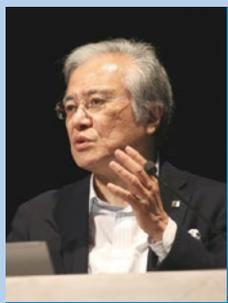


オープン IoT で土木建築分野は どう変わるか



東洋大学 情報連携学部 (INIAD) 学部長
YRP ユビキタス・ネットワークング研究所 所長
坂村 健氏

プロフィール

1951年東京生まれ。INIAD(東洋大学情報連携学部)学部長、工学博士。1984年からオープンなコンピュータアーキテクチャTRONを構築。携帯電話、家電等の組込OSとして世界中で多数使われている。現在、IoT社会実現のための研究を推進している。2002年1月よりYRP ユビキタス・ネットワークング研究所長を兼任。東京大学名誉教授。IEEE ライフ・フェロー、ゴールデンドコアメンバー。2003年紫綬褒章、2006年日本学士院賞受賞。2015年ITU150Award。

1 はじめに

INIADの坂村と申します。今日のキーテーマはオープンIoTですが、オープンの部分に注目し、新しい情報通信技術で土木建築分野がどう変わるかについてお話しします。

私はトロン (TRON = The Realtime Operating system Nucleus) は日本の実時間処理が可能な組み込みコンピューターのプロジェクですが、この分野でTRONのように30年間も続いているプロジェクトはあまりない。なぜこのプロジェクトが長い間続いているのか、実時間処理 (Realtime Operating System) とは何かについても簡単に説明します。私としては、このプロジェクトがオープンという基本哲学を持っていたから、長い間続き世界でも認められたと思っています。

2 TRONは土木のように インフラや基盤に相当

TRONというOS (Operating System) についてお話しします。OSとは、基本ソフトと呼ばれ、WindowsやiOS、Androidなどご存じだと思います。これらはパーソナルコンピューターや情報処理の分野で使われます。しかし、TRONは、情報処理というより、家電からロケットまでをコントロールするような機械などに組み込んで使われるOSです。例えば小惑星探査機「はやぶさ」のコントロールはTRONで行われていました。

こういうものにはパソコンのOSをそのまま使えるわけではありません。iOSもアンドロイドも使えません。そういった情報処理OSと全然別の世界がコンピューターの世界にはあるのです。

コンピューターの世界では大きく分けると、モノをコントロールすると、人間がメールの送受信やウェブの閲覧をするなど

の2つのまったく違う応用分野があります。一般的に知られているのは、モノのコントロールより、人間が使って電子メールやウェブを見るほうのシステムだと思います。

TRONは図1のような製品をつくる人たちが使うわけで、普通の人がTRONを直接使うということはほとんどありません。



図1 TRON組み込み製品・機器

例えば車のエンジンや電子楽器、カメラ、それから携帯電話の電波のコントロールなどをしています。

なぜこういうものが最近世界でも話題になってきたか。最終的に言うと、TRONがやっていることは皆さんの土木分野と似ているところがあり、インフラと言うか基盤に相当する技術ですから、派手さはありません。建築は「匠」とか「建築家」のように派手やかな部分があります。建築と土木で言えば、建築は情報処理用OSの世界に相当し、土木はTRON OSのような目立たない分野にあたると思います。しかし実はどちらもないと困ります。

それは、IoT (Internet of Things) という情報処理と組み込みの分野を融合させた新しい情報処理システムが最近注目されるようになってきたからです。

3 モノがつながる時代がやってきた

実は30年前に私が出した本『TRON Project』[1987年 Springer-Verlag]の中で、TRONの究極の目的は、あらゆるモノの中にコンピューターを入れ、それをネットワークでつないで、人間が持っているPCなど人間とのインターフェースを持つシステムとつなげて人間の役に立つシステムができる。いずれその時代が来るだろうといったことを書きました。それがいまやとどけるようになってきています。すべてのモノの中にコンピューターが入り、それがネットワークでつながり、そしてスマートフォンやパソコンと連絡を取り合って遠隔から機械の制御やメンテナンスができるような時代がやってきました。

この分野にはいろいろな呼び方があり、私は30年前にはHFDS (Highly Functionally Distributed System、超機能分散システム) と言っていましたが、最近ではユビキタス・コンピューティングやIoTと呼ばれるようになりました。IoTとはマーケティングサイドから考えた言葉で、世の中に浸透させるには、直接的にどういふことをやるのかわかる名前のつけ方をした方がいい、ということでしょう。

モノが全部インターネットにつながるの、インターネットがポピュラーになっているいまの時代には、わかりやすい。いままではインターネットとは人間が情報を交換するものでした。例えば電子メールもそうですし、ウェブで情報を見るのも人間のためにあったわけです。IoTで、モノがインターネットにつながるとどんなことができるのか。これにいま注目が集まっています。

4 IoTの本質は実生活の状況を認識して活用すること

IoTを簡単に言うと、実生活の「状況」を認識して活用する新しい情報通信技術モデルです。世の中には状況があり、例えばこの空間の状況は、温度は何度なのか、この部屋の広さはどのくらいなのか、何人この場にいるのか、湿度はどうか、電気がついているかなどです。そういうものをコンピューターシステムが理解して、それを使って何かをするわけです。

