

IoT 活用研究小委員会 活動報告

栞見 周彦¹・蒔苗 耕司²

¹正会員 JIP テクノサイエンス株式会社 インフラソリューション事業部

(〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 1-2-5)

E-mail: masumi@cm.jip-ts.co.jp

²正会員 宮城大学 事業構想学部デザイン情報学科 教授

(〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1 番地 1)

E-mail: makanae@myu.ac.jp

「IoT 活用研究小委員会」は、土木情報学委員会において、未来に向けた先端的情報技術に関する研究を重点研究領域として設定され、2016 年 6 月に設立された。IoT 端末で収集したデータをビッグデータ上に蓄積し、AI が処理するいわゆる広義の IoT を研究活動の範囲と定めている。研究の切り口は、IoT×AI、IoT×自動化施工、IoT×GIS、その他の先端的情報技術の 4 つとしている。これらの研究成果を踏まえ、土木分野の将来ビジョンを作成し、その実現に必要な技術開発、制度設計について議論し、課題を抽出していく。

Key Words: IoT, AI, sensor fusion, data fusion, GIS, AR, civil engineering term dictionary

1. 研究活動の目的

IoT (Internet of Things) や画像処理・知識情報技術を融合させた社会 ICT スマートコンピューティングに基づく先端的情報技術の動向調査を行い、土木・社会インフラ分野への適用可能性に関する研究を行う。

上記を踏まえ、ICT 化が進展した時代における社会インフラ事業のあり方についてのビジョンを作成する。

2. 研究活動の範囲

IoT という言葉は、当初は、あらゆる物理的なモノがインターネットにつながり、自身が計測した情報を伝えることで、今までは知り得なかった情報が活用できるようになるという、デバイス側に着目した概念であった。

その後、ICT の発展に伴い、IoT デバイスが収集した情報を、クラウド環境にビッグデータ (BD) として蓄積し、AI 等を駆使したデータ分析を行うことで、高度で付加価値の高い成果を生み出すことが可能になった。この IoT/BD/AI の一連の流れを、広義の IoT という。

本小委員会では、図-1 に示すような広義の IoT を研究活動の範囲と定め、データ取得端末によるインプット、

AI 等の情報認識・処理、ロボット、ウェアラブルやアクチュエーション等アウトプット端末に関わる先端の技術に関する研究を行う。

なお、広義の IoT は広範な概念であるため、以下に挙げる 4 つの切り口を設けて、研究を進める。

- ・ IoT×AI の研究
- ・ IoT×自動化施工の研究
- ・ IoT×GIS の研究
- ・ その他の先端的情報技術の研究

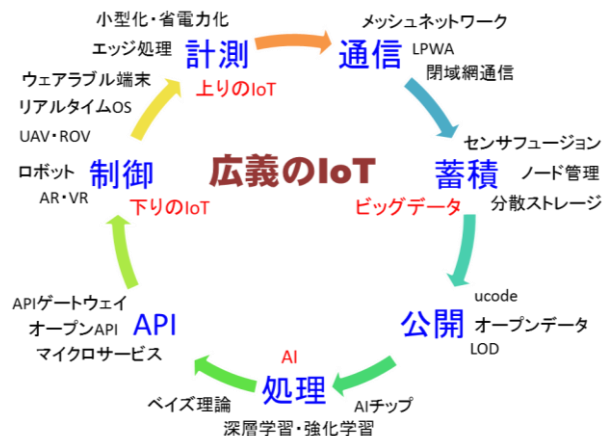


図-1 広義の IoT の研究領域

将来ビジョンの作成では、上記の研究結果を踏まえ、多様で正確な情報が十分に得られる IoT 社会における土木分野の技術革新の可能性を発掘し、その実現に必要な技術開発、制度設計について議論し、課題を抽出する。

また、その他の活動として、2016年5月で活動を終了した情報共有技術小委員会より、土木遺産 AR と土木用語辞書を引き継ぎ、恒久的に運用できる体制へ移管する活動も行う。

3. 活動の概要

(1) 研究活動

2016年度は6回の小委員会を開催し、上記4つの切り口の研究と、将来ビジョンの検討を行った。

a) IoT×AIの研究

AIに関する要素技術の調査を行い、その事例と課題、及び将来の土木の生産現場での活用可能性についてまとめた。また、東京大学社会連携講座研究において実施した、インフラ維持管理におけるデータ活用の先行研究調査について発表いただき、土木分野で利用される AI の技術的傾向や、AI を適用する上での課題を把握した。本研究では、AI を適用する上での課題として、主に以下の項目が挙がっている。

- ・ データクレンジングが煩雑
- ・ ハイパーパラメータの調整が難しい
- ・ 大量の教師データが確保しにくい
- ・ 結果の根拠がブラックボックスで信用できない

また、土木技術者が容易に AI を活用するための方法についての議論や、異業種における AI の活用事例がどのように土木分野へ適用できるかについての議論を進めている。本研究では、AI の土木分野における用途として、以下の5つの項目に分類して整理している。

