動きを考慮したKLT Trackerによる特徴点抽出アルゴリズムの提案とハードウェア実装

佐々木　毅（池永研究室）

1. 研究背景

■ 研究背景

1. 監視カメラの普及
- ネットワークカメラの出荷台数増加.
- カメラの低コスト化・高機能化.

2. 監視のコストと効果
- 事件，事故の早期発見を可能とするためには，人による常時監視が必要（監視コスト）.
- 記録保持機能のみの監視システムでは，犯罪防止に心理的効果しか期待できない（監視効果）.

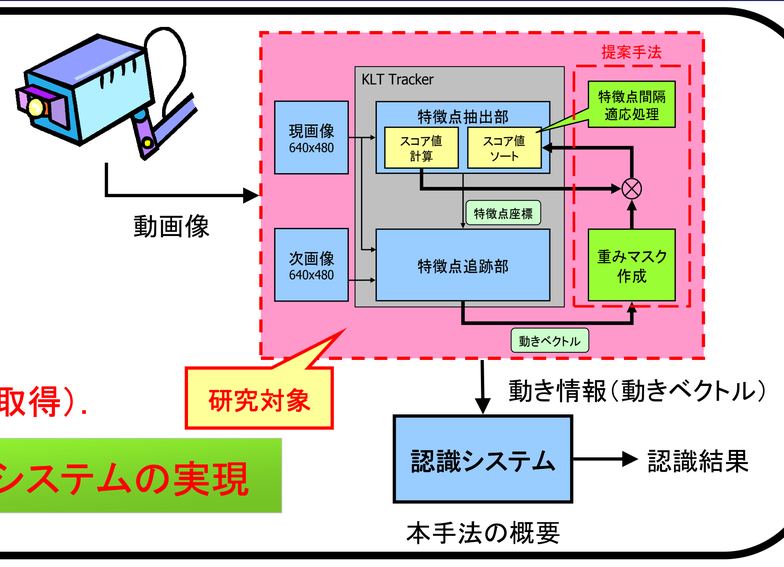
2. 研究目的

■ 研究目的
- 監視者が画面を注視する時間を低減する.
- 監視映像から異常を検知する（動作量の解析）.
- 監視映像を常に解析する（実時間処理）.

→ 実時間処理による対象の動き検出が重要.
- 監視システムとして高い認識率が要求される.

→ 高精度な動き検出が必要（より多くの動き情報を取得）.

実時間処理による高精度な動き検出システムの実現



本手法の概要

3. キーアルゴリズム

■ KLT Tracker (Kanade-Lucas-Tomasi)
- オプティカルフローの勾配法.
- フローを求める際に予め追跡に適した特徴点を抽出するため高速かつ高精度な演算が可能.

