

# AI・IoTに関連した 新潟県工業技術総合研究所の取組

新潟県工業技術総合研究所  
中越技術支援センター  
参事 大野 宏

# 発表の内容

- ・ロボットの事例紹介

ロボットと画像処理によるワークのピックアップシステムの開発（画像処理で利用範囲が広がる）

- ・AIの事例紹介

ディープラーニング（深層学習）による画像認識

- ・IoTの事例紹介

ラズベリーパイを使った農業センシング

# ロボットの活用事例

## ・概要

リチウムイオン電池用タブリードの一貫生産ラインの構築に関して、溶着機への移送や外観検査システム構築に際して必要となる、タブリードのピックアップおよび検査技術を開発した。

- ・ロボットを使ってワークのピックアップと移送
- ・カメラを使ってバリの検査

# 産業用ロボットの種類

	直交	水平多関節 (スカラー)	垂直多関節	パラレルメ カニズム
特徴	構造が単純 低価格	自動組み立て 作業	様々な姿勢が 可能 可動範囲が広い	非常に高速 可動範囲が狭い
外観				

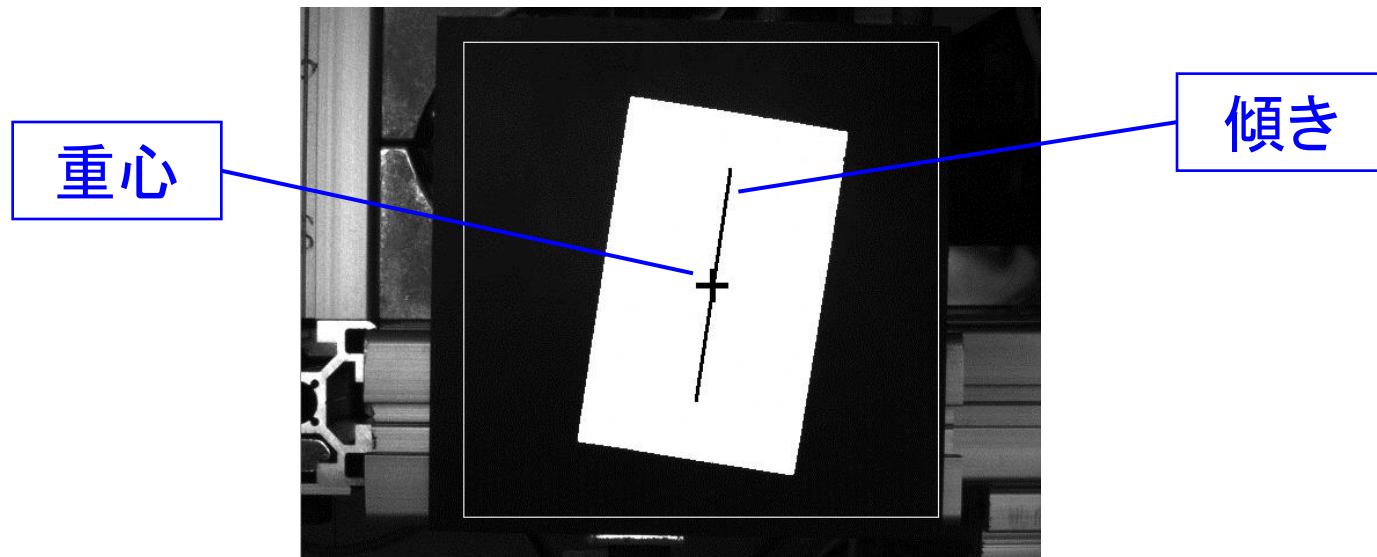
# ワークのピッキング

- ワークの有無の判定

ワークがあればロボットがピッキング動作を開始

- ワークの重心と傾きの計算

ワークの傾きをなくして次の検査工程に



# ワークの重心と傾きの計算の手順

①画像の取り込み

②2値化

グレースケール(8ビット、256階調)をコンピュータ処理しやすい 0, 1 に変換

③ノイズの除去

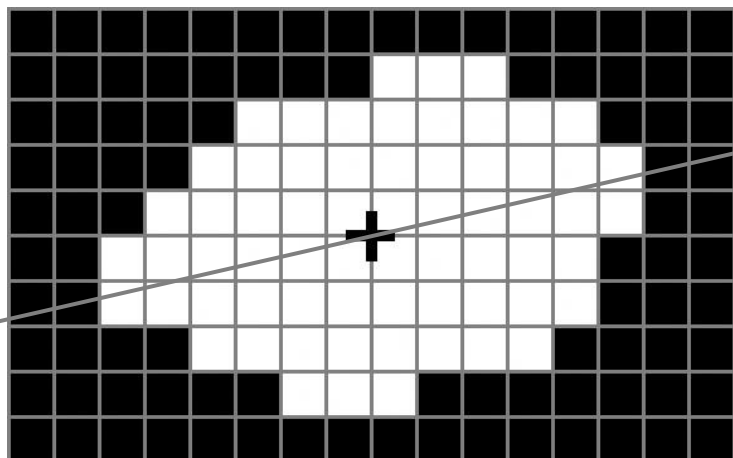
タブリードのみを検出

④ワークの重心と傾きの計算

ワークの重心を吸着し、傾きをなくして検査工程へ

# ワークの重心と傾きの計算

## ・重心



$$x_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad y_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

## ・ワークの傾きの計算

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_g)(y_i - y_g)}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_g)(x_i - x_g) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_g)(y_i - y_g)}$$

