

# IoTを利用したAIによる変状図のCAD化

採択年度・申請タイプ 2020年度採択 共同開発研究



## 概要

土木構造物の目視調査において、従来は手書きスケッチ図からCADオペレーターを介してCADによる電子化作業を行っていたが、以下の機能開発を行うことによってIoTを利用したAIによる変状図のCAD化を実現した。①手書きスケッチ図の電子データ化②手書きスケッチ図の電子データから必要情報をCAD化するソフトウェア開発③点検要領に従った健全性を判定するソフトウェア開発

## 特長

- CADオペレーターの人件費の大幅削減
- 手書きスケッチ図の電子データ化により現場作業を効率化
- 点検要領に従った健全性の正確な判定機能

## 研究開発の取組内容

現場での作業を考え、デジタルカメラで手書きスケッチ図を取り込みそのデータの電子化と、手書きスケッチ図の図形と文字を自動認識し、必要情報をCAD化するソフトウェア開発と、CAD化されたデータを使い点検要領に従った健全性を判定する機能を開発した。

### 効果・成果

#### ● 人件費の大幅削減

スケッチ図のAIによる自動認識により作業の効率化が図られ、CADオペレーターの人件費が大幅に削減を実現した。また従来の約半分の作業時間になるため、コスト削減と繁忙期においても受注を制限する必要がなくなった。

#### ● 持ち運びの手軽さと現場作業の効率化を実現

手書きスケッチ図の電子化において、スキャナーからデジタルカメラに置き換えたことで持ち運びが容易になり、現場での電子化およびデータ送付を可能にした。

#### ● 客観性を持った判定を実現

健全性の判定を、CADデータを用いてソフトウェアによって行うため正確な判定を可能にした。これにより、国土交通省の道路トンネル定期点検要領の健全性が自動判定されるようになった。

### 今後の課題

#### ● 文字の認識率の向上

学習データ追加によるさらなる認識率の改善を進める。

## 開発者のコメント・PR



- Q. 開発のきっかけを教えてください。
- A. トンネルを含む土木構造物では、コンクリートのクラックなどの変状を観察する目視調査が義務付けられています。この目視調査に対して手書きスケッチを行い、CADによる電子化をしたデータを提出する必要があります。従来は現地で手書きスケッチした図を会社に持ち帰り、CADオペレーターによって電子化しなければなりませんでしたが、繁忙期にはCADオペレーターの作業量が増加することで受注制限しなければならない状況や、CADオペレーターの増員による人件費の増加が問題となっていました。この問題に対して、IoTを活用することで作業効率化とコスト削減を図りました。
- Q. 開発したシステムのPRポイントを教えてください。また、他社製品との違いは何でしょうか。
- A. 人が手書きした図形や文字を認識するAIは今までなかったため、本研究と類似した製品はありませんでした。  
現場での作業を考え、デジタルカメラで手書きスケッチ図を取り込みましたが、この時に、被写体への正対が難しく、歪みが課題となりました。この課題に対し、ソフトウェアの改良によって歪みを0.5mm以下にまで補正することができました。また、多種多様な手書きスケッチ図から、必要な情報だけを抽出する処理は現在のAIにおいても難しい作業でしたが、必要情報を色分けして記載することで色相による抽出を行い、AIの認識率を高めることができました。
- Q. 御社としてこのシステムをどのような業種・サービスに展開していきたいと思っていますか？
- A. 今回の研究開発は、自社業務の作業効率改善を第一としていましたが、CAD化の問題を抱える他企業でも活用できるものとなりました。この製品の需要が高まることで、今後のバージョンアップにもつながると考えております。
- Q. 御社の方針、今後の展望を教えてください。
- A. 物理現象を利用した「見えないものを見る」を合言葉に、トンネルや道路などの社会インフラに対し調査・診断・計測サービスと、これらに関わる機器や計測ロボットの研究開発、販売を行ってまいりました。今回開発した「IoTを利用したAIによる変状図のCAD化」は、2023年度に販売開始を検討しておりますが、今後この製品の需要が高まることにより、製品のバージョンアップにもつなげていきたいです。
- Q. 都産技研を利用して良かったことを教えてください。
- A. AIの認識率を高めるための技術的なアドバイスをいただけたことが大きな手助けとなりました。また、開発期間中から事業化促進に向けてPR活動を支援していただける点もメリットであると感じました。

