解説

屋外警備ロボット ALSOK ガードロボ i (アイ) の 開発と安全方針

Development and Safety Policy of the Outdoor Security Robot ALSOK Guardrobo i

下 笹 洋 一* 若 林 潔* 森 口 拓 雄*
杉 浦 正 則* 藤 瀬 弘 樹* 小 谷 健 太 郎*

*ALSOK 総合警備保障 (株)

Yoichi Shimosasa*, Kiyoshi Wakabayashi*, Takuo Moriguchi*, Masanori Sugiura*, Hiroki Fujise* and Kentaro Kotani*
*ALSOK Sohgo security services Co., Ltd.

1. は じ め に

ALSOK ガードロボ i (アイ) は, NEDO 技術開発機構「ロボットプロジェクト」の実用化ロボットプロジェクトの一つとして開発された. ガードロボ i は昼間に案内を, 夜間に巡回警備を行うロボットである. ロボットの仕様は, オフィスビル, 商業施設, 工場の外周や駐車場などで働くことを想定して検討した. 警備ロボットが働く環境は, 産業用ロボットのように限定された環境ではなく一般の人間が往来する場所であるため, 機能, 信頼性, 安全性について高いレベルが要求される. 本プロジェクトでは愛・地球博の会場で実証試験を行い, 機能や実用性について検証した.

本稿では, ガードロボ i の機能と愛知万博で行った実証試験について述べるとともに, 安全のガイドライン策定時に検討した安全対策について述べる.

2. ガードロボ i の概要

2.1 開発の目的と経緯

警備業は労働集約型産業であり, 少子高齢化社会への対応, 人件費の削減, 警備員の負担軽減が課題とされている. これらの課題解決策の一つとして, 当社では 1982 年から警備ロボットの研究開発を行っており, 2002 年には巡回警備機能に受付・案内機能を加えた警備ロボット「ガードロボ C4」の販売を開始した. しかし実際に運用を始めると, 警備の現場からは屋内だけでなく屋外運用が可能なロボットの要望がでてきた. そこで C4 の受付・案内機能と巡回警備機能をベースに, 屋外活動が可能となるようガードロボ i (図 1) の開発を行った.

2.2 ガードロボ i を用いた警備システム

ガードロボ i は施設に常駐する警備員とともに運用され, 警備員や施設の設備などと連携して稼動し, 警備サービス

図 1 ガードロボ i の外観

を提供する. 施設内の警備センタには遠隔監視装置が設置され, 警備員はロボットから無線 LAN を通して送られた情報を確認できる.

ロボットは, あらかじめ入力されている経路に従って巡回する. 巡回中に火災, 不審者, 不審物などの異常を検知すると, 警報を遠隔監視装置に送信する. 警備員は警報の内容とロボットに搭載されているカメラからの映像から, 状況を確認するとともに適切な対処を行う (図 2).

遠隔監視装置を施設の警備システムと接続することで, ガードロボ i を設備と連携し運用することも可能である. 警備状態となっているエリアの警備センサが反応した際, 自動的に警備ロボットをそのエリアに移動させ, 周囲の状況確認を素早く行うことも可能となる.

2.3 走行機能

ガードロボ i は環境の地図と巡回経路を持ち, 自律的に移動できる. ロボットは駆動輪操舵型であるので, 自己位置は左右の車輪の速度をエンコーダで計測するデッドレコ

原稿受付 2005 年 12 月 26 日

キーワード: Security Robot, Outdoor Navigation, Security Services System, Information Using Robot

*〒 107-8511 港区元赤坂 1-6-6

*Minato-ku, Tokyo

図2 ガードロボiを用いた警備システム

表1 ガードロボiの主な仕様

名称	ガードロボ i (アイ)
移動環境	屋内：オフィス、展示場 屋外：舗装道路、ウッドデッキ 立体駐車場
走行速度	運用速度：40[cm/sec] 最高速度：1.0[m/sec]
登坂角度	±10 度
段差乗越	約 5 cm
本体寸法	W850×D995×H1470[mm]
本体重量	190kg
電源	リチウムイオンバッテリー 24V
連続稼働時間	4 時間

ニングにより推定している。デッドレコニングにより生じた位置誤差はGPS、超音波灯台、画像認識といった複数の自己位置認識方法により修正する。ガードロボiの主な仕様を表1に示す。走行最高速度は人の歩行速度同程度とし、登坂角度については立体駐車場の規格である±10度の角度で走行できるように設定した。

2.4 警備機能

ガードロボiはカメラ映像の記録・伝送機能と、人体検知、火災検知、不審物検知などの異常検知機能、不審者への光や音による威嚇機能やカラーボールによるマーキング機能を持つ。

また、パンチルトカメラ、高感度カメラ、カラーカメラなどを搭載し、ロボットの周囲すべてを監視することができる。

人体や不審物は光走査型距離センサと、熱画像カメラを用いて検知をしている。巡回中に異常を検知すると、対象物の方向にロボット上部を回転させカメラを向けることができる。警備員は特に操作をすることなく、状況の認識が可能となる。