# 重心と傾きの計算プログラム(C言語)

```
//重心の計算
int count = 0;
double xg = 0.0,yg=0.0;
double xd=0.0,yd=0.0,xyd=0.0;
for(int y=0;y<height;y++){
    for(int x=0;x<width;x++){
        if(img_src[y*width+x]==255){
            count++;
            xg +=x;
            yg +=y;
        }
    }
}
xg /= count;
yg /= count;
```

```
//慣性主軸の角度の計算
for(int y=0;y<height;y++){
    for(int x=0;x<width;x++){
        if(img_src[y*width+x]==255){
            x_d += (x-xg)*(x-xg);
            y_d += (y-yg)*(y-yg);
            xy_d += (x-xg)*(y-yg);
        }
    }
}
double ang = 0.5 * atan2(2*xy_d,
x_d-y_d) / M_PI * 180.0;
```

プログラムは25行

# 重心と傾きの計算プログラム (OpenCVとC言語)

OpenCV (Open Source Computer Vision Library)  
オープンソース、マルチプラットフォームのライブラリ  
Windows, Linux, Mac, iOS, Android    C, C++, [Python](#), Java

//モーメントの計算 → 重心、角度

```
Moments m = moments(img_src, true)
```

```
double area = m.m00;
```

```
double xg = m.m10 / m.m00;
```

```
double yg = m.m01 / m.m00;
```

```
double ang = 0.5 * atan2(2.0 * m.mu11, m.mu20 - m.mu02) * 180.0 / M_PI;
```

プログラム

25行 → 5行

# AIの活用事例

## ■ 概要

AIで特に注目されているディープラーニングによる画像認識の事例と、無料ツールの使い方を紹介  
画像認識とは画像に何が映っているか判定  
ディープラーニングによる画像認識は、人より正確なものも

