解説

次世代ロボットのユニット・コンポーネント化への取り組み

RT Units and RT Components for Next Generation Robot

松 熊 研 司* * (株) 安川電機技術開発本部ニューメカトロニクス事業化推進室
Kenji Matsukuma* * YASKAWA ELECTRIC CORPORATION

1. はじめに

従来の産業用ロボットは、人間と隔離された環境下であらかじめプログラミングされた定型作業を効率良くこなすことを主眼としていた。一方で近年、環境認識機能やコミュニケーション機能を駆使して、人間と共存・協調しながら自律的に行動する、いわゆる次世代ロボットが開発されてきている。

次世代ロボットの普及によりロボット関連ビジネスを成長させるための重要な提言が、(社)日本ロボット工業会と次世代ロボットビジョン懇談会(経済産業省)によってなされている[1][2]。本稿ではこれらの提言をふまえ、新市場開拓に向けた考え方と、その基盤となるべきユニットおよびコンポーネントの概念について説明する。さらに、この概念に基づいて開発した実証システム SmartPal[†](スマートパル)について紹介する。

2. ロボット産業の現状と新市場[3]

1970年代後半に登場した産業用ロボットは、1980年代初頭から急速に製造業分野において市場を広げてきた。しかしながら、1990年代に入ると、産業用ロボットによる製造設備の自動化が一巡したことにより、市場拡大のペースが鈍化してきた。2003年から設備投資が再び勢いを見せているものの、ここ15年間のロボット産業の市場規模は4,000億円から7,000億円の間を推移している。

このような状況の中で、ロボット産業の新市場として、製造業分野における新用途(組立・分解など)、および非製造業分野(生活支援、医療福祉、公共、バイオ産業など)への期待が高まっている。とりわけ非製造業分野は、その膨大な市場規模からロボット新市場として多くの期待が寄せられるところである。日本ロボット工業会の試算によれば、2025年のロボット市場規模は8兆円に達し、そのうち6.6兆円を非製造業分野が占めるようになる[1]。図1に、社

図1 ロボットが浸透した未来社会

会の隅々までロボットが浸透した未来社会のイメージ図を示す。

情報技術(IT: Information Technology)の進展は、いつでもどこでも情報を手に入れることができるユビキタス社会を現実のものとしつつある。狭義のロボット工学にこれら情報技術など幅広い要素技術を融合し、統合化した概念がRT(= Robot Technology)である。RTは実社会(物理社会)に働きかけ、情報社会と物理社会を結びつける役割を果たす。RT化された社会では、RTを応用した機器が至るところに存在し、情報伝達という無形のサービスに加えて、人や物との間で相互に働きかけるといった有形のサービスをも提供できるようになる。

3. 新市場開拓に向けた考え方

非製造業分野には様々な業種のメーカーが参入し、ペットロボットや警備ロボットなど、これまでになかったサービスを提供する次世代ロボットが多く発表されている。しかしながら、実用化され運用されているロボットの数で見ると、製造業分野に比べてまだ少ない段階にとどまっているのが現状である。これにはコストに見合った効用を示されていないことや、対人安全性・使い勝手に課題が残ってい

原稿受付 2006年1月4日

キーワード: SmartPal, Robot, RT Unit, RT Component

*〒806-8530 北九州市小倉北区大手町12-1

*Kitakyushu-shi, Fukuoka

[†]“SmartPal[®]”は、株式会社安川電機の登録商標である。

ることなどに主な要因があると考えられるが、ユーザニーズの多様性という非製造業分野特有の問題も考慮に入れるべきである。

従来の産業用ロボット市場においては、ユーザは企業（主として自動車産業・電機産業の生産現場）であり、溶接・塗装など、そのアプリケーションも非常に明確であった。そのため、ロボットメカは専用のロボットをハードウェアからアプリケーションまで一貫して開発し、特定のユーザ企業に直接提供することができた。またロボットに追加すべき機能を、生産技術を熟知したユーザ企業が積極的に提案し、ロボットメカがこれを新規機能開発に生かすというフィードバックループが形成されていた。

