

2015.1.8
地震研究所研究会
「揺れの即時的予測システム：更なる高度化と新しい展開」

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

リアルタイム画像処理と 地震学との接点を考える

中央大学 理工学部 精密機械工学科
梅田 和昇
umeda@mech.chuo-u.ac.jp
http://www.mech.chuo-u.ac.jp/umedalab/

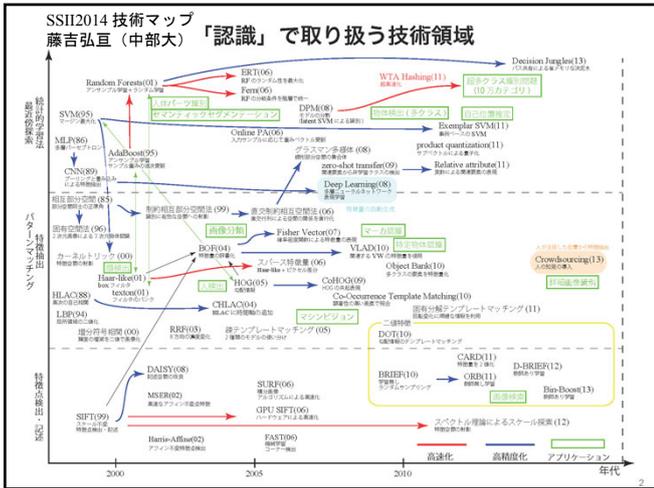
UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

中央大学 知的計測システム研究室 (梅田研究室)

ロボットなどの知能機械のための
“知的な計測” 技術の実現

- 移動ロボットのセンシング
- インテリジェントセンサ・センシング
特に3D計測, モデリング
- 画像応用～ヒューマンインタフェース, 産業応用

Keywords : ロボットビジョン, 画像処理, 距離画像
メンバー : 教授, 助教, M2 5名, M1 4名, B4 9名, 共同研究員2名



UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

認識 (Recognition)

色々な認識 :

- 特定物体認識 (Specific ...)
 - OOは (どこに) ありますか?
 - Identification
 - 例: パターンマッチング
- 一般物体認識 (Generic ...)
 - これは何ですか?
 - Classification
 - 例: パターン認識

基本的な処理の流れ:
特徴抽出 (Feature extraction) → 認識 (Recognition)

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

認識 (Recognition)

特徴 (Feature) :

- 最も単純には画像そのもの
- 一般にうまくいかない
- 低解像度化, 低次元化 (←主成分分析) も有効
- 領域や線図形の各種特徴量 etc.
- いかに適切な特徴を用いるかが重要! ?

最近の動向 :

単純な多数の特徴を大量データの学習により選択
特徴の例 : Haar-like, SIFT, HOG

最新の動向 :

Deep Learning ~ 特徴抽出の自動化

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

Viola & Jones

Robust Real-time Object Detection, Int. J. Computer Vision, 2001

- 顔検出のMilestoneとなった研究
- Haar-like特徴量
- AdaBoostによる学習
- カスケード型の識別器などによる高速化

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

Viola & Jones

- Edge features
- Line features
- Center-surround features

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

オムロンの顔検出が何故成功したか？

- デジカメなどに広く普及
- ベースはViola & Jones (?)
- **大量の顔画像による学習**
- 多くの（海外）研究機関との共同研究

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

Building Rome in a Day

<http://grail.cs.washington.edu/projects/rome/>

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

手振り検出に基づく インテリジェントルームの構築

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

ジェスチャ認識による 家電製品操作システムの構築

操作者の特定 (手振り認識)

肌色登録 (手振り利用)

操作対象の選択 (指差し方向認識等)

家電機器の操作 (ジェスチャ認識)

InfraRed RemoteController
Intelligent Room

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

FFTを用いた画像からの手振りの認識

(a) (b)

Power

Gmax

Ave

Frequency

(d)

Intensity Value

Frame

(c)