# AI・機械学習・ディープラーニング

AI(人工知能)  
知的にふるまうコンピュータ

機械学習  
人の学習機能をコンピュータで実現  
サンプルから判断基準やルールを抽出

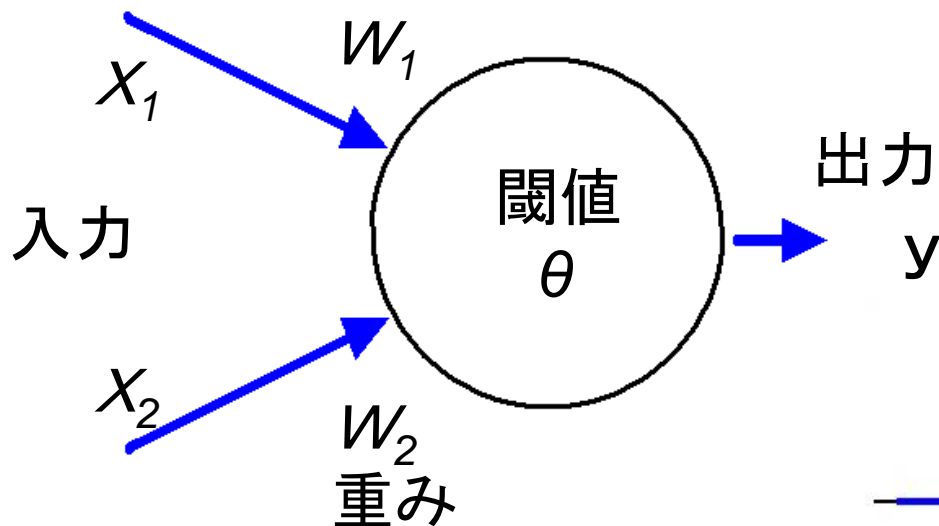
ディープ  
ラーニング

ニューラル  
ネットワーク

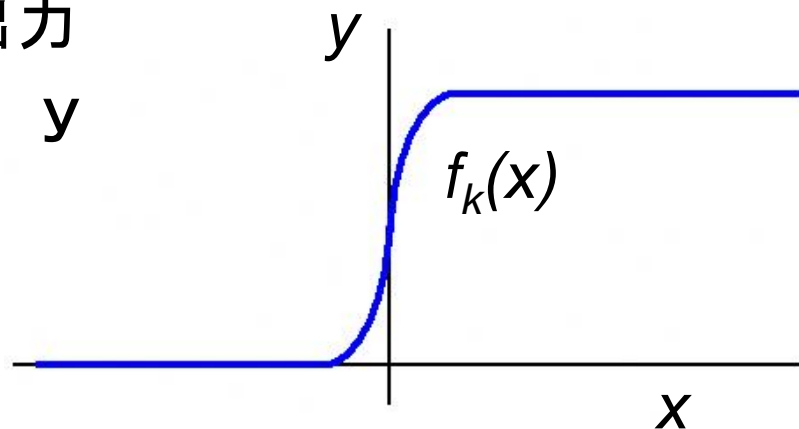
# ニューラルネットワークとは

- 生物のニューラルネットワーク(神経回路網)をコンピュータで模擬

ニューロンのモデル



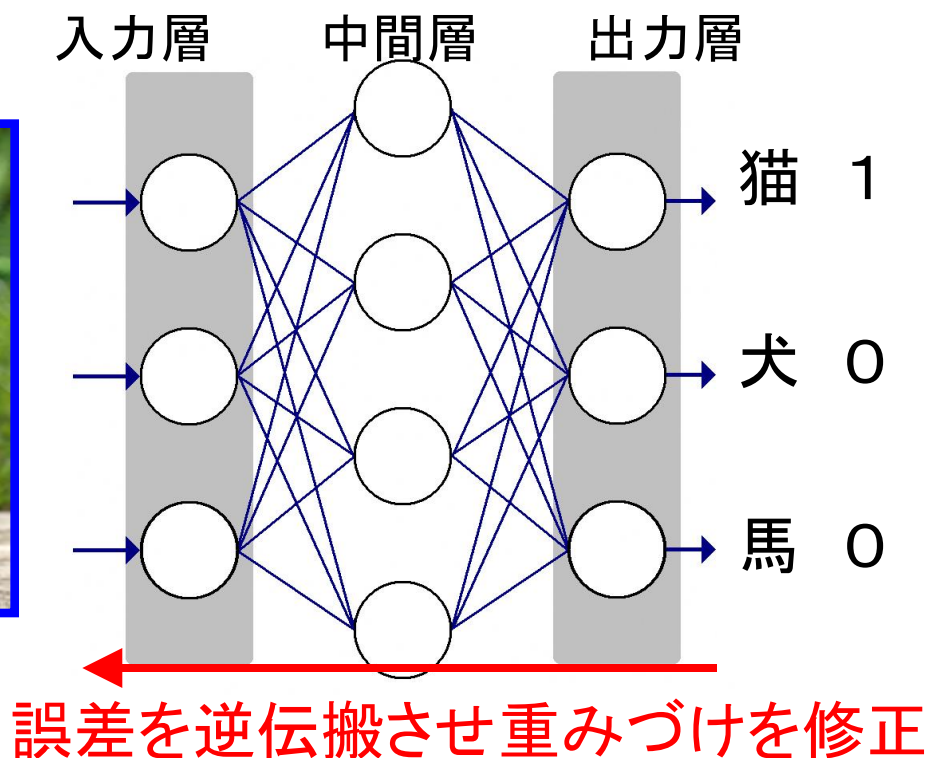
$$y = f_k\left(\sum_i x_i W_i - \theta\right)$$



# 基本的なニューラルネットワーク

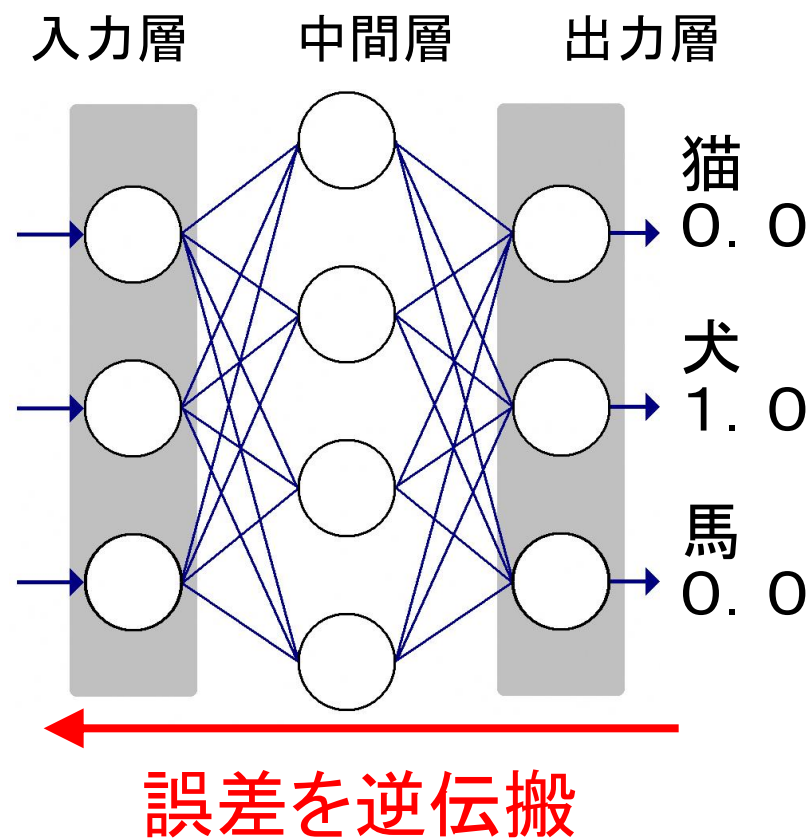
基本は入力層、中間層、出力層の三層構造

1986 ランメルハートらが誤差逆伝搬法を提案



# ニューラルネットワークの学習方法

- ① 重みをランダムに設定
- ② 学習データを入力
- ③ 出力と教師データの差  
(誤差)を計算
- ④ 差が小さくなるよう各層  
の重みを更新
- ⑤ ②～④を繰り返す