しかし、新たな市場となる非製造業分野では、商業施設や家庭などの、ロボットメカにとってこれまで接したことのない不特定多数のユーザが中心となる。これらユーザがロボットに求めるニーズは多種多様で広範囲にわたる。

例えば、「搬送」「警備」「掃除」「介護」などの、次世代ロボットに有力と考えられるアプリケーションのどれを取ってみても、使用するユーザごとに使い方が異なるのは明らかである。また、個々に専門の業者が存在することを見ても分かるように、固有の知識やノウハウの要素が大きい。一方では、適用すべきアプリケーションの具体的な内容も明確ではなく、いまだ模索の段階にあると言ってよい。

このような状況の中で、非製造業分野へのロボット進出を促進させるためには、「搬送」「警備」「掃除」「介護」などのアプリケーションの部分と、それらに共通な「移動」「マニピュレーション」などのロボティクスの部分を切り離して考えるべきである。ロボットメカが提供するロボティクスという共通基盤の上に、ユーザニーズやノウハウを熟知した企業（システムインテグレータ）がアプリケーションを構築する。この役割分担により、ロボットメカは多種多様のアプリケーションすべてを個別に開発する必要から解放され、ロボティクスの技術向上に専念できる。またシステムインテグレータはロボットをゼロから開発する必要から解放され、ユーザニーズに直結した「役に立つ、売れるロボット」のためのアプリケーションの提案に専念できる。さらにノウハウを熟知したシステムインテグレータが、ユーザに代わり新規機能をロボットメカに提案することで、産業用ロボットと同様のフィードバックループが形成されるという効果も期待できる。

4. ユニット・コンポーネント

ここで、ロボットメカとシステムインテグレータとを結ぶロボティクスの共通基盤として考えられるのが、「ユニット」および「コンポーネント」という概念である。特定のアプリケーションを実現するためのロボットというシステムを、移動・マニピュレーション・環境認識などの共

図2 ロボットシステムの階層

図3 RT産業構造のイメージ

通の機能単位で分割し、これを「RTユニット」と称して交換可能とする。さらに、各RTユニットを構成するモータ・アンプ・コントローラなどの要素部品も仕様を共通化し、「RTコンポーネント」と称して部品単位で交換可能とする。図2に、RTユニットとRTコンポーネントから構成されるロボットシステムの階層図を示す。

また、「RTユニット」「RTコンポーネント」を軸に周辺サービス産業も巻き込んだ、ロボット新産業（＝RT産業）のイメージ図を図3に示す。

ユニットメカ/コンポーネントメカがRTユニットおよびRTコンポーネントの品揃えを増やし、システムインテグレータがこれらを組み合わせてカスタマイズすることで、エンドユーザに最適なアプリケーションを提供する。システムインテグレータはユーザニーズをうまくとらえる

ことで新しいビジネスチャンスをつかむことができる。ユニット／コンポーネントの開発には、ロボットメカのみならず、計測機器メカやバッテリーメカなど、独自の専門分野を有する企業が容易に参入できる。また、RTユニットに搭載されるソフトウェアの開発に当たっては、ソフトハウスにも幅広い活躍の場面が提供される。

5. RT コンポーネントの事例紹介

以上の考え方に基づいて開発した RT コンポーネントの事例を紹介する（図 4 参照）。

5.1 モジュラーサーボパック

モジュラーサーボパックは、AC サーボモータを駆動するアンプとその制御基板、周辺機能を組み合わせた小形高性能サーボアンプである。DC48[V] 電源で、最大 100[W] までのモータ 2 軸を駆動できる。

5.2 小形分散 IO

小形分散 IO は、多様なアナログ・デジタルインタフェースを装備する IO モジュールである。入力 8 点／出力 8 点のデジタル入出力基板、入力 6 点／出力 2 点のアナログ入出力基板から構成され、各基板は用途に応じて増設可能である。

