

リアルタイム地震情報の表示と 並列処理による高速化

気象庁気象研究所地震津波研究部第三研究室
古舘友通

1. はじめに

私の所属する研究室では現在、次世代の緊急地震速報のための研究開発を行っており、その一環としてリアルタイムの地震情報の表示のためのシステムの開発を行っている。また、業務用のシステムとするためには、できるだけ高速な処理が求められており、そのために並列処理が有効である。今回、現在開発中のシステムの紹介とともに、高速化の例として計測震度の計算について調査したので報告する。

2. システム構成

表示システムはデータの受信、計算処理、表示の機能がある。テレメータシステムを経由した地震波形データはWINシステムのプログラムであるrcvtによって共有メモリにリアルタイムで保存される。共有メモリ上の地震波形データはshmdumpによって毎秒読みだされ、波形バッファに保存される。波形バッファは独自に開発したもので、機能としてデータの受信、波形バッファへの保存、データの切り出し、クライアントへの送信とともにWebサーバーの機能があり、Webブラウザからのリクエストによって地震波形データをJSONフォーマットに変換して送信できる。また、地震波形から震度、最大加速度を計算してJSONフォーマットに変換して送信できる。表示プログラムはHTMLファイルの中に記述したJavaScriptファイルによって表示される。構成図を図1に示す。

3. 表示例

表示例として図2にリアルタイム地震波形データ、図3に震度表示、図4に最大加速度表示を示す。波形データはK-netの築館(MYG004)を使用した。

システム構成

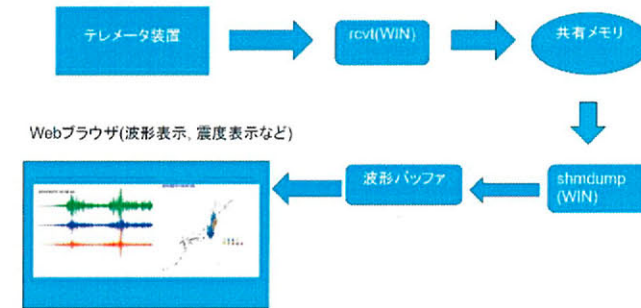


図1 システム構成

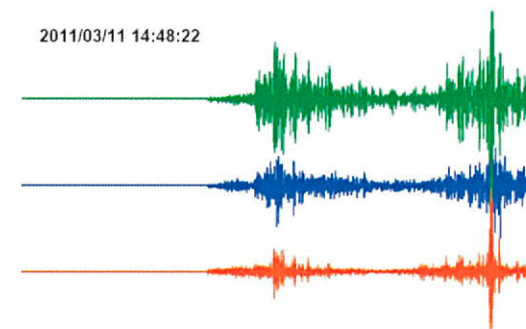


図2 地震波形データの表示例

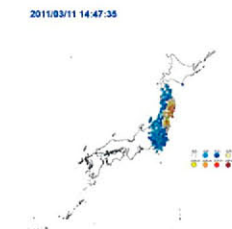


図3 震度の表示例



図4 最大加速度の表示例

4. 並列処理による高速化

並列処理の例として計測震度の計算に使用する高速フーリエ変換(FFT)について調査した。動作環境として OS は Windows 8.1 64ビット版、CPU は Intel 社の Core 7 i7-4770K, 3.5 GHz, 4 コア、GPU は NVIDIA 社の GeForce GTX 760、C コンパイラは gcc 4.9、Web ブラウザは Firefox 42 を使用した。

(1) FFT の性能調査

最初に FFT の性能調査を行った。データ数は 419 万個(2 の 22 乗)。

使用したライブラリは NVIDIA 社の GPU 用の並列処理ライブラリ CUDA に含まれる FFT 用ライブラリ cuFFT、並列処理用の規格である OpenCL のライブラリの一つ Reikna、広く使われている FFT ライブラリ FFTW、JavaScript 用の FFT ライブラリ jsfft(<https://github.com/wellflat/>)である。Reikna は CPU と GPU 用の OpenCL に対応しているため、両方で実行した。結果を表 1 に示す。cuFFT は FFTW の 10 倍以上高速であることがわかった。

表 1 FFT の計算時間

ライブラリ	計算時間(秒)	相対性能(FFTW を 1)
cuFFT	0.020	14.8
Reikna(GPU)	0.074	4.0
Reikna(CPU)	0.123	2.4
FFTW	0.296	1.0
jsfft	2.400	0.1

(2) 計測震度の計算処理

計測震度の計算を各種 FFT ライブラリで行い、性能を評価した。比較のためにリアルタイム震度についても行った。リアルタイム震度のプログラムは同じ研究室の 小木曾氏から提供していただいた Fortran プログラムを C と JavaScript に移植したものである。gcc コンパイラの最適化オプション -O2 を使用したものと使用しないもので実行した。結果を表 2 に示す。相対性能はリアルタイム震度の C プログラムを 1 としたときの相対性能である。cuFFT は FFTW の 10 倍以上高速であり、リアルタイム震度の C プログラムよりも高速である。また、リアルタイム震度の計算において gcc コンパイラの最適化オプションを使用すると 2 倍以上高速になり、有効であることがわかった。JavaScript は計測震度、リアルタイム震度の計算

において C と同程度に高速であることがわかった。

表 2 計測震度とリアルタイム震度の計算時間

	計算時間(秒)	相対性能
リアルタイム震度		
C	0.0197	1.00
C(-O2)	0.0080	2.47
JavaScript	0.0220	0.90
計測震度		
cuFFT	0.0055	3.59
FFTW	0.0789	0.25
jsFFT	0.0700	0.28

5. まとめ

700 点の観測点の震度データをリアルタイムで処理し表示することが可能であることがわかった。また、震度計算において並列処理は有効であり、計測震度でもリアルタイム震度よりも高速になる可能性があることがわかった。今後、表示機能の強化とともに高速化のための調査を行う予定である。

謝 辞

本研究の一部は JSPS 科研費 25282114「実時間地震動予測: 実況値を反映させる手法の構築」の助成を受けたものです。防災科学技術研究所の K-NET 強震記録を使用しました。記して謝意を表します。小木曾氏に提供していただいたリアルタイム震度は非常に有益でした。感謝いたします。

参考文献

- 1) 気象庁:震度を知る(気象庁・監修)、ぎょうせい、1996 年、pp.238.
- 2) 功刀卓他:震度のリアルタイム演算に用いられる近似フィルタの改良、地震 第 2 輯 第 65 巻、2013 年、pp.223-230