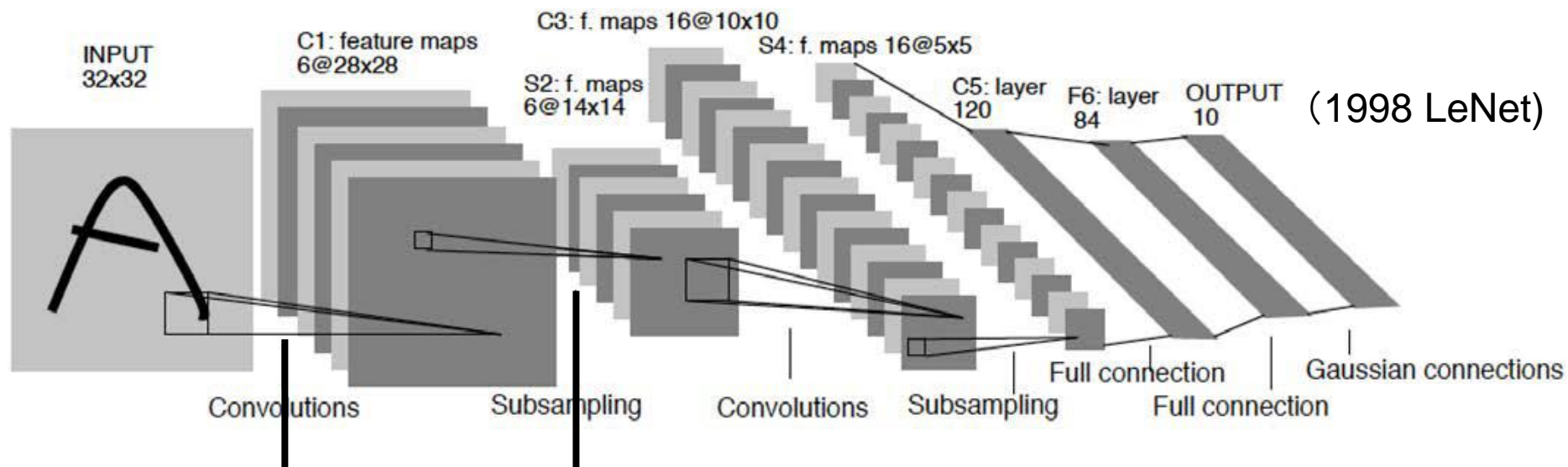
# ディープラーニング(深層学習)

- ・層の数を3層より多くしたもの
- ・ニューラルネットワークの課題
  - 計算量が膨大 → コンピュータ性能の向上
  - 誤差が逆伝搬しない → アルゴリズムの改良
  - 学習サンプルが少ない → ネットワークの普及
- ・画像認識コンテストで圧勝(2012)

なぜ正しい答えを出すか解明されていない  
プログラムの公開 性能が良いので使う

# 畳み込みニューラルネットワーク

1998 ルカンらが畳み込みニューラルネットワーク  
(Convolutional Neural Networks)で文字認識



Convolutions

局所的な特徴抽出  
畳み込み層

Subsampling

位置ずれを吸収  
プーリング層

# ディープラーニング

- 畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Networks)

画像認識

- 再帰型ニューラルネットワーク (Recurrent Neural Networks)

時系列データの予想、音声認識

- 強化学習

Alpha Go (囲碁ソフト)、ポナンザ (将棋ソフト)

# Caffe (ディープラーニングのツール)

- ・カリフォルニア大学バークレー校で開発  
Berkeley Vision and Learning Center が管理  
facebook が Caffe2を公開
- ・設定ファイルの作成で動作
- ・画像認識に強い
- ・他の人の学習済みモデル  
が使える
- ・参考になる情報が多数

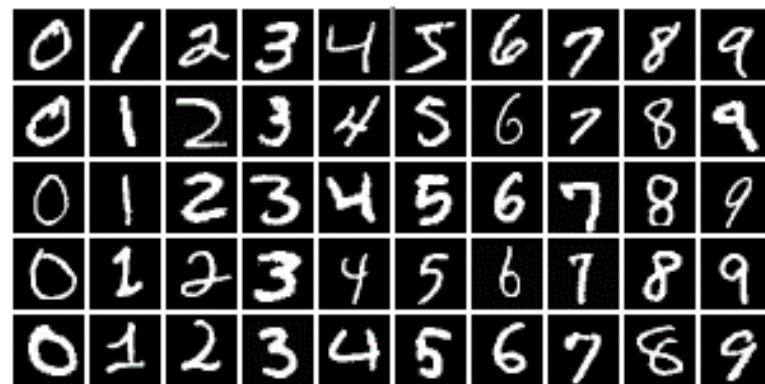


これは何の画像か→猫

# Caffeの使い方

コンピュータがやるのは認識だけ、他は人がやる

- Caffeのソースプログラム等必要なソフトウェアのダウンロードとインストール
  - ネットワーク構造や学習ファイルの設定
  - 学習とテストのための画像データと教師信号を記載したファイルの作成
- 既存データ: MNIST(数字)、chars74k(数字・アルファベット)、cifar10(動物・乗り物)
- 自分でデータを作成
- 学習と認識



