



2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 

製造現場のIoT活用に向けた画像処理と つながる工場モデルラボへの実装

古川 慈之
産業技術総合研究所
インダストリアルGPS研究センター
(兼:製造技術研究部門)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 1

1

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 

本発表の内容

- **IoTものづくり分科会2023**での発表内容の抜粋
「つながる工場モデルラボ:製造現場のIoT活用に向けた研究
開発と模擬環境構築」(2023年12月9日)
 - MZプラットフォームとスマート製造ツールキット
 - スマート製造ツールキットを用いたデータ収集と機器自作
 - つながる工場モデルラボ:IoT活用の実証環境として
 - 自作センシング機器の事例追加
- 前回発表以降の進展について
 - **画像処理によるデータ収集**

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 2

2

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

製造現場のIT/IoT化を支援する「MZプラットフォーム」

2018年にリリース IoT化用に機能拡張

ビルダー作成用の画面

コンポーネント(ソフトウェアの部品) コンポーネントを組み合わせてソフトウェアを作成

MZ Platform

MZ Platformを用いたIT化

ソフトウェア作成例

スマート製造ツールキットのIoT化機能:計測機器の自作

計測機器作成例:プレス機稼働実績収集

2018年にリリース IoT化用に機能拡張

実績の可視化

自動通知

社内LAN

データの収集

DB/Webサーバ

機械稼働実績可視化

機械稼働データ自動計測

作業者が活動実績を入力

エンドユーザ開発の支援

2016年度グッドデザイン賞受賞 (2024年5月時点)

2004年から会員登録制で配布(無償)
<https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/>

現在の会員数(個人/法人)は約1850

ウェブサイトで18件のユーザ事例を公開中(手書誤入力削減、集計時間短縮、等)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

3

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

IoT型データ収集1: 無線センサによる機械稼働状況モニタリング(2016)

S社(佐賀市):放電加工機

サーバ

サーバ上のデータをWebブラウザでグラフ表示

グラフ表示例:電流値で稼働状況把握

インターネット

送受信機:センサデータをサーバに毎分送信

Y社(延岡市):めっきラインと局所排気装置

配電盤等に無線センサ設置

T社(茅野市):NC旋盤等55台

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

4

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

IoT型データ収集2: 活動実績データ自動取得機器の自作(2017~)

- 事例: 既存プレス機に後付けでショット回数の自動取得
 - Raspberry Pi 3
 - Arduino Nano
 - 赤外線測距センサ
- T社(鳥取市)に適用

クライアント側

エッジ側MZアプリの動作画面

無線LAN 経由

実績等送信

サーバ側

DB

サーバ側MZアプリの可視化例

センサ位置

上下動でセンサ左の壁の距離が変化

距離が近づくとき電圧が上がる

電圧が閾値以上ならショット実行と認識

機械

試作機器

産総研

ともに結び、つぎを創る。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

5

5

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

つながる工場モデルラボ: 工場模擬環境の構築

- 臨海副都心センターCPS棟・機械加工エリアを中心に構築中(2019~)
 - IoT化された機械加工工場の模擬環境
 - 切削・放電加工・プレス・金属積層・レーザ加工・ロボットアーム・移動ロボット
 - 工場環境における作業支援サイバーフィジカルシステム(CPS)の研究開発