## 事業化に向けた取組

### 事業化の状況

開発においては、図形や文字の認識率を高めることが課題であったが、色相によって認識率を改善するなど、さまざまな工夫と試行錯誤を重ねた結果、認識率と処理速度において目標を達成することができた。

国土交通省の道路トンネル定期点検要領の健全性が自動判定されるようになったが、製品化においては操作性に課題を残していることから2023年度に販売開始を検討している。

### 今後の見通し

まずは関係会社へのソフトウェア提供を行い、実証実験と課題解決を平行して進めてから販売を行う予定である。既にソフトウェアを要望している企業に対しては、プロトタイプとしての販売も検討している。

今回の研究開発は、自社業務の作業効率改善を第一としていたが、CAD化の問題を抱える他の企業でも活用できるものとなった。この製品の需要が高まることで今後のバージョンアップにもつながると考えており、道路トンネルの健全性判断の機能を発展させ、橋梁の桁の点検などへの展開も目指したい。

## 企業情報

### 株式会社ウォールナット

東京都立川市幸町1丁目19番13号

**事業内容** 土木構造物の非破壊調査、道路面下空洞探査車、トンネル点検車、無人水路診断ロボット、ドローン搭載型レーザー探査機

**設立** 1993年7月16日

**資本金** 3,000万円

**本製品・サービスに関する問い合わせ先**

**連絡先** 企画営業グループ

**TEL** 042-537-3838

# 動的ベイズ学習モデルによる射出成形機のIoT化

採択年度・申請タイプ 2020年度採択 共同開発研究

【AIによる成形条件自動調整システムの概要】



## 概要

金型に取り付けた圧力センサで収集したデータから良品成形時の圧力波形をAIに学習させ、同一の圧力波形となるように成形条件を自動調整する「最適成形条件探索方法の開発」と、成形時に生じた不具合原因の特定のために、金型内部の圧力データを活用した動的ベイズ学習モデルによる状態推定を行うことで不具合原因の究明を効率化する「金型内部状態推定方法の開発」を行った。

## 特長

- 非熟練者への技能伝承が十分に行われていない現場であっても、成形にかかるリードタイムを短縮することが可能
- 金型内部状態推定方法を適用することにより、不具合原因の究明を効率化
- 工場で使用される消費エネルギーを低減し、環境負荷低減への寄与が期待

## 研究開発の取組内容

これまでの生産現場におけるIoT化の多くは、設備に取り付けたセンサから稼働データを収集し見える化を行うといったもので、収集したデータに基づいた「判断」は人手によって行われていた。

一方、本研究開発では収集したデータを基にベイズ学習モデルによって成形条件の調整を行うことを目的とし、2つの研究開発を行った。

ひとつは金型に取り付けた圧力センサで収集したデータから良品成形時の圧力波形をAIに学習させ、同一の圧力波形となるように成形条件を自動調整するための最適成形条件探索方法の開発を行った。

もうひとつは成形時に生じた不具合原因の特定のために、金型内部の圧力データを活用した動的ベイズ学習モデルによる状態推定を行うもので、不具合原因の究明を効率化するための金型内部状態推定方法の開発を行った。

## 効果・成果

### ● 非熟練者への技能伝承が十分に行われていない現場であっても、成形にかかるリードタイムを短縮することが可能

射出成形で使用される樹脂材料は、環境の変化や、材料ロットのばらつきによる影響を受けやすく、成形条件の調整による品質の安定化は熟練者によって行われている。

開発したシステムを適用することにより、射出成形の非熟練者であっても成形条件の調整が効果的に行えるようになり、技能伝承が十分に行われていない現場であっても成形にかかるリードタイムを短縮することが可能となる。

