

MATLAB®ではじめる画像処理とロボットビジョン ～機械学習による物体認識とSLAM～

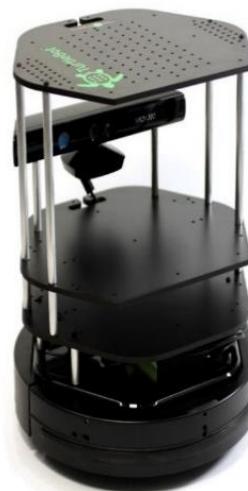
MathWorks Japan

アプリケーションエンジニアリング部 信号処理・通信

木川田 亘

ロボットビジョンとは？

- ロボットに搭載することを目的としたコンピュータービジョン技術の一分野
 - 標識認識などさまざまな環境下での物体認識や複雑なシーンの理解
 - 未知の領域を探索する際にロボット自身の位置推定と地図作成(SLAM)



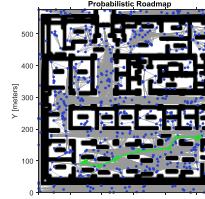
ロボット



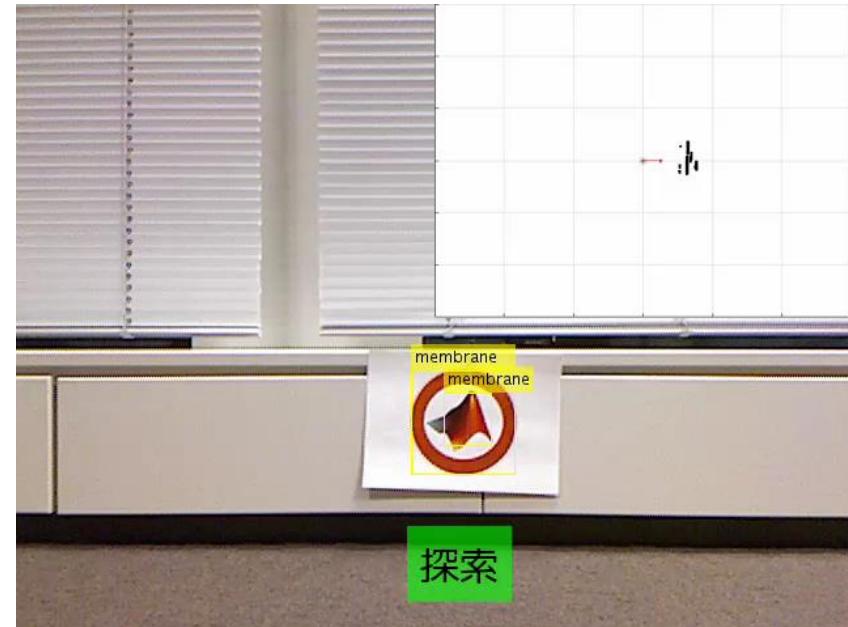
探索



標識認識



地図作成



探索

- MATLAB環境で効率的にロボットビジョン開発が行なえることをご紹介いたします！

Computer Vision System Toolbox™

Robotics System Toolbox™

アジェンダ

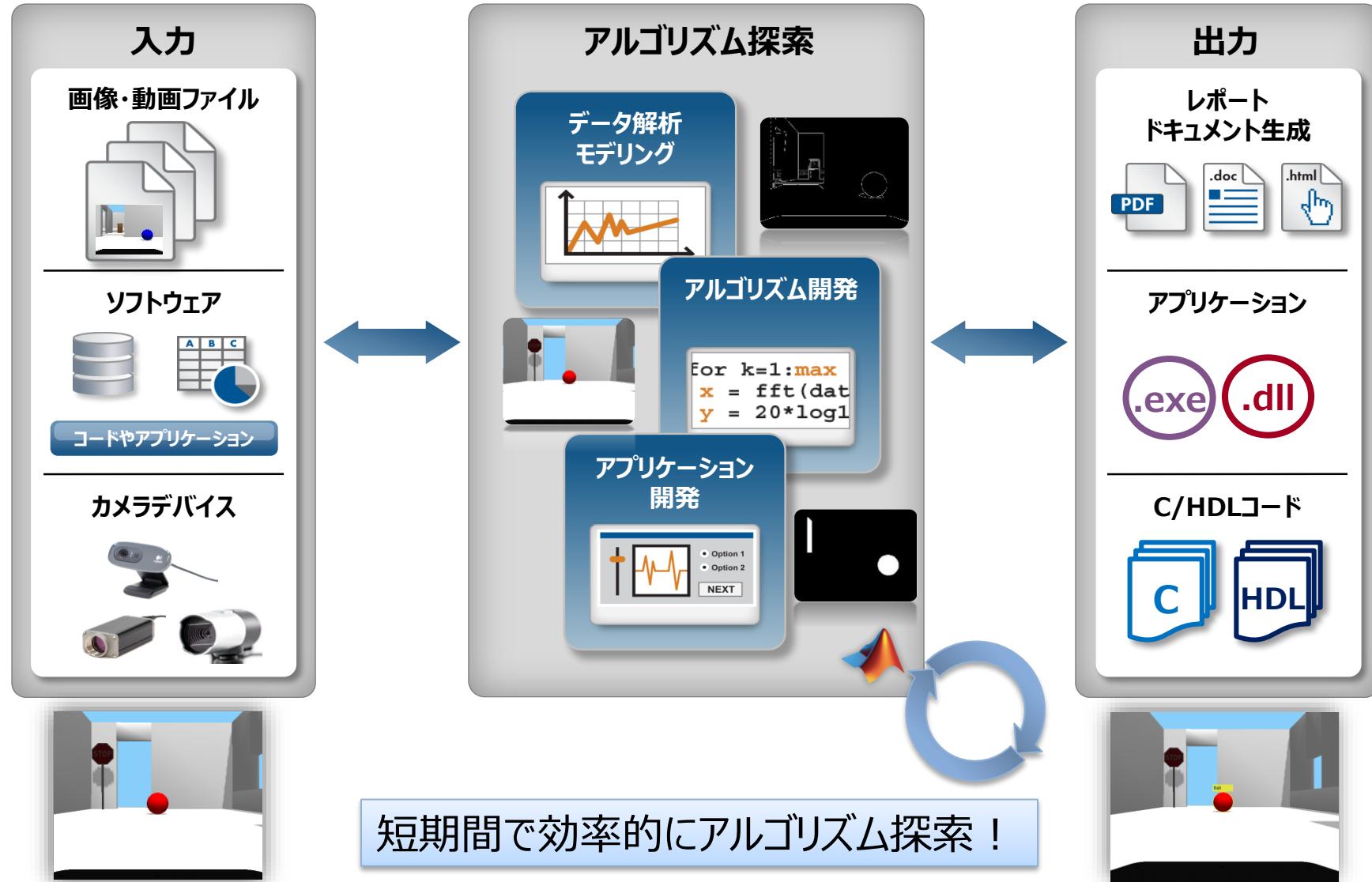
- MATLABによる効率的な画像処理
- ロボットビジョン開発ソリューション
 - 機械学習による物体認識
 - SLAMと3次元点群処理
- まとめ