- ・ 人間支援
工法提案、作業スケジュール調整、報告書作成
- ・ 事故防止
事故予兆検知、誤操作警告、過労・熱中症予防
- ・ 教育
熟練工の技術取込、最適解の発見、操作ガイダンス
- ・ 品質向上
自動入力、自動診断、セルフチェック
- ・ 施設運用
施設コントロール、警備・警報、利用状況分析

b) IoT×自動化施工の研究

(株) まざらんによる土運搬における IoT 活用事例について発表いただき、IoT においては、複数のセンサで収集したデータを統合するためのセンサフュージョンや、異なる計測で得られたデータを組み合わせるデータフュージョンに課題があることが分かった。

センサフュージョンは、位置や姿勢の推定等に利用されるが、パラメータ調整が難しかったり、手法の特性により精度が劣化する領域が発生したりする等、精度のよい結果を得る作業は、土木技術者にとって容易ではない。そこで、多数のセンサをフュージョンする研究が進んでいる自動走行車で使われている技術に着目し、調査を進めている。

データフュージョンにおいては、分析に必要なデータを利用する際に、データ取得元が異なることにより、自由に利用できないデータの縦割り問題が顕在化している。この問題解決のためには、組織を超えたオープンデータ化への取り組みが必要である。

c) IoT×GISの研究

地理情報システム学会 IoT×GIS 分科会と連携した活動を行っている。当小委員会において、GIS を切り口とした IoT のビジョンを発表いただき、IoT の情報基盤整備の重要性を認識した。

今後、勉強会の共催やセッションへの協力等の活動を通じて情報交換を行い、お互いの将来ビジョンをアップデートできるよう進めていく。

d) その他の先端的情報技術の研究

図-1 に示した広義の IoT は、各パートにそれぞれ技術的な課題があるが、それらを克服する先端的情報技術について調査した。

計測部・通信部においては、数千から数万個の IoT 端末を活用するために、端末価格、消費電力、通信回線、セキュリティ等において、既存のモノやサービスがそのままでは利用できないことが分かった。そこで、IoT 向けのモノやサービスの調査を行ったところ、省電力 IoT 端末、省電力広域通信サービス (LPWA)、IoT 端末を安全にクラウドに繋ぐ閉域網通信サービス、IoT 端末用のクライアント証明書を一度に大量に発行サービス等がここ1年ほどで次々と登場していることが分かった。

蓄積部においては、デバイス部から発生する大量のデータを、限られた通信回線からどのように収集するかについて、リアルタイム性の有無を考慮しながら検討する必要がある。異業種の例では、工場の生産ラインで、計測した情報から異常パターンを学習し、故障の予兆をリアルタイムで検知し、工作機械を制御している。その際、短い制御間隔で処理結果を反映するために、データをある程度加工・要約するエッジ側の処理を行い、蓄積部に送信している。一方で、用途によって生のままデータを扱う用途については、大規模なデータを安全に蓄積し、拡張性の高い分散ストレージ技術が進んできている。中でも、オブジェクトストレージと呼ばれる技術は、HTTPS の REST API 経由でストレージにアクセス可能であり、柔軟な構成が可能であることから、各種クラウドサービスで利用されている。

公開部においては、システム間でデータ連携するためには、オープンデータ化する際に、利用側のシステムがインターネットを介して適切なデータを探そうことができることが理想である。LOD (Linked Open Data) は、同じ意味を持つデータ同士をリンクさせることにより、インターネット上で公開されているデータそのものを検索することができる仕組みであり、総務省統計局の統計 LOD 等の公開例がある。この仕組みを活用すると、将来的には、AI が自立的に利用したいデータを探して処理を行うことが可能になる。

今後、これらの先端的情報技術について、土木技術者が活用できるよう情報提供していく。

e) 将来ビジョンの作成

将来ビジョンについては、土木分野の全体像について議論するとともに、土木技術者が、自身の仕事がどのように変わるかイメージできるように、具体的な工程についても検討することにした。また、将来ビジョンの実現のために議論する技術開発や制度設計については、内閣官房の「官民 ITS 構想・ロードマップ 2016」の形式を参考に、ロードマップ化することも検討している。

全体像については、広義の IoT により、高度な自動化機能が実現された社会の議論、及び、Society 5.0 の描く業種を超えた連携により生み出される新しい価値について議論している。

具体的な工程については、現在の作業手順がどのように変わるかという視点と、新しい価値により、どのような作業が生まれるかという視点で検討している。

ロードマップについては、広義の IoT によって実現される高度な自動化機能の議論が先行している。本研究では、実現のために以下に挙げるイノベーションが必要であると考えている。

- ① IoT 情報収集基盤の整備 (建機、構造物へのセンサ設置と通信網の構築)
- ② センサフュージョン、データクレンジングの自動化 (稼働・計測データの合成・選別)
- ③ ビッグデータ/スモールデータの蓄積 (稼働・計測データ、設計・製作データの蓄積)
- ④ 検索・自動収集可能なデータの公開 (オープンデータ化)
- ⑤ AI による学習と処理の高度化 (原因と結果の関連性を学習、人間を超越する判断)
- ⑥ 分析結果の引き出し手順の公開 (オープン API 化)
- ⑦ 自動化システムへの組み込み (自動設計、自動化施工、自動点検・診断)
- ⑧ 社会制度の追随 (各種基準の見直し、AI が起こす事故の保障制度)