さらに、この部屋の中だけではありません。この部屋の外も、このビル全体の状況もどうなっているか。前の道路の状況はどうなっているかも全部わかれば、例えばいま大災害が起こって、前の道路で何が起きたかわかれば、それを活用して避難できる。

例えばこの部屋に何人いるかわかることによって、空調制御をよりうまく行い、消費電力を減らすこともできます。そうするには、まずは状況がわからないとできません。誰もいなければ電気を消してもいい。こういう状況がわかる事を Context Awareness (=状況意識) とコンピューターの世界では呼んでいます。雨が降っているとか、ある人が一番連絡を取るの誰なのかなどいろいろなことをコンピューターが把握し、その

人のために動くモデルです。

IoTを何のためにどのように使うかと言えば、モノや場所や状況を自動識別して、現実世界の状況をデジタル世界に取り込み、現実の状況を反映して社会活動や生活のスマート化を実現するためです。ひいてはサステナビリティを実現、つまり持続・継続的に、発展的に社会を運営することができるようになります。

5 さまざまなスケールで状況を把握し、アクションを

状況がわかると言っても、いろいろな状況があり、スケールがあります。(図2)

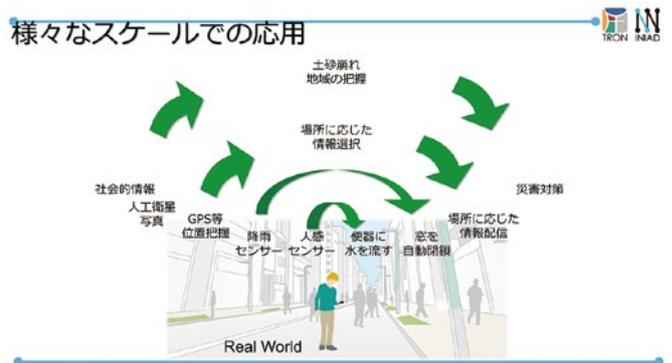


図2 さまざまなスケールでの応用

例えば、便器に人感センサーを付けて、人がいなくなると自動的に水を流すことから始まって、雨が降ってくることがわかれば窓を閉める、GPSで位置を把握し、場所に応じて近くの駅や近くにあるレストランはどこなのかを教えるのも、状況を知って動作を起こすことです。

人工衛星で地球の状況を見れば、土砂崩れや地域の把握ができて災害対策ができるなど、スケールの違いはあれど、最新型の便器から人工衛星を使った国土の状況把握まですべてが、状況を知ってアクションを起こすモデルで説明できます。

例えば日本血液製剤機構では、薬にucodeタグを付けています。ucodeタグとは私が考えたユニークな番号体系で、これを使って個体識別しなければならないモノや場所を特定します。いまはすべての薬ではなく血液製剤だけにucodeタグを付けていますが、これによりその薬をいつどこで誰が使ったのか、どこから来たのかを電子タグの情報から全部わかる仕組みをつくっています。将来的には、血液製剤だけでなく全部の薬に対して、使われた材料、かかわった製造者、どの患者に処方されたのか、そうしたトレーサビリティ(追跡可能性)を与えられるようになります。これは土木や建築の世界でも同様です。誰が、どうやって特定の部品をつくったのか、いつこの場所にセットしたか、そしてそれがどういう状況で使われているか。それらの状況がわかり、問題に対応する。そういうことをやりたいのです。

また、一般財団法人ベターリビングと一緒にやったのは、ucodeタグを火災報知機に工場出荷時に付けることです。しか

もメーカーを超越して付けることで、この火災報知機はいつ誰によってどうつくられて、どの工場から運んできて、いつ誰によって設置されて、何年間使われているのか、電池を交換したのはいつかが、タグにスマートフォンのような機器を近づけるとすべてわかるシステムをつくり、現在すでに300万個の火災報知機に使われています。

食品分野でも、アレルギーに対して、誰が、どういう原材料で、どうつくったのかがわかれば参考になります。また、旅客機は約600万個の部品で構成されていますが、そこにucodeタグのようなものを組み込み、どの部品をどういう状況で誰が装着し、いつメンテナンスしていつ取り換えたのかがわかるようにすれば、安全性も高まりメンテナンスコストも下がります。

NEXCO東日本と(株)ネクスコ・エンジニアリング東北、(株)福建リース、ユーシーテクノロジー(株)と一緒にucodeタグを使って行ったのは、橋をいつ点検するか、そのときに設計図を抱えていなくても、その橋の構造がわかるようにするなどです。

このように、状況を知るために電子タグは有力な1つですが、ほかにもバーコードやGPSがあり、その場所の状況を把握することができます。

ucodeタグはモノを特定するためのものです。ここには椅子がたくさんありますが、全部が同じ形ですから1個1個の状況を知るために一番簡単なのは、それぞれに違う番号を付けて、その番号でモノを管理することです。

いま日本でもマイナンバーを導入していますが、これも同じようなもので、国民を識別するために違った番号を付ける。別に日本だけでなくアメリカでもヨーロッパでも、全世界でやっています。番号を付けて、誰か、何かを特定する。それがまず状況認識のための第一歩です。

状況を高精度に把握することで多くの可能性が出てきます。例えば公物管理、故障予測、トレーサビリティ(追跡可能性)、障害者の移動支援、マルチモード輸送、ロボットの誘導などいろいろなことに使えます。そのためにまずは識別する。そして、識別されたモノに関しての状況、温度や湿度、つくってからどのくらいたったのか、誰がメンテナンスしたのかなど、とにかくモノに関して現在の状況を知ることで世の中をいろいろ動かすのがIoT、ユビキタス・コンピューティングの本質です。