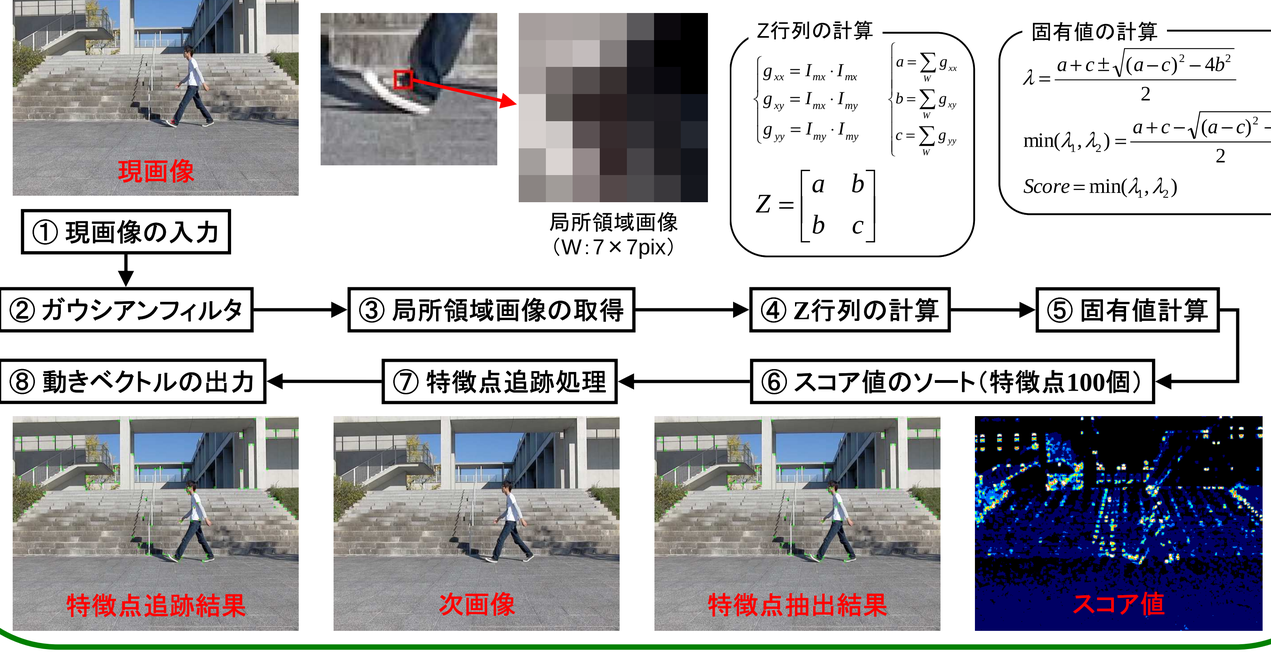
■ 人の動きに対するKLT Trackerの問題点

① 静止領域に特徴点が集中した場合，取得できるフローが少ない.

② 一部の画像領域に特徴点が集中した場合，他の領域の動きを捉えることが出来ない.

対象の動きを考慮した特徴点抽出法が必要

KLT Trackerによる動き検出処理の流れ

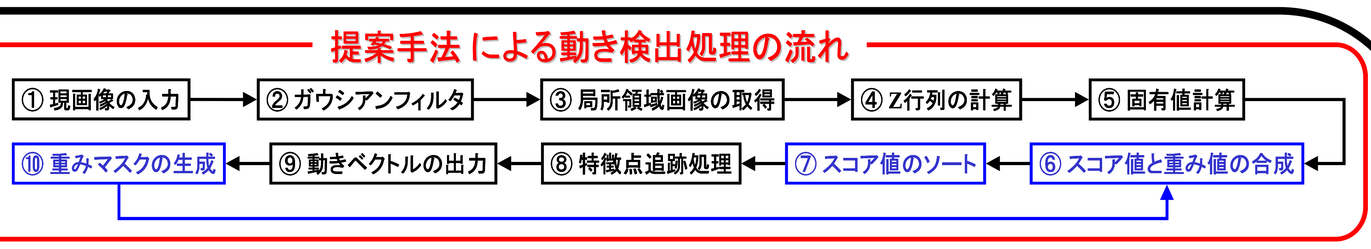


4. 提案手法

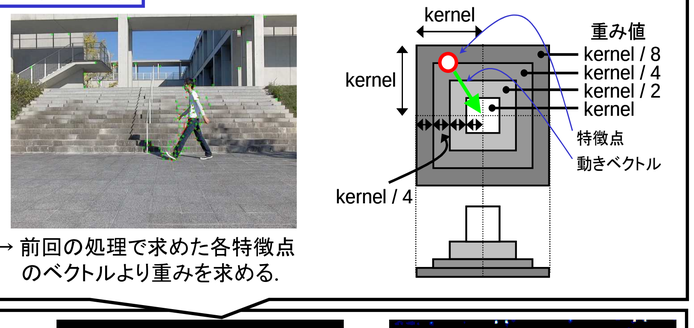
■ Proposal 1： 重みマスクによるスコア値操作
- 追跡処理で得たベクトルデータから重みマスクを作成.
- 重みマスクとスコア値を合成することで動き領域のスコア値を増大し，特徴点を動き領域に集中させる.

■ Proposal 2: 特徴点間隔の適応処理
- 特徴点を効率的に対象に分布させるため，動き量に応じて特徴点の間隔を変更する.
- スコアソート時に、静止領域と動き領域で特徴点間隔を変更することで，対象の動きを捉えやすい状態にする.

