

案内ロボットの開発(第2報)

西嶋 隆 小川 行宏 山田 俊郎 今井 智彦

田中 泰斗 千原 健司 稲葉 昭夫

Development of a Guide Robot (2nd report)

Takashi NISHIJIMA Yukihiro OGAWA Toshio YAMADA Tomohiko IMAI
Taito TANAKA Kenji CHIHARA Akio INABA

あらまし 実用的な民生用ロボットとして、県内施設のサイエンスワールド（岐阜県先端科学技術体験センター）に設置する案内ロボットを開発している。本ロボットの設置目的は、施設案内の他に、来館者である学童・生徒にロボットとインタラクティブな体験を行う場を提供することにより、メカトロニクスをはじめとする科学技術に興味を持たせるという教育的側面が挙げられる。本年度は、このロボットの要求仕様に基づいてロボットの外装作成およびシステム設計を行った。

キーワード 民生用ロボット、案内ロボット

1. 緒言

民生用ロボットは、福祉・サービス・エンタテインメント分野等での利用が期待されており、現在では、実用的な民生用ロボットも開発されてきている^[1]。昨年開催された愛・地球博においても、数多くの民生用ロボットが出展され、広く一般に認知されてきた。

本開発では、施設内で運用する案内ロボットの開発を行っている。平成16年度には無線ICタグを利用し、施設内を自走しながら店舗案内を行う自走型案内ロボットを開発し^[2]、JR岐阜駅ACTIVE-G内の実環境で10日間に亘り運用試験を行った。この実験では、技術的な側面のみならず、ロボットの安全面・運用面に関する知見を得た。

本年度は前年度の案内ロボットの開発や当研究所で開発した二足歩行ロボット“ながら-3”で蓄積したロボット技術を応用し、実用的な民生用ロボットとして、サイエンスワールド（岐阜県先端科学技術体験センター：瑞浪市）に設置する案内ロボットを開発している。本ロボットの設置目的は、施設案内の他に、来館者である学童・生徒にロボットとインタラクティブな体験を行う場を提供することにより、メカトロニクスをはじめとする科学技術に興味を抱かせるという教育的側面が挙げられる。本報では、このロボットの仕様、外装、システム構成について報告する。

2. ロボットへの要求事項

サイエンスワールドに設置するロボットの主な要求事項をサイエンスワールド施設職員等と協議して検討した。

その内容について以下に列挙する。

本ロボットは、基本機能として、施設案内・メカトロニクス教育を行う静展示物としてのロボットではなく、体験型のロボットとするため、来館者の声に反応する、来館者の顔を認識するなどのインタラクティブな機能が必要である。たとえば、科学技術クイズなどエンタテインメント性の高い内容のコンテンツがよい。

ロボットの移動や常設展示時以外のイベントでの利用を考え、ロボット台車の遠隔操作機能が必要である。

ロボットの外観は、学童・生徒（来館者）が親しみの持てるようなデザインが必要であり、マスコットのものがよい。全体的に丸みを帯び、可愛いデザインが望ましい。

安全性に関しては、来館者の約6割が小中学生であるため、サイズは小学生低学年の児童にも、恐怖感を与えず、親しみが持てるよう、身長1m位とし、転倒しにくく、軽い素材で製作する必要がある。来館者と直接接する機会が多いため、衝突する危険を回避するために常設展示時はロボットの頭や腕のみの動作とし、ロボット全体は移動させない。ロボットの腕は動作時の安全を確保する必要があり、人と衝突したら過負荷等を検出して、モータを自動停止するなどの仕組みが必要である。また、首の可動部は手が届きやすい位置となるため、指の巻き込みを防止する機構が必要である。

運用面に関しては、職員がロボットを常時操作するようなシステムは実用的でないため、起動時以外は自動で動作する必要がある。ロボットが行う案内・教育・科学クイズに関するコンテンツは、頻繁に内容を変更する必要があるため、コンテンツが容易に変更可能なシステム

が必要である。また、電源の突発的な遮断等によるシステム故障を防ぐ仕組みが必要である。

3. ロボットの概要

ロボットへの要求事項に基づいて検討した、機能、動作概要、外装デザイン、安全対策、について記す。

3.1 機能

ロボットの機能は、1)施設案内、2)メカトロニクス教育、3)科学クイズの3つとした。ロボットの背後には大型液晶モニタを設置し、モニタには案内・教育・クイズに関するコンテンツ画像やロボットが認識しているカメラ画像を提示する。

施設案内の機能は、営業案内、行事・イベント、施設設備などを案内し、メカトロニクス教育の機能はロボットに搭載されるような機械要素類・センサ類・モータ類などを画像と音声で解説する。科学クイズ機能は、ロボットからの選択式の設問に対し、来館者が回答する。

ロボットへの入力カメラ画像、音声、無線ICタグ、レーザレンジファインダを用い、出力として発話機能、画像表示、ロボット動作（腕、首）、LEDイルミネーションとした。

3.2 動作概要

ロボットの動作概要について以下に述べる。ロボットの前足元に搭載するレーザレンジファインダで来館者の接近を検知し、その方角・距離を計測する。計測した情報に基づきロボット頭部を動作させ、ロボット顔面のCCDカメラで来館者の顔部分を認識する。この認識画像をロボット背後の大型液晶モニタに提示することで、来館者はロボットが自分を認識していることがわかる。来館者がロボットにさらに接近すると、ロボットから3つの機能の選択を音声・画像を用いて来館者に問いかける。これに対し来館者は、モニタに表示されているコンテンツを選択する。選択肢をロボットに入力する方法は、選択番号や単語を音声または、それら選択肢が記された無線ICタグ入りのカードをロボットにかざすことで行う。音声認識は不特定話者で雑音の多い環境下においては良好でない場合が多くなると見込まれるため、確実に選択できる方法として無線ICタグ入りの選択カードを用意する。

