

# 「超小型 GPU による空撮画像からの災害状況判読のリアルタイム化」

佐藤裕幸 (ソフトウェア情報学部、教授)、

蔡大維 (ソフトウェア情報学部、准教授)、片町健太郎 (ソフトウェア情報学部、助教)

## <要旨>

本研究では、各種判読処理において重要となる追尾処理を対象として、NVIDIA 社が提供している超小型 GPU である Tegra K1 を用いて高速化した。追尾処理方式としては、並列性が非常に高いパーティクルフィルタを採用した。その結果、CPU 4 スレッド、GPU ともに、どの問題サイズにおいても、リアルタイム性能である 33 ミリ秒以内であり、パーティクルフィルタによる追尾処理が Tegra K1 上で十分な性能で動作することが分かった。

## 1 研究の概要

近年、地震や津波などの災害予測・被害状況把握、地球温暖化などの環境問題、天然資源探索、諸外国からの脅威監視などの地球観測に対する重要性が高まってきているが、撮像データは観測領域の広域化・高分解能化により大規模になり、災害や脅威への対策など迅速な対応が必要とされる分野が多くなっており、撮像データに対する画像処理の高速化が大きな課題となっている。そこで、グラフィックス用プロセッサ GPU の代表的なメーカーである NVIDIA 社が提供している超小型 GPU である Tegra K1 を活用して高速化する。

H27 年度までは、3 次元形状への復元処理であるステレオ・マッチングを対象とし、高速化の効果を待た。H28 年度は、各種判読処理において重要となる追尾処理を対象とした。追尾処理は、Tegra K1 を搭載し、カメラ機能も付いた SHIELD Tablet 上で行うことを想定しているが、まずはどの程度の速度で動作するのかを検証するために、開発環境の良い Jetson TK1 上で高速化を行った。

## 2 研究の内容

映像からの物体追尾処理では、映像中の連続するフレーム画像の中から、処理対象フレーム以前の情報と追尾対象の運動モデル等を基に次フレームでの物体の位置を推定する。追尾処理方式の 1 つであるパーティクルフィルタではシステムの状態変数を観測値から順次推定するために、粒子(パーティクル)を用い確率分布を近似する。今回システムの状態変数は画像中に於ける粒子の位置及び速度、粒子の広がりであり、観測値は画像の値を用いる。この粒子を用いた物体位置推定の計算では、多数の粒子数を用いて計算することで精度の向上が見込める。従って、物体の追尾には、粒子数に応じた高負荷な演算が必要となる。30fps のビデオフレームを対象としてリアルタイム化する場合、33 ミリ秒以内でパーティクルフィルタ処理を行わなければならないため、高速なプログラムの実装が必要不可欠な課題となる。パーティクルフィルタは、各フレーム毎に以下の手順で行う。

- ① 新規粒子の生成:画像の上位画素値をN個抽出し、状態を初期化する。トーナメント式に抽出するこ

とで並列性を出せる。

- ② 次粒子状態の予測:粒子の運動モデル(今回は等速直線運動)に従って、粒子の位置を移動させる。既存粒子数分の並列度がある。
  - ③ 粒子の尤度計算:粒子と追尾対象の分布モデルとを比較し、一致度を算出して粒子の存在確率とする。粒子数分の並列性がある。
  - ④ リサンプリング:粒子の存在確率に基づいて、生き残らせる粒子を選択する。並列性はない。
- また、①と②は同時に行える。

## 3 これまで得られた研究の成果

パーティクルフィルタによる実行時間の評価を Jetson TK1 の CPU と GPU で行った。128×128 及び 1920×1,080 画素の全 100 フレームで構成される動画データに対し、新規の粒子数と残す粒子数を変えて実行した計測結果を表 1 に示す。

表 1 : 実行時間の計測結果

単位:ミリ秒

	画像サイズ		粒子数		CPU		GPU
	X	Y	新規	既存	1 スレッド	4 スレッド	
A	128	128	128	512	1.80	1.49	1.22
B			512	2,048	6.72	2.38	1.70
C			1,024	10,240	29.19	9.72	3.42
D	1,920	1,080	128	512	6.39	3.31	6.79
E			512	2,048	11.75	4.62	6.76
F			1,024	10,240	35.22	11.59	7.55

CPU 4 スレッド、GPU ともに、どの問題サイズにおいても、リアルタイム性能である 33 ミリ秒以内である。また、大きな問題サイズでは、GPU 化の効果が出ている。以上、今回の研究成果により、パーティクルフィルタによる追尾処理が Tegra K1 上で十分な性能で動作することが分かった。

## 4 今後の具体的な展開

今回①と④には大きな並列性がなかったため、GPU の性能を十分に引き出せていないことが今後の課題となる。また、新規粒子の生成において、画像の輝度値により抽出しているが、より現実の追尾対象に応じた抽出方法も検討する必要がある。更に、ステレオ・マッチングとの融合も行っていきたい。