

P001002

ロボットが産業・生活を支援できるようになるために — 実現場に普及するためのキーポイント —

辰野恭市^{*1}

Key Points in Widespread Robot Applications for Production Systems and Human Lives (About the Use of the JSME Specification Template File)

Kyoichi TATSUNO^{*1}

^{*1} Meijo Univ. Dept. of Electric & Electronics Engineering
Shiogamaguchi 1-501, Tenpaku-ku, Nagoya, 468-8502 Japan

Many people expect useful robots who perform various tasks in production systems and take care of aged persons. We, robot engineers, fulfill their expectations. Useful robots developed before now are spot welding.

Key Words : Mechanical Engineering, Keywords List

1. 緒 言

ロボットが日本の産業を支え、高齢者の生活を支え、社会基盤を支えるようになって欲しいという期待は大きい。しかし、我々ロボット開発者はその期待に答えていない。多くのロボットを試作してきたが、役に立っているのは自動車の製造ラインの溶接・塗装、電子回路製造のための部品実装機、各種製造ラインで部品を加工機に出し入れするアームぐらいである。ここで、過去の経緯を振り返り、ロボットへの皆さんの期待に応えるための道を模索してみたい。

本稿は、まず、ロボットとは何か？これまで開発してきたロボットにはどのようなものがあるのかを振り返り、今後普及するであろうロボットを分野別（製造分野・サービス分野・特殊環境分野）に挙げ、現状のロボット開発の問題点、現場に普及するためのキーポイントを探ってみる。詳しくは、2012-2013年度日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門ロードマップ委員会報告¹⁾をご覧ください。

結論を言ってしまうと、ユーザがこれなら使いたいと思うロボットを開発することである。また、使えるレベルまで開発を継続することである。そのためには、ユーザを含めたプロジェクト内のコミュニケーションと信頼関係の構築、及び永続的な開発・改良努力が必要である。

2. ロボット開発の経緯

2.1 ロボットとは何か？

ロボットという言葉聞いて何をイメージするのか、人によって様々である。このことがロボット開発において集中力を欠いてきた最大の原因である。ロボットというと、人間型のヒューマノイドロボット、工場で作業をするアーム型ロボット、自律で移動する移動ロボットなどが挙げられる。人によってはコンピュータで制御される機械はすべてロボットであるという人もいる。著者もその一人である。ロボットと言われても何をやる機械のことか分らない。〇〇ロボットと機能を表わす形容詞が付いてはじめて意味のある言葉になる。ロボットと言っているようでは成果は出ない。

^{*1} 正員, 名城大学・理工学部 (〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501)
E-mail: tatsuno@meijo-u.ac.jp

2・2 ロボット開発の経緯

ロボットとして最初、自動車製造ラインでの塗装・溶接ロボット、放射線物質を扱うマスタスレーブアームが開発・実用化された。その後、自動車・電機の大量生産ラインでのロボット導入が進んだ。電子回路の部品の実装、各種製造ライン（プラスチックの射出成型・液晶パネル製造などなど）で加工装置に部品を出し入れする作業などにロボットが導入された。また、普賢岳の土砂災害の復旧に遠隔操作のブルドーザ・ショベルカーなどの建設機械が導入され徐々にではあるが普及しつつある。また、長年大学を中心に研究がおこなわれてきた自律移動車が実際の道路で走れる日が近づいてきたと期待している。

一方、ロボットという人間型のヒューマノイドロボットであると思っている人も多い。試作機も多く作られているが、現段階では作業は殆どできない。

3. 普及が期待されるロボットと問題点

この章では、今後普及が期待されるロボット例に挙げ、適用作業・必要な要素技術・普及のポイントを洗い出してみる。ここで挙げた例は、製造分野でのセル生産対応ロボット、サービス分野での介護・病院業務支援ロボット、原子炉の廃炉作業用ロボットである。ただし、ほんの一部をピックアップしたものであり、ロボット全体を代表するものではない。

3・1 製造分野でのセル生産対応ロボット

1) 適用作業

作業セルで実行したい作業には、①セルにおけるバラ積み部品の配膳、取り出し作業、②ボルト・ナットによる締め付け、③電子回路基板・コネクタ・電源をネジ・ボルト・ナットでシャーシに組み付け、④ケーブルの接続、⑤大型重量物の組み付け、⑥ホース・ベルトなどの柔軟物の組み付けなどがある。

2) ロボット

作業セルで人と一緒に作業をするので、移動台車付き人腕型の作業アーム（図1）が適している。アームは多種類あるより標準アームを決めて、そのアームで色々な作業に挑戦したいものである。

3) 要素技術

是非獲得したい要素技術は、①移動して作業をするために、作業対象物に対してアームを位置合わせするためのビジュアルフィードバック、②いろいろな作業をするための作業スキル（教示）、③作業スキルを実行するための力制御であり、④力制御のための低雑音でドリフトのない安価な力センサ・触覚センサを開発する必要がある。

