

NISHINA

HOKUSAI GreatWaveを用いた RIBF原子核物理実験データ解析

仁科加速器研究センター 磯部忠昭

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 1

NISHINA

RIBF実験の特徴

- 理研仁科センター全体で実験を運用する
 - 加速器グループ + RIBビーム生成グループ + 測定グループ
 - 10~50人の測定グループ
 - 測定グループ代表者により実験提案→採択が必要
- 春マシンタイム: 4~6月、秋マシンタイム: 10~11月
 - 電気代をはじめとして運転コストが高く、一度走り出したら24時間運用を行う
- 1項目の実験期間が大体1週間程度と短い
 - 多かれ少なかれ実験毎のセットアップ変更が必要
 - 限られた短い時間で得られた物理データが尤もらしいか判断しなければならない

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 1

NISHINA

RIBF実験におけるデータ

- ほとんどの実験で使用される共通検出器から出てくるデータ
 - RIBビームの種類、エネルギー
- 各測定エリアに設けられた検出器から得られるデータ
 - エネルギー、時間、放射線種
- 加えて海外から様々な最先端検出器がやってくる
 - 世界一故に研究者も集まる
- (これまでの)実験データはそれほど大きくない
 - ~1HDD/1実験

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 3

NISHINA

実験データの解析

- オンラインとオフラインという概念が存在する
 - オンライン: 実験中の1次解析
 - オフライン: 実験後の高次解析
- 世界中の素粒子・原子核・宇宙物理実験のベースとなるソフトウェアが存在
 - ヨーロッパを中心としたfundingによるスイスCERN研究所、ドイツGSI研究所での開発などが目立つ
 - データprocessing、解析アルゴリズム、シミュレーション、統計処理といった解析ノウハウの積み重ねが存在し、これらをうまく使いこなすことで解析を行う
 - GPL License
 - HOKUSAI で使用する時にはソースコードからコンパイルしている

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 4

NISHINA

オンライン⇔オフライン

<p>オンライン解析 (実験中)</p> <ul style="list-style-type: none"> 目的1: 検出器が正常に動作しているか確認する。 目的2: 実験目的である測定量が得られているか確認する。 →場合によっては設定・計画を変更する スピードが大事 <ul style="list-style-type: none"> 解析アルゴリズムを簡易なものに 部分的にデータを解析 	<p>オフライン解析 (実験後)</p> <ul style="list-style-type: none"> 目的: 最終的な論文に載せるグラフを作成する。 検出器の校正 物理量の計算 シミュレーション等による測定効率・系統誤差の見積もり 実験による時間がかかる。 <ul style="list-style-type: none"> 数ヶ月~数年
---	--

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 5

NISHINA

1HDDではデータが収まらないphaseへ

- VME bus→Ethernet network
- エレキも進化している
 - Compact electronicsを使ったRIBF重イオン衝突プログラム
- 1クレートから10Gbpsライン
- エレキの性能を発揮するには全体のcomputingインフラ増強が必須

SAMURAI Time Projection Chamber
12kch, 512tb, 25MHz sampling
12bit ADC
10~1kHzでのtrigger rate

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 5

予測されるデータ生成レート

1センサーあたりのデータレートは1kB/sec~10kB/sec程度

- 100kB/sec程度もありうるかも
- 12000個のセンサーがあるので、計12MB/sec~120MB/sec程度か
 - 現在の設計値は<200MB/sec
- ネットワークインフラとしては1.2GB/secまで対応可能で、半分のサイズのシステムまではscalabilityを確認
- 実際のデータレートは実験の状態に依存する
 - →マージンを残しておく必要がある
- 実験データのバッファーとして100TB(~200TB) DiskをRIBFに確保
 - 順次10Gbps lineでHOKUSAIへ転送

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 7

オフライン解析

- オンラインに近い1次解析ではもちろんの事、最終的な結果を出すためにもHPCを使用したい。
- その為には、それなりの演算とディスクスペース、I/Oが必要である。

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 8

オフライン解析の流れ

生データ データ収集レートを上げるために圧縮されたバイナリーファイル 2GB/file

検出器情報 検出器で測定された時間、エネルギー等の情報 200MB/file

検出した粒子の情報 検出器の情報から再構成された、検出器が測定した粒子の情報 20MB/file

欲しい物理の情報 最終的に物理プロットを作るうえで必要な最低限度の情報

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 9

HPCでのバッチジョブ

- 同じジョブを1ファイル:1ジョブとして流す
 - 結果1ファイル生成される
- 飛跡再構成はもとより、データを読み出すI/Oが多く発生する
 - ジョブによりCPUとI/Oどちらかがbottleneckになる。
 - I/Oがbottleneckになりやすい。
- Stagingがよく使われる手法。

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃

RICCでの演算テスト (DiskはHOKUSAIのディスク)

- RICC mpc
 - Monte Carlo transportation of particles
 - Real time 51.0645 s, CPU time 47.56 s
 - Digitization of data
 - Real time 135.673 s, CPU time 131.94 s
 - Reconstruction of data
 - 129sec
- Local machine (Intel(R) Xeon(R) X5550 2.67GHz)
 - Monte Carlo transportation of particles
 - Real time 23.6552 s, CPU time 21.34 s
 - Digitization of data
 - Real time 74.9028 s, CPU time 73.38 s
 - Reconstruction of data
 - 54sec

2015/6/19 ベタスケールシステムHOKUSAI GreatWaveとアプリケーションの研究開発への射撃 11

まとめ

- これまでローカルのデスクトップマシンで閉じていた実験解析も、施設の巨大化、データの巨大化に伴って、デスクトップマシン、1HDDでは取まらなくなってきた。
 - 読み出し回路、ネットワーク等の高度化
 - RIBFは世界最先端故に様々な検出器がやってくる。その検出器データの解析の為に作られた専用のソフトウェアが存在し、リソースも多く使用する。
- これからの解析ファームとしてHOKUSAI GWを使用していく。