この「オープン」が今日のキーワードの1つです。またオープンIoTを実践するために状況を把握できるINIAD HUB-1というビルを赤羽に建てました。

2万㎡ほどの大きなビルです。(図3、図4)最終的には約2,000人の学生と研究者がここで教育・研究にたずさわります。この建築の外観は隈研吾さんが、中身は私がデザインしました。UR都市機構が整備した赤羽台団地の再開発により空いた空間につくったわけです。そこでIoT時代のための教育をするためにINIADを創設しました。

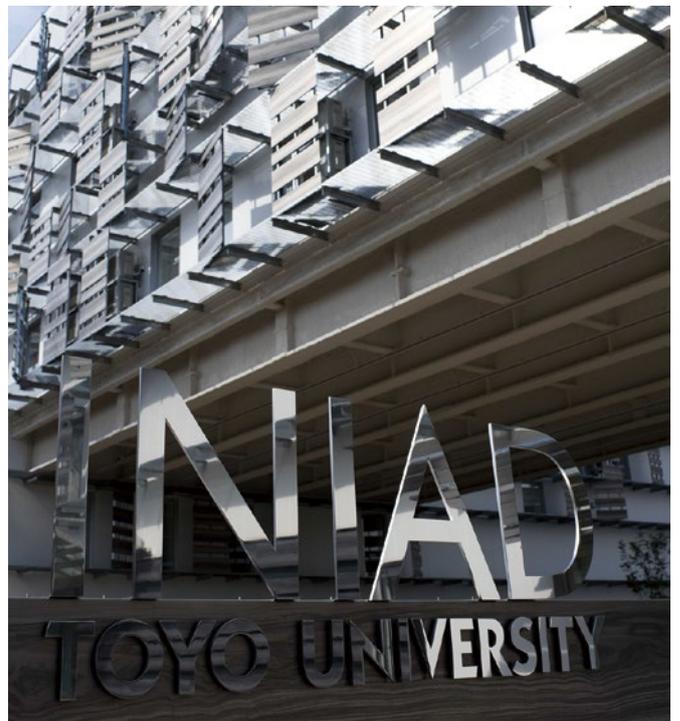


図3、4 INIADの校舎の様子

6 IoT時代の教育のために INIADを創設

少し話題を変えます。私は2017年の3月まで東京大学に40年近くいましたが、定年になりました。いまは東京大学名誉教授と東洋大学がつくったINIAD (Information Networking for Innovation and Design) 情報連携学部の学部長に私は就いています。赤羽台に新しいキャンパスができ、オープンIoTについて教えています。IoTの本質とは状況を把握して何かすることですが、「オープン」を付けているのは、できるだけ多くの、極端に言えば誰にでも状況のデータを開示することを意味します。

7 4つのコースをつくり 連携と多様性を重視

このINIADには皆さんと関係のあるシビルエンジニアリングの分野もあります。情報連携エンジニアリング、情報連携デザイン、情報連携ビジネス、情報連携シビルシステムの4つのコースがあります。これらを一人で全部担うことは難しい。なにか新しいプロジェクトを起こすとき、デザイナー、コンピューター・エンジニア、シビルを専門とする人、ビジネスセンスを持つ人がいれば、かなりのことができます。この4つの分野の人が

協力し合うための連携力を強化する授業を行います。そのため1年生のときは、皆さんのように土木や建築の学生でも、コンピューターを勉強しないと専門分野には進めないようになっていきます。何をやるにしてもコンピューターが連携の基礎だからです。それから、違う分野の人とコミュニケーションを取るための力を養う科目も1年生は全員必修。必修で一杯で、選択科目を取る余地はほぼありません。大学ですから、一般教養を否定しているわけではないですが、1年生からではなく、むしろ経験を積んで視野が広がってからの、2年生以降、在学中のどこかで取ればいいという考え方です。

文理融合のコンセプトによりビジネス、エンジニアリング、デザイン、シビルシステムの4コースわかれています。また、多様性を重視し、学生の半分が高校を卒業してすぐの人であれば、半分は社会人。男性が半分であれば半分は女性。新卒が半分であれば社会に1回出て働いた人を半分入れる方針を立てています。大学は1学年400人、大学院は20人ですが、まだ学部がいない大学院は、外からの社会人の方だけです。学部400人の約15%が外国の方で、女性は約30%。これを徐々に半分に近づけようとしています。

それと社会人教育を非常に重要視しています。これからの土木や建築をやるのであれば、コンピューターを必修にしたほうがいいです。コンピューターが使えないと、いろいろなことができません。2020年からは、小学校からコンピューターが必修ですが、昔に土木や建築を出た人はそうした勉強をしていませんから、再教育する必要がある。大学はそうした機能を果たすべきだと私は言いたい。社会に一度出た方がもう1回来られるようにしないとだめなのです。大学院も、社会人は学部を出てすぐの学生と入学試験が同じでは受かるわけがありません。そのあたりの仕組みを少し変える必要があります。

