

# 視線推定における黒目中心検出処理を行うセルオートマトンLSIアーキテクチャ

Cellular-Automaton LSI Architectures for Iris Center Detection towards Gaze Estimation

岩丸 直登  
Naoto Iwamaru

池辺 将之  
Masayuki Ikebe

浅井 哲也  
Tetsuya Asai

本村 真人  
Masato Motomura

北海道大学 大学院情報科学研究科  
Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

## 1 まえがき

ヘッドマウントディスプレイにおける視線ポインティングデバイス ([1] など) の低電力化を目的として、セルオートマトン (CA) 処理によって黒目の中心座標を推定するアーキテクチャを構築する。本稿では、[2] にて提案した基本回路に具体的な制御機構を追加したアーキテクチャを構築し、その動作検証結果について報告する。

## 2 提案アルゴリズムとアーキテクチャ

文献 [2] にて提案した手法は、CA の侵食・膨張ルールを用いて黒目の中心位置を推定するものであった。この処理では、黒目の中心位置が検出されるタイミングを得る必要がある。図 1 にその方法を示す。SRAM(B) から SRAM(A) へ画素値をコピーする際に、アキュムレータにも同じ値を加算していく。全画素のコピーが終了後、アキュムレータ内部の総和をチェックする。その総和が 0 でなければ値をリセットしたのちに処理を続行し、総和が 0 であれば処理を終了する。一番最後に論理 “1” を読み出したアドレスがカウンタ内部のレジスタに保存され、そのアドレスが黒目中心座標を表わす。

図 2 に、上記の検出処理を組み込んだシステムアーキテクチャを示す。イメージャから読み込んだ画像を二値化し、シリアルに SRAM(A) へ書き込んでいく。読み込んだ画像の転送が終了後、書き込みポートを閉じる。2 クロック目からは 3×3 フィルタ部であるシフトレジスタへの転送も同時に行う。演算に必要な画素がシフトレジスタに埋まり次第、膨張 (D) と侵食 (E) の演算を行う。カウンタの値を参照してその演算結果を選択し (図 2)、SRAM(B) に結果を書き込んでいく。SRAM(A) 内部にフィルタ範囲外の不要な画素値が出る次のクロックから、SRAM(B) から SRAM(A) へのコピーが開始される。この時にアキュムレータへの加算も同時に行う。この処理をアキュムレータの総和が 0 になるまで繰り返す。

上記システムの RTL シミュレーション結果を図 3 に示す。図中の左下の灰色部が二値化した入力画像を表し、上記システムにて検出された黒目中心座標を黒矢印で示す。想定どおり黒目の中心が検出されることを確認した。

### 参考文献

- [1] K. Bong, *et al.*, VLSI Circuits 2015.
- [2] N. Iwamaru, *et al.*, 2016 年 電子情報通信学会 NOLTA ソサイエティ大会.

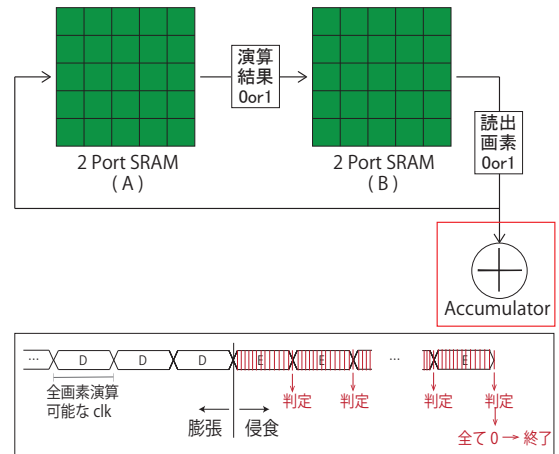


図 1 CA 処理終了判定と黒目中心座標の検出方法

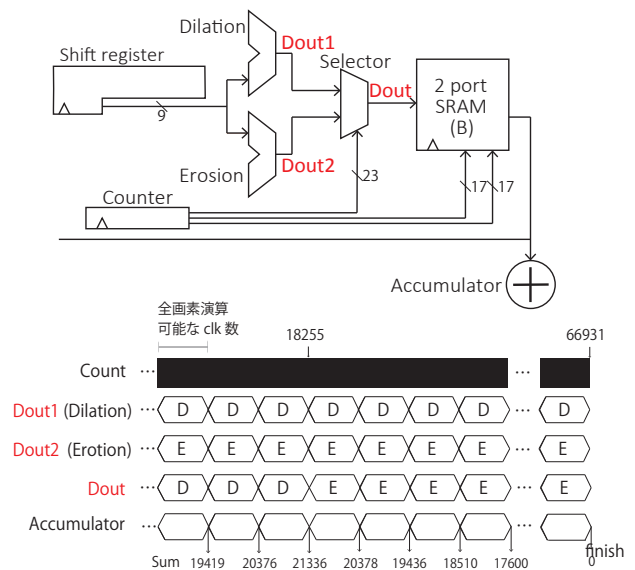


図 2 黒目検出 CA システムアーキテクチャ

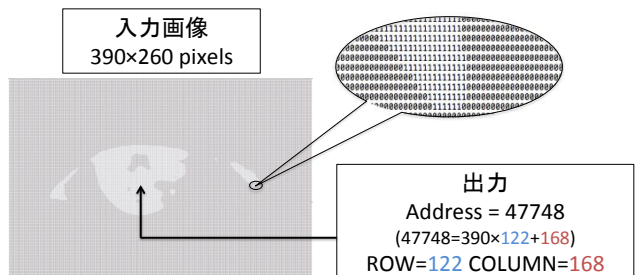


図 3 RTL シミュレーション結果 (動作例)