

クラウド化によって広がる アンコンシャスロボット連携サービス

Unconscious Robot Services with Cloud Technologies

中野秀男

1. ま え が き

ロボット技術 (RT) では一般に人間形のロボットに話題が集中している。しかし、筆者のような RT ではなく IT 分野の研究者の場合には、ロボット技術にある機械と人との関わりや、更には機械と機械との関わりに興味がある。最近ではこのような分野を M2M (Machine to Machine) とも呼んでいる。この解説では、RT を IT 技術の研究者から見たときに

- ① 人の形のようなヒューマノイド RT
- ② 人の形をしていない物の RT
- ③ コンピュータの中にあるエージェント機能的な RT

と RT を広く解釈して、この中の②の部分を取り上げる。②の代表的なものが自動販売機や駅の券売機や自動改札になる。そのようなものをアンコンシャスロボットと考える。

一方で IT の分野では、1993 年にインターネットの商用利用が日本で始まり、ほぼ 20 年たって、インターネットは当たり前時代になった。次のインターネットの研究も進んでいるが、筆者らは、インターネットが、主に人を対象としたものから、更に人と物や、物と物の通信の道具として使われると考えている。今までビルや建物の中で閉じていた電気や照明等のネットワークが、インターネットをバックボーンとして使う環境がそろってきている。筆者はそのような流れを研究の対象と考えており、研究会を立ち上げて議論したり、実証試験に参加することで、その長所や短所を考えてきた。本稿では

そのような立場からアンコンシャスロボット連携サービスを説明する。

2. センサネットワーク

2.1 大きな意味でのセンサネットワーク

- ① 人
- ② 自然
- ③ 人工物

と大きく分けて考えてみる。人とは我々であり、自然とは制御できないものであり、人工物は我々が次の時代も考慮して作り配置し使っていくものである。それぞれに ID や、位置も含めて状態がある。状態が常に正しく測定できるか、その誤差はどの程度か、通信が使われるので時刻精度や測定間隔や異常時のトリガ機能など考慮することは多い。

ID や状態は図 1 のようなフェーズで全体制御されるが、単に測定して可視化するだけの場合もある。このような測定から始まるネットをセンサネットワークと呼ぶことにする。

まず、このようなシステムの代表であり、システムとしても進化している建物の中のセンサネットワークの技術の流れを述べる。更に、その拡張として人や自然に対するセンサネットワークを考えてみることにする。



図 1 測定から制御までの流れ

中野秀男 正員 中野秀男研究所
E-mail nakano@nakanohideolab.jp
Hideo NAKANO, Member (Suita-shi, 565-0821 Japan).
電子情報通信学会誌 Vol.95 No.12 pp.1072-1075 2012 年 12 月
©電子情報通信学会 2012

2.2 建物の中のセンサネットワーク

ビルのエネルギーマネジメントシステム (BEMS) や家のエネルギーマネジメントシステム (HEMS) がある。ビルの管理システムの機能とネットワークを図2で示す。センサには照度、温度、湿度、炎、人感等の各センサがある。また、防犯を目的とすると監視カメラがあり、最近では画像を識別して追尾するIPカメラと呼ばれるものもある。センサによる計測もコンパクトになり、A-D変換器と信号処理や通信をするCPUを持つデジタルセンサになってきている。

計測技術は図3のように個別の計測から、A-D変換を用いたデジタル化の時代を経て、ユビキタス化の方向で変遷している。センサのデジタル化や共通通信基盤であるTCP/IPやWeb技術に、更にデータの標準化とその表現としてのXMLの利用等、各分野での技術の進歩を取り込むことで、ビルや家の管理システムも発展

している。

2.3 人の位置や状態の測定

主に人工物を対象とするビルや家の管理システムと違って、人や自然を対象とする場合を考えてみる。実際には3.以降の実証実験等の例で説明するが、基本的には2.2までに説明した考え方は変わらない。IDや状態を測定し、通信を使って蓄積し、解析分析したり、更にはその結果を使って何らかのアクションを図1のように行うのである。通信の部分にインターネットや専用のネットが、蓄積や解析分析にクラウド環境が使われる。

ビルや家のような閉じた空間ではなく、街という単位を考える。そこでは自然があり、また人が活動するシーンを想定する。自然には測定する高さも含めた位置と雨量や風量等の建物内にはない状態がある。人に対しては同じように位置や状態を考えるわけであるが、位置だけ

