解 説

ID 技術の現状と課題

Automatic Identification Technology for Information-structured Environment

小 南 哲 也* *(株) デンソーウェーブ
Tetsuya Kominami* *DENSO WAVE INC.

1. は じ め に

2005 年の愛・地球博では、数多くのサービスロボットが発表された。15 年後の 2020 年に「街角で人と暮らすロボット」が実現することを目指し、ロボットが一般の社会環境の中に進出しようとしている [1]。その実現のためには、ロボットが動作する環境情報の獲得と活用方法の確立が大きな課題であり、共通プラットフォーム技術として環境情報を構造化する取り組みがなされ、ID 技術への期待が高まっている [2]。

最近注目されている ID 技術として、RFID がある。Suica をはじめとした鉄道乗車券に使われるなど、一般にも馴染みの深いものになりつつある。さらに流通業界では、従来のバーコードにかわり商品に RF タグを取り付けることにより、利便性を高めようとする動きがある。

以下、RFID を中心とした ID 技術の特徴について解説し、環境構造化の観点からの考察を加えたい。

2. ID 技術 と は

ID 技術とは、人あるいは物と情報を紐付ける技術で、次のようなものがある。

- ・バーコード、二次元コード
- ・RFID (RF タグ、IC カード)
- ・磁気ストライプカード
- ・光学的文字記号認識
- ・バイオメトリクス

人が持つものとしては、キャッシュカード、プリペイドカード、社員証などがあり、従来は磁気ストライプカードが多く用いられてきたが、セキュリティの問題から IC カードに切り替わりつつある。人を認証する技術としては、指紋認識や静脈認証のバイオメトリクス技術が、銀行 ATM やパソコンでセキュリティ確保のために使われつつある。

物の管理に用いられるものとしては、商品に印刷される

バーコードが幅広く普及しているほか、光学的文字記号認識技術も郵便番号や書籍コードの認識に使われている。今後は商品全般に RF タグを取り付けようという動きもあり、RFID 技術が注目されている。

3. RFID 技術の現状

RFID はメモリーを非接触で書き換える技術として誕生し、生産現場では 1980 年代から使用されてきた。例えばラインの先頭でパレットに装着された RF タグに品番を書き込み、各工程ではその情報を基にロボットなどが必要な部品を組み立てる。また工程の途中での検査データや不具合の情報をタグに書き込み、履歴管理や不良品の排出に使用するという用途である。

タグの価格や、通信距離によっては電池が必要であるなどの問題で、その後の応用範囲の拡大は限定的であったが、近年の IC 微細化技術の進展により、省電力（電池なし）である程度の通信距離を確保でき、安価な RF タグを製造できるようになったことから [3]、数年前から急速に普及し、様々な用途に使用されるようになってきた。

図 1 は回転寿司の精算に応用した例である。それぞれの皿の底部に RF タグが取り付けられている。様々な価格の皿が混在していてもリーダーライタで確実に読み取ることが

2003 年 8 月 10 日池袋の回転寿司店にて（首相官邸ホームページより）

図 1 回転寿司精算システム

原稿受付 2007 年 2 月 15 日

キーワード：RFID, Tag, ID, Information Structured Environment, QR-code

*〒 448-8661 刈谷市昭和町 1-1

*Kariya-shi, Aichi

図2 RFIDのシステム構成

でき、価格ごとの皿を数える作業、伝票への記入作業、レジでの打ち込み作業が合理化できる。またコンベア上を回転する寿司の鮮度管理などにも利用できる。

4. RFIDのシステム構成

RFIDのシステム構成を図2に示す。対象物に取り付け、情報を格納する種々の形状のRFタグ、その情報を読み書きするためのリーダライタ、そしてこれらを制御する上位システムからなる。

タグとの情報交換は、通信距離に対して波長の長いものは電磁誘導、波長が短いものは電波を利用する。電池を持たないタグはこの電磁波を整流し、回路を駆動するエネルギー源としても利用する。

タグからリーダライタへの通信方式は、タグ自身が電波を発射するものと、リーダから送られてくる電波の反射/吸収で情報を伝えるもの（パッシブ方式）に分けることができる。