### ● 工場で使用される消費エネルギーを低減し、環境負荷低減への寄与が期待

開発した金型内部状態推定方法を適用することで、不具合原因の究明が効率化されることにより、生産コスト削減や省電力化、環境負荷低減に寄与することが期待される。

## 今後の課題

### ● 熟練者とAIでの条件探索アプローチの差異

研究開発を進める中で、熟練者とAIとで異なるアプローチにより成形条件探索を行っていることが明らかになった。開発した技術を実際の成形加工に使用する際に、この点がどのような課題として顕在化するのか、継続的な検証が必要と考えている。

## 開発者のコメント・PR

- Q. 開発のきっかけを教えてください。
- A. 射出成形の現場からいただいた、「日々の立ち上げ時における成形条件の調整が熟練者頼みになっている。」「国内で調整した条件に従って、海外工場で成形を行っても不良品が発生してしまう。」といったお客さまの声に対し、弊社の技術で解決していけないだろうと思ったことが研究開発のきっかけでした。  
成形品質を金型内部状態の計測結果に基づいて定量化できるという前提の下、金型内センサデータを活用した成形条件調整技術の開発へと至りました。
- Q. 開発したシステムのPRポイントを教えてください。また、他社製品との違いは何でしょうか。
- A. これまでの生産現場におけるIoT化の多くは、設備に取り付けたセンサから稼動データを収集し、見える化を行うものでした。そのため、収集したデータに基づいた「判断」は人手によって行われていましたが一方で、本研究開発では収集したデータを基にベイズ学習モデルによって成形条件の調整を行うことができます。類似する製品はこれまでに発表されておりませんでした。
- Q. 御社としてこのシステムをどのような業種・サービスに展開していきたいと思っていますか？
- A. まずは、研究開発を進めていく中で明らかとなった成形条件探索の課題などの検証を継続的に進め、その後はプロトタイプを複数の企業に検証用として使用していただく予定となっています。
- Q. 御社の方針、今後の展望を教えてください。
- A. 弊社は創業後間もなくはお客さまごとの個別課題向けにソリューションを提供しておりましたが、その中から共通する課題を抽出し、現在はソフトウェアパッケージとして提供させていただいております。今後もお客さまの課題解決のためさまざまなソフトウェアパッケージを提供してまいります。
- Q. 都産技研を利用して良かったことを教えてください。
- A. 豊富な実験設備と研究員の方々からの技術開発および事業化へのアドバイスが大変有益でした。

## 事業化に向けた取組

### 事業化の状況

今後は、プロトタイプを複数の企業に検証用として使用していただくこととなっている。検証期間中に、製品化へ向けた課題抽出や、システムへの改善要望を取り入れて、さらなるブラッシュアップを行う予定である。

販売初期においては、製品の使用感を持っていただくために無料トライアルの実施を行うことも検討している。

### 今後の見通し

研究開発時に明らかとなった熟練者とAIとで異なるアプローチにより成形条件探索を行っている点は、今後、開発した技術を実際に使用いただく際にどのような課題として顕在化するか、継続的に検証を進めていく。