MNIST

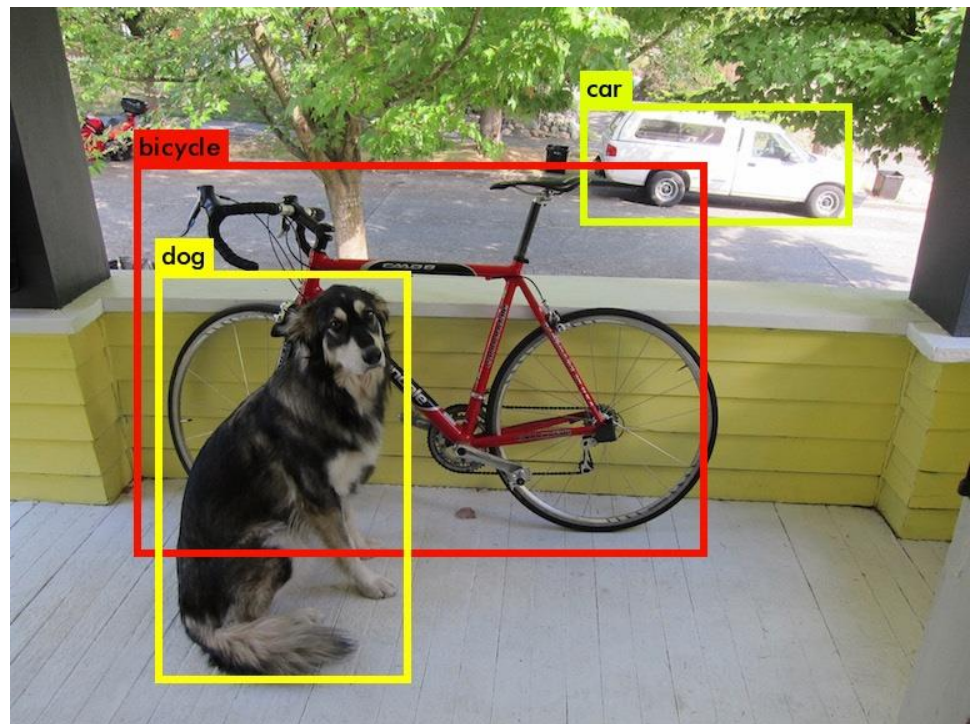
# 領域検出と認識を行うYOLO

- 一枚の画像に複数の物体 → 領域抽出と認識
- You Only Look Once (YOLO)

米国の大学生が開発

- 領域検出と認識を同時に実行
- GPUを使えば動画に対応
- 学習時に領域情報が必要

<https://pjreddie.com/darknet/yolo/>

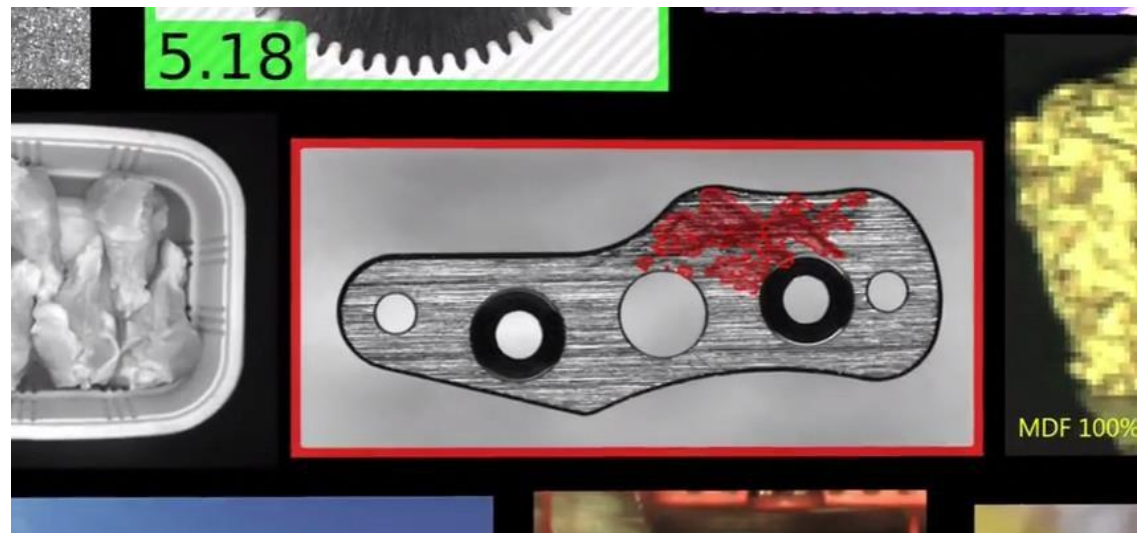


類似研究

R-CNN → Fast R-CNN → Faster R-CNN →  
YOLO → SSD

# より簡単なツール

- マシンビジョン用ディープラーニングソフトViDi
- 良品と不良品の画像を用意するだけ
- 開発費を回収するため高価
- 今後はより低コストで高性能のソフトが出てくる