小さな手振り

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

手振りを用いた機器操作

相対座標

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

周期的な手振りジェスチャ認識

■ 4種類の手振りジェスチャを識別

時系列の濃淡画像 濃淡値の時系列変化

振幅スペクトル 位相スペクトル

Recognized gesture

Horizontal Vertical
Clockwise Counterclockwise

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

周期的な手振りジェスチャ認識

Close-up

12-dimensional phase spectrum differences

① B-H	➡ B-D	⊖ B-F	⊙ D-H
② C-G	➡ A-E	⊖ C-E	⊙ A-C
③ D-F	➡ F-H	⊖ A-G	⊙ E-G

- 複数の画素における時系列濃淡変化の位相差を利用
- SVM (サポートベクターマシン) により認識

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

DPマッチングを用いた口唇動作認識

特徴量：

- 低解像度化した画像
- 唇のアスペクト比, 開口のアスペクト比
- 基準画像とのテンプレートマッチング相関値

▶

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

差分ステレオを用いた人流計測

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

差分ステレオ

Bumblebee2

シーン

カメラ1 カメラ2

画像入力 画像入力

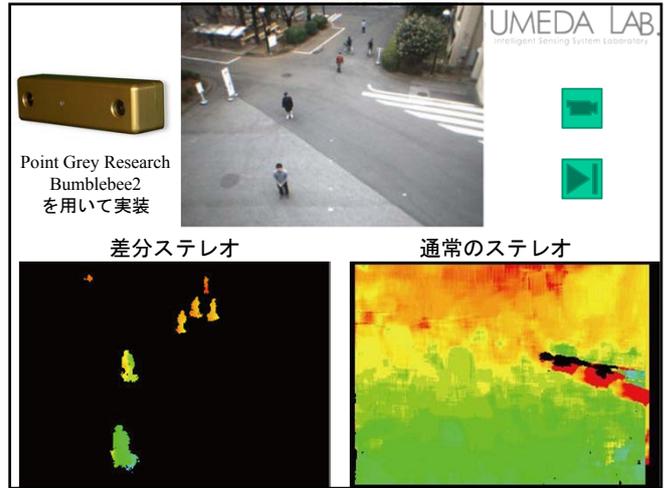
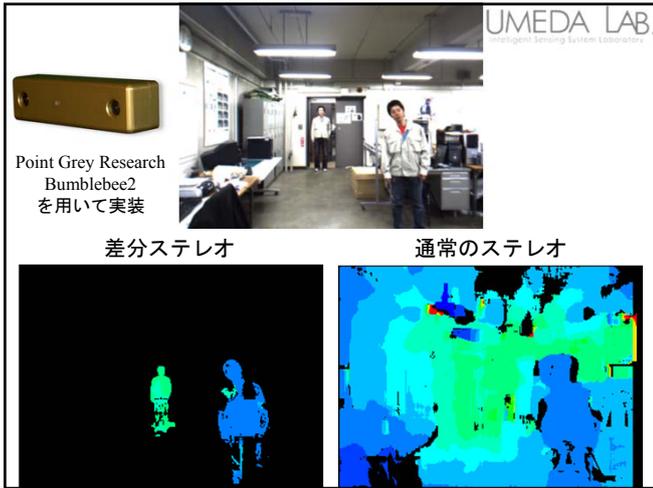
前景領域検出 前景領域検出