## 企業情報

### 株式会社MAZIN

東京都台東区西浅草3-29-14 アメイジングビル3F

事業内容 スマート工場システムの研究開発

本製品・サービスに関する問い合わせ先

設立 2018年6月

資本金 3,100万円

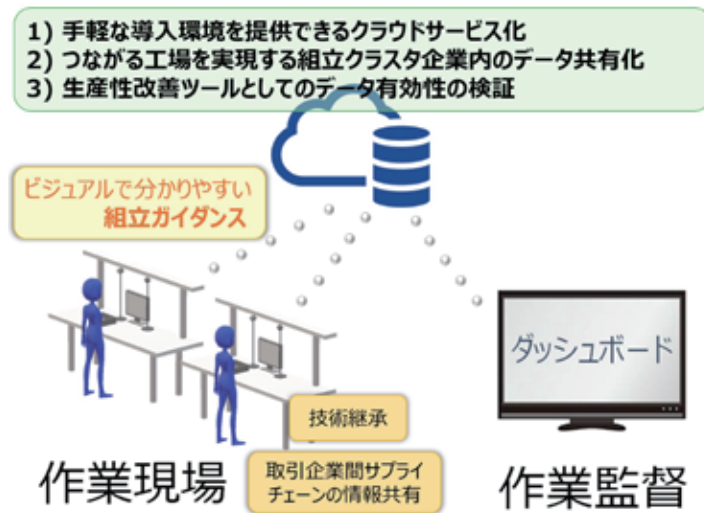
連絡先 マーケティング部 片山 翔太

TEL 03-5981-8078



# 画像による組立現場のデジタル化と企業間共有技術の開発

採択年度・申請タイプ 2020年度採択 分野協業型



## 概要

開発済であった現場でわかりやすい作業者目線の組立ガイダンスシステムをアップグレードし、①手軽な導入環境を提供できるクラウドサービス化、②組立クラスタ企業を構成する企業間のデータ共有化、③生産性改善ツールとしてのデータ有効性の検証が可能となった。

## 特長

- ネット接続できるモニター画面を設置できる所であれば作業が可能
- 取引先企業間のサプライチェーンで組立ガイダンスの情報共有が可能
- 組立ガイダンスの操作で作業記録が保存され、作業効率改善の分析に利用

## 研究開発の取組内容

組立ガイダンスシステムは、作業者が組立ガイダンスを進めると、工程ごとにステータスが自動で完了に変更される。作業の進捗状況は、クラウド上へアップロードされ、作業監督者は蓄積された作業データによって進捗状況の確認ができる。

組立ガイダンスシステムは共同研究により、「クラウドサービス化」、「組立クラスタ企業を構成する企業間のデータ共有化」、「生産性改善ツールとしてのデータ有効性の検証」の3つの点をアップグレードした。

### 効果・成果

#### ● 作業者ごとの品質バラツキの抑制と、記録による技術継承を実現

工程進捗に応じて動画や組立図を含む手順書を組立ガイダンスとしてモニター画面に表示することにより、ベテラン作業者にしかできない作業が解消された。また、蓄積されたデータの見える化により、効率的な作業指導が行えるようになった。

#### ● 遠隔地の企業間における作業状況共有を実現

データをクラウドサーバーに保存することで、組立ガイダンスを委託先企業へ開示可能となった。遠隔地の企業間において作業状況も共有できるため、発注元の企業でも全体の状況を確認できるようになった。

#### ● 作業データを収集・蓄積し、作業改善に活用

組立ガイダンスを表示するモニター画面で作業状況をインプットすることにより、作業データの収集と蓄積が行われ、リアルタイムに状況把握ができるようになった。蓄積された作業データを分析することにより、さらなる作業改善が行えるようになった。

### 今後の課題

#### ● システムやデータとの連携

動画マニュアル単体で使いたいという声だけでなく、企業同士が持つシステムやデータの連携などの要望があるため、製品版への落とし込みを予定している。

## 開発者のコメント・PR

Q. 開発のきっかけを教えてください

A. 組立作業の現場では、作業手順書を読んでもわかりにくい、作業手順書を最初しか使わない、作業者ごとに品質バラツキがある、ベテラン作業者にしかできない作業があるなどの問題を抱えておりました。また、協力会社に作業委託する場合においても、作業指導が難しい場合がありました。この課題に対して、現場でわかりやすい作業者目線のマニュアルが必要だと考え、開発に至りました。

Q. 開発したシステムのPRポイントを教えてください。また、他社製品との違いは何でしょうか。

A. 組立ガイドはクラウド上から配信されるため、モニターを設置できる所であれば、①作業工程に沿う形でわかりやすい手順動画や図面を見ながら作業内容の確認ができます。②組立クラスタ企業で構成するサプライチェーンにおいて、遠隔地にも組立手順を容易に展開できます。③遠隔地からでも作業監督者がリアルタイムに進捗管理できるほか、作業実績の蓄積データを分析することにより作業改善に活かします。