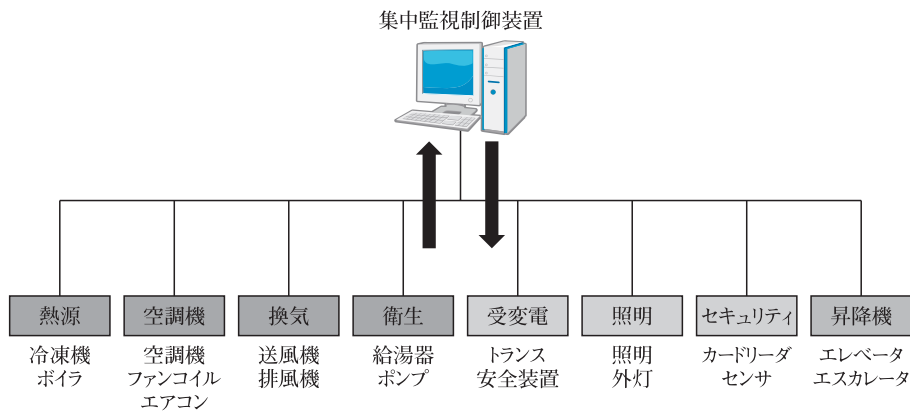


図2 ビルの管理システムの機能とネットワーク 集中管理制御（一元監視、スケジュール制御、記録、グラフ表示）、自動制御（温度制御など）を含む場合もある。

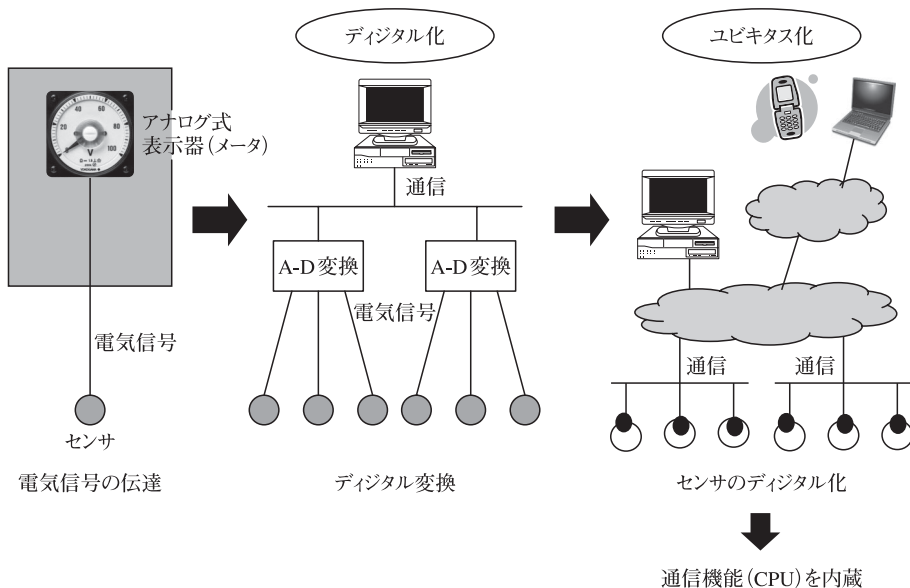


図3 計測技術の変遷

でなく目が何を注視しているか、どの方向を向いているかの情報もある。人の体の状態や心の状態まで考えると、もっと多くのパラメータがある。そのような点を理解してもらった上で、3.からは筆者が何らかの形で関わってきた、うめきた地区再開発、e空間 Kansai プロジェクト、うめちかナビについて紹介する。また、同じような試みとしてグリーン東大プロジェクトや LiveE! についても簡単に紹介する。

3. うめきた地区

来年（2013年）の春に大阪駅北側の「うめきた地区」が街びらきの予定であり、2005年度から街としてのコンセプト作りが検討された。その中で筆者はユビキタス検討会とその後継である基盤設備検討会の座長を務め、提言としてまとめて大阪市並びに事業者へ申し送りしている⁽¹⁾。うめきた地区の特にナレッジキャピタルと呼ばれるBゾーンの低層階の当初のコンセプトは、ロボットとユビキタスであった。しかし、検討会はA, B, Cゾーンと周辺道路を含む街全体が対象であったのでトータルなインフラ整備を考える検討会であった。