(2) その他の活動

a) 土木用語辞書

(一財) 日本建設情報総合センター (JACIC) の研究助成事業にて、「土木分野の専門用語辞書における見出し語と定義文の収集分析および共同編集システムの実用化に関する研究」を行い、土木学会の土木図書館の協力を得ながら、示方書類より 3,557 語、法令より 1,259 語を収蔵した土木用語辞書の Web システムを構築し、2014 年 11 月に公開した。

本システムを恒久的に運営するためには、システムを維持する運営主体を見つけるとともに、改訂版書籍への対応を継続的に行う必要がある。

b) 土木遺産 AR

AR を広く知ってもらう実装例として、土木技術者になじみのある土木遺産の位置を知らせる AR システムを構築し、2014 年 11 月に公開した。

本システムは、①スマートフォンアプリケーション、②AR 情報提供サーバ、③各土木遺産の紹介ページからなり、たとえば街頭や路上等でスマートフォンをかざしたとき、画面にカメラ機能で写された風景の上にその方向にある土木遺産のアイコンが重畳表示され、さらにアイコンをクリックすると詳細な紹介ページが表示されるものである。①は既製の無償アプリを利用し、②、③を独自構築した。

本システムを恒久的に運営するためには、システムを維持する運営主体を見つけるとともに、収録件数を増やすための入力システムの構築が必要である。

(3) 発表等

2016 年 9 月の第 41 回土木情報学シンポジウムでは、特別セッションを担当し、「IoT の現状と土木分野での利活用について」と題して特別講演とパネルディスカッションを行った。

2017 年 5 月の第 5 回データモデルセミナーでは、「IoT/AI の社会インフラ分野への適用可能性」と題して話題提供を行った。また、パネルディスカッション「維持管理の ICT 活用例とデータ連携の課題」にパネリストとして参加した。

土木学会誌 2017 年 6 月号では、平成 28 年度会長特別タスクフォースの成果として、「ICT・ロボット技術の最先端―建設生産現場の将来ビジョンを描く―」の章で「AI の活用」と題して土木分野における AI の将来ビジョンを示している。

4. まとめ

土木分野で高度で付加価値の高い成果を生み出すため

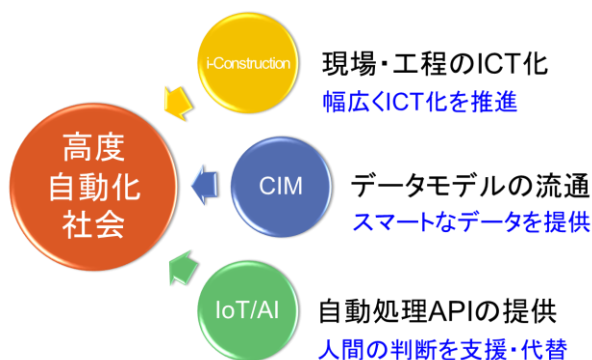


図-2 i-Construction, CIM, IoT/AI の役割

には、社会全体の ICT 化の流れに乗り、広義の IoT の概念を取り込み、高度な自動化社会を目指す必要がある。

そのためには、広義の IoT と CIM と i-Construction が、図-2 に示すようにそれぞれの役割を果たして、連携しなければならない。CIM によってデータモデルが流通することで広義の IoT へのインプットとなり、広義の IoT からのアウトプットが、i-Construction の ICT 環境となる。土木分野の各工程において、このように広義の IoT を中核となる頭脳として意識して、技術面や制度面を改善していくことが、発展への近道である。

本小委員会では、その道標となるべく、広義の IoT を中心とした将来ビジョンを作成し、セミナー等での発表を通じて、土木技術者に広義の IoT の概念を浸透させていくことを目指していく。

IoT 活用研究小委員会委員名簿

小委員長

栢見 周彦

JIP テクノサイエンス (株)

副小委員長

蒔苗 耕司

宮城大学

委員

稲澤 達也

川田テクノシステム (株)

宇野 昌利

清水建設 (株)

楠 達夫

一般参加

黒台 昌弘 (退任)

(株) 安藤・間

巖 網林

慶応大学

佐々木 晋

(株) 建設技術研究所

佐々木 琢磨

(株) 協和コンサルタンツ

佐藤 郁

戸田建設 (株)

佐藤 俊明

(株) パスコ

高木 幸子

オリンパスメモリーワークス (株)

高倉 望

東急建設 (株)

武田 芳丈

(株) 復建技術コンサルタント

竹村 朗

(株) きもと

西垣 重臣

(株) まざらん

林 寿一

オリンパスメモリーワークス (株)

速水 卓哉

(株) 大林組

原田 久之

オリンパスメモリーワークス (株)

増山 悟之

(株) 協和コンサルタンツ

諸澤 正毅

(株) 安藤・間

吉田 敬宏

大日本コンサルタント (株)

湧田 雄基

東京大学