東京・臨海CPS棟・機械加工エリア

工場内LAN

稼働状況等の多様なデータ分析・可視化

人の作業と知的活動および物理現象のセンシング

作業支援CPS

つくば東 実験棟 共用工作室

各拠点装置

公設試等外部機関

インターネット

AIST-LAN

多関節ロボット M10IA/12

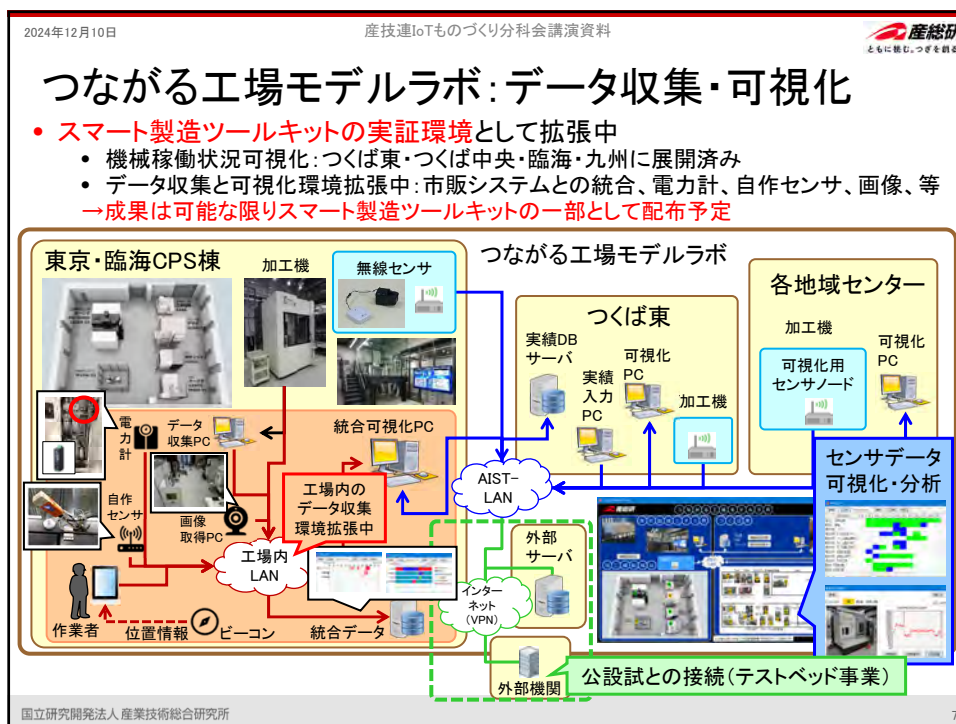
産総研

ともに結び、つぎを創る。

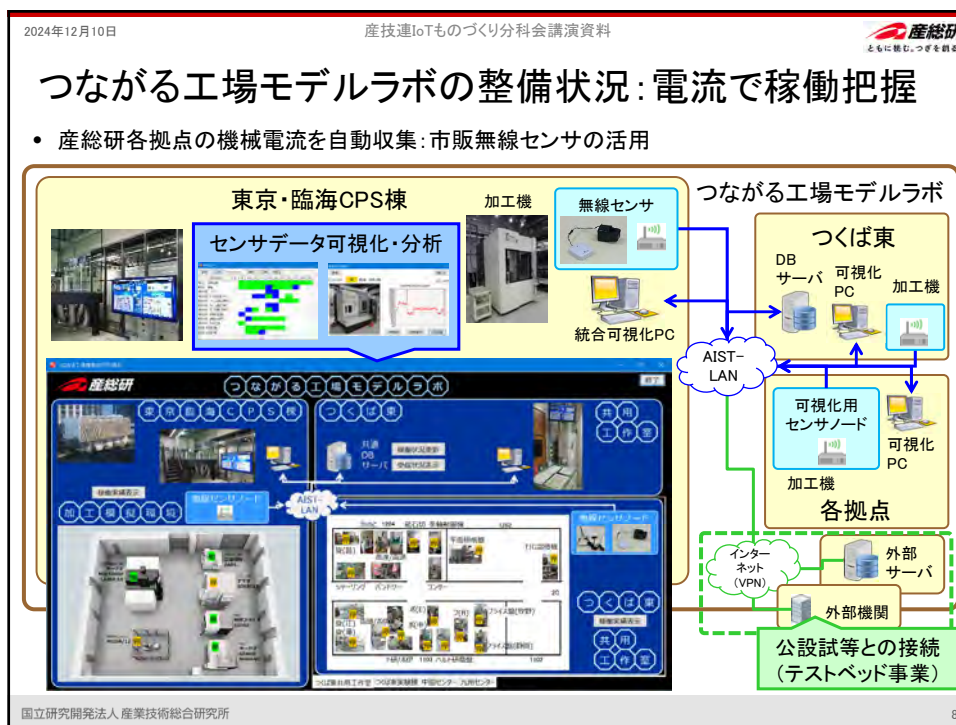
国立研究開発法人 産業技術総合研究所

6

6



7



8

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

臨海つながる工場の整備状況: 自作センシング機器

- 加工エリアの状況を自動収集: 市販マイコンモジュールの活用

臨海工場稼働状況可視化

自作センシング機器 (M5StickC) 可視化PC

各種センサ・計測機器 → Wi-Fi → 工場内LAN → RDBサーバ

機械稼働状況: 電力

機械稼働回数 測距センサ

エリア・機械使用状況: ドア開閉・人感

エリア状況: 温度・湿度・気圧・明るさ・CO2・騒音

| | | |
|------|------|------------|
| 気温 | 25 | 6/20 16:22 |
| 湿度 | 52 | 6/20 16:22 |
| 気圧 | 1003 | 6/20 16:22 |
| 明るさ | 100 | 6/20 16:21 |
| CO2 | 445 | 6/20 16:22 |
| 騒音 | 49 | 6/20 16:23 |
| TVOC | 消費電力 | |

開閉状況 活動状況

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

9

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

実装事例: 汎用旋盤の作業計測

- ランプ点灯状態・回転数・作業者感知(人感センサ)
 - M5StickCPlus + PIRハット + コの字型マイクロフォトセンサ + 自作加工部品 + CdSセル + 自作基板・ケーブル(接続のみ)

人感センサで作業者感知 M5StickCPlusで状態把握

自作センシング機器

自作基板

マイクロフォトセンサと自作部品で回転検出

CdSセルで明るさ検出

動作中の様子

値変化の逐次/定期送信 → Wi-Fi → 工場内LAN → RDBサーバ

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

10

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

臨海つながる工場の整備状況: 画像記録

- 加工エリアの状況を可視化・記録: Raspberry Piカメラ+フリーソフト+MZアプリ

