

ヒューマン・インタラクティブ・モーション・コントロールの展望と航空・機械事業部の取り組み

～次世代人間協調型機械システムの開発を目指して～

Development and Prospects of Human Interactive Motion Control Business

川田 忠裕
Tadahiro KAWADA

川田工業株式会社 航空・機械事業部取締役事業部長

1. ヒューマン・インタラクティブ・モーション・コントロール (HIMC) とその背景

わが国では深刻な少子化・高齢化が進んでおり、1990年に1人の老人を扶養する生産者が5.8人であったのが、現在では3.9人になっており、2025年には2.2人になると予想されている。その結果、医療保険などの社会保障制度の崩壊だけにとどまらず、労働者不足、経済の縮小、さらにはその不安定な社会構造を原因として、国力が低下していくことが懸念される。例えば、介護が必要な人が存在するということは、介護人が必要であるということであり、結果として複数の人間の生産性が失われることを意味する。今後、高齢化が進み要介護者人口が増加すると、有効な生産労働人口は、見かけの単純な人口構成以上に減少することになる。これにさらに少子化が加わると労働人口不足はより深刻さを増すことになる。

近年介護ロボットやヒューマノイド・ロボットの開発が盛んであるが、これらの機械システムの究極の目的は、社会構造が少子・高齢化していく現実において、労働力を補完し、障害者や高齢者の社会参加を促すところにある。これまで人でなければできなかった作業を機械が支援、補助できるようにすることで、一人当たりの労働生産性を大幅に高めようという狙いである。

介護ロボットやヒューマノイド・ロボット等、人間と協調・共存する機械システムに求められる技術とは、機械が人間に対していかに違和感を与えずに、しかも安全に接することができるかという点である。しかしながらこれまでの機械システムの制御方法は主に位置のコントロールに特化したものであるため、対象物の反力や速度に応じたきめ細かな動きを実現することはできていない。

ヒューマン・インタラクティブ・モーション・コントロール・システム（以下、HIMCと記す）とは人間の生活空間に機械が入り込んでくるときに必要なモーション・コントロール技術のことであり、具体的には速度

や力の制御を可能とするような機械技術を指す。HIMC技術を駆使すると、各種センサからの情報を基に機械が状況に応じて速度や力を加減しながら人と協調して作業できるようになる。

2. HIMC技術の描く未来

(社)日本機械工業联合会および(社)日本ロボット工業会によってまとめられた平成12年度「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」(要約版)によると、将来のロボット産業の重要なニーズとして、製造分野での人間・機械協調生産システム、公共分野での災害の対処作業、福祉・医療分野のほぼ全般、生活分野のほぼ全般などが挙げられている。このようにHIMCの確立とともに機械システムの応用範囲が格段に広がり、同時に新しい大きなビジネス分野が構築される。

将来のロボット市場における重要なニーズ分野

1) 製造分野：2010年8500億円 2025年1.4兆円

人間機械協調生産システム、エコファクトリ、ネットワーク対応工場

2) バイオ産業分野：2010年900億円 2025年3600億円

自動分析技術、自動合成装置、バイオ工場

3) 公共分野：2010年2900億円 2025年9900億円

災害の発生観測・予想、災害の発生防止、災害の対処作業

4) 福祉・医療分野：2010年2600億円 2025年1.1兆円

予防、診断、治療、リハビリ、医療施設内の省力化・インテリジェント化、医学教育

5) 生活分野：2010年1.5兆円 2025年4.1兆円

教育、家庭内バーチャルトレーニング、エンタテインメント型リハビリ・システム、コミュニケーション支援および生活支援システム

例えばウェアラブル・コンピュータのように、体に装着可能なパワ・アシスト・デバイスのようなものが実現できれば、現状では動けない人でも、自律した生活や仕事場に復帰できる可能性が出てくる。パワ・アシスト・デバイスは、人工臓器ならぬ「人工筋肉」とも言える。また軽量コンパクトなこのパワ・アシスト・デバイスは介護者の役にも立つ。人を持ち上げたりする際に自力の何倍もの力を優しく出せれば、介護者の身体的な負担も減るだろう。さらに、リハビリにおいても、より個人に最適なトレーニング・プログラムを作ることが可能となる。この場合には、患者の筋肉等の回復状況に応じてトレーニング・マシンの力を調整することで、最適な負荷での訓練を行うことができる。また、専門科の技術ノウハウをシミュレートできるような「指」デバイスのようなものができれば、あたかもプロのマッサージ師のような効果的なマッサージャや乳癌の早期発見装置等も実現できるはずである。