# 適用事例

- 文字認識

刻印の認識

- 物体認識

ワークの認識

農産物の大きさや等級の認識

ビンピッキング

- 傷の検査

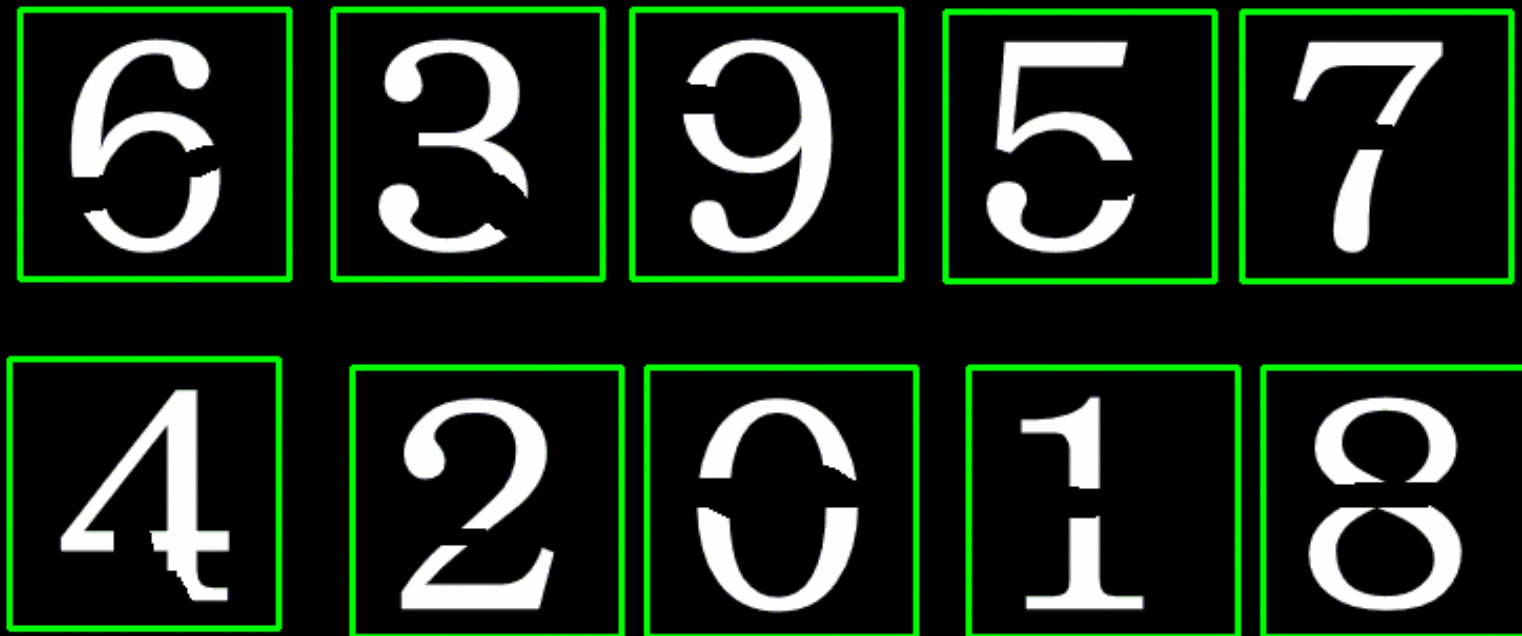
一つの対象を認識 → Caffe

複数の対象を認識 → YOLO

# 文字認識

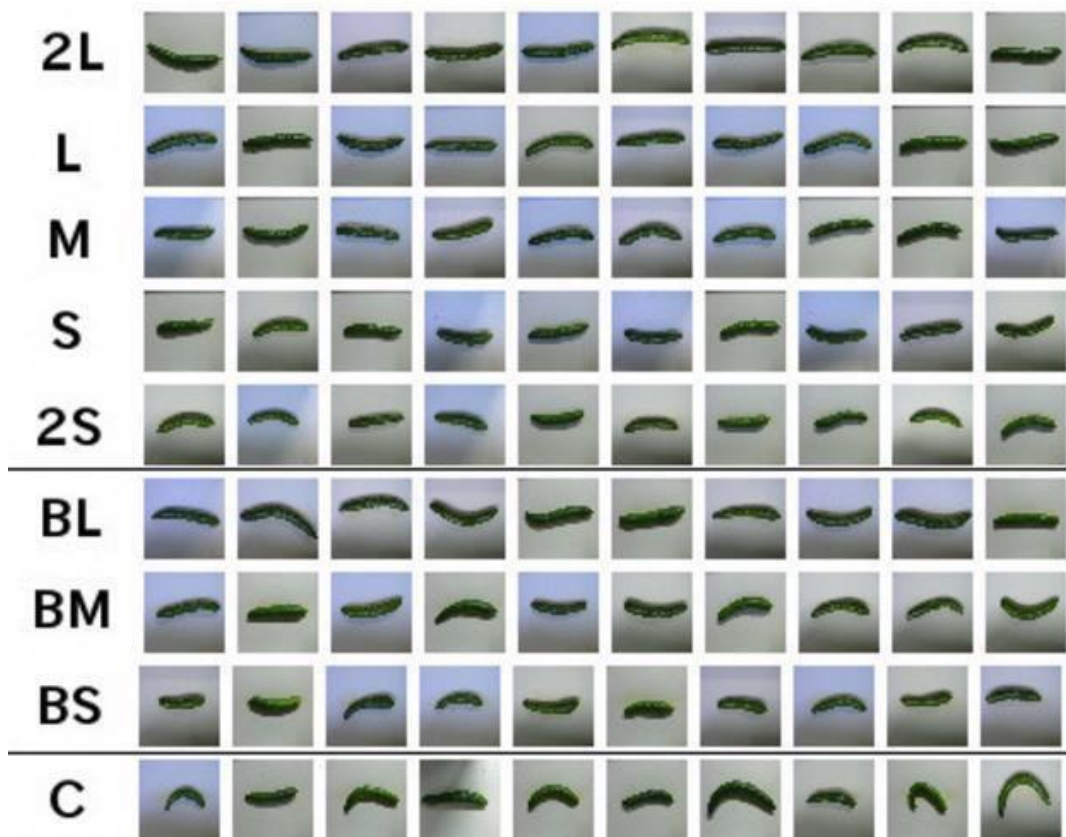
- 多数の英数字がある画像から、一つずつ切り出して認識 Caffe 学習に30分

```
answer:6  
answer:3  
answer:9  
answer:5  
answer:7  
answer:4  
answer:2  
answer:0  
answer:1  
answer:8
```