このチームを組んで何かを成し遂げるという体験は1年のときから始めていて、例えば、赤羽台は坂が多いので、例えばどのくらいの段差があるか道幅は、誘導ブロックはあるかなど、情報を記した地図を、1学年400人が、5人程度のチームを組んで分担し、電子的につくる実習を行いました。単なるマップではなくて障害を持った人向けのバリアフリーマップです。

これは400人も動員すると結構進みます。そうしてチーム実習で協力して、全員で道路がどういう状況かを、当然コンピューターも使い、結果をクラウドの中に入れていきます。

また、学術実業連携機構「INIAD cHUB」を立ち上げました。このcはコラボレーションを指し、簡単に言うと産学協同センターです。INIADと一緒に何かやりたい場合は、cHUBに連絡していただきたいと思います。ストレスなくできるようになっているので、何かやろうと思ったらすぐに連絡してください。

INIAD HUB-1は2017年4月に完成し、約2万㎡の敷地にIoTデバイスが5,000個設置され、すべてコンピューターにつながり、いままでにないものになっています。いま周辺の道路にもIoTデバイスを埋設しようとしています。

自動操縦の車椅子をどう走らせるかの研究のために廊下を広く取ってあったり、この会場と同じくらい大きさのホールがあります。ただし、授業はディスカッション中心の少人数教育なので、全体的には小教室が中心です。(図6)



図6 教室の様子

8 産官学連携機構として「INIAD cHUB」を立ち上げ

図5を見ていただくとわかりますが、3年生になるとチーム実習を行います。これは2年生で4コースに別れてそれぞれ専門教育を受けた後、3年で異なるコースの人とチームを組んで、何かを作り上げるという実習です。異なる専門を持った人と連携して一つのことを実現する——まさに連携力が評価されます。

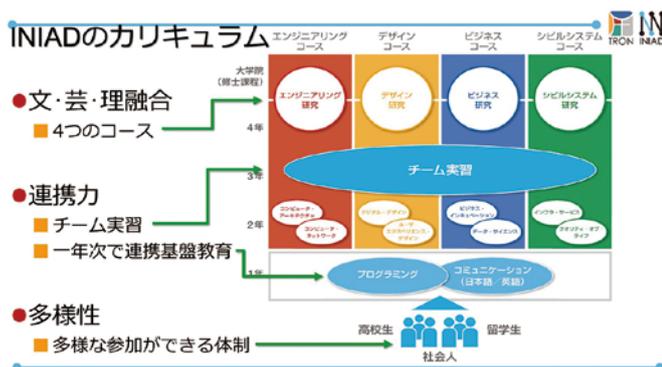


図5 INIAD のカリキュラム

聞けばわかることはMOOCs(大規模オンライン講座)を使ってネット配信の情報を視聴し、学校に来たらディスカッションをする方針だからです。図書館には紙の本が1冊もなく、すべて電子ブックとか、授業は黒板も白板も使わず、掲示もデジタルサイネージとスマートフォンで、紙は使わないなども特徴です。

そのほかにも3Dプリンターやレーザーカッターなどがあるメーカーハブもあります。建築模型をつくるのも3Dプリンターで、CADデータから直接模型をつくって実習したり、自動運転の模型自動車の制御プログラムを競う実習をする部屋などもあります。

INIAD HUB-1 は世界一の IoT ビルと思いますが、重要なのはオープン API (Application Programming Interface) の考えで設計されていることです。

設備全部がコンピューターにつながっていて、コンピューターのプログラムによりコントロールできるようになっています。センサーやアクチュエーターなど状況を認識するデバイスがこのビルのあらゆるところにあり、これらデバイスを取り換えることを容易にするために天井は張っていません。(図 7)



図 7 校舎内の天井の様子

センサーは日々改良されるので、できたものをすぐに設置して試せます。そうしたデバイスをつなぐのに無線を重視していて、6LoWPAN (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks) という IPv6 を利用した無線ネットワークにより構築しています。

建物の中や外の道路の脇などいろいろなところに統合センサーモジュールがあり、温度や湿度、気圧、照度、人感センサーを兼ねていて、無線で情報を送り、状況がどうなっているかがわかるようになっていきます。さらに特殊なセンサーを入れることもできるようになっています。

さらに、既存の設備をどうやって新しいネットにつなげるかにも取り組んでいます。エレベーターなどは残念なことに最新型のインターネットにつなげられないので、少し専門的になりますが、シリアル接続から最新のものに変換するためのゲートウェイをいろいろなところに設置しています。まったく新しくいろいろなものを全部つくると費用が大変に高くなるからです。

ロッカーも全部インターネットに直結しています。このロッカーを学生にも貸していますが、プログラミングができないと扉を開けることもできません。

場所を示すのにも AR を駆使し、スマートフォンなどで壁のサインを撮ると、自分が行きたい場所にプロジェクターで方向が出て誘導してくれます。スマートフォンで電気をつけたり消したりなどもできますが、このスマートフォンのプログラムを学生に渡すことはなく、この電気をつけたり消したりするプロ

グラムをどう書くかを学生に教えています。

セットライトという API を使い、照明を制御できます。この API 自体は単純ですが、これを使えば、例えばインターバルタイマーを使って 3 秒ごとに状態を切り替える——薄暗くなって、消えて、またついてを繰り返すプログラムをつくることができます。

