

高速・高効率 画像処理LSIの設計

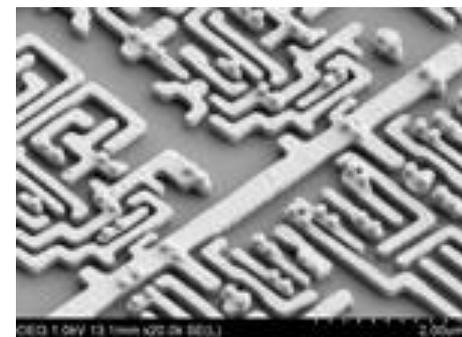
埼玉大学工学部電気電子物理工学科

伊藤研究室

LSI(大規模集積回路)とは

1

- ◆半導体(Si)結晶(チップ)表面に電子回路を作る
 - MOSトランジスタ(スイッチ)を配置
 - MOSトランジスタ間を配線



LSI顕微鏡写真

- ◆半導体製造技術の進歩

- 微細化…最小寸法が $0.01\mu\text{m}$ に迫る
- 65nm (2006年) \Rightarrow 45nm \Rightarrow 32nm \Rightarrow 22nm \Rightarrow 14nm (2015年)
(1mmの10万分の1程度)



1つのLSIチップに10億個を超えるトランジスタからなるデジタル回路を搭載可能

➡ 高並列処理により高速、高効率で低消費電力

事例: 画像の特徴を算出する

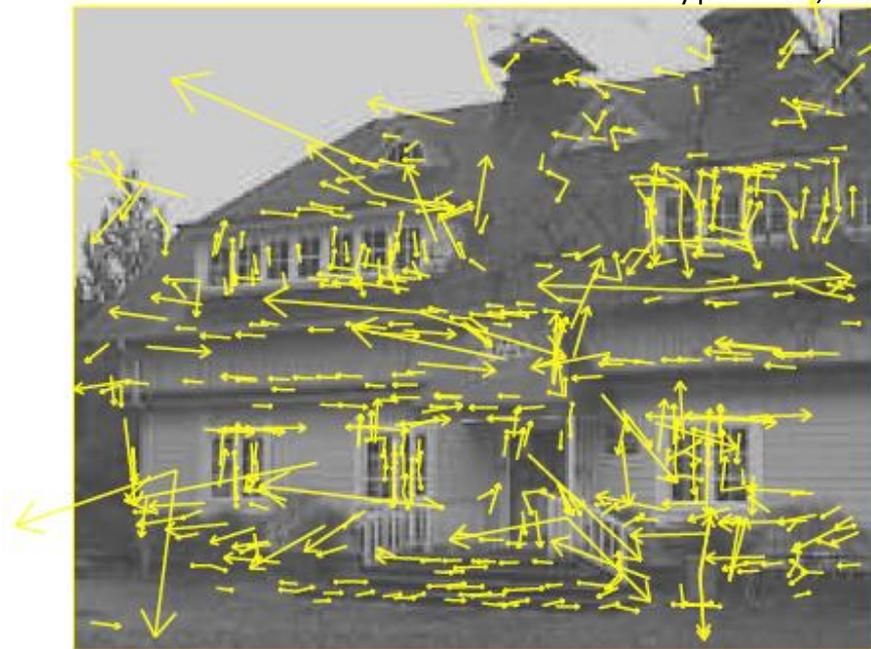
2

SIFT特徴量

D.G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints", 2004.