Q. 御社としてこのシステムをどのような業種・サービスに展開していきたいと思っていますか？

A. 組立作業現場をお持ちの企業さまや組立作業指導の伝達手段でお困りの方へ展開していきたいと考えています。

Q. 御社の方針、今後の展望を教えてください。

A. 今後の可能性として、企業間同士のプラットフォームとなることを期待しています。作業手順書としてのマニュアル機能だけでなく、お互いの企業が持っている強みを活かした基盤になればと思います。

Q. 都産技研を利用して良かったことを教えてください。

A. 社内の財産・技術を製品化する活動ができたことで、認知度を高めることにつながりました。また、展示会、パンフレット、Webサイトなどのコンテンツにより、企業の活動を宣伝することができました。



## 事業化に向けた取組

### 事業化の状況

共同研究の期間が終了し、完成度が向上した段階へと進んでいる。製品化への見通しも立ってきているが、一般販売の部分においては、まだまだ改良の余地がある。そのため、まず社内や関連企業で使用実績を積み、改良を進めた上で1年後の一般販売を計画している。

### 今後の見通し

今後は、市場調査のニーズを確かめながら機能追加する予定であり、その間も社内や関連企業への展開は積極的に行い、同じ悩みを持つ製造現場の皆さまに喜んでいただけるような製品づくりを進めていく。

## 企業情報

### 株式会社イチカワ

東京都羽村市神明台4-8-39

**事業内容** 公共・産業用電子機器の製造、鉄道制御装置の製造、変圧器・変成器・電源機器の製造、公共・産業用制御盤の製造

**設立** 1963年10月1日

**資本金** 4,800万円

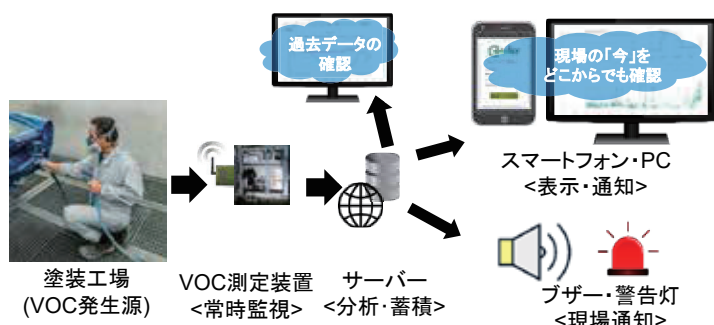
本製品・サービスに関する問い合わせ先

**連絡先** 技術部 和田 幸司

**TEL** 042-553-1311

# VOC量を常時監視するIoTシステムの開発

採択年度・申請タイプ 2020年度採択 分野協業型



## 概要

塗装工場内の各地点で常に変動しているVOC濃度を複数地点で常時測定し、VOCの時間的、空間的な変化を解析することで効果的なリスクアセスメントを可能とするシステムを構築。

## 特長

- VOCが高濃度になる場所、作業内容、時間帯を把握できるため、効果的な対策を講じることが可能
- スマートフォンやPCのブラウザ経由でセンサの各種設定が可能で、閾値設定による現場へのブザー発報も可能
- ASPサービスとして提供することでシステムの運用コストを低減

## 研究開発の取組内容

常時計測したデータをサーバー上へ集約し、多数のセンサから取得した情報をブラウザ上で可視化し、VOCが高濃度になる場所、作業内容、時間帯を把握でき、効果的なリスクアセスメントを可能とするシステムの構築を行った。

### 効果・成果

#### ● 測定データの可視化

測定データをスマートフォンやPCのブラウザ経由で閲覧できるようにした。表やグラフ形式で表示することで、実際に現地で起きた事象との照会を簡便に行えるようにした。

#### ● アラートの搭載

センサ毎に現地でブザー発報するためのVOC濃度の閾値を設定することが可能で、現場の運用に合わせて柔軟に危険な状態を知らせることを可能にした。

#### ● 効果的なリスクアセスメントの実施

過去の測定データを複数地点で長期間にわたって解析することができるため、VOCの時間的、空間的な変化を定量的に捉えることが可能となった。これにより各種塗装工程や排気設備の稼働状況との紐付けが行えるようになり効果的なリスクアセスメントが可能となった。