ロボットの腕は肩部分で2自由度を有し、腕を上げる、振るなどの動作が可能で、ジェスチャによる表情表出を行う。胸部分のLEDは発光パターンを随時変化させ、ロボットの内部状態に応じた表情表出を行う。

3.3 外装デザイン

ロボットの外装デザインを図1に示す。全体的に丸みを帯び、親しみやすいデザインとした。このデザインでは頭部を大きくすることで可愛らしさを表出している、色は青・アイボリーを基調とし、施設内装に多用されている黄色をアクセントとして部分的に用い、設置場所とのマッチングを図った。

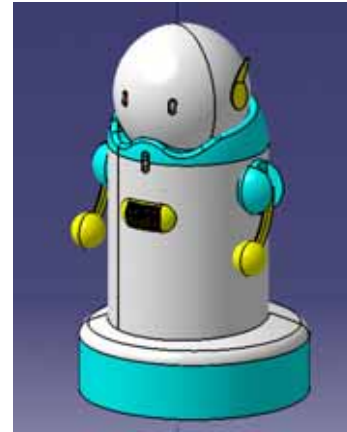


図1 ロボット外装デザイン

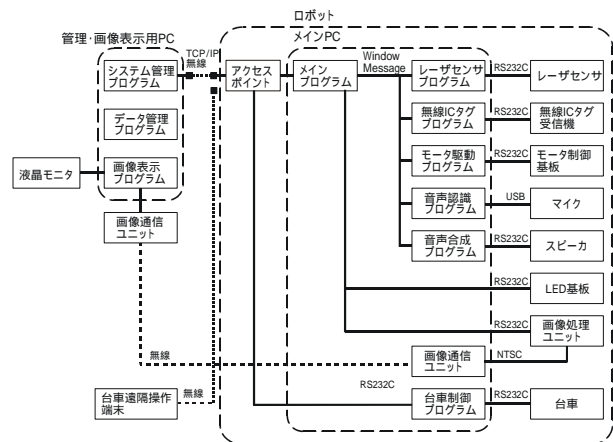


図2 システム構成のブロック図

3.4 安全対策

外装に関して、ロボットの高さは1mとし、小学生に対して圧迫感を与えない程度の高さとした。腕の先端部分は球形のスポンジ素材を用いることで、安全性を高めた。首部分は頭部を胴体部に沈め込み、指の挟み込みが発生しにくい構造とした。頭部と胴体部のクリアランスは微調整可能である。各関節を駆動するサーボモータには電流センサを設け、過負荷時の過電流を検出しモータ動力を停止する機能を組み込む。

上述した頭部と胴体部のクリアランスの微調整や過負荷検出のための電流センサの閾値については、今後、実機を用いて安全な範囲を検証することが課題である。

4. ロボットシステムの設計

システム構成のブロック図を図2に示す。システムはロボット本体と外部の管理・画像処理用PCに分かれている。それぞれは無線LANで通信する。

4.1 管理・画像処理用PCの役割

このPCではシステム管理プログラム、画像表示プログラム、データ管理プログラムが動作する。

画像表示プログラムは接続されている液晶モニタに案

内の情報やクイズの提示等を行う。データ管理プログラムは、コンテンツの変更作業及びデータ管理を行う。制作されたコンテンツは、このPC上に保存される。システム管理プログラムは、システムの起動、ロボット側の内部状態をモニタする。システムの起動時には、データ管理プログラムから受け取ったデータをロボットシステムに送信する。また、ロボットシステムのプログラム統合開発時のデバッグ用モニタ機能を果たす。

4.2 ロボットシステム

システムのOSにはWindowsXPを用いる。ハードディスクを用いずシステムをROM化し、電源の遮断に対する耐久性を確保する。メインプログラムはロボットの状態遷移を管理し、各種センサ類、モータ駆動を制御するプログラムと通信する。画像処理・音声合成・無線IC・レーザセンサプログラムは、ながら-3の開発で得た要素技術やActive-Gで運用実験をした案内ロボット開発による要素技術を応用する。

台車遠隔操作端末は、無線LANを用いて、ロボットシステム内のアクセスポイントを経由してロボットシステムとの通信を行う。ロボット台車の遠隔操作は、ロボッ

トの移動時や常設展示以外のイベントで用いられるため、管理・画像処理用PCが起動しておらずロボットシステムのみが起動している状態でも遠隔操作可能なシステムとした。

5. 結言

実用的な民生用ロボットとして、サイエンスワールド案内ロボットの機能の検討、外装作成、システム設計を行った。今後は設計に基づいたハードウェア・ソフトウェアの開発を行い、平成18年度中にサイエンスワールドでの運用を計画している。

文 献

- [1] 例えば、下笹洋一、“警備ロボットビジネス”，日本ロボット学会誌，pp.692-695,2002
- [2] 西嶋隆，山田俊郎，小川行宏，今井智彦，稲葉昭夫，大野尚則，“案内ロボットの開発”，岐阜県生産情報技術研究所研究報告，pp.51-55,2005