原画像



算出したSIFT特徴量

画像の視点回転、拡大縮小、明るさ変化に対して不変

➡ 画像検索、物体認識、医療(診断)等に応用

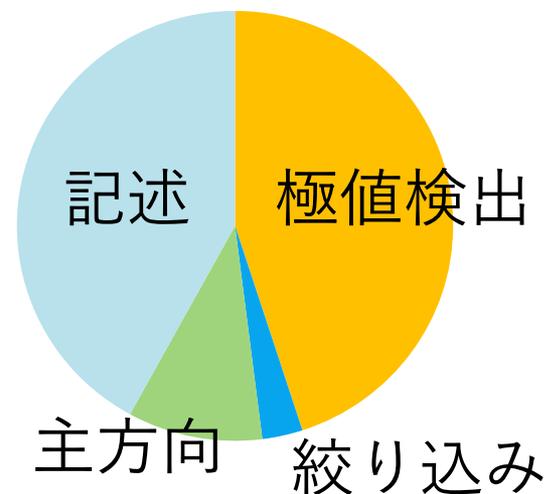
SIFT特徴量の計算

3

- ◆ 計算量が膨大 ⇒ コンピュータでは長時間
 - クロック周波数3.4GHzプロセッサのPCで実行したとき:
1920 × 1080画像(Full HD) = 2.94秒
- ➡ LSI(ハードウェア)により高速化が必要

◆ SIFT特徴量計算の内訳

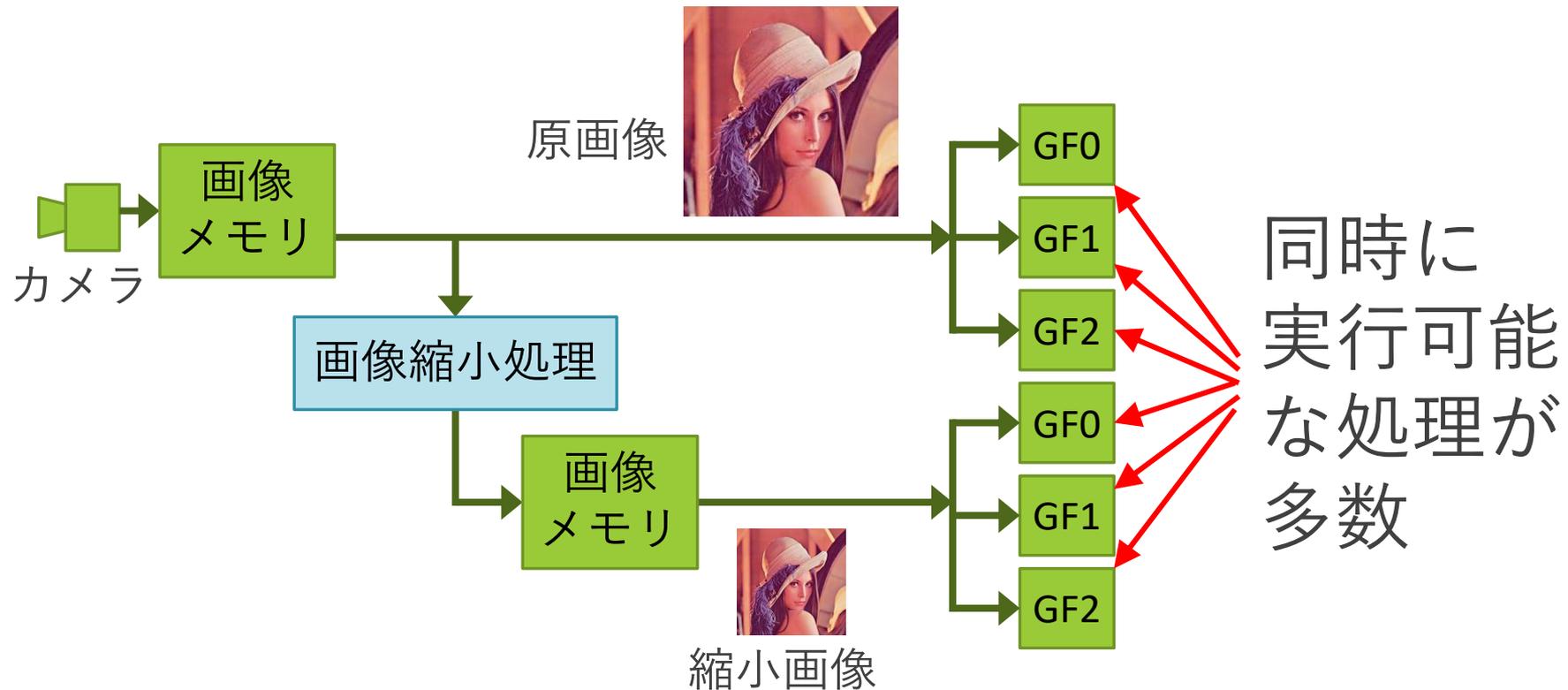
1. 極値(特徴点候補)検出(45%)
2. 特徴点候補絞り込み(3%)
3. 特徴点主方向計算(10%)
4. 特徴量記述データ計算(41%)