# 物体認識

## ・きゅうりの仕分け機をTensorflowで開発



学習とテスト用に7000枚  
の画像を利用

→ 認識率95%

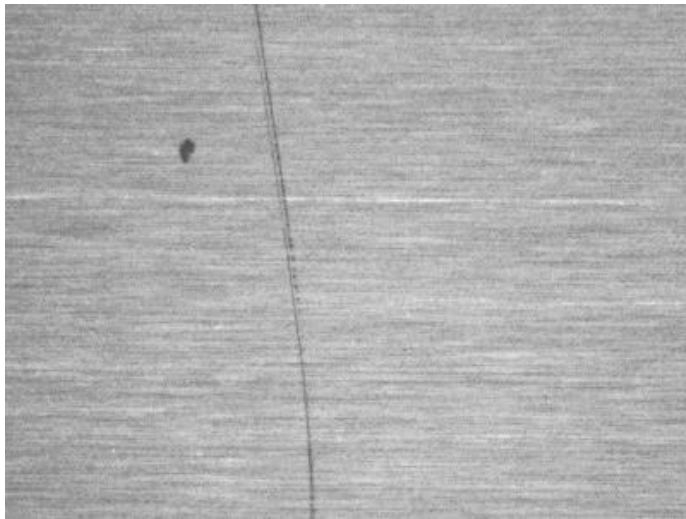
新たな画像でテストすると  
認識率70%

学習にはパソコン

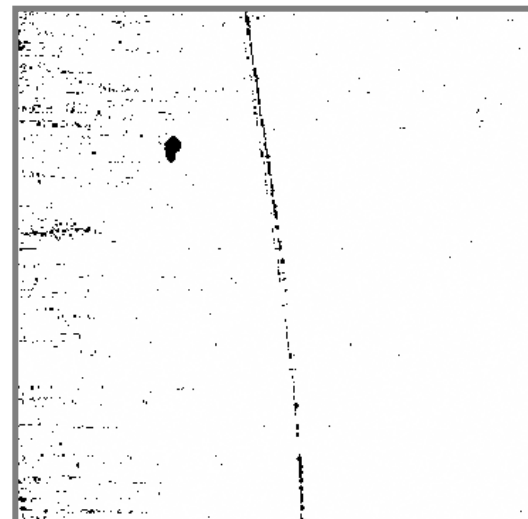
認識にはラズベリーパイ

# 傷の検査

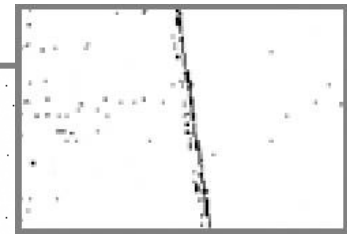
- 2値化、ラベリング、大きい塊を傷と認識  
→ 引っ掻き傷は2値化すると線が途切れる
- 傷の画像を集め、画像処理(大きさ、濃淡、傾き)で数を増し、ディープラーニング



