

サービスロボットの開発(1)

- ハードウェア構成 -

○岩下純久 境克司 中尾学 村瀬有一 安川祐介 (株)富士通研究所)
麻田務 (富士通フロンテック(株))

Development of service robot (1)

*Sumihisa IWASHITA, Katsushi SAKAI, Manabu NAKAO,
Yuichi MURASE, Yusuke YASUKAWA: Fujitsu Laboratories Ltd.
Tsutomu ASADA: Fujitsu Frontech Limited

Abstract - We developed a production-type service robot. The design of the service robot must consider safety in order for it to coexist successfully with humans. In this paper, we first describe the difference between proto-type and production-type robots, and then explain the features of safety design and "reversible design".

Key Words: service robot, production, safety design, reversible design

1. はじめに

オフィスや商業施設において実用的なサービスを行うロボットの開発を行った。2004年に第一号試作モデル(以降、試作機)を開発し、実用化への目処をつけた[1]。最終的な製品化に向けてハードウェアの安全性や運用方法に更なる改善が必要であるため、試作機から設計変更を行なった実用化モデルを開発し、基本アプリケーションとして、(1)案内、(2)搬送、(3)巡回見回りを設定した。ソフトウェア構成の詳細は第2報にて行う[2]。本報では実用化モデルについて、製品として要求されるハードウェア設計要素、特に安全への方策に関して報告する。

2. 構成

2.1 ハードウェア構成

ロボットの外観を図1に示す。構成は試作機を踏襲しているが、安全性や実運用を考慮して、軽量及びスリム化を行った。また、把持対象物の形状に制約は生じるが、両腕での持ち替え動作や机等に置かれた物体の把持が可能な最小の自由度数である5自由度のアームを採用した。CPU,DSP,ビジョンボード[1]は高速化を行うことで処理能力の向上を図っている。製造コスト、メンテナンス製にも配慮した設計とし、ユニット間の分離を容易に行うことができる。

実用化モデルの仕様一覧を表1に示す。試作機からの主な性能向上点としては、肩幅を15%スリム化、重量を20%軽量化、DSP動作周波数を33%高速化、ビジョンボード演算性能を15%向上、アーム自由度数を増加、体内LAN機能を向上(USB2.0採用)である。

2.2 リバーシブル設計

前述の基本アプリケーションにおいて、例えば情報発信の状態から、誘導案内の状態へシームレスに移行するための特徴としてリバーシブルデザインを採用した。具体的な運用イメージと形態を図2に示す。

キャリングスペースのカバーは取り外しが可能であり、カバーの有無を含めると、4形態をとることができる。キ

ャリングスペースは、スタンドアロンで搬送を行うために実用化モデルで新たに設けた空間である。前後方向にはほぼ対称な形状とし、ヘッド及びアームを反転させることで、前後どちらをむいても同等の動作が可能である。この対照構造の設計により、固定した前後という概念を排除し、状況に応じて前と後ろの方向を切り替えることが出来る。また、LCDの方向を、コミュニケーションモード中には前面、キャリングモード中には背面に向けてすることで、常にユーザへの情報発信が可能である。

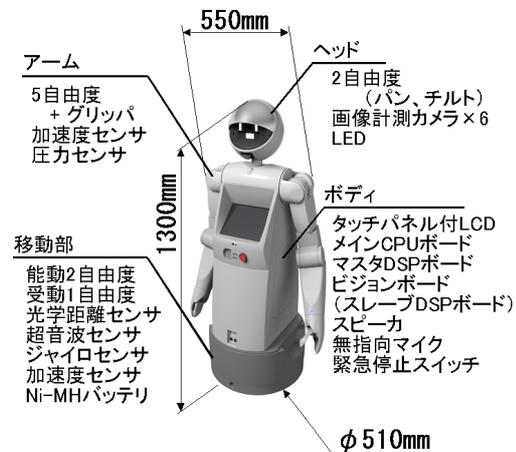


図1 外観

表1 実用化モデルの仕様

高さ	1300 mm
肩幅	550 mm
重量	48 kg
最大移動速度	3km/h
最大登坂角度	5度
段差乗り越え性能	10mm
頭部 自由度	自由度2(パン、チルト)
アクチュエータ	パルスモータ
移動部 自由度	自由度2(左右車輪)
アクチュエータ	DCブラシレスモータ
アーム 自由度	自由度5+グリッパ
アクチュエータ	DCブラシレスモータ、パルスモータ
バッテリー	ニッケル水素充電電池 250Wh
稼働時間	2.5h
画像計測カメラ	6個
運搬機能	キャリングスペース、トレイ