➡ 極値検出を実行する専用LSIを設計

極値検出処理の高速化

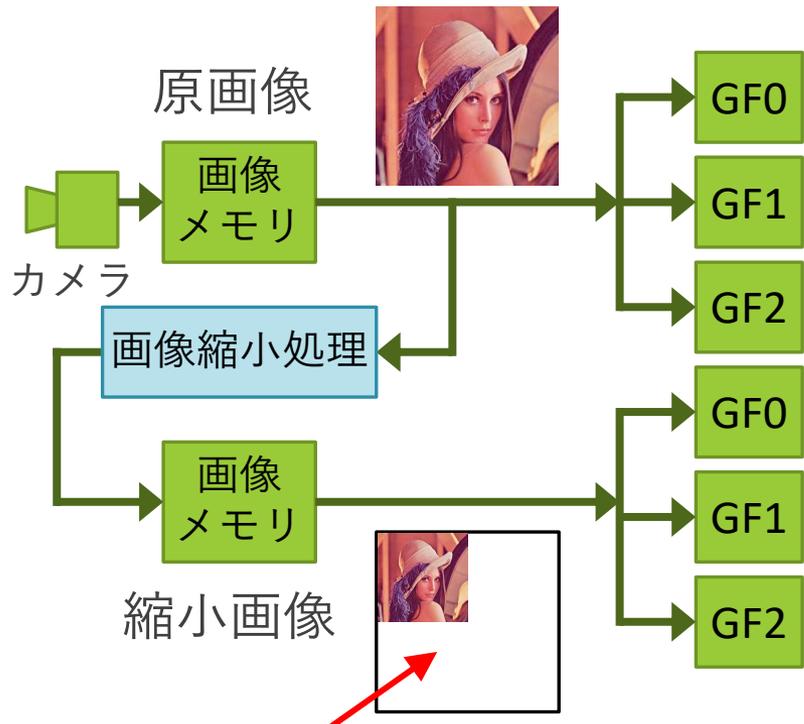
- ◆ 原画像および縮小画像に対して多数の処理
- ◆ 多数の処理は同時に実行可能



