

ストリーム駆動プロセッサの 光量変化検出センサを対象とした物体追跡処理への応用

1180286 穴井 志穂 【 コンピュータ構成学研究室 】

1 はじめに

近年、物体認識や物体追跡技術は、ビデオ監視など多くの用途で使用されている。中でも、ATIS(Asynchronous Time-based Image Sensor) による動画撮像法は、物体の動きを各画素の光量変化として検出して、光量に変化した画素のみをサンプリングして追跡処理を行うため、計算量を最小化できる [1]。

本研究では、この物体追跡処理を対象として、我々の研究室で検討しているイベント駆動型の画像処理向きストリーム駆動プロセッサ SDP-i(Stream Driven Image Processor)[2] 上での高速実現法を検討した。

2 物体追跡処理の並列実現法の要件

物体追跡アルゴリズムは、図 2 に示すように光量に変化する毎に、その画素の座標 U 、物体を追跡する各トラッカー i の座標 μ_i 、共分散行列 Σ_i 、レイヤ $layer_i$ 、活性度 A_i を更新し、最適なトラッカーを提示する。

SDP-i は能動的なメモリ SMem と受動的な DDP で構成されている。SDP-i 上で物体追跡処理を高速に実行するには、DDP でのパイプライン並列処理を追求し、SMem と DDP 間のトラフィックの最小化をする必要がある。また、複数の ALU を縦続接続した FParray を無駄なく活用できるパイプライン型命令列に変換することが重要である。

3 ストリーム駆動型並列処理法

2 並列 \times 7 段 (FP \times 6 段, DMem \times 1 段) の縦続接続された FParray を採用した DDP を対象にして、最大限演算効率を高められるためにはパイプライン型命令列を次のように構成する。ここで、FP は 32bit 浮動小数点演算機構、DMem はデータメモリ読書き機構である。

(a) フローグラフ中のクリティカルパスに着目: FParray

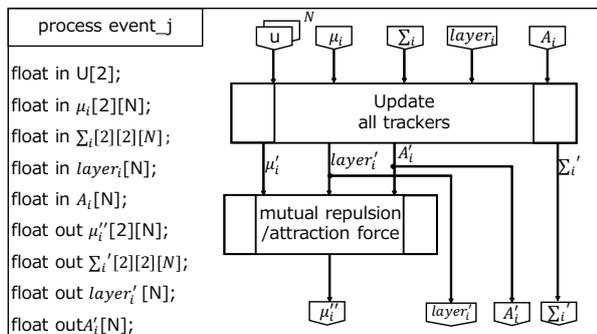


図 1 物体追跡アルゴリズムのストリームフロープログラム

で実行可能な最大部分グラフを抽出する。残りのグラフについても、同様に最大部分グラフを抽出する。

(b) 部分グラフ間でデータ依存がある場合: 抽出した部分グラフ間にデータ依存がある場合、原則、結果パケットをマッチングメモリで統合する。ただし、パケットには 4 つのオペランドしか保持できないため、5 つ以上の中間結果があり、かつ、データ依存がある場合には、FP 内の一時レジスタまたは DMem を介して、データ依存を満たす命令系列を構成する。

(c) 条件分岐がある場合: 条件分岐は、分岐命令と分岐フラグで実行する方式を採用した。条件の真偽確率と、分岐判定後の各処理の負荷を考慮して、先行/遅延評価を決定する。ただし、SDP-i 内にパケットが残留しないよう留意する。

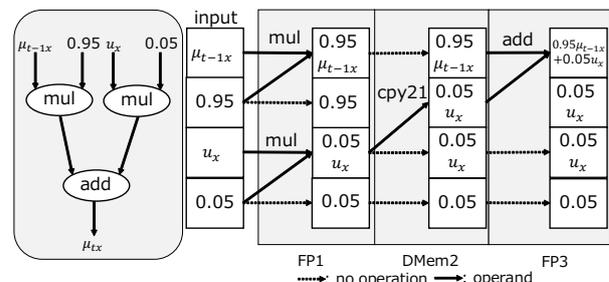
以上の方法で、トラッカー x 座標の更新を FParray で実現する命令系列に変換した例を図 2 に示す。

4 評価・まとめ

提案並列処理方式によって、フレーム内イベント数が平均 400 発生すると想定すると、271fps で物体追跡できることが確認できた。今後、SDP-i 中の DDP 回路を 65nmCMOS 標準セルライブラリを用いて設計を行い、より精密な評価を行う予定である。

参考文献

- [1] X. Lagorce, et al., “Asynchronous Event-Based Multikernel Algorithm for High-Speed Visual Features Tracking,” IEEE Trans. on Neural Net. and Learning Sys., 26, 8, 1710–1720, 2015.
- [2] M. Tabara, et al., “Pipelined FP array for Stream-Driven Image Processor,” Proc. of PDPTA’17, 239–244, 2017.



(a) Flowgraph(SFP). (b) Instruction sequence on FParray.

図 2 FParray 用命令系列への変換