図2 運用イメージと形態

3. 安全設計

公共の施設において人間と共存するロボットを製品化するにあたり、安全性の確保は重要な設計要素である。そこで、リスクアセスメントを実施し、各危険事象に対して階層的な対策を施している。

3.1 本質安全

万が一、以降に記す全ての安全への方策が作動しなかった場合でも大きな危害を加えない様、本質安全を確保するために下記を実施した。

- 各部材を薄肉とすることによる軽量化。
- バッテリー等を下方に配置することにより、可能な限り低重心位置化。
- 関節トルクのアシストバネにより、小型アクチュエータ化及び、電源切断時に急激な脱落を防止。

3.2 機構

安全確保のための機構上の特徴を下記に記す。

- 主な可動部隙間は 2.5mm 以下または 12mm 以上とし、切断及び圧迫を防止。
- アームの肘関節の可動範囲を広くとることで、ひじの折りたたみが可能。折りたたみにより、コンパクトな動作が可能。(図3)

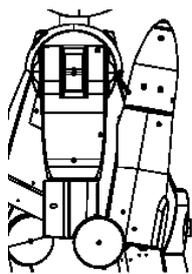


図3 ひじの折りたたみ

3.3 電気

電氣的対策を下記に記す。

- 電流リミット及び過電流検出機能。
- 緊急停止スイッチによるパワーライン切断。
- 走行車輪は停止時に容易に移動できない様にダイナミックブレーキが有効となっている。ユーザがロボットを運搬する際にはブレーキ解除ボタンを押して行う。
- DC ブラシレスモータはマイコンが転流制御を行う為、マイコン暴走時にモータが回転しない。
- 電源管理用マイコンを搭載し、異常時にはパワーラインを切断。

3.4 環境計測

下記のセンサを用いた環境計測により危険事象を事前に察知する。

- 6個の画像計測カメラを用いた三次元視覚処理による障害物検出。
- 焦電赤外センサによる人体検知。
- 超音波センサ、及び距離センサによる前方路面情報取得及び障害物検出。
- 加速度センサによる衝突検知。

例えば、モータによる圧迫への危険回避の階層構造を図4に示す。

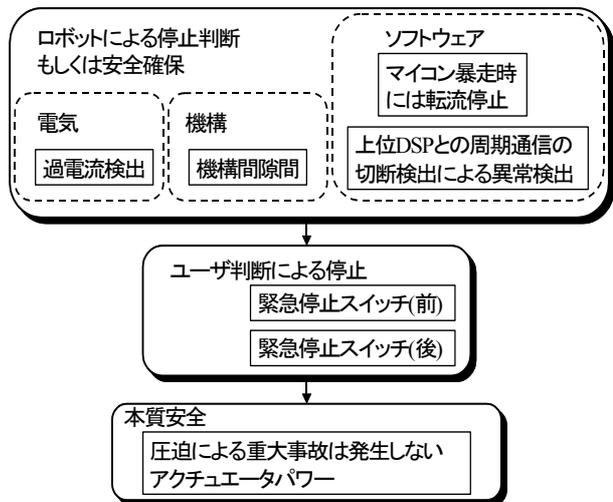


図4 圧迫への危険回避階層

3. おわりに

本稿では、サービスロボット実用化モデルの試作機との差異および、ハードウェア設計思想や安全性の考え方に関して述べた。今後、本ハードウェアを用いて、試行期間を経て、適用範囲を広げていく予定である。

参考文献

- 植木美和、他：“オフィスサービスロボットの開発(第1-3報)”，第22回日本ロボット学会学術講演会予稿集
- 植木美和 他：“サービスロボットの開発(2)”，第23回日本ロボット学会学術講演会予稿集