4) 普及のポイント

普及のポイントは、①ユーザである現場の生産技術者との意思の疎通を図り、ニーズに沿って機能設計をすりこと、②作業を確実に実行するシステムに完成度を上げること、③ロボットシステムを安く作れるように標準化・モジュール化を促進すること、④ロボットを売るビジネスから、ロボットの導入・運用・保守を支援するエンジニアリング事業に転換することである。また、⑤作業セル全体の作業・機器の標準化をおこなう必要がある。

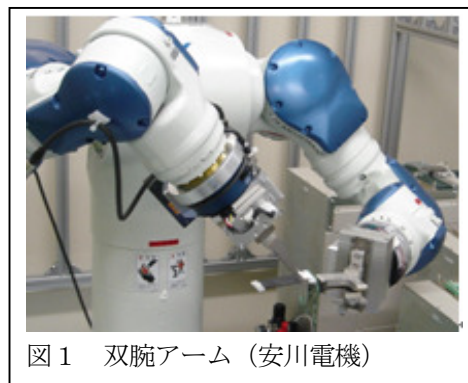


図1 双腕アーム（安川電機）

3・2 サービス分野での介護・病院業務支援ロボット

1) 適用作業

介護では、①自立できる人のための歩行支援、②介助者のための、ベッドから車椅子への移乗、病院業務支援では③病院内で検体や食事を運ぶ自律移動にニーズがある。

2) ロボット

ロボットというよりは、杖・歩行器・車椅子・ベッドを改良したものが必要とされるであろう。これからは最終的にはウェアラブル（図2）になろう。また、病院内の搬送のための自律搬送車（図3）が必要とされる。

3) 要素技術

必要な要素技術は、①杖・歩行器・車椅子・ベッドを構成するための軽量で人の体重を支える機構・アクチュエータ、②広範囲の自律移動を実用化するための、どこでも接続できる無線ネットワーク、③安全のために人・障害物を検出する接触センサ・近接センサなどである。

4) 普及のポイント

普及のポイントは、①医療福祉の現場のユーザである介護士・医師・看護師とロボット技術者との協力・意思疎通が重要であり、そのためにCGなどを利用して機能設計のビジュアル化する必要がある。また、介護士・医師・看護師は直ぐにはロボットを操作できないので、②ロボットを運用するためのエンジニアリングサービス、遠隔からの操作支援も重要となる。ロボットの導入・運用をビジネスとすることにより、システムを普及させるのに必要な完成度を上げる努力を継続しておこなえるようになる。

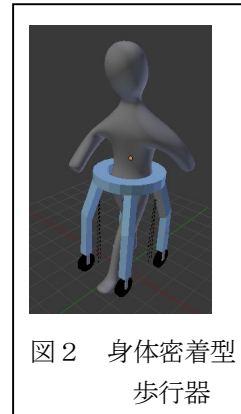


図2 身体密着型歩行器



図3 病院内案内ロボット
(パナソニック)

3・3 原子炉廃炉作業ロボット

1) 適用作業

まずは、漏洩部の検出・封止のために、次の作業をしなければならない。①原子炉縦屋において人が入れる領域を広げるための除染、②格納容器漏洩部の観察、③格納容器・トーラス室漏洩部の封止である。それらの作業をどのように実施するか作業シナリオをアニメーションなどでビジュアライズしながら作成し、この作業シナリオを作業実施者と遠隔機器開発者が共有することが必須である。

2) ロボット（遠隔作業機器）

格納容器漏洩部の観察するための機器として、水陸両用長尺スコープ／蛇型ロボット（図4）が必要となる。瓦礫の処理と格納漏洩部／トーラス室の封止のために、原子炉建屋内に入れる小型の遠隔操作建設ロボットも必要になるだろう。

3) 要素技術

必要な要素技術は、①水陸両用長尺スコープ／蛇型ロボットの機構開発、②原子炉建屋内で作業をするための電源・通信ネットワークの確保、③遠隔操縦技術の開発・操縦訓練である。

4) 普及のポイント

早期に漏洩を封止するには、①作業シナリオを作成し、作業実施者と遠隔機器開発者が共有すること、②経済省・東京電力・プラントメーカー・原発建屋建設業者・作業実施者・ロボット開発者が、一つになって力を発揮できる作業設計・実施体制を確立する必要がある。

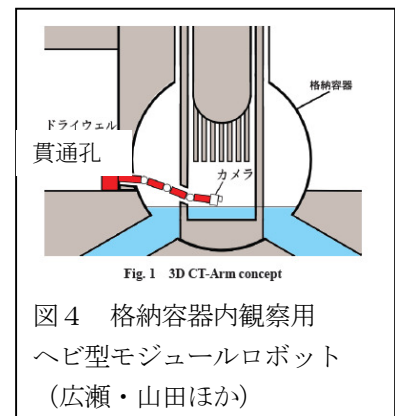


図4 格納容器内観察用ヘビ型モジュールロボット
(広瀬・山田ほか)

