並列プログラミングフレームワーク Ceriumの改良

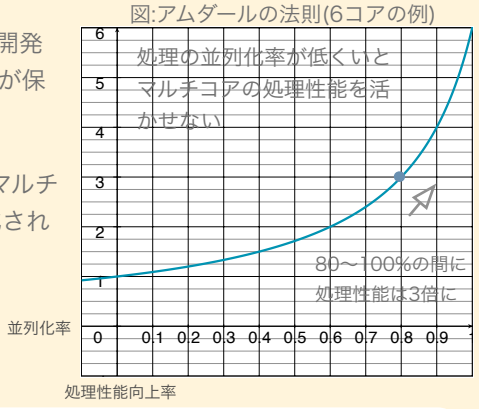
金城 裕 (並列信頼研究室)

1 研究概要

Cell Broadband Engine 用の 並列プログラミングフレームワーク Cerium を開発した。

- Cerium を用いた開発では、高い並列度が保証されていない
- PS3/Cell 以外のマルチコアCPUに最適化されていない

図:アムダールの法則(6コアの例)



他CPUへの対応と、高い並列度の維持を目的に、改良を行った。

2 Cell Broadband Engine

PPE: 制御用のコア

SPE: 演算用のコア

EIB: リングバス

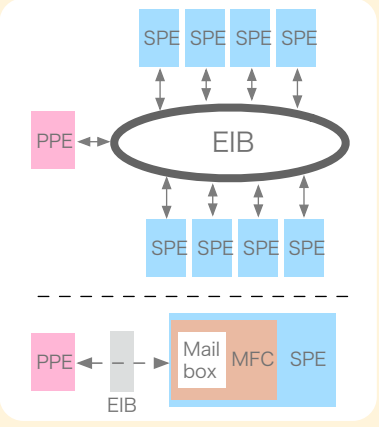
MFC: DMA,Mail 命令を制御

Mailbox: PPEとSPE間の32bit メッセージやり取りのキュー

- PPE -> SPE (キューサイズ4)
- SPE -> PPE (キューサイズ1)

書き込みの際、キューがいっぱいの場合、読み込まれるまでストールする

図:Cell Broadband Engine



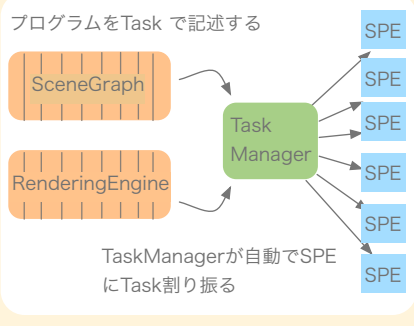
3 Cerium

Ceriumの構成

TaskManager
Task と呼ばれる分割されたプログラムを管理する

RenderingEngine
モデリングデータを描画する

SceneGraph
ゲームのシーンを記述する



4 PPEとSPE間のパイプライン改良

PPE の Mail チェックの頻度が低いと、パイプラインがうまくいかない。

図:パイプラインがうまく動作する例

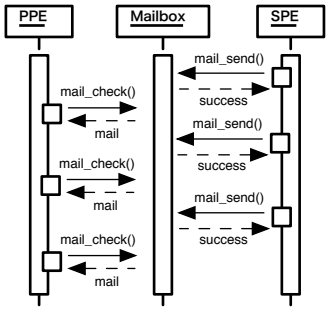
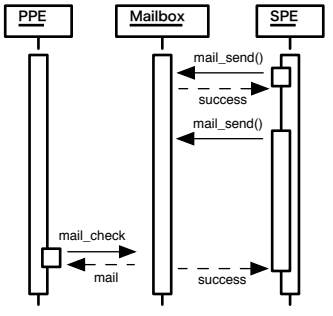


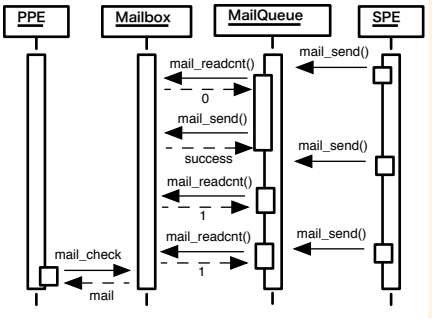
図:Mail 書き込み待ちが発生する例



Task をグルーピングする TaskArray を実装し、Mail の数を削減

SPE にソフトウェア MailQueueを実装し、SPE のMail書き込み待ちを削減

図:MailQueue を導入した例



	FPS	Mail 待ち割合	稼働率	稼働率向上差
改良なし	30.2	74.3%	23.7%	-
TaskArray適用	32.2	66.7%	30.8%	+7.1%
MailQueue適用	41.7	56.8%	40.0%	+10.8%

5 他マルチコアCPUへの対応

Task 内部での DMA 転送記述を隠蔽する MemorySegment (MS) を実装

SPE の LocalStore (LS) と MainMemory をマッピング

Intel Xeon などの共有メモリ環境に対応

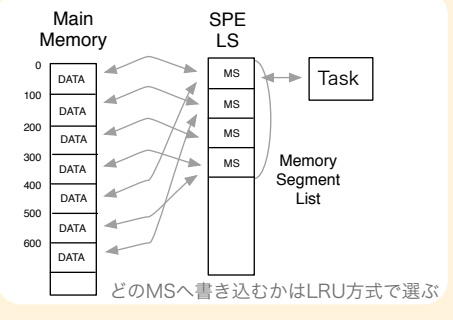



図:MemorySegment