アジェンダ

- MATLABによる効率的な画像処理
- ロボットビジョン開発ソリューション
 - 機械学習による物体認識
 - SLAMと3次元点群処理
- まとめ



MATLABではじめる画像処理のワークフロー



短期間で効率的にアルゴリズム探索！

Image Processing Toolbox™

アジェンダ

- MATLABによる効率的な画像処理
- ロボットビジョン開発ソリューション
 - 機械学習による物体認識
 - SLAMと3次元点群処理
- まとめ

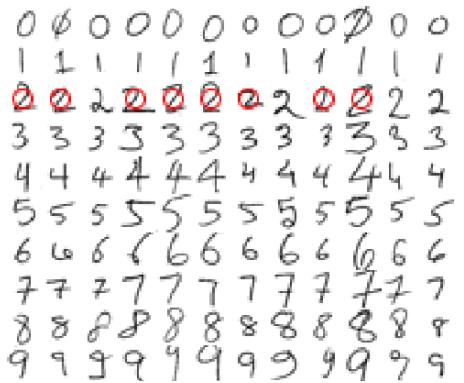
MATLABによるロボットビジョン開発ソリューション



物体の検出



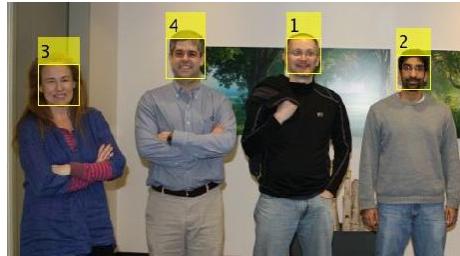
文字認識(OCR)



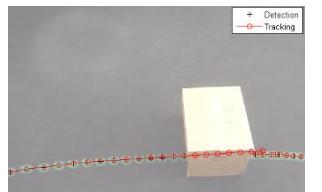
機械学習による検出



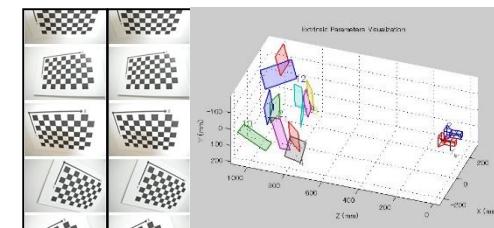
高度な画像検索、分類(BoF)



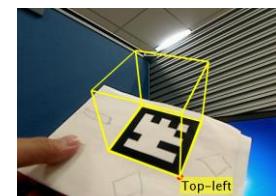
顔、人物認識



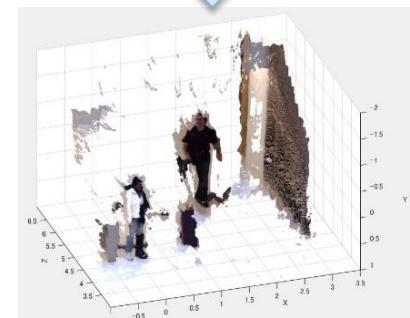
トラッキング



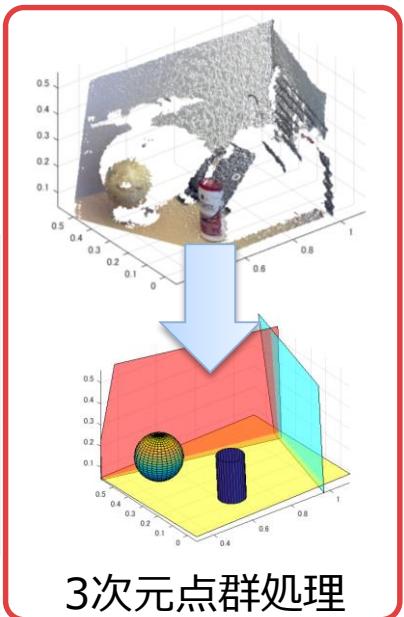
カメラキャリブレーション



AR(拡張現実)