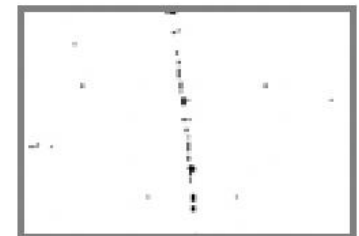
現画像



2値画像



直線なら傷



途切れるとノイズ？

# IoTの事例紹介

## ・農業センシング

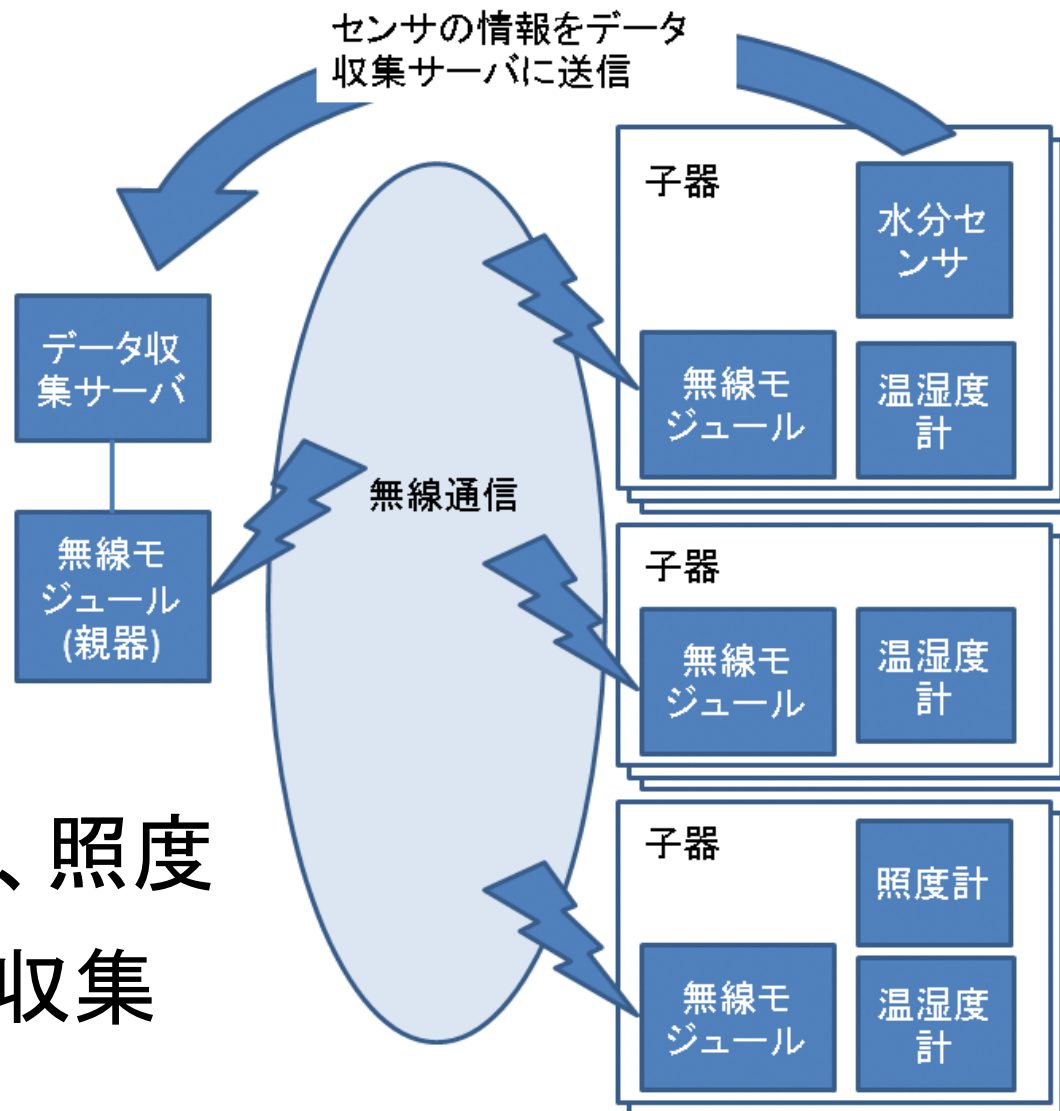
栽培管理は経験や勘など → 環境条件や成長

状況の数値化、栽培管理の自動化

県で圃場を所有しており実験が容易

→ まずはデータの取得から

# 各種データの収集



温湿度、水分、照度  
などの情報を収集

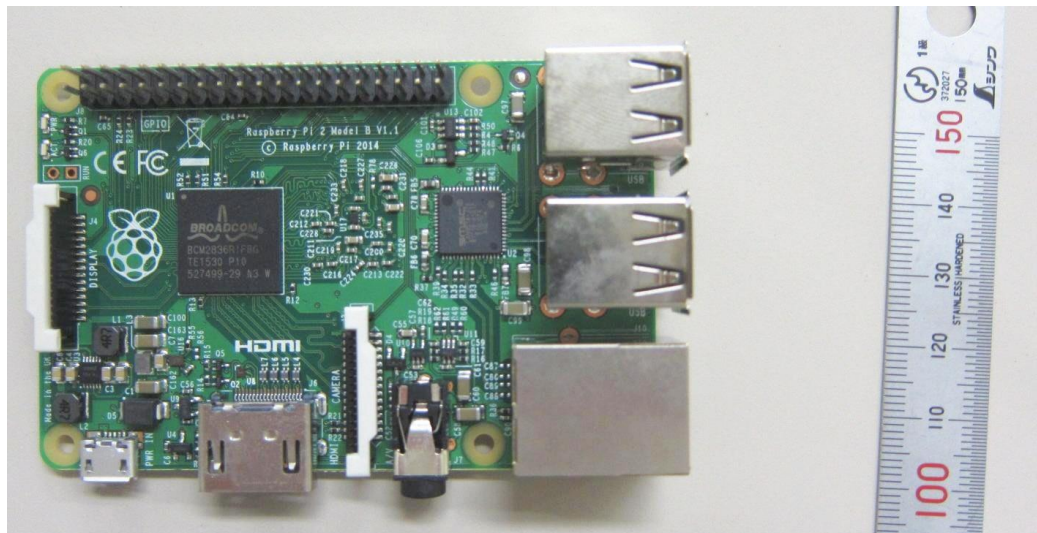
# ラズベリーパイ

低価格で高性能

HDMI、USB、LAN等のインターフェース

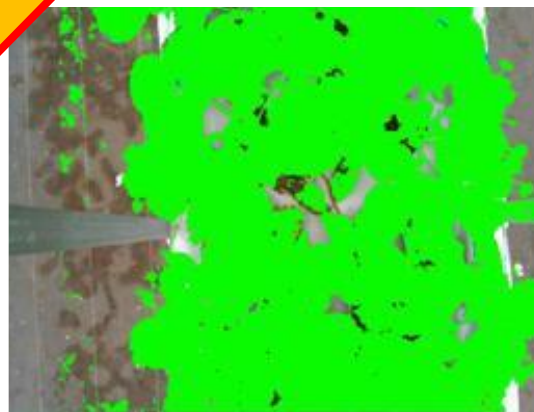
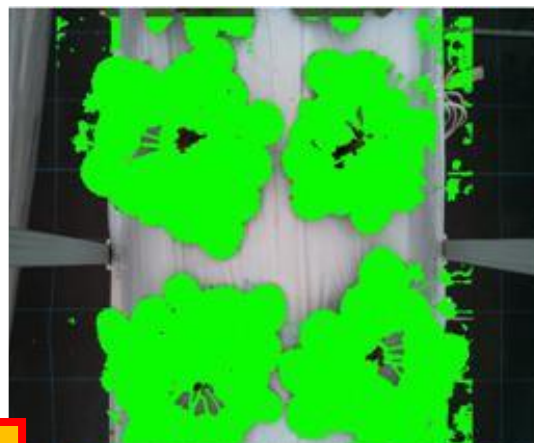
→ カメラやネットワークが接続加

メモリ、OS、ディスプレイ、キーボードでパソコンに



# 生育情報の収集

カメラからの画像をOpenCVを使い葉の面積から  
生育状況を把握 → **栽培管理の自動化**



# まとめ

- ロボットの事例紹介

OpenCV

- AIの事例紹介

ディープラーニングと画像処理

caffeの使い方(手順書を作成)

- IoTの事例紹介