償版)
 - 仮想計算機ソフト
 - ネットワーク設定のためサーバ用を使用
- OpenFOAM
 - 熱流体解析ソフト (オープンソース)

The logo consists of a vertical black line and a horizontal black line intersecting at the top-left corner of the word 'Knoppix'. To the left of the intersection are three overlapping squares: a yellow one on top, a red one on the left, and a blue one on the bottom.

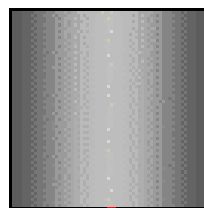
Knoppix

- Klaus Knopperによる1CD起動Linux
- CDから起動可能なほとんどのPCで動作可能
- システムのハードウェアを自動認識
- システムにインストール不要であるため
Windows PCの一時利用などで使用できる



ParallelKnoppix

- Michael Creelらによる並列計算機システム
- Knoppixをベースとして開発された
- 制御ノードをCD起動
- 計算ノードをPXE起動する (HDD不要)
- 後継プロジェクトはDebian Liveベースとなり PelicanHPCに移行し, 64ビット化している



プログラム投入

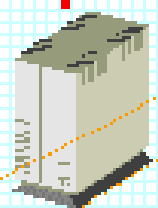
計算結果

PCクラスタシステム

特長

- 1. 専用計算機システム
- 2. 高速ネットワーク

制御PC



1	2	3
4	5	6
7	8	9

プログラム分割

高速ネットワーク



1

2

3

4

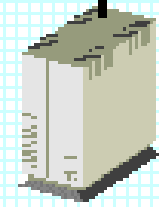
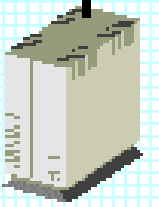
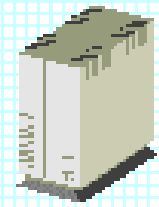
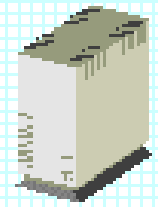
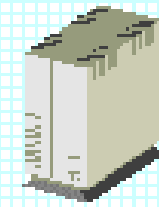
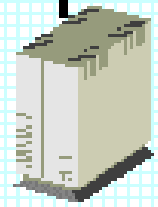
5

6

7

8

9



PC#1

PC#2

PC#3

PC#4

PC#5

PC#6

PC#7

PC#8

PC#9



VMWare Server

- VMWare社の仮想計算機ソフト
- 計算機上で仮想的に計算機を模擬する
- 仮想CD-ROMや仮想HDDとして実機HDD上のディスクイメージを用いることが可能
- Server版は仮想ネットワークを柔軟に構築可能