ステレオビジョン



3次元点群処理

アジェンダ

- MATLABによる効率的な画像処理
- ロボットビジョン開発ソリューション
 - 機械学習による物体認識
 - SLAMと3次元点群処理
- まとめ

機械学習とは？

人間が自然に行っている学習能力と同様の機能を、コンピュータで実現しようとする技術



機械学習を使わない場合



```
If brightness > 0.5  
    then 'hat'  
If edge_density < 4 and major_axis > 5  
    then "boat"  
...
```

複雑な模様や色をもった物体を手書き
プログラムで識別させるのは困難



機械学習を使った場合

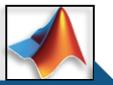


分類器= <機械学習アルゴリズム>(学習データ, ラベル)

大量の学習データを使って
より汎用的な検出器を設計可能

MATLABによる効率的な機械学習のワークフロー





Demo

MATLABによる効率的な機械学習のワークフロー



検出したいものの画像

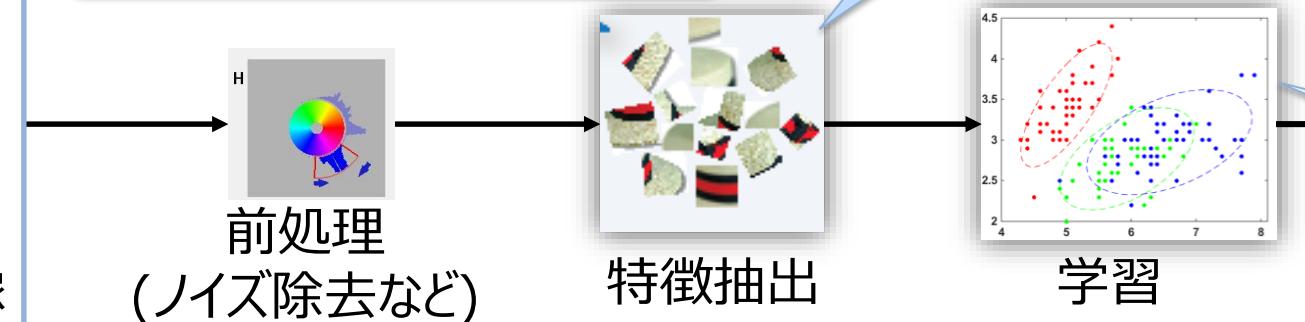


検出したくないものの画像

学習データ

大規模画像を取り扱うための 専用クラス

imageSet



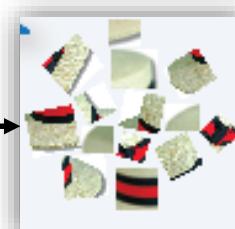
HOGなどの基本的な画像特徴量からBag of Featuresを使った複雑なワークフローまで様々画像特徴量の抽出に対応

さまざまな分類器 を探索するための GUIアプリケー ション



入力画像

前処理 (ノイズ除去など)



特徵抽出

分類器

識別



出力

Computer Vision System Toolbox™
Statistics and Machine Learning Toolbox™

アジェンダ

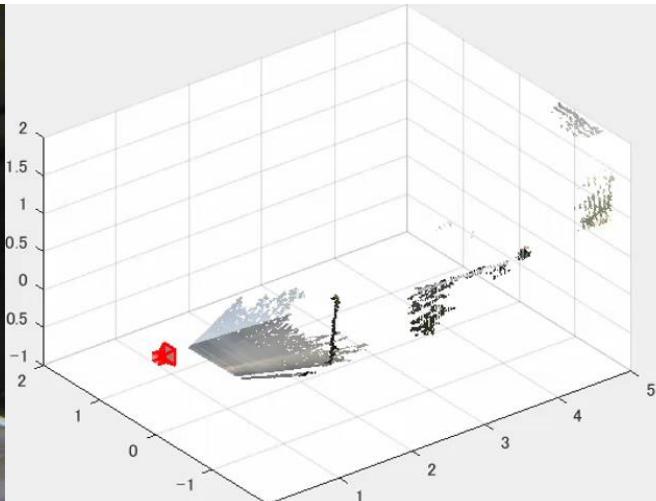
- MATLABによる効率的な画像処理
- ロボットビジョン開発ソリューション
 - 機械学習による物体認識
 - SLAMと3次元点群処理
- まとめ



R2015b

SLAMとは？

- SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)
 - ロボットが未知の領域で自己位置を推定しながら、環境地図作成を行なう手法
 - 入力：ロボットの指令値、周辺のセンサ情報
 - 出力：地図データとロボットの移動経路



タイヤの回転角データ+画像データ+点群データ



自己位置推定と地図作成
⇒タイヤが滑った場合はどうする？

Visual-SLAMとは？

- 画像センサ情報のみを使ってカメラの自己位置を推定しながら環境地図作成を行なう



モノキュラーアルゴリズム
(単眼カメラを使う)