画像取得PC 可視化PC
工場内 LAN
共有フォルダ

自作センサ稼働状況 (電力): 画像

エリア使用状況: 画像

機械稼働状況

取得画像例

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

11

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

製造現場のIT/IoT/CPS化の方式例

PC等で情報入力 → IT化

遠隔確認 時短

画像記録 → IT化

画像からデータへ

機械から情報自動収集 → IoT化

リアルタイム化

ボード型で情報共有

データ化で情報参照・探索の効率化

システム化 (社内/クラウド) → CPS化

実績等収集

情報伝達/作業指示

リアルタイム化

スマホ/タブレット型・ウェアラブル型等で通知可に → IoT化

バーコード等のID利用

モニ

機械

情報の紙に記入

データ化作業必要

情報参照・探索の工数増

DB

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

12

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

実装事例:ポンベの状態取得

- ポンベの開閉状態・作業者感知(人感センサ)・ポンベの圧力値
 - M5StickCPlus+PIRハット+リードスイッチ+ケーブル結線+自作加工部品
 - M5 Timer Camera X+PC上のMZアプリで画像処理

画像から圧力値の取得・送信

カメラ画像送信

カメラ+自作センシング機器

人感センサで作業者感知 M5StickCPlusで状態把握

リードスイッチでポンベの開閉状態認識

マグネットをハンドルに固定

リードスイッチをバルブに固定

読取値: 5.9

PC+ MZアプリ

値変化の逐次/定期送信+画像

工場内LAN

RDBサーバ

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

13

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

画像処理:アナログ計器の針角度から値取得1

①定期的に(5秒ごと)画像取得

②位置とサイズ指定で部分画像取得

③部分画像の中心と範囲指定して画像処理※

④針画像に直線フィッティング

⑤直線の方角から値を読取※※

⑥読取値の変化時にデータ送信と画像保存

※※部分画像の中心からの方向と値の紐づけ

注:これはMZアプリによる独自実装ですが類似の製品・サービスは複数存在します

| x | y | Distance |
|---|----|----------|
| 0 | 44 | 0.442 |
| 0 | 45 | 0.529 |
| 1 | 44 | 0.381 |
| 2 | 44 | 0.081 |
| 0 | 44 | 0.345 |

