

黒目中心検出のためのハードウェア指向セルオートマトンモデルとその低電力アーキテクチャ

A NOVEL HARDWARE-ORIENTED PARALLEL ALGORITHM AND ITS
LOW-POWER ARCHITECTURE FOR GAZE ESTIMATION

岩丸 直登 池辺 将之 浅井 哲也 本村 真人
Naoto Iwamaru Masayuki Ikebe Tetsuya Asai 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

Google Glass に代表されるヘッドマウントディスプレイ (HMD) [1] において、視線ベースのポインティングインターフェースの低電力化は極めて重要である。既存技術では、楕円推定により黒目の中心座標を推定しており [2]、そのためにプロセッサ型の演算回路が利用されている [3]。本研究では、セルオートマトンにより黒目の中心座標を推定する低電力視線推定アーキテクチャを提案し、既存技術との消費電力比較を行なう。

2 提案アルゴリズムとアーキテクチャ

図 1 に二次元セルオートマトン (CA) を用いた黒目中心座標の推定アルゴリズムを示す。片目画像の取得・二値化後に CA の膨張処理によって黒目内の反射光部を消す。その後侵食処理を繰り返すことで、最大面積部分 (黒目) の中心にむかってパターンが縮小してゆく。パターンが消える直前の点の位置が黒目の中心となる。その座標を求めるために、図 2 に示すような侵食結果を格納するメモリと黒パターンの消失判定処理を行う。

図 3 に提案する CA アーキテクチャを示す。イメージャからシリアル出力された映像を 2 ポート SRAM に蓄えながら、その画素値を 2 行+3 画素分のラインバッファ (FIFO で構成したシフトレジスタ) へ転送する。このラインバッファから、テンプレート演算に必要な 3×3 の画素を引き出して図 1 の膨張・侵食ルールとのマッチングを行ない (ルール演算器)、その結果を 1 ポート SRAM に書きこむ。2 回目以降の繰り返し演算では、イメージャからではなく 1 ポート SRAM から画素を読み込む。

プロセッサを利用する先行研究 [3] の消費電力 (10 mW, イメージャを含む) に対し、本方式ではほぼ全ての電力が SRAM により消費されるため、イメージャを除いた消費電力は 1 mW 程度 (65-nm SRAM, 75 kbit@QVGA) となる見積りを得ており、HMD 向けインターフェースの低電力化に有効であると考えられる。

参考文献

- [1] https://ja.wikipedia.org/wiki/Google_Glass
- [2] J.-G. Wang, *et al.*, "Eye gaze estimation from a single image of one eye," ICCV 2003.
- [3] K. Bong, *et al.*, "A 0.5-degree error 10mW CMOS image sensor-based gaze estimation processor with logarithmic processing," VLSI Circuits 2015.

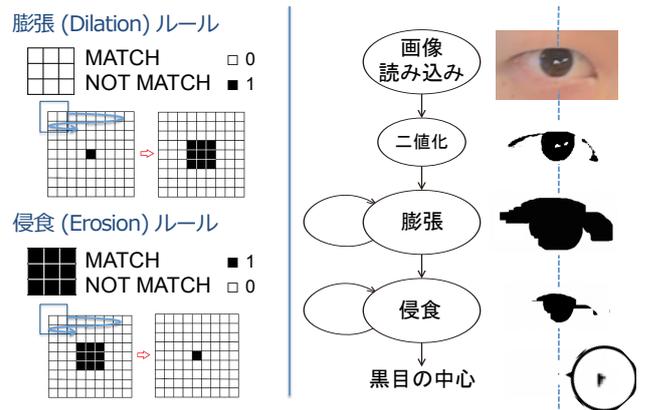


図 1 利用するセルオートマトンテンプレート (膨張・侵食ルール) と提案アルゴリズム

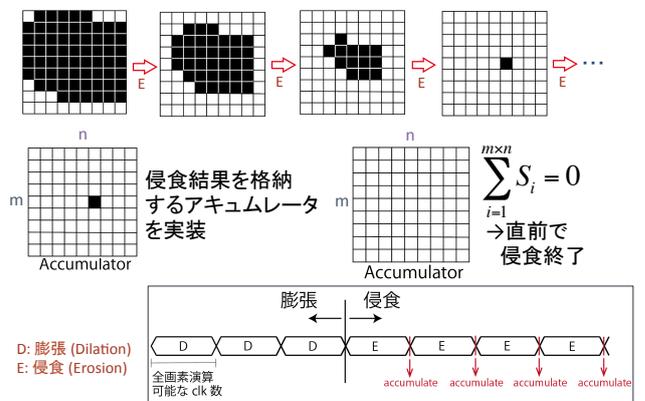


図 2 黒目の中心座標の判定処理

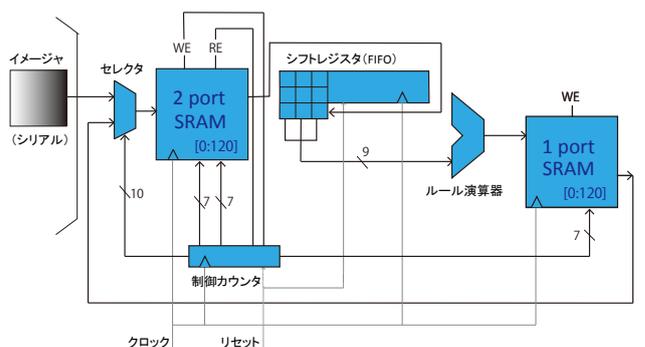


図 3 提案セルオートマトンアーキテクチャ