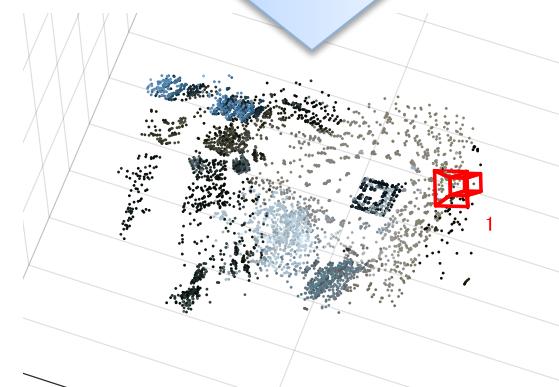
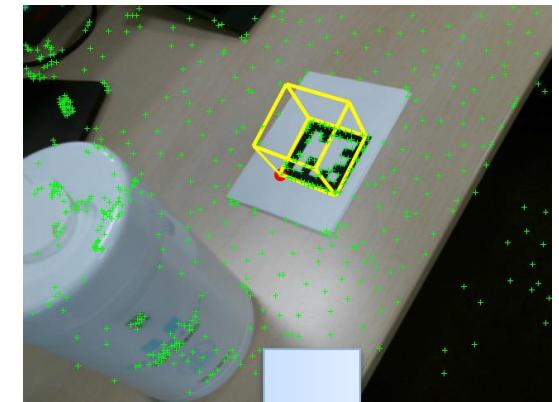


ステレオアルゴリズム
(ステレオカメラを使う)



RGBD-SLAM
(Kinectのような画像+
深度データが得られるデ
バイスを使う)

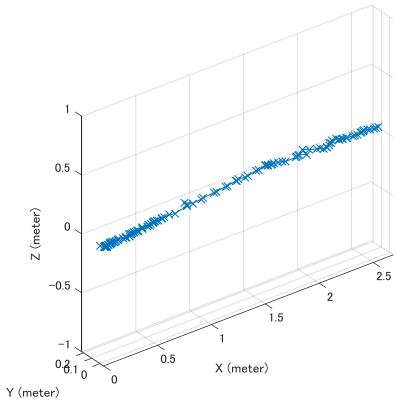
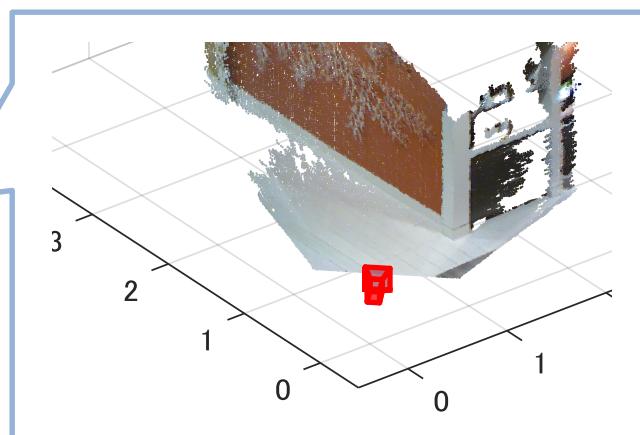
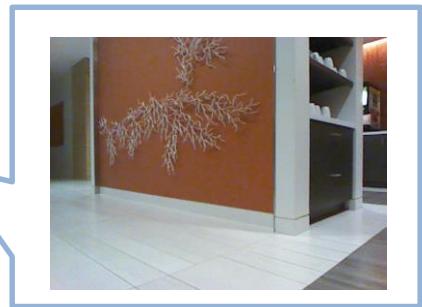
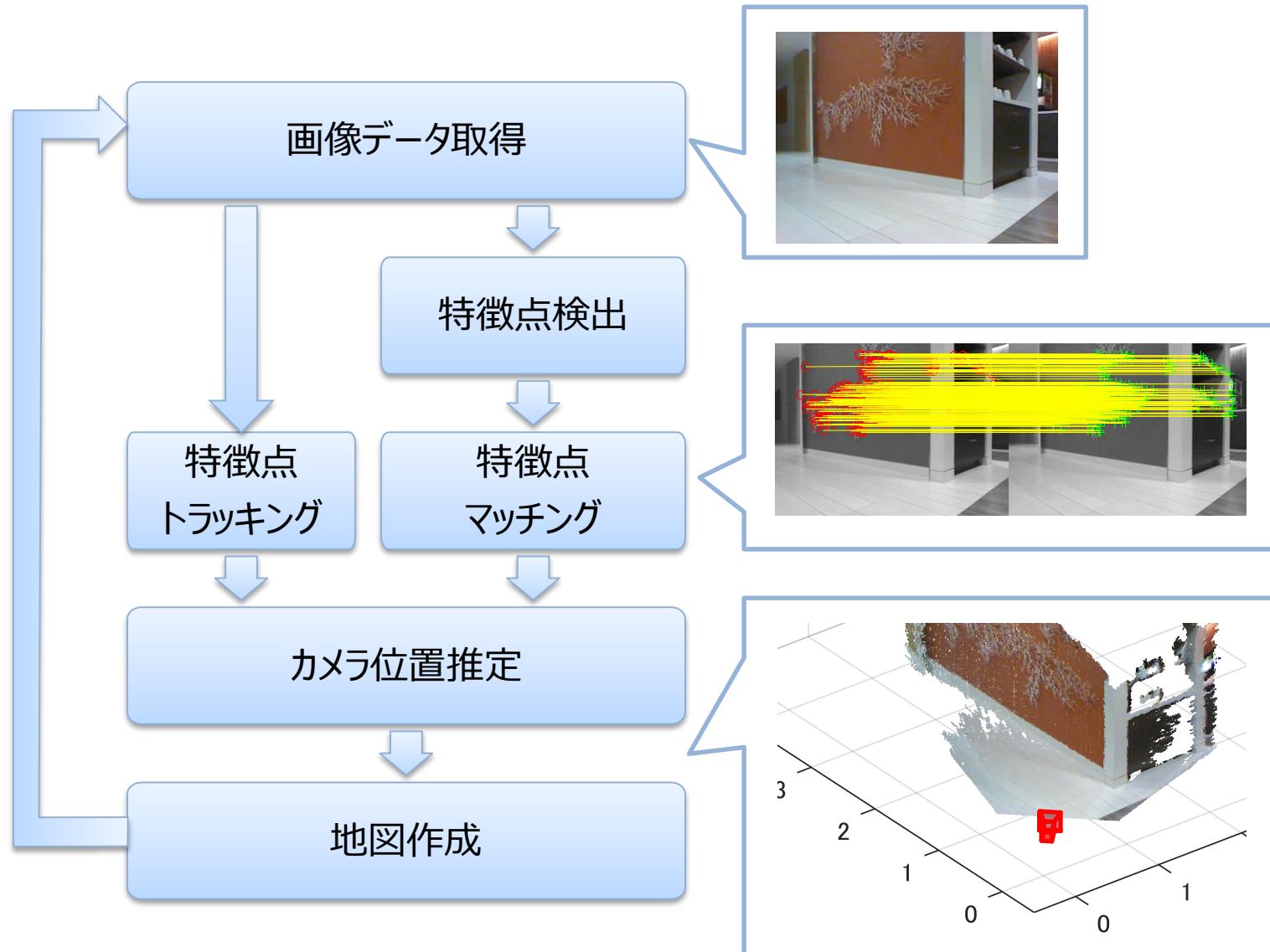
- 地図作成手法
 - 主に特徴点ベースで作成
- 自己位置推定手法
 - 輝度変化に強い画像特徴量をランドマークとして使う
 - 既知のランドマークを使う(マーカー併用型Visual-SLAMなど)