4. 現場に普及するためのキーポイント

3章で分野別にロボットが普及するポイントを述べたが、ここで共通するキーポイントをまとめておく。

1) ニーズに立脚した研究開発

シーズを提示するためのロボット開発が大学・産総研を中心におこなわれてきた。実用化・事業化のためには、ニーズに立脚した開発が必要となる。そのためにはユーザとの人的な交流が大切である。現状は、生産技術者や介護関係者・原発の作業者とのコミュニケーションが不足している。まずは、交流会などを通じて人的な交流の

機会を増やすと共に、ユーザの意向をロボットの機能設計に反映できるように、CGアニメーションでビジュアルライズする。

2) 必要な要素技術を獲得する

①作業を実行するための作業スキル（教示）を拡張すること。このために、力制御は必須である。力制御をするためには低雑音・ドリフトレスの力／触角センサを開発する必要がある。

②移動して作業をするためには、作業対象物に対して工具を位置合わせをする必要がある。そのためにはビジュアルフィードバックが必須である。ビジュアルフィードバックするためには作業対象物の認識が必要となる。認識確率を大幅に改善（誤認1／1000以下）しなければならない。

③現状のアームの可搬重量ではできない作業が多い。アクチュエータのトルク/重量費を上げることは永遠のテーマである。

3) プロジェクトチームで開発

ロボット開発はプロジェクトチームでおこなうものである。ユーザを始め、機構設計者・コントローラ設計者、必要に応じて材料・熱・通信・情報など他分野の専門家も加えた幅広いプロジェクトを構成すべきである。しっかりとプロジェクト運営こそロボット普及のキーポイントである。

4) 低価格化

ロボットの機構・制御ソフトを標準化・モジュール化し、低コストで製作できるようにする。ロボット業界が協力して標準化を促進すべきである。

5) 完成度を上げる

これまで研究開発したロボットの中には筋の良い物も多い。しかし、完成度が低いために実用に供せず終わっているものも多い。完成度を上げるためには製作したロボットを常時動かし続けるように、使用者を支援しながら使い続ける必要がある。ボルトの締付作業・ビンピッキングも出来るのであるが、生産現場で使用するためには作業の失敗確率を1/1,000～1/10,000以下にする必要がある。そのための理論的な分析、ロバストな作業スキルの構築も研究開発しなければならない。

6) ロボット事業は運用支援エンジニアリング

ロボットを普及するには、ロボットを売るビジネスから、導入・運用支援に重点をおいたビジネスにする必要がある。このことにより、初期導入コストの低減とシステムの完成度の低さをリカバーできる。

7) 安全

安全に関する規格が整備された。安全なロボットを開発するための目標ができたことは大きな意義がある。安全を保障するための試験方法も考えられている。

8) 使い続ける

普及の最大のキーポイントは常時、使い続けることである。そのためにはロボット製作者とユーザが一体となって粘り強く開発を継続しなければならない。使えるようになるまで、改良していくことが重要である。

5. 新しい動き

政府がロボット戦略を発表した。介護・農業・社会インフラ(道路・橋・ダムなど)の点検・災害・製造の分野のロボット開発を促進するという。ロボットとして、介護用のパワースーツ・農業用無人トラクタ・橋の点検などに用いる小型ヘリコプタなどが候補に挙がっている。これらのロボットの開発には、もう一度、開発プロジェクトにユーザを含め妥当な機能設計をして欲しい。

大手IT会社がロボット分野の参入して、話題になっている。ロボットをはじめ殆どの機器がネットワークに繋がっていくので当然のことであろう。しかし、ソフトと違い、機械ものの開発、すなわち完成度を上げるには時間が掛かることはしっかり認識して欲しい。

6. 結 語

本稿は、まず、ロボットとは何か？これまで開発してきたロボットにはどのようなものがあるのかを振り返り、今後普及するであろうロボットを分野別（製造分野・サービス分野・特殊環境分野）に挙げ、現状のロボット開発の問題点、現場に普及するためのキーポイントを探ってみた。

普及のキーポイントは、①ユーザがこれなら使いたいと思うロボットを開発することである。また、使えるレベルまで開発を継続することである。そのためには、ユーザを含めたプロジェクト内のコミュニケーションと信頼関係の構築、及び永続的な開発・改良努力が必要である。

文 献

- (1) 2012－2013年度日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門ロードマップ委員会報告
[http://www.jsme.or.jp/rmd/Roadmap/Roadmap2012-2013\(Proposed\).pdf](http://www.jsme.or.jp/rmd/Roadmap/Roadmap2012-2013(Proposed).pdf)