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

14

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

画像処理: アナログ計器の針角度から値取得2

- ① 定期画像取得: 時間間隔
- ② 部分画像取得: 位置とサイズ
- ③ **部分画像の画像処理: 範囲指定と条件指定**
 - ・グレースケール化 > 二値化: 閾値指定
 - ・膨張(dilation): 回数 > 収縮(erosion): 回数
- ④ **針画像に直線フィッティング**
 - ・黒の画素を2次元の点集合として
 - ・点集合の重心を通る直線を最小二乗法で計算 (重心からの各点へのベクトルの分散共分散行列の最小固有値が直線の法線ベクトル)
 - ・直線と点集合の距離の和を計算して小さい方を向く接線ベクトルを得る
- ⑤ **直線の方角から値を読取: 方向と値の対応表**
 - ・中心からの方向ベクトル間の外積から角度計算
 - ・対応表の値と角度から区分線形補間で針が示す値を計算
- ⑥ 読取値の変化時にデータ送信と画像保存
 - ・読取不可の場合は無視

部分画像の中心を除外して範囲指定

針だけ黒くなるように画像処理

直線と点集合の距離の和を計算して小さい方を向く接線ベクトルを得る

直線の方角から値を読取: 方向と値の対応表

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 15

15

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研

画像処理: アナログ計器の針角度から値取得3

- ⑥ 読取値の変化時にデータ送信と画像保存
 - ・読取不可の場合は無視: **針画像の(黒)画素数に上限設定**

データ推移表示

更新 1日前 2024/09/06 選択 1日後 閉じる

2024年9月6日

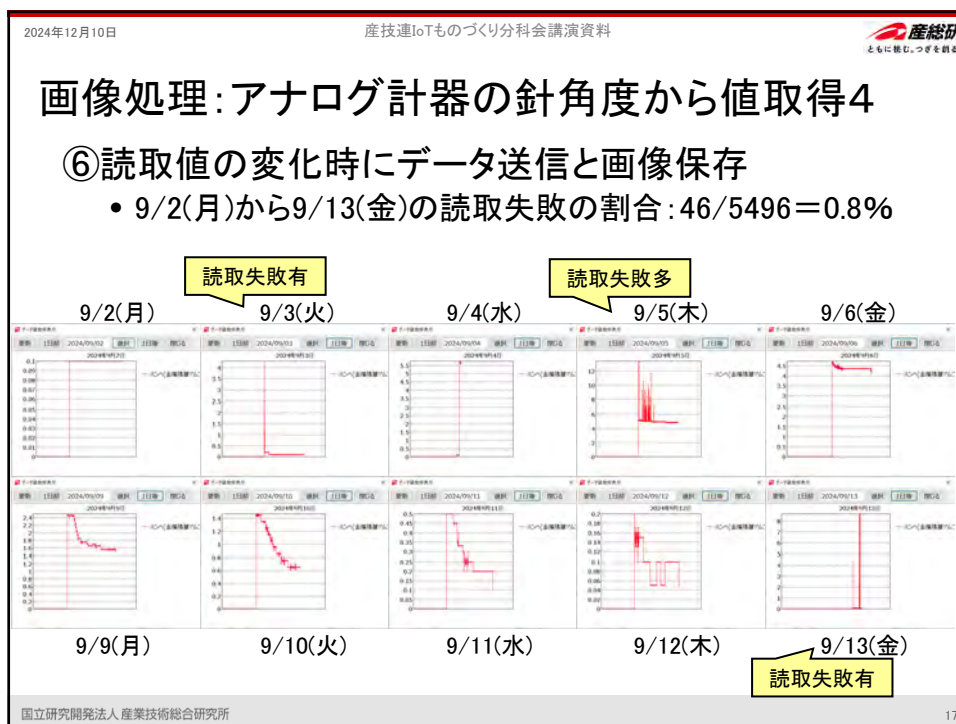
読取値の推移の表示例

読取成功の例

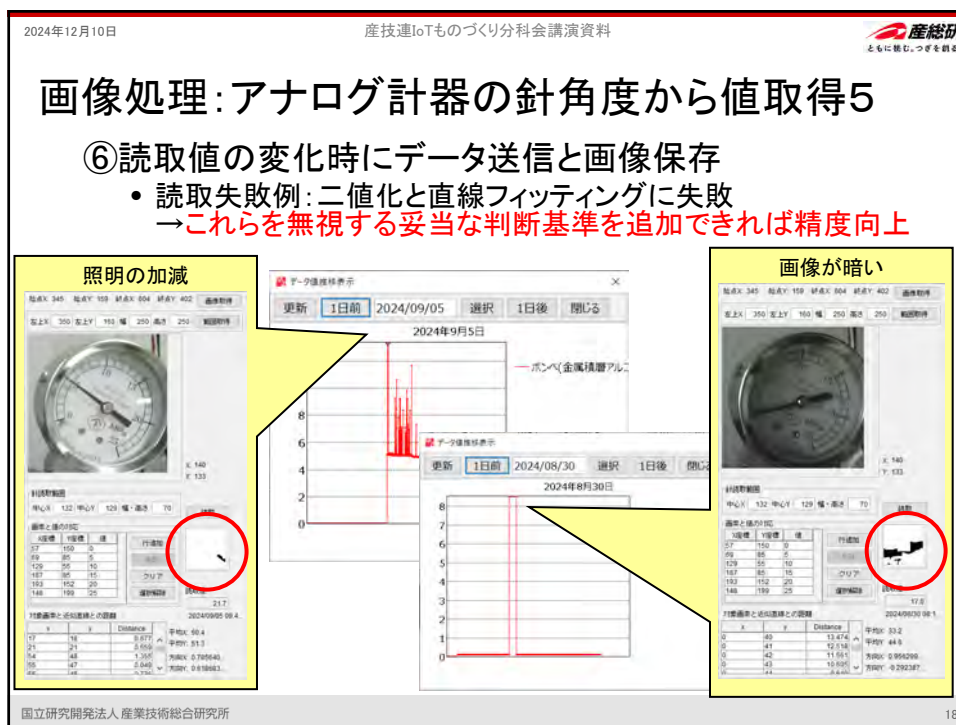
読取不可の例