マーカー併用型Visual-SLAM

特徴点ベースのVisual-SLAMのワークフロー

R2015a
R2015b



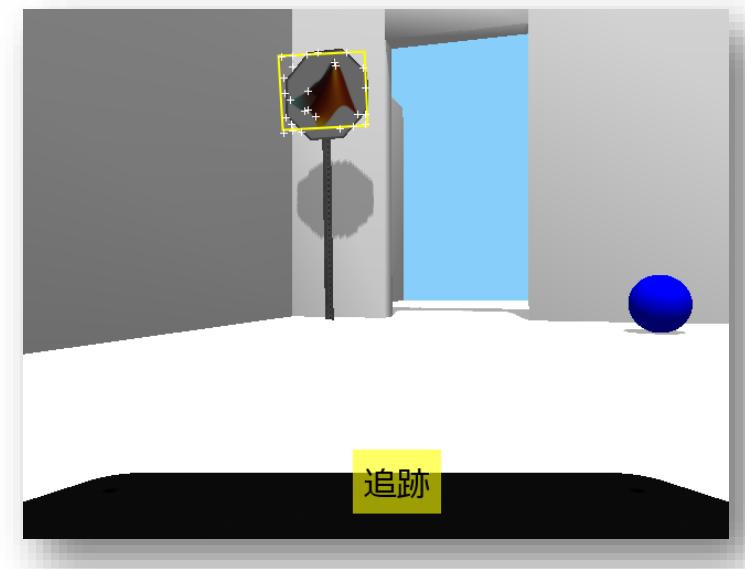
地図データから地面を検出

アジェンダ

- MATLABによる効率的な画像処理
- ロボットビジョン開発ソリューション
 - 機械学習による物体認識
 - SLAMと3次元点群処理
- まとめ

まとめ

- MATLABによる効率的な画像処理
 - 対話的アルゴリズム探索や可視化機能、ドキュメントなどの充実した開発環境
- ロボットビジョン開発ロボットビジョン
 - 機械学習のためのフレームワークで最適な分類器を探索
 - モデルフィッティングやVisual-SLAMなど高度な3次元点群処理機能