こういうことを建築が専門の学生や、シビルの土木の人に教え、センサーを道路に埋め込んだりして、そこの状況をどうやって把握するかをプログラムを教えます。プログラムの書き方を教えないと、全部 IT 会社に頼むことになり、それでは効率が悪すぎる。当校はプログラマーの養成学校ではありません。シビルを勉強した人が自分でプログラムを組んで、道路状況をどう把握するかというプログラムを自分で書けるように教えるのが INIAD です。

コンピューターを専門とする人もいますが、そうではないほかの応用分野を持っている人にもプログラムを教えます。

10 例外のないプログラム言語は 習得が比較的容易

こういうことはまったくプログラムを書けない人には大変かもしれませんが、英語を勉強するよりはるかに楽です。なぜかと言うと、英語は自然言語で、例外が多すぎるのです。プログラム言語には例外はなく、こう書くのであればこう書く以外にないとなっているので、全然違う。

例えば、「Api.setLight」という API を 1 つ覚えたら、ライトを最大照度でつけるときには「Api.setLight(full)」というのはいくら理解できるでしょう。それを 1 個覚えたら、電気は全部つけられます。そう教えられれば、土木の学生でも、建築の学生でもプログラムがわからないことはありません。それを実践するために、INIAD では建築や土木の人にもプログラミングを教えています。

視覚障害の人がスマートフォンを見なくても使えるよう学生にスクリプトを書かせる実習もあります。ほかにも土木関係だったらゴム手袋をはめている人がどうやってコンピュータの画面を操作したらよいかを考えると、そういったことを課題にして、問題を解決させます。そのための新しい装置をつくるのに費用がかかるなら、いまあるものでできないか工夫する。そのためにはプログラミングができないとだめなのです。プログラミングができれば、いまのさまざまなシステムを変えられます。そのためにプログラミングを教えています。

エレベーターの各階呼び出しをスマートフォンでできます。しかし今のエレベーター、エレベーター会社がエレベーターを呼ぶコマンドなどを公開しない (オープンにしない) ので、こうしたプログラミングがやりにくくなっています。

いろいろな機械をつなげた場合にコンピューターからどういう信号を出したらコントロールできるのかを公開してくれなければ、どうにもならない。本日参加された会社の方で、部下や

社員を送り込んでプログラムを勉強させようと思ったときには INIAD にご連絡ください。

11 IoT、ビッグデータ、AIの3つで状況把握から判断へ

ビッグデータとAIはIoTで状況を認識することに関係します。IoTでいろいろなセンサーを設置すると、状況を認識して大量のデータがコンピューターの中に入ってきます。クラウドを使えば、昔と違っていまはパソコンの中にデータを入れる必要はありません。ほとんどはネット上の、クラウドコンピューターの中にデータが入ります。

一部屋に10カ所、例えば天井の近く、真ん中、床下などにセンサーを設置して温度を調べると、ビル全体では大量のデータになります。それを1分に1回取るなら大量のデータが継続的に来ます。これをビッグデータと言います。

このように大量に集まったデータから何がわかるのか。状況認識には、単にこの部屋の温度だけではなく、この部屋とこの部屋の外、このビル全体、道路などから来るすべてのデータが必要です。世界が時々刻々と生む大量のデータのリアルタイムでの利用がいま可能になってきたのです。

これができるようになってきたのは、コンピューターの容量が飛躍的に増大してきたからです。ほぼ無限と言えるほどのデータを取っておくことができます。

この大量のデータを人間が見て判断するには限界があるため、AI—人工知能が注目されています。大量のデータの分析にAIを使うことが世界的なトレンドになっています。IoT、ビッグデータ、AIがキーワードで、この3つで状況把握のレベルをさらに上げようとしています。

12 AIを使える時代に

いま将棋の世界で藤井聡太4段が非常に注目されていますが、彼は人間です。人間の力も、あるものに限れば相当なことができます。ただ、それは誰でもできるわけではない。その点、AI技術は1回確立されオープンになれば、誰でも使えるようになる。ここがコンピューターのよいところで、一度仕組みができると、誰もが使えるようになります。

1人の人間しかできないことは、その人がいなくなればできません。しかしAIや情報通信技術(ICT)は、一度確立すればずっと使えることがよいところです。以前のウェブサービスでは人間が中心にいて、例えばスマートフォンや情報家電にクラウドからサービスが送られるようになっていました。しかし最近、組み込みシステムから大量のデータがクラウドに上がり、現実世界の情報とスマートフォンを通じた人間との連携でさまざまなことが起きています。

アメリカで行われているインダストリアル・インターネット

構想では、多くの産業機械から稼働データを集めて、それをビッグデータ解析して故障予測することに、GEやシスコ、IBMなどアメリカ大手企業が興味を持っています。

例えばGEは1万2,000基の風力発電用タービンにセンサーを内蔵して、10分毎の状況をデータ化してネットでGE本社のクラウドに大量に送っています。そしてそれを分析して、プラントが故障する前に予防修理する技術により、故障してからの修理に比べると約3,000万ドル節約できると発表しています。

ビッグデータ解析による状況の把握をいろいろなものに適用することで、道路や建築の管理など、社会資本管理の可能性も広がっています。私の研究所ではNEXCO東日本と一緒に、センサーネットを使って公物管理の研究をすすめています。

例えばネットワークインフラがないところでも、走っている自動車からセンサーのデータを受け取るなどいろいろな方法があります。センサーから来るデータを集めれば、日々の工具の管理などもできます。公物管理の高度化はIoTやユビキタス・コンピューターの有力な応用分野です。