- ◆ 数十～数百個の演算回路の並列実行で高速化

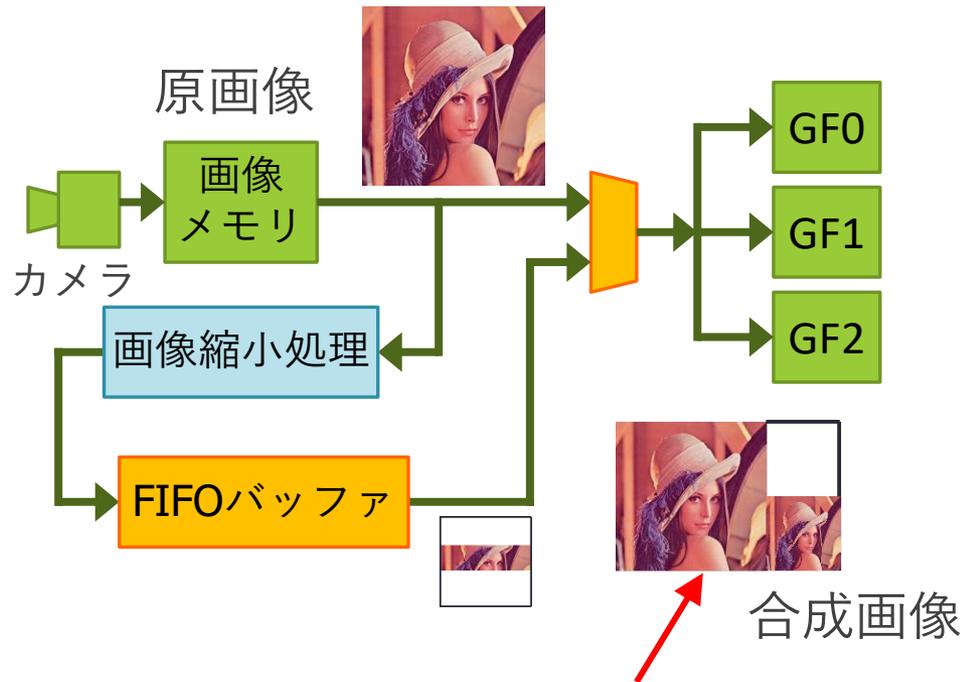
極値検出処理の効率化

従来手法



空白部分でムダな待ち時間

新手法



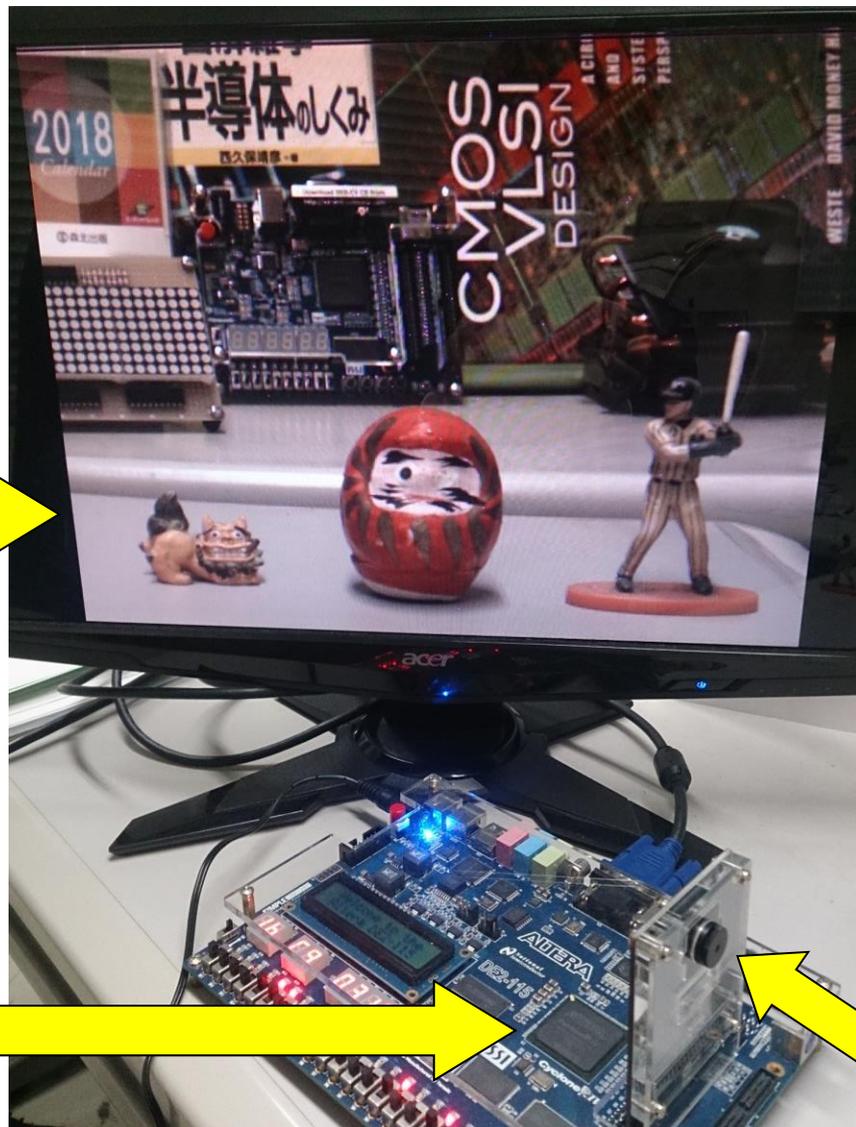
ムダな部分を1/3に削減

- ◆ 原画像と縮小画像を合成してムダな待ち時間を削減