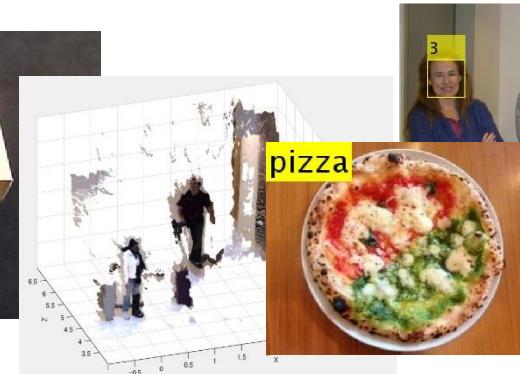
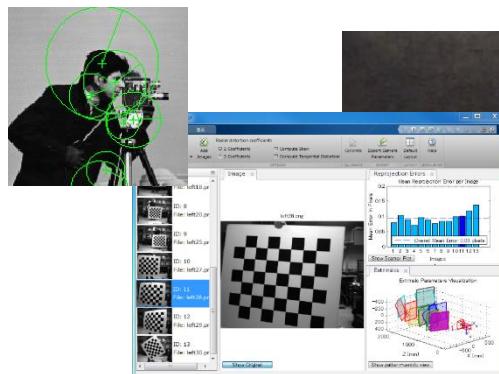
ロボットビジョン開発にMATLABをご活用ください



このあとセミナーのご紹介

11/17 画像処理・コンピュータービジョンセミナー

- 日時：2015年11月17日 13:30-16:45
- 場所：UDX GALLERY NEXT(JR秋葉原駅より徒歩 2 分)
- 画像処理、コンピュータービジョンの機能を隅から隅までご紹介！
 - 画像処理・動画処理のアルゴリズム開発
 - 特徴検出・マッチング・認識・機械学習・トラッキング
 - 非剛体レジストレーションやカメラキャリブレーション
 - ステレオビジョン向けワークフロー、3次元点群処理、Bag-of-Features
 - 並列化やGPUなどの連携機能やC/HDL実装環境についてもご案内

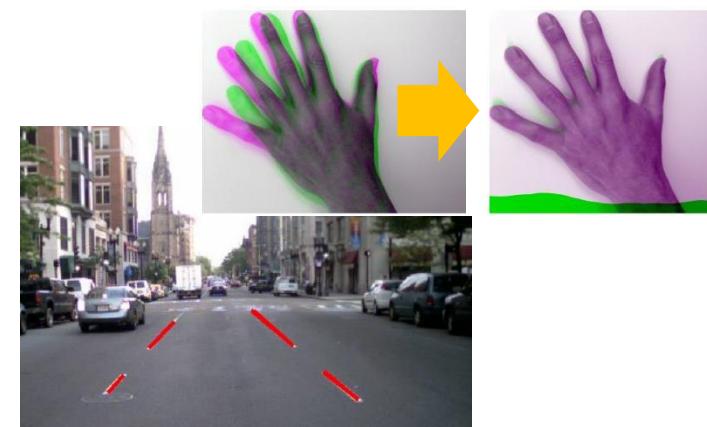
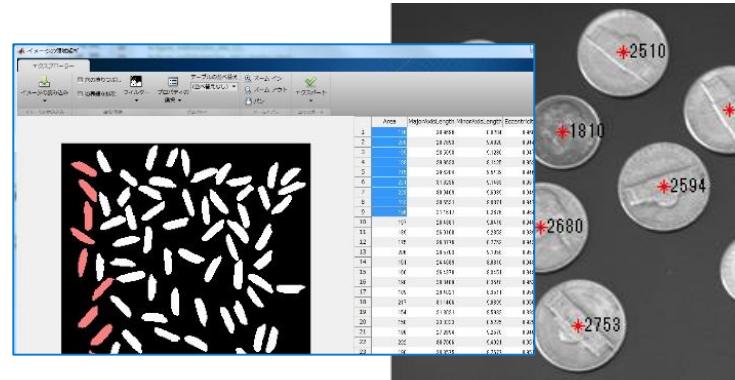


関連製品一覧

画像処理

Image Processing Toolbox™

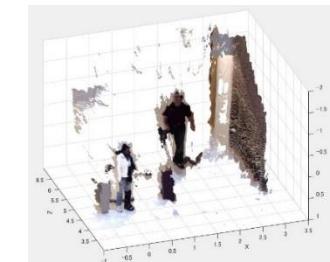
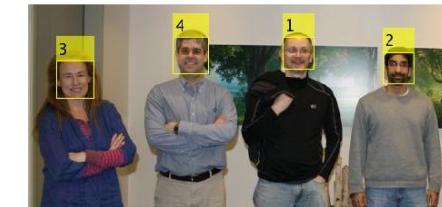
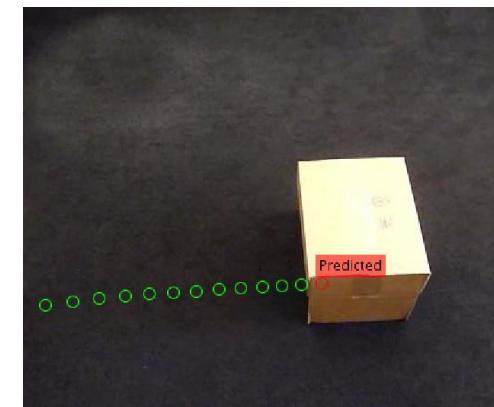
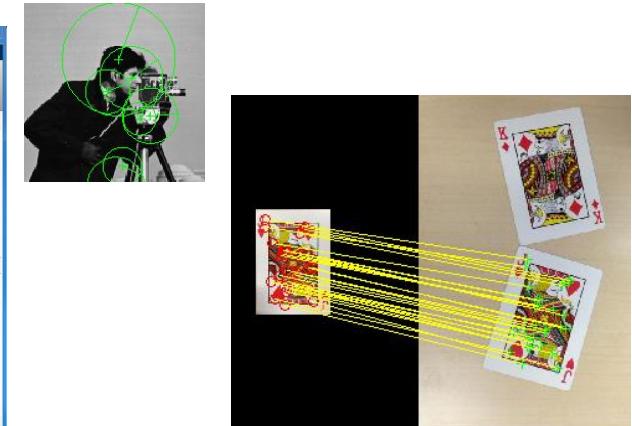
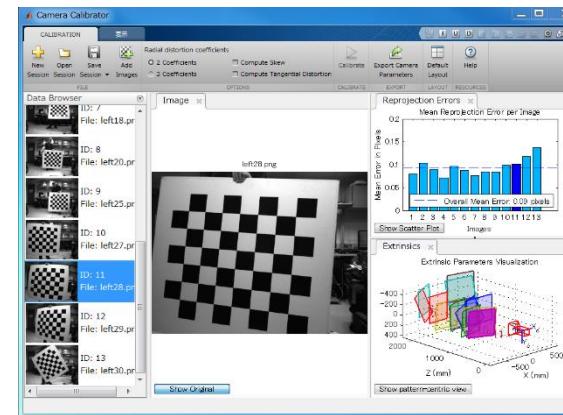
- 各種画像データの読み書き
- 画像調査用の各種GUIツール
- 画像（色・コントラスト等）の調整・変換
- 幾何学的変換（位置や形の変換）
- レジストレーション（位置合せ）
- 各種画像フィルタ処理
- モルフォロジー処理（膨張・収縮等の様々な形態処理）
- オブジェクト（物体）検出・解析
- セグメンテーション（領域切出し）
- 画像の領域の定量評価
- ROIベースの処理（特定領域処理）