5.3 小形分散 MC

小形分散 MC は、RT ユニットの制御装置としてモジュラーサーボパックと小形分散 IO に指令するモーションコントローラである。IEEE 1394 通信規格を用いた 400 [Mbps] の高速モーションネットワークで各コンポーネントを接続する。ディジチューン（数珠つなぎ）接続により、省配線でコンポーネントを分散配置できる。小形分散 MC と上位装置とは LAN で接続される。

6. RT ユニットの事例紹介 [4]

続いて、開発した RT ユニットの事例を紹介する。

6.1 7 自由度腕ユニット

7 自由度腕ユニットは、人間と共存・協調しつつ物理的作業を遂行することを目的とした腕ユニットである。図 5 に構成を示す。

図 4 RT コンポーネントの事例

7 自由度腕ユニットは、基部に搭載された小形分散 MC によって制御される。外部の上位制御装置から、体内 LAN を介したコマンド通信による動作指令を受信し、これに従って動作することが可能である。7 自由度のうち先端 5 自由度分のモジュラーサーボパックをリンク可動部に内蔵し、残りの根元 2 自由度分を基部に搭載している。

6.2 全方向移動ユニット

全方向移動ユニットは、平面内の全方向への即時動作を可能とする移動ユニットである。図 6 に構成を示す。

三つのオムニホイール駆動輪を 120° 間隔で配置し、おのこの速度を制御することで所望の方向に車体速度を発生する。車輪速度の演算や、障害物回避軌道算出アルゴリズムはユニット制御装置に実装されているので、上位制御装置からは移動目標点を指令するコマンドを送信するだけでよい。

図 5 7 自由度腕ユニット

図 6 全方向移動ユニット

図 7 実証システム SmartPal

7. 実証システム SmartPal

RT ユニットの統合した実証システム SmartPal を図 7 に示す。SmartPal はビジョンセンサによる環境認識機能を有する、自律移動可能な双腕移動型ロボットである。マニピュレーション機能・移動機能を RT ユニットとして構成することで、ユニット間を結ぶ配線が電源線と LAN ケーブルのみとなり、全体の大幅な省配線化を実現できた。

SmartPal で実証したアプリケーションとして、2005 国際ロボット展で公開[†]した配膳サービス動作を図 8 に示す。7 自由度腕ユニットと全方向移動ユニットを巧みに制御して、机の上に置かれたトレイやコップを自律的に認識・把持・配膳してみせた。

8. お わ り に

ロボット産業の新市場開拓に向けた考え方と、これに基づく次世代ロボットのユニット・コンポーネント化への取り組みについて紹介した。今後も RT ユニット・RT コン

[†]2005 国際ロボット展に出展した SmartPal (III) は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託による「次世代ロボット実用化プロジェクト (プロトタイプ開発支援事業)」に基づいて開発されたものである。

図 8 SmartPal による配膳サービス動作 (2005 国際ロボット展 NEDO ブース)

ポーネントの品揃えを充実させ、RT 産業の発展に貢献していきたいと考えている。

参 考 文 献

- [1] (社)日本機械工業連合会, (社)日本ロボット工業会: 21 世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書, (社)日本ロボット工業会, 2001.
- [2] 次世代ロボットビジョン懇談会: 次世代ロボットビジョン懇談会報告書, 経済産業省, 2004.
- [3] 横山和彦: “ロボットシティに向けての RT ユニットと RT コンポーネント”, 日本ロボット学会誌, vol.22, no.7, pp.843-846, 2004.
- [4] 松熊研司: “次世代ロボット SmartPal”, ロボット, no.167, pp.19-23, 2005.

松熊研司 (Kenji Matsukuma)

1968 年 8 月 17 日生。1991 年早稲田大学理工学部機械工学科卒業。1993 年同大学大学院理工学研究科機械工学専攻修士課程修了。同年 (株) 安川電機に入社。現在、技術開発本部ニューメカトロニクス事業化推進室次世代ロボットチームリーダー。次世代ロボットシステムの開発に従事。
(日本ロボット学会正会員)