

サービスロボットに適する小形モータ および制御・要素技術

サービスロボットに適する小形モータおよび制御・要素技術
調査専門委員会編

目 次

1. まえがき	3	7.3 トルク・力制御センサ	35
1.1 サービスロボットに関する市場、特許、論文の動向	3	7.4 ジャイロセンサ	36
1.2 調査項目	3	7.5 イメージセンサ	37
2. サービスロボット用モータ、アクチュエータの動向	6	7.6 おわりに	38
2.1 はじめに	6	8. ロボットのコンプライアンス性向上に貢献する要素技術とその制御技術動向	39
2.2 基礎技術開発の動向	6	8.1 はじめに	39
2.3 サービスロボット分野への応用の動向	8	8.2 モータの速度制御を用いた EHA の力制御	39
2.4 おわりに	9	8.3 超音波モータによるロボットアーム制御	41
3. モータの小形・高効率化の動向	10	8.4 減速器内部摩擦補償制御	42
3.1 はじめに	10	8.5 おわりに	44
3.2 モータの小形・高効率化技術の事例	10	9. サービスロボット用モデリング技術の動向	44
3.3 おわりに	16	9.1 はじめに	44
4. モータ用磁性材料技術の動向	16	9.2 インピーダンスモデル	44
4.1 はじめに	16	9.3 人の腕を模したアームモデル	45
4.2 Nd-Fe-B 系永久磁石	16	9.4 筋肉の弾性要素モデル	49
4.3 軟磁性材料	18	9.5 おわりに	50
4.4 おわりに	21	10. 自動車予防安全と自動走行に関連するセンシング技術の動向	50
5. 歯車等の機械要素の技術動向	22	10.1 はじめに	50
5.1 はじめに	22	10.2 センシング技術の動向	51
5.2 機械要素の進歩	22	10.3 車両制御技術の動向	54
5.3 サービスロボットへの応用	24	10.4 サービスロボットへの自動車技術の展開	54
5.4 おわりに	28	10.5 おわりに	54
6. サービスロボット用電源の動向	29	11. サービスロボットに適用される安全規格の動向	55
6.1 はじめに	29	11.1 はじめに	55
6.2 サービスロボットに求められる電源	29	11.2 サービスロボットの機能安全設計	55
6.3 リチウムイオン電池の動向	30	11.3 サービスロボットの安全規格	56
6.4 次世代電池の動向	32	11.4 医療用サービスロボットの安全規格	59
6.5 おわりに	34	11.5 おわりに	59
7. サービスロボット用センサの技術動向	34	12. まとめ	60
7.1 はじめに	34		
7.2 位置計測センサ	34		

サービスロボットに適する小形モータおよび制御・要素技術調査専門委員会委員

委員長 石川 赴夫(群馬大学)
幹事 三浦 武(秋田大学)
幹事 中津川潤之介(日立製作所)
幹事補佐 田中 淳一郎(スズキ)
委員 池田 祐司(ケーヒン)
遠藤 佳宏(JR東日本テクノロジー)
奥松 美宏(トヨタ自動車)
北澤 完治(多摩川精機)
小林 秀樹(信越化学工業)
斎藤 功太郎(ユニパルス)
城ノ口 秀樹(IMRA アメリカ)
高橋 久(静岡理科大学)
高部 義之(アスモ)
谷本 茂也(電気学会プロフェッショナル)

委員 修 明宇(ジェイテクト)
百目鬼 英雄(東京都市大学)
野澤 淳一(小倉クラッチ)
服部 知美(静岡理科大学)
馬場 和彦(三菱電機)
福島 哲治(ソニー)
藤原 弘(パナソニック)
森田 郁朗(徳島大学)
山崎 克巳(千葉工業大学)
脇坂 岳顕(新日鉄住金)
途中退任 上田 武史(ジェイテクト)
委員 馬場 一樹(スズキ)
正木 耕一(多摩川精機販売)

1. まえがき

成熟社会を迎え少子高齢化が深刻になりつつある現在、サービスロボット産業は将来の我が国の基幹産業の一つとして成長することが期待されている。米国では手術支援ロボットや家庭用掃除ロボット等で大きな市場を獲得する企業も出現しているが、日本もアシストロボットやリハビリロボット等の生活支援系ロボットを中心に国内や海外で徐々に市場を広げつつある。このような現状において、産業応用部門回転機技術委員会サービスロボットに適する小形モータおよび制御・要素技術調査専門委員会が、現在ロボットの中で大きな市場を占めている産業用ロボット以外の分野をサービス用ロボットとして、そこで使用される小形モータや制御などの要素技術について調査を行った結果を本技術報告として纏める。なお、本技術報告は電気学会技術報告第1361号「サービスロボット用小形モータ技術」2016年1月に続く内容であるので、合わせて参照されたい。