コンピュータビジョン・高速ストリーミング処理

Computer Vision System Toolbox™

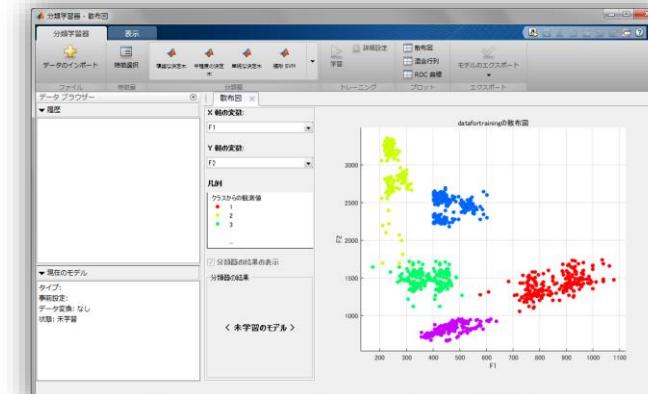
- カメラキャリブレーション
- グラフィックス
- 大量の画像取り扱い用クラス
- 特徴点検出・特徴量抽出
マッチング・レジストレーション
- 物体認識、文字認識 (OCR)
 - 顔・人物認識
 - カスタム物体に対する機械学習
 - Bag-of-Visual Wordsによる物体認識
- 動画ストリーミングデータの高速処理
- 物体のトラッキング
- ステレオビジョン向けワークフロー・3D表示
- 画像処理用のSimulink ブロックセット
- Cコード生成・固定小数点に対応した 画像処理用システムオブジェクト



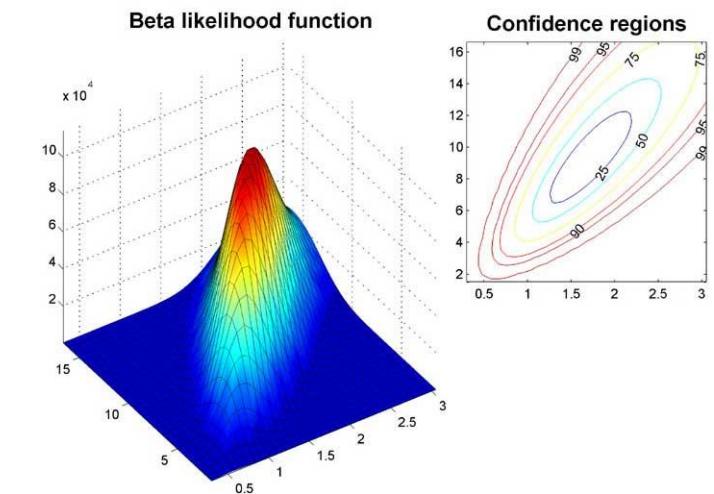
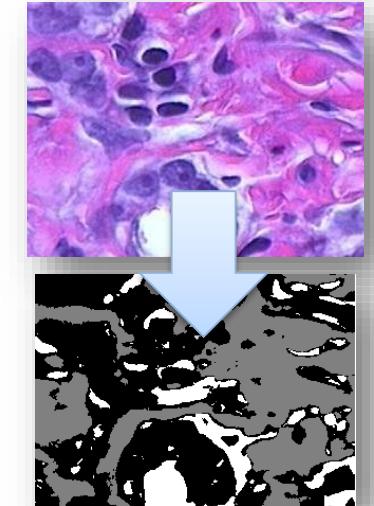
統計解析・機械学習