技術的な問題等はそれぞれに有識者に参加して頂いて、議論や意見を頂いて提言書をまとめた。このうめきた地区と同程度の街として、六本木ヒルズやミッドタウンがあるが、これらの街では入出力点数が10万点以上あるそうで、これらのデータを1秒単位、10秒単位、1分単位などと計測の目的に応じて測定して収集と蓄積をすれば膨大なデータになる。また、許可をもらった人の位置情報を収集したり、その人の来場の目的が何らかの方法で把握できれば、目的地へのナビゲートなどができる。

本稿が掲載されて3か月か4か月先に新しい街ができるので大阪に来られたら是非立ち寄られたい。大阪駅が昨年（2011年）5月に新しくなり、その目玉の一つが200機程度あるデジタルサイネージであるが、新しいうめきた地区でも多くのデジタルサイネージができると聞いている。そのサイネージに仕込まれたセンサ群がサイネージとあいまって、また訪問者はスマートフォンを使ってプライバシーを維持しながら、欲しい情報を得たり与えたりできる街になる予定である。

4. e空間 Kansai プロジェクト⁽²⁾

e空間 Kansai プロジェクトは2009年度の経済産業省のe空間プロジェクトで採択された実証実験である。実証実験は2010年2月に大阪梅田阪急三番街北館の1F, B1F, B2Fを使って行われた。営業時間帯に各店舗の営業の中で実証実験の仕掛けを入れたものである。センサネットワーク的な枠組みとしては、人の位置を屋内でも測位し、デジタルサイネージとのインタラクティブな利用

をしながら、主に親子がショッピングでどのように行動するかを調べるものである。

阪急三番街は主に阪急電鉄の乗降客が利用するので、親子連れを更に呼び込みたいというコンセプトで始まった。技術屋からこのようなコンセプトは出せないで電通関西支社のメンバーがコンセプト作りを行い、可視光通信やデジタルサイネージをパナソニック電工（当時）や日本電気が、屋内GPSや客の導線解析を日立製作所が担当し、ナビゲーションとしてネットPCと可視光センサ内蔵の首からぶら下げる箱にゲーム形式のソフトを入れて実証実験を行った。ゲーム製作ではトーセが参加した。全体のコーディネーションはNTT西日本が行い、実際のフィールドを使うので阪急電鉄系列の都市活力研究所が参加した。

この実証実験では、まだ実用化になっていない可視光通信と屋内GPS（IMES）を実際のフィールドで試してみることも目的ではあった。屋外の測位にはGPS衛星があるが、屋内測位はまだ難しい中で、どの程度までの精度で屋内測位ができるかが目的の一つである。更にはそのような屋内測位を実際のシーンでどのように活用するかも目的であった。既にスマートフォンでは、カメラを対象物に向けたときに持っている人の見ているものに対する方向がジャイロ機能で分かるので、測位ができれば、例えば人が何に注視しているかが遠隔から分かることになる。図4の上に光るのは右側は普通のLED照明のダウンライトであるが、左側のLED照明はフードが取り付けられているので10m先からでも可視光通信で信号を受けることができる。

5. うめちかナビ

うめちかナビは総務省のプロジェクトとして、大阪梅田の地下街での道案内のナビゲーションを、地下街の中に200程度のQRコードと場所の番号が書かれたステッカーを貼って、携帯電話用のWebでナビゲーションす

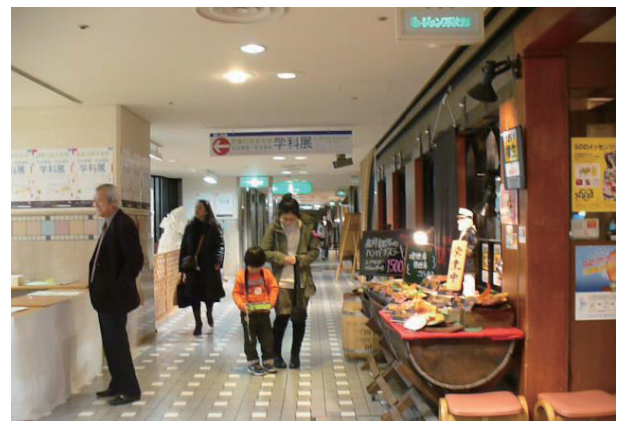


図4 可視光通信の写真



図5 シール

るものである。IT 的な仕組みは簡単で、QR コードを携帯電話やスマートフォンで読み込むとナビゲーション用の Web の URL が取り込まれて、クリックするとその場所からのガイドが始まる。うめちかナビのホームページで場所の番号を打ち込んでも同じようにできる。センサネット的な枠組みでは、屋内での、特に地下街での測位と、そのデータに基づいた目的地へのナビゲーションにあたる。図5はそのシールである。