13 「閉じたIoT」から「開いたIoT」へ

課題は、「閉じたIoT」から「開いたIoT」へ—ということなのです。ここからが本日最も重要な話です。いままでもIoTやユビキタスの応用がまったくなかったわけではなく、ここ10年ほど、RFIDや無線、センサーネットワークなどは大変に注目され、いろいろな試みがなされてきました。しかしそれらは、閉じていたのです。重要なのは、「閉じたIoT」から「開いたIoT」へ変化することです。

社会はいま大きく変化して、いろいろなセンサーデータなどを自社のための特定目的に使うだけではなく公開しようとする方向に動いています。みんなが公開してほかの人のデータも使えるようにすることに、いま注目が集まっています。これがオープンデータによる「新しい公共」—「オープンガバメント」と呼ばれている動きです。

「ガバメント2.0」という言葉があります。これは2009年あたりから始まった、ネットワークを利用した市民参加型の新しい行政モデルです。国家レベルで政府データをオープンデータ化しようという動きもそのモデルの一部です。米国ではData.gov、英国ではData.gov.UKを運営し、政府が持っている何百万件というデータを公開し、その流れが世界的に広がっています。

2013年のG8ロック・アーン・サミットにおける首脳コミニケでは、「オープンデータ憲章」が合意を得ました。先進各国はオープンデータ化を強めています。

ビッグデータを集めて解析するとき、データの量は多ければ多いほどよいわけですが、人工知能で分析させるときも、ニューラルネットワークに強化学習をしようという場合には、データが少ないと成果が出ません。関係があるのかないのか人間からは、

判らないようなデータでも構わないから、とにかく多くのデータが集まるほど、精度が上がるのがわかっています。

例えば、このビル状況だけを知るならばクローズな IoT でよいのですが、もし周辺道路からのデータや政府が持っているデータ、人工衛星からのデータなどが集まれば、このビル状況がより把握しやすくなります。データはたくさん集まれば集まるほどよいのです。

また、そういうデータは機械判読が可能でないといけません。データを公開するのに、政府関係の人はみんな PDF で出そうとします。しかし PDF での情報公開はまったく公開していることになりません。世界的には機械で判読できる形でないといけません。最低でも CSV などを出してくれなければ困るのです。

14 イギリスとアメリカでのオープンデータ化の進展

今、オープンデータを提供している国は 120 以上あります。このオープンデータを使った最新の IT 利用モデルとして、公衆衛生や河川の見守り、公物管理などがあげられます。行政側の不足を補いさらに高度な対応をするために新たな参加者も入れられます。つまり、政府が持っているデータだけではなく、民間も参入させ、さらに大量のデータを集める方向にいま世界が動いています。

例えばロンドン交通局では、時刻表のようなデータだけでなく、地下鉄の現在位置のデータ、さらに交通動態調査データ、乗客数データ、貸自転車利用統計なども公開しています。このデータ公開は 2012 年のロンドンオリンピックのときから始め、過去の統計データも含めて全部オープンにしました。これによる経済効果は、ロンドン交通局でも初年度だけで最大 100 億円近いと言われているほどで、高い効果が期待できます。

Data.gov はアメリカ政府の扱う情報データを提供するサイトで、アメリカは積極的にオープンデータ化を進めています。交通統計局、連邦航空局、海洋大気圏局、国立気象局のデータも、基本的に全部オープンデータにしています。

15 日本では、標準化の前にデータを公開すべき

この流れの前提にあるのは、一人ですべてのことはできないし、限定されたクローズなデータだけでは状況の把握が不十分だということです。私も 2020 年の東京オリンピック・パラリンピックに向けて公共交通オープンデータ協議会を 2015 年 9 月に設立しました。2020 年の交通状況の改善には、インフラの整備だけでなく利用状況も重要で、施設のデータも関係してきます。そこでオリンピック・パラリンピックのために施設の周辺も含めてあらゆるデータをオープンにするための運動を始めました。

なぜオープンが重要か。例えば池袋駅の地下街は、管理主体が複数あり、錯綜しています。(図 8)

つながった地下街でも多様な管理主体が錯綜し 統合的な施設情報提供が困難



図 8 池袋駅の管理主体

そのためデータがクローズのままでは、各管理者の連携が取れないとか、いろいろ問題があります。といって、標準化するためにデータフォーマットを決めようとする、その話し合いだけで 10 年はかかります。ですから、データフォーマットはいつでもよいから、とにかくオープンにしてコンピューターがわかる状況にすれば、その後は何とかするという割り切りが重要です。

標準化は本当に重要ですが、クローズでやっていたことに対し、標準データフォーマットにそろえようすると、どれだけ時間がかかるかわからない。日本の場合、こうして失敗することが多いのです。

フォーマットはいつでもいいので、コンピューターが解析できる形でデータを公開してくれれば何でもなります。ですから、「標準化の前にデータを公開すべき」がいま合言葉になっています。私はいま、公共交通オープンデータセンターをつくって、そこに JR も私鉄もデータを公開してほしいと言っています。東京に乗り入れている全部の公共交通機関に参加してもらい、どうやったらオープンデータ化ができるかを考えています。