Statistics and Machine Learning Toolbox™

- 特徴変換
 - 主成分分析 (PCA)
 - 因子分析
- クラスタリング
 - 階層、K平均クラスタリング
 - ガウス混合分布モデル
- クラシフィケーション（分類）
 - サポートベクターマシン (SVM)
 - 単純ベイズ分類器、線形分類器、K近傍分類器
- モデルの結合（アンサンブル学習）
 - バギング (Tree Bagger等)
 - ブースティング (AdaBoost等)
- 分類学習器アプリケーション
 - 効率的に最適な分類器を探索できるGUI



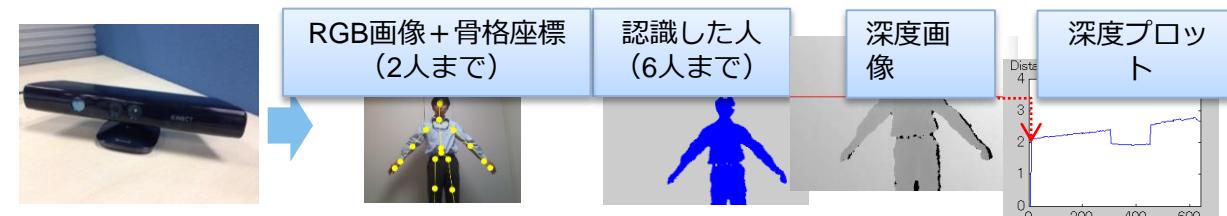
分類学習器アプリケーション



各種カメラからの画像データ直接取り込み

Image Acquisition Toolbox™

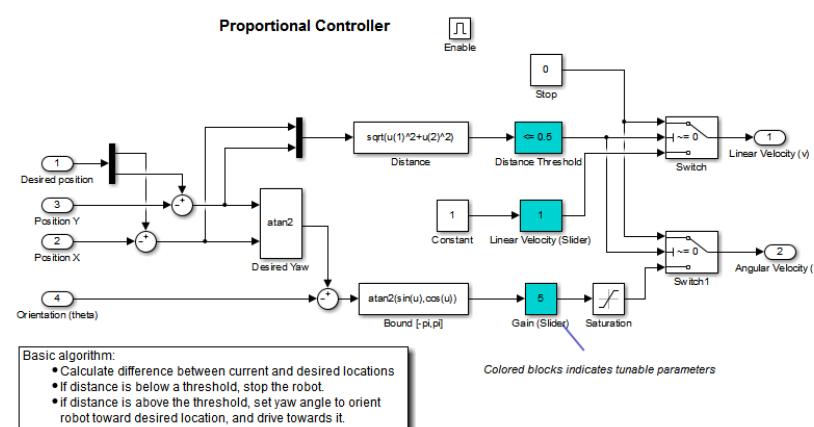
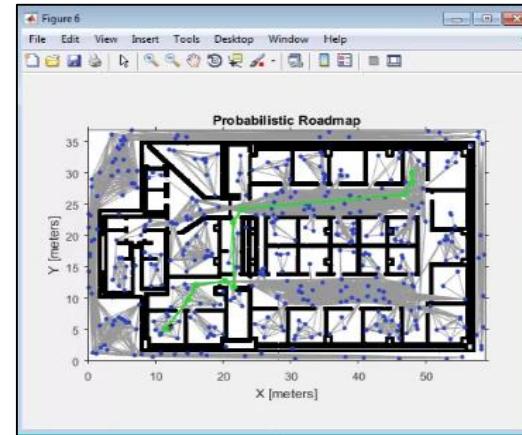
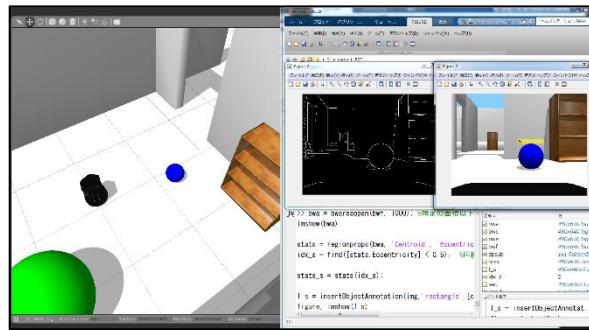
- 業界標準のHWからの動画像取り込み機能を提供
 - フレームグラバ (画像入力ボード)
 - Analog/Camera Link 入力
 - DCAM 互換 FireWire (IIDC 1394)
 - GigE Vision
 - USB Webカメラ(簡易取り込みはMATLABサポートパッケージでも可能)
 - IPカメラ (MATLABサポートパッケージ)
- Microsoft Kinect for Windows
- Simulink® ビデオデバイスブロックセット
- カスタムアダプター開発キット
- Image Acquisitionアプリケーション
 - GUIによるカメラデバイスのパラメータ設定やMATLABコードのエクスポート



ROS連携機能

Robotics System Toolbox™

- ROSのインターフェイス提供
 - MATLABをROSマスター、ノードとして起動
 - 開発したアルゴリズムを直接ROSネットワークに接続して検証
- ROSノード生成
 - コード生成機能を使用し、アルゴリズムから C++ ROSノードを生成
- ロボットビジョンアルゴリズム開発の支援
 - 座標変換などの基本的な関数群
 - パスプランニングなど高度な関数群





© 2015 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See www.mathworks.com/trademarks for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.