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 16

16



17



18

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研
ともに結び、つぎを創る。

画像処理:アナログ計器の針角度から値取得6

- 議論:対象ごとの作り込み要素/失敗する要素
 - ① 定期画像取得:時間間隔 →指定値/なし
 - ② 部分画像取得:位置とサイズ →指定値/カメラ位置姿勢変化
 - ③ 部分画像の画像処理:範囲指定と条件指定
→指定値/②の失敗・照明の変化
 - ④ 針画像に直線フィッティング(この成功が重要)
→なし/③の失敗
 - ⑤ 直線の方角から値を読取:方角と値の対応表
→指定値/②の失敗
 - ⑥ 読取値の変化時にデータ送信と画像保存:読取不可の閾値
→指定値/指定値が不適切
- 議論:他との比較(注:類似の製品・サービスは複数存在)
 - 部分画像取得:マーカ/テンプレートマッチング/局所特徴量で位置とサイズ(領域)指定
 - 針の方角:細線化/ハフ変換で直線の方角を計算/方角と値の対応と輝度からヒストグラム計算
 - 方角と値の対応:数字の自動認識で対応表作成

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 19

19

2024年12月10日 産技連IoTものづくり分科会講演資料 産総研
ともに結び、つぎを創る。

まとめ

- IoTものづくり分科会2023での発表内容の抜粋
「つながる工場モデルラボ:製造現場のIoT活用に向けた研究開発と模擬環境構築」(2023年12月9日)
 - MZプラットフォームとスマート製造ツールキット
 - スマート製造ツールキットを用いたデータ収集と機器自作
 - つながる工場モデルラボ:IoT活用の実証環境として
 - 自作センシング機器の事例追加
- 前回発表以降の進展:画像処理によるデータ収集
 - アナログ計器の針の方角から数値を読取
→今後は対象範囲を拡大して汎用性について検証

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 20

20