- ◆ 画像処理回路を共通化して回路削減と利用率改善

極値検出をLSIで実行

6

モニタ



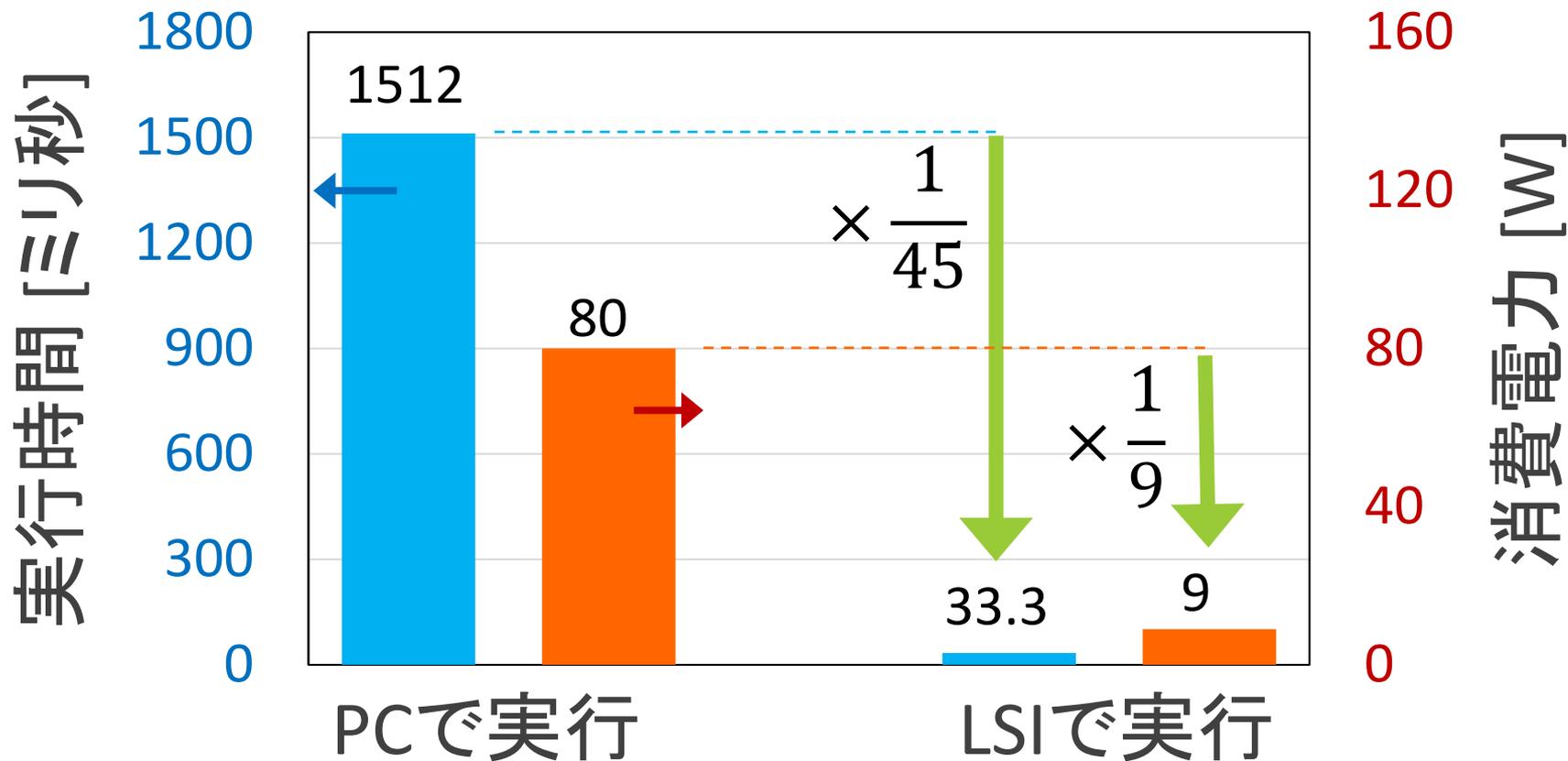
LSI
(FPGA)



特徴点

カメラ

LSIを使うと



LSIを使うと超高速処理を、省エネで実行

画像サイズ: 1920 × 1080 (FullHD)

PC: Core i7 3.86 GHz

LSI(FPGA): 100 MHz