マッチング

視差検出・距離計測

前景領域+距離情報

近 遠



移動人物の追跡

- 差分ステレオを利用
- 3次元位置, 幅・高さを時系列で計測
- 人物の認識はしていない

カルマンフィルタ使用

混雑環境下における人流計測手法

背景差分後の画像からKLTを用いて特徴点追跡

ポロノイ分割を用いて各特徴点を含む領域を作成

領域内の特徴点の方向をその領域の方向とする

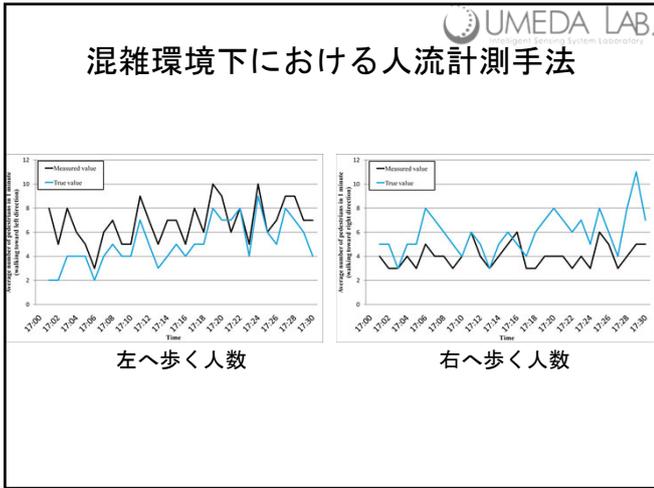
方向ごとの面積を計算し人数推定を行う

● 移動方向が右の前景領域
● 移動方向が左の前景領域

25

混雑環境下における人流計測手法

混雑環境下における人流計測手法



UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

差分ステレオとHOG特徴量を用いた人物検出

- 人物の大きさを表現可能なHOG特徴量を用いた人物検出
- 差分ステレオの組み合わせにより探索領域削減

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

HOG特徴量(Histograms of Oriented Gradients)

- 各ピクセルの輝度勾配の強度と方向を算出
- セルによるヒストグラム化

画像を格子状に分割することで人物の頭、肩、腕、足などを表現可能

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

人物検出の流れ

差分ステレオにより

- 検出ウィンドウの大きさの決定
- 探索領域の削減

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

差分ステレオとJoint HOG特徴量を用いた人物検出

- Joint HOG特徴量
 - 前景領域をセグメンテーションし、Joint HOG特徴量を算出

UMEDA LAB
Intelligent Sensing System Laboratory

差分ステレオとParticle Filterを用いた人物追跡

運動モデル：等速直線運動

比較

パーティクル ↔ 各人物

- 位置情報
- 色情報
- 進行方向

追跡中の人物の判別

高速距離画像センシングと ヒューマノイドロボットの 障害物回避への応用

200Hz小型距離画像センサの構築

• Camera

- PGR DragonflyExpress
- 1/3 inch CCD
- $f=8\text{mm}$ lens
- VGA
- max 200fps
- 785nm Bandpass+ R72 filter



100mm×70mm ×73mm

• Projector

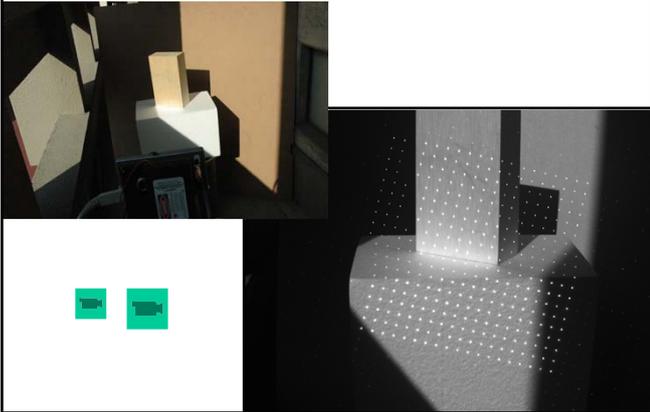
- StockerYale Mini-519X
- Wavelength 785nm
- 19×19 dot matrix