16 公開されたデータをユーザーが使うには API が必要

オープンでインフラ管理をするには、行政、ボランティア、利用者が協力してインフラの状況の情報を継続的に整備していかなければいけません。ここが重要で、継続的でなければだめなのです。さらには、できるだけ多く、できれば全部の人に参加してもらいたい。そのためには、あまり難しい仕組みでは皆さん途中でめげてしまうので、めげない仕組みにしないといけません。

この部分で間違えることが多い。たとえ国土交通省でも、全部を標準化することは不可能です。特に日本は民間会社に委託しているものが多い。例えば道路でも、管理主体は国や地方自治体があり、さらに私道もある。それを全部統一するのはなかなか難しいことです。

オープンデータ化のポイントは公共性の高いデータを電子的に公開することですが、双方向性と鮮度が大事であり、環境が

重要です。つまり transparency (透明性)、participation (参加)、collaboration (協力) です。みんなでデータを使い、協力してみんなの役に立とうと思わなければうまくいきません。

そのためには、単なるデータ公開ではなく、ユーザーがそれを使えるようにしなければなりません。そこでAPIが必要になります。これはコンピューターの言葉ですが、土木でもこれから重要になると思います。「API」とは「Application Programming Interface」の略で、他のシステムを使うためにプログラムの中に書き込む命令と思えばよいかと思えます。オープンデータでいうと、データをためているシステムに対する命令です。

なぜこれが重要になるか。CSVなどで大量のデータを公開したとします。例えば道路に設置しておいたセンサーで、道路にかかった荷重のデータを利用しようとしたとします。コンピューターで読めるデータを取れるようになっていたとしても、まず何億行ものデータを全部自分のコンピューターにダウンロードしてから、必要な部分だけ切り出して利用することになっていたら大変です。特に、スマートフォンのような小さなハードウェアでは不可能です。

そこで役に立つのがAPIです。例えば「公開されているデータ1億個の中で最も大きな荷重のデータが発生した時刻はいつかを返せ」と命令できるAPIが用意されていると、1億個のデータ全部を入れる必要はありません。12時から13時の間で最も水量が増えたのはどこか、流量が単位時間で最も増えたのはどこか、これらについての問い合わせAPIがあったら、データを全部取ってくる必要はないのです。

APIがないと、データが公開されていても利用が大変です。ですからAPIの設計は重要です。大量のデータを公開するには、まずコンピューターがわかる形式でないといけません。さらにその大量のデータに対してAPIを用意して、全部のデータを持ってこなくても必要なデータだけを取れる命令を設計する必要があります。この段階は、データをどう利用したいかを理解している土木側の人間がしないとできません。

どういうデータがあれば便利なのかは、道路を設計する人、河川を管理している人、ビルを設計する人などが一番よくわかっているからです。

17 行政と住民が 双方向で利用できる仕組み

データ公開では、双方向性も重要です。例えばワシントンD.C.が作った仕組み“Open311”があります。

これは問題点の把握に住民が参加しています。例えば道路に穴が開いていたら、もちろん市の点検員も点検しますが、住民が穴が開いていることに気づいたら、“Open311”のAPIによりデータをアップできます。それを見た業者が、直すのにかかる費用を公表します。その公表内容から、ある一定のアルゴリズムによって選択された業者が、いわゆるコンピューターの入

札により落札します。その結果も全部、コンピューターにアップされ、変なことをする業者がいたら、その名前まで全部アップされます。そうやって電子的に悪いことをする人をなくす試みが、すでに世界ではじまっています。

特に注目されているのが、今後コネクテッド・カーが主流になったときに、それらから集まるビッグデータの持つ大きな可能性です。例えば道路から取れるデータを集めるときに、いまは国道管理事務所が集めている点検データが重要です。しかし、点検員が1日に1回もしくは朝昼晩しか見ないのに比べると、毎日走っている大量の自動車からのデータを全部もらえるならば、どう考えても点検車のデータよりも大量のビッグデータが集まり、リアルタイムで状況がわかるため、そのほうがよいとも言われています。

古い例ですが、2011年の東日本大震災ではホンダがカーナビからデータを吸い上げて、どこが通れるか通れないかをグループと協力してマップに反映させ、援助や復旧に役立ったと報告されています。自動車から集めるビッグデータの可能性は私はものすごく重要だと思います。車に搭載したセンサーから、単なる交通状況ではなく道路の状況も把握できるのです。

車からのデータはますます集めやすくなっています。いまは自動走行自動車の研究が進み、最新の自動車にはセンサーが大量に搭載されています。それを自動車の運行のためだけに使うのではなく、道路の状況把握にも使える。一般の乗用車が道路点検車に変わります。

18 プライバシーと公共を どう線引きするか

ただ、これをするには制度の問題が重要になります。技術的には十分可能でも、個人の自動車に搭載のセンサーのデータを使ってよいのかという問題が出てくるわけです。個々の自動車の情報を得ることは社会的に認められるのか。同様の問題は携帯電話にもあります。携帯電話の中には大量のセンサーが入っていて、しかも電話局に常時つながっているため、電話局はどこにその携帯電話があるかを完全に把握しています。しよと思えば、その携帯電話がある場所の温度も、誰が持っているかもわかってしまうのです。最近の高級車は、不要と言っても中に通信機能が入っているため、携帯電話と同様になっています。さらに、携帯網を管理する通信会社はその端末の状態を把握するなら、道路の管理者が自動車の状態を把握してもいいという考え方もできます。道路管理者が自動車からのビッグデータを個人特定不能な形式に加工してオープン化すれば、交通工学や土木工学の研究や事故予測、経済効率化などでいろいろな可能性が広がるでしょう。