アプリケーションのひとつとしてPCが起動される

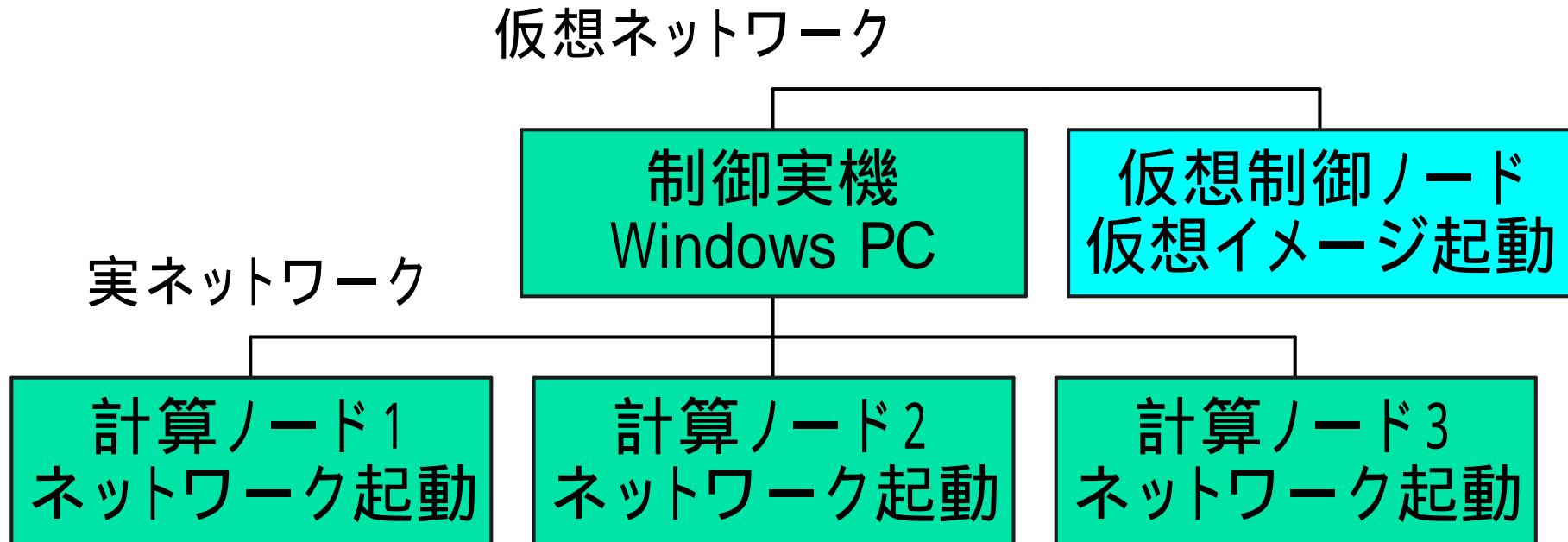




制御ノードを仮想化する利点

- 再起動不要
- 実CD-ROMメディア不要
- 作業状態を保存可能(サスペンド)
- 作業状態を移動可能(ディスクイメージ)
- 計算ノードも仮想化すれば1PC上で仮想クラスタが構築可能(マルチコアCPU推奨)

仮想制御ノードを用いたクラスタ





起動試験

- 制御ノード

テストした十数台のPC全てで起動確認

- 計算ノード

テストした数十台のPCほとんどで起動確認

起動しない例

- PXEによるネットワーク起動に対応していない
- ネットワークのドライバが無い

但しPXEがIntelの規格であるためIntelチップでは100%起動可能



使用計算機

	ノート	デスクトップA	デスクトップB
CPU	PentiumM 1.1GHz	PentiumD 2.8GHz	PentiumD 2.8GHz
メモリ	1GB	2GB	512MB
LAN	100BASE-TX	1000BASE-T	1000BASE-T



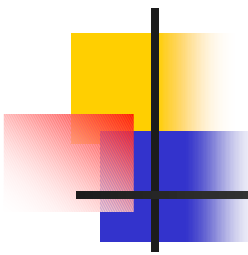
制御ノードの起動時間

起動媒体	ノート	デスクトップA
CD-ROM	220s	290s
CD-ROM(VM)	254s	198s
ISOイメージ(VM)	147s	111s
サスペンド(VM)	18s	8s



計算ノードの起動時間

ホスト起動媒体	1台	3台
CD-ROM	95s	97s
CD-ROM(VM)	100s	94s
ISOイメージ(VM)	92s	97s



低速回線における 計算ノードの起動時間

ネットワーク速度	1台	3台
10Mbps	131s	173s
100Mbps	95s	100s
1Gbps	92s	97s



計算および終了について

- 計算投入は一般的なPCクラスタと同様
- 作業領域は基本制御ノードの作業領域のみ
- ディスク書き込みも基本制御ノードのみ
- 計算ノードの電源断は数秒
- 計算結果の書き込みが終了すれば
制御ノードの終了も数秒



クラスタ環境構築のまとめ

- Windows PCの一般的なLAN環境下で
最小構成のPCクラスタなら5分で構築可能
- 既存システムの変更はほぼ不要
 - 室外とのLANケーブルを抜くことを推奨
- 演算性能は一般的クラスタと同レベル
 - 計算ノードPentiumD12台にて60GFlops超
- 終了時間は数秒



OpenFOAM動作確認環境

OpenFOAMの動作を確認

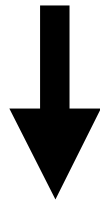
但し各バージョンは以下のもの

- VMware Server 1.x, 2.x
- ParallelKnoppix 1.x (最終バージョン推奨)
- OpenFOAM 1.3, 1.4



64ビット化について

- ParallelKnoppixの後継であるPelicanHPCが64ビット化している
- VMWareも64ビット対応しているがWindowsの普及ラインは未だ32ビット



Mac OSX, VirtualBox, PelicanHPCの環境で
64ビット並列計算を動作確認
OpenFOAMの動作は未確認



まとめ

- 遊休PCの一時利用でPCクラスタの並列計算環境を5分で構築することができた
- スワップエリアが無いことを除いて、既存の並列計算環境と遜色がない
- 64ビットの環境が整いつつある