提案手法による動き検出処理の流れ

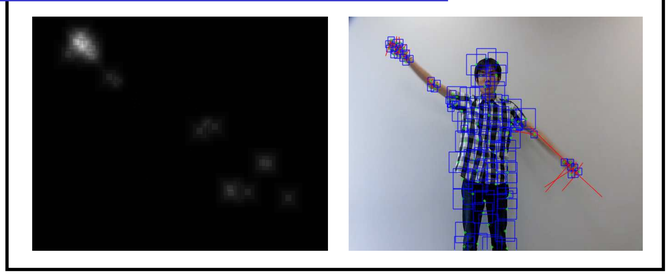


重みマスクの生成



→ 前回の処理で求めた各特徴点のベクトルより重みを求める.

スコア値のソート（特徴点間隔の適応処理）



スコア値と重み値の合成

5. 実験結果

■ 実験内容

① 複数のテストシーケンス（640x480,30fps）を使用.

② テストシーケンスのフレーム毎に，“動きのあった特徴点数”を測定する.

③ 全フレーム処理後，“動きのあった特徴点の平均数”を計算，評価指数とする.

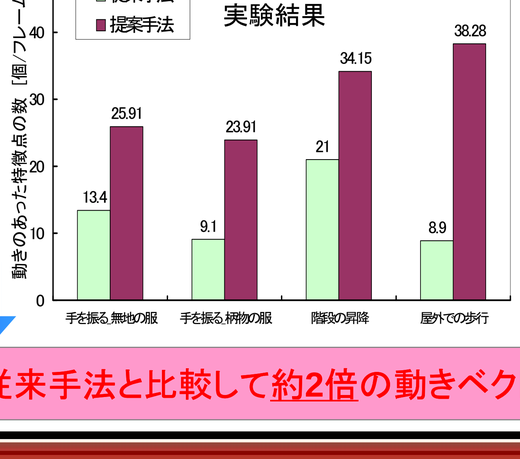
$$FP_{Average} = \frac{\sum_{T} FP_{move}}{T - T_s}$$

$FP_{Average}$：動きのあった特徴点の平均数

FP_{move}：動きのあった特徴点の数

T：テストシーケンスの総フレーム数

T_s：動きの無いフレーム数

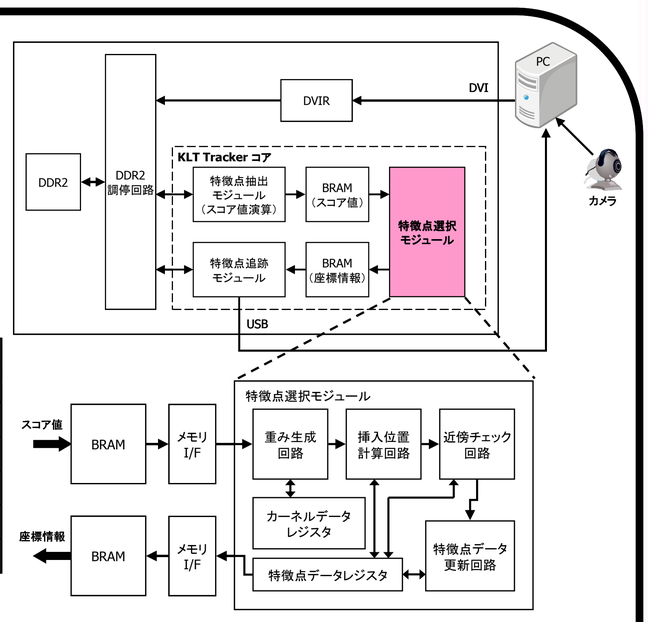


従来手法と比較して約2倍の動きベクトルを取得可能

■ ハードウェア実装
- 高精度な動き検出を目的とした提案手法による特徴点選択モジュールを設計.
- 使用FPGA評価ボード（Xilinx社，Spartan-3 DSP 3400A）
- 低コストな民生用向けFPGAに実装.

合成結果

FPGA リソース	最大リソース量	リソース使用量		全体使用率
		特徴点選択部	特徴点抽出＋追跡部	
Slice	23872	18%	17%	36%
Flip Flop	47744	9%	9%	18%
LUT	47744	10%	16%	21%
BRAM	96	0%	21%	21%
DSP48A	126	1%	67%	69%



KLT デモンストレーションシステムの概要

ターゲットデバイスのリソース使用率50%以下で実装可能

早稲田大学 大学院 情報生産システム研究科
システムLSI分野システムLSI応用部門　池永研究室