代表的な例として、電池なしでパッシブ方式のRFIDの回路構成を図3に示す。近年急速に普及してきた安価で高性能なタグは、この方式が多い。

リーダライタから送信情報で変調された電波が送信される。RFタグはその電波を整流して回路の駆動電源とする。同時に、復調して送信情報を得る。タグからは、アンテナに接続された負荷抵抗をON/OFFし、電波を反射したり吸収したりすることで返信情報を伝える。リーダライタの復調回路では、電波の反射のある/なしから返信情報を復元する。

このパッシブ方式ではRFタグは電波を反射するだけなので、リーダライタの送信周波数が異なっても比較的容易に対応できる。例えばUHF帯では、国によって許可された電波の周波数が異なるが、アンテナの同調可能な周波数範囲にさえ留意すれば、同じタグを用いることができる。

通信可能な距離は、RFタグの回路を駆動するためのエ

図3 代表的なRFIDの回路構成

ネルギーを伝達できるかどうか（無電池式の場合）と、RFタグからの微弱な電波の受信回路の感度（特にパッシブ方式の場合）によって決まる。

5. 電波法と国際標準化

前章で述べたように、RFIDでは様々な周波数、様々な電源供給や通信方式の組み合わせを考えることができる。しかしRFIDは電波を使用するので、利用可能な周波数や出力は各国の電波法で規制される。またRFタグが国をまたいで使用されることや、読み取りの機器の互換性などを考慮し、国際的な標準化が進められている。

用途や目的に応じ、使用する周波数や通信方式、複数枚のタグを同時読み取りするための衝突防止の手順などを取り決めると共に、用途によってはタグに格納する情報内容も規定している[4]。

図4に代表的な規格の位置づけを示し、以下にそれらの特徴を述べる。

5.1 近接型 (ISO/IEC 14443)

人が所持するカード型の規格で、電子乗車券として世界中に普及している。日本では新規に発行されるパスポートや今後発行される運転免許証などもこの規格が用いられる。

短波（13.56[MHz]）の電磁誘導、電池なしのパッシブ方式で、データの伝送距離は10[cm]程度以内である。

図 4 代表的な RFID の規格とその位置づけ

5.2 近傍型 (ISO/IEC 15693, ISO/IEC 18000-3)

カード型のものは ISO/IEC 15693, タグ型のものは ISO/IEC 18000-3 で規格化されている。前記の幅広く普及している IC カードと共通の技術を用いることができる。

短波 (13.56 [MHz]) の電磁誘導, 電池なしのパッシブ方式で, データの伝送距離は 70 [cm] 程度を想定している。

その波長からアンテナは 4~5 ターンのループとなるので, 印刷配線を用いた薄いラベル状のものが比較的安価に製作でき, 様々な用途に用いられる。

5.3 近傍型 (ISO/IEC 18000-2)

中波 (135 [kHz] 未満) を用いる。波長が長いのでコイルを数十回巻く必要があり, コイン型や棒型のタグとなる。薄いラベルのようなものはできない。

障害物や水, 金属などの影響が比較的小さいので, 前述の回転寿司の皿タグやスキー場のゲート, 家畜の管理などに使用される。

電磁誘導で, 電池なしを前提にしており, 電波発射方式とパッシブ方式がある。伝送距離は 1 [m] 程度を想定している。

5.4 マイクロ波型 (ISO/IEC 18000-4)

国際的に ISM 周波数 (Industry, Science, Medical 用途に自由に使用できる) として割り当てられている超短波 (2.4 [GHz]) を用いる。波長が約 12 [cm] と短く, タグの小型化が容易である。電子レンジや無線 LAN と同じ周波数であるので, 電波障害に注意が必要なほか, 水による吸収や金属による反射の影響も考慮する必要がある。

電池の有無で 2 種類のモードが規定されており, 電池付きの場合の伝送距離は 5~10 [m] である。

5.5 UHF 型 (ISO/IEC 18000-6)

860~960 [MHz] の電波を用いる。米国では ISM 周波数帯であるが, 日欧では携帯電話などに使用されているので, 周波数の調整が難航した。米国の 902~928 [MHz] に対し, 欧州は 865~868 [MHz], 日本は 952~955 [MHz] と周波数

が異なっている。

通信方式の違いなどで三つのタイプが規定されており, 電池無しでも 5 [m] 程度の伝送距離が確保できるので, 安価な物流管理用タグとして今後の伸びが期待されている。