世界的な傾向として、それらをタブーや秘密にせず、もっと積極的に利用できる枠組みを作ろうとしています。個人データとビッグデータについて、誰がどこでどう使えば社会的に認められるのかを決めようとしています。

例えば、大規模災害などの非常事態が起きたときにはプライバシーより、状況把握が優先するだろうとか、もちろんそういう考えにみんなが合意しなければいけません。そして最後は法律をつくらなければなりません。プライバシーと公共をどう線引きするかは最も重要ですが、こうしたことについて真正面から話し合う、最もだめな先進国が日本です。アメリカやヨーロッパは、とにかく夜を徹して学会でもどこでも、データを出すべきだと議論をしますが、日本ではそうした話はあまり聞かれません。

つまり、オープンIoTには哲学が必要なのです。大量のデータをどう使うかについての哲学なしにデータを集めただけでは、それは単なるごみです。プライバシーと公共の概念を再構築する必要があり、ネットワークで簡単に情報が集められるいまこそ、そういう話をしなければいけないのです。

ネットワーク時代のプライバシー概念の再構築が特に大事です。情報を出さないことが重要ではなく、権利と義務について考える必要があります。プライバシーとは「情報を受けた側が適切に使う義務」とする方向へ移行したほうがいいと思います。現状は情報を秘密にしても流出してしまいます。そのため、出さないようにするより、それを使う際にどういう義務を課すのにかにもっと重点を置いたほうがよいと思っています。

19 平時と災害時でデータの使い方を分ける

根本の問題は「公共とは何」か、です。これに関係して、有事と平時の両用性についても考えなければいけない。平和なときと災害が起こったときの大量データの使い方は完璧に分けて、デュアルモードのオペレーションにしないとイケません。これも日本ではうまくいかない。なぜかと言うと、日本では有事についての議論にふたをしているからです。アメリカでは、有事には国家安全保障令などが発令されます。そのときにどう動くかはアメリカでは明快ですが、日本は残念ながらあいまいにしたがる。国家には危機はないなどと言う人もいて、そうなるとうちにもなりません。もう明快に、危機はこれからはあると思わないとまずいですね。

これからは、こういう分野にも研究者を多量に投入して、ビッグデータやオープンデータをどう使うかの研究を土木分野として進めるべきです。いまこそ土木学会が、コンピューターを最大に使った新しい分野としてコンピューター土木を立ち上げて教育・研究を進める必要があると思います。

20 AIは大量のデータをもとに時間をかけて学習して進化する

さらに、IoT、ビッグデータ、オープンデータを生かすにはAIが重要です。最新のAIに使われているのは、ニューラルネットワークを使った強化学習で、めざましく進化しています。

ニューラルネットワークでの問題解決は、実はプログラミングとは少し異なります。AI自らが大量のデータをもとに自分をプログラミングしていくような仕組みです。ロボットに扉の開け方を教える際に、プログラムを書くのではなく、何回も扉を開けることに自らトライさせます。最初は数十分かけても開けることができないのですが、2.5時間から10時間ほど続けさせると、どうすればスムーズに開くかを学習します。これは、人間の神経網をシミュレーションしたニューラルネットワークが与えられた大量のデータを時間をかけることで学習していくからです。

そこで、いま話題なのが並列強化学習で、複数のロボットに、どうやって物をつかむかを学習させるような研究もあります。プラスチックや鉄でできた物、重い物ややわらかい物などいろいろな種類の玉が14台のロボットアームの下の箱に入っています。どうやってつかむかは教えずに、時間をかけて勝手に学習させます。ロボットは人間と違って自分が学習したことを隣の人には教えないような意地悪でないで、多く並んでいるうちの1つのロボットアームが学習すると、すぐにほかのロボットに教えます。複数のロボットが互いに教え合い、短時間で物の掴み方を学習できるようにしているのです。こういう研究をアメリカの研究所では多数していますが、日本ではあまり聞かない。

AIのよいところは体調が影響しないことです。人間は体調が悪いとミスが多くなります。藤井4段は将棋が非常に強いのですが、精神的動揺などで負けることがあります。しかし、AIにはそれはなく、ある程度のレベル以上になれば、いつでも4段なら4段の力が発揮できます。

21 土木分野にAIを

ニューラルネットワークについて詳しく知りたい方は、INIADに来てください。AIは土木のメンテナンスなどに十分に役に立ちますが、そのAIを動かすにはビッグデータが必要です。実はビッグデータはJICEにも国土交通省にもあります。私は国土交通省に、全部出しなさいと常々言っています。国土交通省の中にオープンデータ化を推進する委員会をつくって、とにかくデータを出せと言っています。

とにかくデータを出すことが重要で、データを出さないと、AIは進化しません。大量のデータが必要で、過去のデータも役に立ちます。

詳しく知りたい場合には、『オープンIoT—考え方と実践』[2016年 パーソナルメディア]という本を出していますので、読んでいただければと思います。ざっと知りたい場合は、『IoTとは何か 技術革新から社会革新へ』[2016年 角川新書]にオープンが重要とかビッグデータについての概論を書いていますので、読んでいただければと思います。

ご静聴ありがとうございました。