ペット型ロボットが話題になって久しいが、HIMC技術の発展により、一般社会や家庭内のような「人間の空間」で活躍する「人に優しい」機械システムの数は今後確実に増加していくことと思われる。

3. 航空・機械事業部の保有技術および現在進行中のプロジェクトの概観

当事業部の技術のバックグラウンドはヘリコプタであり、ほとんどの技術者は、このヘリコプタの研究・開発、修理改造・整備等に関わってきた航空工学のスペシャリスト達である。ヘリコプタの修理改造には、コンパクト、軽量でありながら、過酷な使用環境に耐えうる信頼性の高い設計技術が要求される。また電磁干渉を最少に押さえる電子技術、アルミ板金やリベット等、通常の産業技術では用いないような材料を扱う作業技術も必要である（詳細は本誌技術紹介p.122を参照）。さらには実機をベースとした無人ヘリコプタ・システムのコントロール技術の研究開発を通して、高度なメカトロ設計・制御技術も蓄積している。

特に無人ヘリコプタ用に自社開発したりニア・サーボ・アクチュエータは、パイロットが操縦桿を動かす実際の速度や力に基づいて設計されているため、人間と同等のスピードと推力性能を備えており、HIMCの先駆けとも言うことができる。このアクチュエータおよびドライバは我々の将来の鍵になると考えており、担当開発者はその高度化、実用化のために現在も日々改良を続けている。

このような当事業部の保有技術は、ここ数年間の事業部外からの依頼開発に活かされている。例を挙げると、平成12年度に大手電機会社および放送局の研究開発用に

カスタマイズした簡易2軸モーション・ベースがある。また平成12～13年度にはNEDOより補助金を得て、車椅子の車載時制振装置を開発した。この他にも、自動車の乗り心地やドライブのインテリジェント化をするための実験装置等を自動車メーカーの研究用として開発してきた（詳細は本特集の技術解説p.78を参照）。

これらの実績は、1999年からの東大・井上研究室向けのH6,H7ヒューマノイド・ロボットの開発やNEDOのHRPプロジェクトへの参加に繋がった（詳細は本特集の技術解説p.82を参照）。HRPでは平成14度末までにプレハブ住宅建設現場にて、作業者とヒューマノイド・ロボットが協調してウォールパネルを運び、取り付けるというデモを行うことになっている。このデモでは、作業者が音声でロボットに指示を出し、人の動きあるいは力に反応してロボットが自分で力を調整しながら作業を行う。

2002年度には、当事業部保有の技術を製品化していくために、製品開発部に企画・営業・技術を集めたプロジェクト・チームを発足させた。2002年7月の産業用バーチャル・リアリティー展（本誌グラビアp.16参照）では、前述のモーション・ベースの発展版であるJoyChair-R1、dSAアクチュエータおよびdSACドライバを発表することができた。今後ともマーケティングや技術開発に努め、ヒューマノイド・ロボット・プロジェクトから派生する要素技術も含めて、HIMC製品群のリリースに力を注いでいく。

4. 結 び

HIMCの究極の姿は、信頼性と安全性の高い実用的なヒューマノイド・ロボットであろう。あたかも作業パートナーのように人間からの命令で動いてくれるヒューマノイド・ロボットが登場すれば、労働者不足は解消し、生産性は向上する。しかしながら、そのようなロボットの登場にはもうしばらくの歳月を要するであろう。

当事業部ではHIMCを事業部の将来の基幹技術の一つと位置付け、この技術を応用した製品群の開発を急ピッチで進めている。我々の狙いは、ヒューマノイド・ロボット等のプロジェクトを通して高度な技術を蓄積し、その開発過程で派生するHIMC技術を製品という形にして世の中に送り出すところにある。

幸いにも我々は大きな発展が期待されるこの市場に比較的早い時期から深くかかわる機会を得ている。このチャンス逃すことなく、市場が必要とするニーズをいち早く察知し、製品として投入していかななくてはならない。

HIMCの市場は今その成長期を目前に迎えているところである。