5.6 その他

上記以外にも, 動物用タグ, 海上コンテナ用タグ, ETC システムなど用途に応じた規格化が行われている。

6. 環境構造化と ID 技術の課題

RFID は安価で適度なデータ容量を持ち, タグが隠れていても認識できるという特長から, ロボットに環境情報を伝達する手段として環境に埋め込み, ロボットがこれを活用することが期待されている。

しかし環境情報としては, 対象物の特性などの情報だけでなく, その存在位置の情報が不可欠である。RFID は用途や目的に応じて様々な種類の中から選ぶことができるが, 伝送距離が長いものはその存在位置の特定が困難である。伝送可能な距離が短いと存在領域は限定できるが, タグに近づかなければ情報を得られないほか, 環境に多数個配置する必要があるなどの問題がある。

さらに電波方式の場合は, 直接波と反射波の干渉により予想外に遠くのタグを読み取ったり, 意外に近くのタグが読み取れなかったりする可能性があることを考慮しなければならない。

興味深い RFID 技術の応用事例として, 中波のタグのデータ伝送可能な距離が比較的安定していることに着目し, 人がある存在領域に入ったことを検知する研究がなされている [5]。電磁誘導方式の場合には, ある程度安定してタグの存在領域を推定できることが分かる。

しかしながら位置を精度良く認識するためには RFID だけでは不十分で, 他の ID 技術を併用する必要がある。例えば円や線分等の単純な特徴と, 代表的な二次元コードである QR コードを組み合わせたものが位置と情報を同時に認識できることに着目し, 人工マークとして用いる研究が行われている。カメラでそれを認知し, ロボットが対象物の存在位置と特性を理解した上で作業を行う [6]。円や線分等のかわりに, QR コードのファインディングパターン (3 隅の目玉のようなパターン) を用いて, QR コードのみで人工マークとすることも可能である。

ロボットが近い将来, 周りの環境を認知し自由に動けるようになるためには, RFID は非常に有用な技術ではあるが, その他の ID 技術, 視覚認識技術や GPS などを用いた位置認識技術とのコラボレーション, およびロボット間の情報共有技術の開発が重要である。

7. お わ り に

本稿では, RFID を中心とした ID 技術について現状を

解説し、環境構造化の観点から課題を述べた。

ロボットの動作環境をロボットが認識しやすいように整備することは、環境の中を自在に動き回るサービスロボットだけでなく、産業用ロボットにとっても利用価値が高い。ロボット工業会では、次世代ロボット技術環境構造化調査研究専門委員会が組織され、種々のロボットに共通のプラットフォームとして議論が進められている。

その中で ID 技術をうまく活用して環境に情報を埋め込み、ロボットの活躍範囲が今後ますます広がることを期待したい。

参 考 文 献

- [1] 特集「愛・地球博のロボット」, 日本ロボット学会誌, vol.24, no.2, pp.147-211, 2006.
- [2] 谷江, 松日楽: “次世代ロボット共通プラットフォーム技術の確立”, 第 24 回日本ロボット学会学術講演会予稿集 CD-ROM, 2006.

- [3] 宇佐美: “世界最小のミューチップ”, 日本ロボット学会誌, vol.23, no.6, pp.648-649, 2005.
- [4] 宇夫, 村井: “Auto-ID 技術 EPC ネットワーク”, 日本ロボット学会誌, vol.23, no.6, pp.646-647, 2005.
- [5] 大原, 岡部, 大場, 山田: “無線通信に基づく検知保護装置の有用性”, 第 24 回日本ロボット学会学術講演会予稿集 CD-ROM, 2006.
- [6] 太田, 香月, 新井: “QR コードを用いたロボットの物体操作作業”, 日本ロボット学会誌, vol.23, no.6, pp.678-682, 2005.

小南哲也 (Tetsuya Kominami)

1957 年 10 月 12 日生. 1980 年京都大学工学部機械工学科卒業. 同年日本電装 (株) (現: (株) デンソー) 入社. 2001 年より (株) デンソーウェアブ出向. 産業用ロボットの研究開発と QR コードや RFID など自動認識機器の設計開発に従事. 現職は制御システム技術部部長, 日本機械学会, 計測自動制御学会会員.
(日本ロボット学会正会員)