2.5 案内機能

ガードロボiは、夏の非常に明るい屋外でも視認することができる高輝度のタッチパネルディスプレイを用いて、受付案内などを行うことができる。万博会場で運用した際の

図3 インフォメーション画面例

図4 愛・地球博会場での運用場所

コンテンツには、各パビリオンの場所や展示内容を中心とした会場案内や、子供向けに簡単なクイズやゲームを用意し(図3)、大人から子供まで多くの人に触れてもらうことができた。

3. 実証試験

昼間は万博会場内グローバル・コモンの広場(計6ヶ所)にて、タッチパネルディスプレイによる会場案内と屋外巡回のデモンストレーションを行った(図4)。ロボットが環境センサで周囲状況を認識しながら、自律的に矩形型経路を走行する巡回デモを行った。

ロボット走行時はスタッフ二人が常時ロボットの周囲に待機し、非常停止用の3点式イネーブルスイッチを携帯し、運用を行った。

夜間は自律走行機能や警備機能など機能単体での検証を行うとともに、実際の警備を想定した場合の総合的な運用試験などをグローバルループやコモンにおいて行った。

4. 安全基本コンセプト

4.1 基本方針

安全な運用を目指すに当たり、機械の安全性（基本概念、設計の一般原則）に関する国際規格「ISO12100」に記された方法に基づき、リスクアセスメントを行った。運用中に発生すると思われる危険源を抽出して査定を行い、最終的なリスクが許容可能となるまで方策を行った。

4.2 安全方策の例

- (1) 環境認識用センサの多重化
- (2) 認識センサの検出距離に応じた速度制御
- (3) 複数の非常停止手段を用意
- (4) イネーブルスイッチを用いた運用
- (5) 走行制御系における各モジュール間の相互監視

5. ま と め

愛知万博の期間を通して、様々なデータと貴重なノウハウが得られた。走行機能や警備機能については、当初予定していた機能を持っていることが検証できた。案内機能のコンテンツは来場者の反応を見ながら、会期中を通して少しずつ内容を充実させていくことができた。気候の変化には影響されることがあり、暑くなると制御系が停止するという問題が発生することがあった。また、会場内を毎日ト

ラックにてコモンまで運んでいたが、運搬時の振動による影響と思われる問題も発生した。これらの問題は会期中に対処することができた。

会期中に事故が発生しなかったことは、当社のリスクアセスメントにより行った安全対策が有効であったことの証明と考えている。

今回の成果を今後のロボット開発に生かしたいと考えている。特に安全対策については、他のロボットについても同様にを行い、定期的に見直すことによって適正な安全対策を行い、事故のないように努めたい。

参 考 文 献

- [1] Y. Shimosasa, J. Kanemoto, K. Hakamada, H. Horii, T. Ariki, Y. Sugawara, F. Kojio, A. Kimura and S. Yuta: "Security Services System using Autonomous Mobile Robot," Proceedings of 1999 IEEE International of Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.IV 825-829, 1999.
- [2] Y. Shimosasa, J. Kanemoto, K. Hakamada, H. Horii, T. Ariki, Y. Sugawara, F. Kojio, A. Kimura and S. Yuta: "Some Results of the Test Operation of Security Service System with Autonomous Guard Robot," Proceedings of 2000 IEEE International conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation, pp.405-409, 2000.
- [3] 下笹洋一, 菅原雄介, 若林潔, 杉浦正則, 小椎文夫, 木村明博, 森口拓雄, 藤瀬弘樹, 末富大剛: "屋外警備ロボット「ガードロボ」の紹介", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2005, CD-ROM, 2005.

下笹洋一 (Yoichi Shimosasa)

1968年10月22日生。1991年千葉大学工学部電気工学科卒業。同年総合警備保障(株)入社。警備ロボットの研究開発に従事。自律移動ナビゲーション、屋外ナビゲーション、遠隔監視操作技術の研究に従事。現在、同社開発技術部機器開発室に所属。

(日本ロボット学会正会員)

若林 潔 (Kiyoshi Wakabayashi)

1973年10月20日生。1996年芝浦工業大学工学部電子工学科卒業。同年総合警備保障(株)入社。現在、開発技術部機器開発室所属。介護支援機器の研究開発、および警備用ロボットの研究開発に従事。

森口拓雄 (Takuo Moriguchi)

1976年9月25日生。2001年九州工業大学大学院情報工学研究科知能工学専攻修士課程修了。同年4月総合警備保障(株)入社。2002年4月同社技術研究所に配属。警備ロボットの研究開発に従事。

杉浦正則 (Masanori Sugiura)

1978年11月5日生。2001年東京農工大学工学部機械システム工学科卒業。2003年東京農工大学大学院機械システム工学専攻博士前期課程修了。同年総合警備保障(株)入社。現在、同社開発技術部機器開発室に所属。警備ロボットの研究開発に従事。

藤瀬弘樹 (Fujise Hiroki)

1978年9月4日生。2003年九州工業大学大学院生命体工学研究科生体機能専攻修士課程修了。同年4月総合警備保障(株)入社。同年12月同社技術研究所に配属。警備ロボットの研究開発に従事。

小谷健太郎 (Kentaro Kotani)

1979年5月25日生。2004年千歳科学技術大学大学院光科学研究科修士課程修了。冗長モーションシステムや2足歩行ロボットの安定歩行制御に関する研究に従事。同年、総合警備保障(株)入社。現在、同社開発技術部機器開発室に所属。警備ロボットの研究開発に従事。