### 今後の課題

#### ● センサの精度向上

複数の塗装工場の実証実験から、使用する有機溶剤の種類や混合率の違いからセンサの校正値が異なることがわかったため、今後も検証を重ねてセンサの精度を向上させていく。

#### ● 用途の多様化

現在開発を進めているIoTシステムは状態監視の機能をメインにしているが、今後は様々な用途にも対応できるよう開発を行っていく。

## 開発者のコメント・PR



- Q. 開発のきっかけを教えてください。
- A. 研究開発のきっかけは2016年6月1日に施行された労働安全衛生法の改正により、事業場における危険有害性のある化学物質についてリスクアセスメントが義務付けられたことによります。現在塗装業界においても健康被害を防ぐためにリスクアセスメントを行うことが求められており、作業環境評価基準としてVOC(揮発性有機化合物)の管理濃度が基準値を下回る事が求められています。しかし、実際のリスクアセスメントでは、塗装工場の各塗装工程で日々刻々と変化するVOC濃度を特定の地点・期間で切り出して評価を行っているのが実態です。VOCは高濃度になると短時間の曝露でも急性中毒や火災、爆発等の危険性があり、低濃度においても長時間の曝露により重大な健康障害を引き起こすケースがあります。今回はこの課題に着目し、VOC濃度を複数地点で常時記録した上で閲覧や閾値発報を可能とし、普段現場でも気づかないリスクを効果的に評価でき、それが導入費用や運用の手間といった面において大きな負担にならないようなシステムの構築を目指しました。
- Q. 開発したシステムのPRポイントを教えてください。また、他社製品との違いは何でしょうか。
- A. 塗装現場の「今」を「常」に測定しているため、状態変化に対する要因と結果がすぐにわかります。またセンサごとにブザー発報するためのVOC濃度の閾値が設定可能で、設置環境に合わせた注意を促すことができます。また複数地点の長期間の測定データを解析することで、VOCの時間的、空間的な変化を捉えることができます。それによりある特定の期間に単一地点で観測を行っていた頃には気づけなかった、各種塗装工程や工場の排気設備等の稼働状況とVOCの変化との関係性を効率よく確認することが期待できます。
- Q. 御社としてこのシステムをどのような業種・サービスに展開していきたいと思っていますか？
- A. 塗装業界です。
- Q. 御社の方針、今後の展望を教えてください。
- A. 現在開発を進めているIoTシステムは状態監視の機能をメインにしていますが、今後はさまざまな用途にも対応できるよう開発を進めていく予定です。
- Q. 都産技研を利用して良かったことを教えてください。
- A. 塗装業界以外での関連情報の提供や、膨らみがちな要件への的確なアドバイスなどをいただきました。今後の展開に向けても引き続きご助言いただけることを期待したいと思います。

## 事業化に向けた取組

### 事業化の状況

本共同研究の成果を基に業界団体への講演、寄稿、デモ等を実施し成果普及に取り組んでいる。今後は運用実績を増やししながら、販売網の拡大や装置の小型化等にご協力いただける企業を募り、運用や販促に向けた体制づくりを行っていく。

### 今後の見通し

これまでもVOC濃度の測定に対するニーズを上記取組みの中でたくさんいただいております。今後は状態監視の独立したシステムだけでなく、塗装工場で稼働するそのほかのシステムの用途にも対応できるよう開発を進めていきたい。

## 企業情報

### 株式会社コニファ

東京都中央区晴海3-6-8-3716 ベイシティ晴海スカイリンクタワー

**事業内容** ASP・SaaS事業、システム開発事業、ハンディターミナルシステム開発事業、IoT・RPAソリューション開発事業、ネットショップ事業

**設立** 2003年12月

**資本金** 3,050万円

**本製品・サービスに関する問い合わせ先**

**連絡先** 代表取締役 堀 千佳子

**TEL** 03-6869-1180