1.1 サービスロボットに関する市場、特許、論文の動向⁽¹⁾

2014年2月に、特許庁総務部企画調査課技術動向班が、ロボットに関する特許や論文の動向を調査し纏めた資料がある⁽¹⁾。それによれば、市場動向としては、サービスロボット市場について、2015年に国際安全規格「ISO13482」のフェーズ2の詳細が決定され、主に現場作業のロボットビジネスが拡大し、2020年の世界市場で4兆円以上、国内市場で1兆円以上の規模形成が予測されている(表1.1参照)。日本の超高齢化社会に伴い、2055年には高齢者1人当たり1.3人の生産年齢人口となるため、現在の高齢者に対する低下した機能を補完し生活維持を支援するいわゆる受動的支援から、豊かな生活を実現するための能動的自立支援へと移行するという背景などからそれに関係する分野が拡大すると述べられている。そして、特に急成長が予想されるサービスロボット市場として、表1.2に示すように、家事支援のモビリティ、リハビリアシスト、医療、コミュニケーション、介護・福祉、荷役搬送があると述べられている。

特許の調査は、国際特許分類B25J, A61F, A61Hの該当する分類を調査項目とし、2007年から2011年のトムソン・ロイター社のDerwent World Patents Indexを用いた。従って、全てのロボット製品に関連する技術が含まれてはいないこと、ロボットに適用し得る要素技術であっても(センサ類、通信技術など)ロボット用途に限定されない技術は対象外であることに留意されたい。出願人国籍別の件数比を図1.1に示す。日本国籍が32.7%と最も高く、次いで中国、欧州、韓国、米国、台湾と続いている。また、図1.2に技術区分別の出願人国籍別出願数を示す。サービスロボットでは、各国の出願件数が拮抗している。ハード系技術で日本国籍の出願が多く、安全技術でも多くなっているが、知能化技

術では、日本と韓国が拮抗している。

研究開発動向調査は、トムソン・ロイター社のWeb of Scienceを用いて、International Conference on Intelligent Robots and SystemsとIEEE Transactions on Roboticsにおける発表論文を調査した。期間は2007年から2012年で該当件数は5,756件であった。従って、ロボット関連の論文の一部であるため、必ずしも全論文の動向と一致するものではないことに留意されたい。図1.3に研究者の所属機関の国籍別発表論文件数の比率を示す。欧州国籍が最も多く、次いで米国、日本となっているが、単一国としては米国が最も多い。図1.4は技術区分別一研究者所属機関国籍別論文発表件数を示す。産業用ロボットに関するものは少なく、サービスロボット関連が中心である。要素技術では構造技術、制御技術、知能化技術が多いことが分かる。以上纏めると、ロボット技術全般における影響力と技術レベルの高さを示す特許出願数では、日本は産業用ロボットに置ける優位性はあるが、サービスロボットについては米国、欧州、韓国と大きな差異はない。純粋な研究活動を示す論文発表数では、欧米機関の方が優勢である。

報告書では、以下のような提言を述べている。

1. 人と共存して稼動するためのロボット技術に関する研究開発強化
2. 市場導入を意識した生活支援ロボットの研究開発促進
3. ロボット技術の活用が拡大する医療分野へ高度な技術を活かして早期参入
4. ロボット市場を広げるフィールドロボットの研究開発強化
5. 社会、生活にロボットを取り入れるための社会的取組の促進

そして最後に、「ロボット技術を活用した明るい未来に向け、日本が主導的役割を果たす」と纏めている。

このような現状であるが、産業用ロボットのような優位性を将来発揮するためには、日本における小形モータ、制御などの要素技術について調査し、整理しておくことはきわめて重要なことと考え、本技術報告で纏める。

1.2 調査項目

サービスロボットの日本市場は世界市場に比べて小さいが、市場形成は始まったばかりであり、新たな製品やビジネスがどんどん増えていくと予想される。そこで、回転機技術委員会サービスロボットに適する小形モータおよび制御・要素技術調査専門委員会(委員長や幹事を含め24名の委員)では、製造業用(産業用)を除いた分野に加えて、人の作業を代行する自動車などの移動体を含めてサービスロボット分野と位置づけ、そこで使用される小形モータ関連技術について調査した。その結果を以下の項目に分けて報告する。

- 2章 サービスロボット用モータ、アクチュエータの動向
- 3章 モータの小形・高効率化の動向