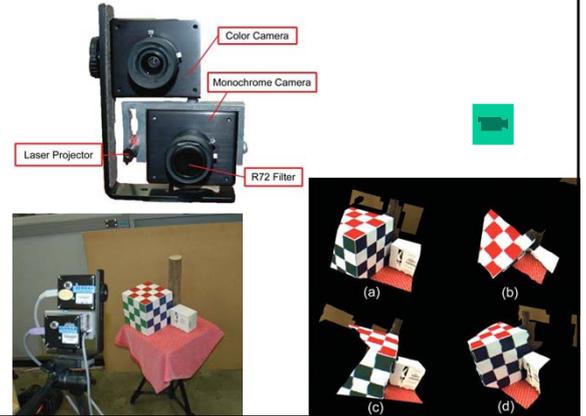
Bandpass

R72

屋外での計測例



200Hzテクスチャ付き距離画像計測



テクスチャ付き距離画像を用いた3D Mapping



計測対象：机

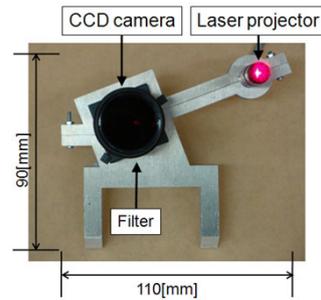
複数の距離画像を
重ね合わせる

3次元の地図を作成

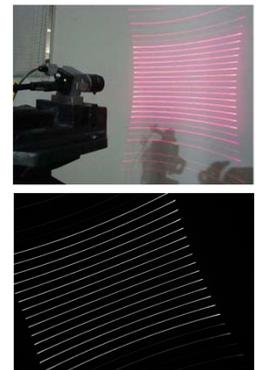


直接検定法

マルチスリット光を用いた 小型距離画像センサの構築

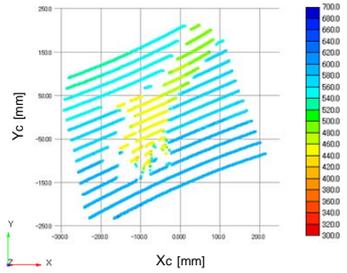
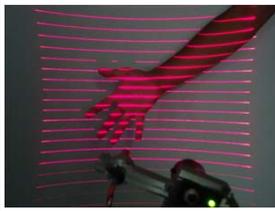


- アクティブステレオ型
- 小型
- 処理が高速



取得画像

マルチスリット光を用いた 小型距離画像センサの構築

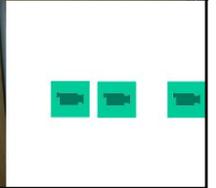
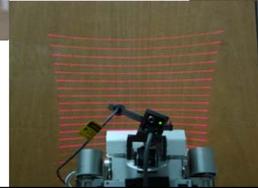
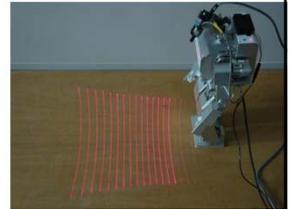


計測点数 約4700
(マルチスポット光の場合 361)

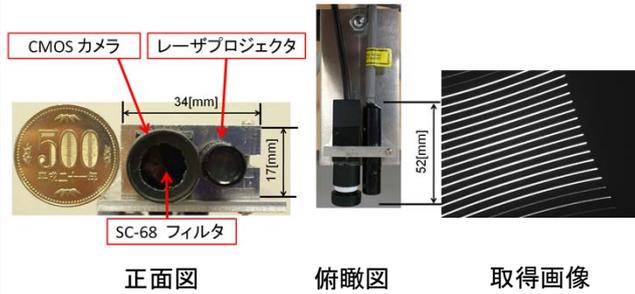
マルチスリット光を用いた 小型距離画像センサの構築



Humanoid
(HOAP-2)



マルチスリット光を用いた 超小型距離画像センサの構築



正面図

俯瞰図

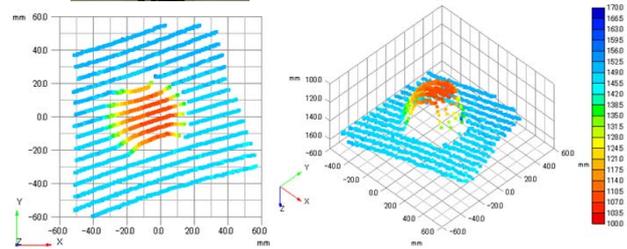
取得画像

・重量 40g

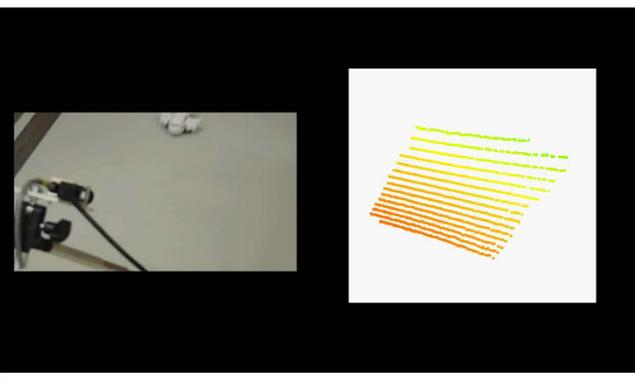
マルチスリット光を用いた 超小型距離画像センサの構築



ピンポン球：直径40[mm]



マルチスリット光を用いた 超小型距離画像センサの構築



まとめ

以下の研究を紹介した

- 手振り検出に基づくインテリジェントルームの構築
 - FFTを用いたロバストな手振り検出
- 差分ステレオを用いた人流計測
 - HOG特徴を用いた人物検出
- 高速距離画像センシングとヒューマノイドロボットの障害物回避への応用

... 地震学との接点は???