位置の特定に QR コードという単純な仕組みを使ったのは、誰もが使える機器がまだ携帯電話であり、また車椅子の障害者の方にも分かりにくい地下街で、しかも階段等の段差の場所を避けながら誘導するという実際の場面での IT による利便性の向上を狙っている。そのためにシールは、低い位置に貼ってあり、右手で携帯電話を持ってかざすとちょうど良いように傾けてあるが、筆者のように左手使いの者には少し不便であった。このうめちかナビは、実証実験のフェーズを終え、関係する各社が維持費を負担することで実運用に近い形になっている。QR コードはより新しいものができれば変更すればよい。このサービスのポイントは互いに利害関係が一致しないことが多い鉄道等の各社が大阪梅田の活性化のために協力したところであり、QR コード設置を 200 から増やしたりしている。また、現在はトイレの場所や種類の案内などの公的なサービスを行っているが、地下街のお店とタイアップしてのビジネス的な展開についても、e 空間 Kansai プロジェクトと同様の展開が模索されていると聞いている。

6. グリーン東大 ICT プロジェクト⁽³⁾

東京大学では 2008 年から、グリーン東大プロジェクトと呼ばれる二酸化炭素削減のための電気量の可視化等の実証実験を、工学部 2 号館を使って行った。このプロジェクトは実証実験としては終了しているそうであるが、終了したというよりは実際の運用に向けて着々とノウハウをためている。詳しくは、プロジェクトの Web がある。センサネット的な枠組みでは、まさに 2.2 で述

べた建物の管理システムのこれからの問うプロジェクトといえる。異なる管理システムを持つベンダ等がプロジェクトに参加することにより、実証実験を重ねながら実運用に向けての課題を探っている。

7. LiveE! プロジェクト⁽⁴⁾

LiveE! プロジェクトは、グリーン東大プロジェクトが建物という人工物であるのに対して、天候という自然物を対象としたセンサネットである。扱うものは違うものの、2. で述べた測定から通信、蓄積、可視化の枠組みは変わらない。自然に対する操作はまだ難しいため、逆に測定装置を安価にすることで観測点を増やし、精度を向上させることを目指している。

8. あとがき

既に人や自然も含めて物の状態を、皆知ることができきる技術が現れてきた。自販機等をアンコンシャス型と考えると閉じたシステムだが、個別のセンサネットがインターネットを介して接続されると世界全体が一つのシステムになる。これはまさにインターネット革命の歴史そのものであり、同じ道を歩む可能性があることを示している。ただ、その技術をどのように使うかは技術的にはアクセス制御や認証の技術を、またビッグデータに関してはプライバシーの問題を法律面も含めて慎重に考察するべきであろう。技術者にはプライバシー制御の技術の進展を期待したい。

謝辞 本稿で用いた図面の利用を快諾頂いた(株)ディー・エス・アイの豊田隆志氏及び東京大学の江崎浩教授に、またこのような議論を日々行って頂いているセンサネット (U2A) 研究会のメンバーに感謝します。

文 献

- (1) 大阪駅北地区におけるユビキタス環境の実現に向けた基盤設備のあり方。
<http://www.city.osaka.lg.jp/keikakuchosei/page/0000005829.html>
- (2) 中野秀男, “e 空間 Kansai プロジェクト—可視光通信と屋内 GPS を使った実証実験—”, 月刊 機能材料, 2010 年 5 月号, pp. 26-32, 2010.
- (3) 東大グリーン ICT プロジェクト, <http://www.gutp.jp/>
- (4) Live E! プロジェクト, <http://www.live-e.org/>

(平成 24 年 7 月 17 日受付 平成 24 年 8 月 29 日最終受付)



なかの ひでお
中野 秀男 (正員)

昭 45 阪大・工・通信卒, 昭 50 同大学院博士課程了, 同年阪大・工・助手, 以来, 組合せ最適問題の近似解法, インターネット技術, 情報セキュリティの研究に従事, 平 7 阪市大教授, 現在, 阪市大名誉教授, 中野秀男研究所所長, 工博。