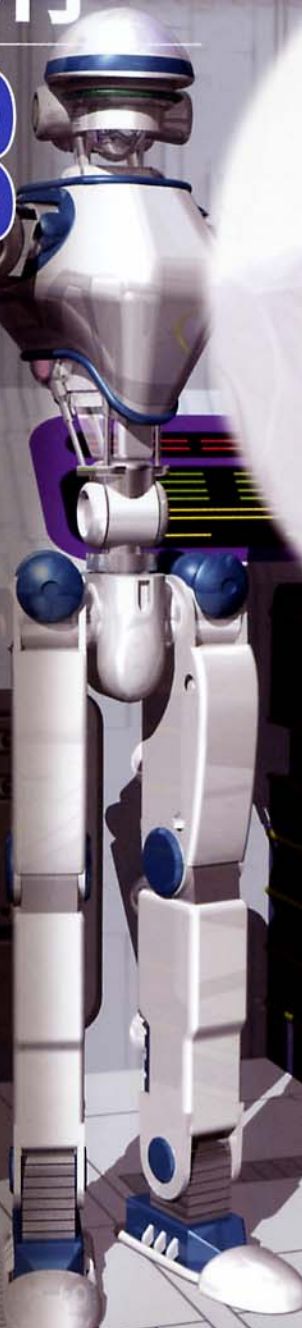


自動車技術

vol.64 2010 05

特集: ロボットのある暮らし



カーロボティクス研究用プラットフォーム フォーム ロボット・カー*

Platform for Car Robotics Research: Robot Car

谷口 恒¹⁾ 篠原 隆²⁾
Hisashi Taniguchi Takashi Shinohara

Recently, intelligent automobiles have been developed and improved by applying robot technology, however generally, demanding high cost and huge space. This paper presents features of car robotics platform and examples of intelligent vehicle research or development that require lower-cost and smaller space.

Key Words : Robot, Intelligent Vehicle, ITS / Car Robotics, Active Safety, Automatic Driving System [16]

1 はじめに

近年、安全性の向上や危険予知など、自動車に求められる機能は新しい段階に入ったといえる。

たとえば、運輸省(現国土交通省)主導で1991年から始まった先進安全自動車ASV(Advanced Safety Vehicle)プロジェクトも第4期に入り、急速に関連機能が普及しつつある。また、2004年からスタートした、DARPA(The Defense Advanced Research Projects Agency = 米国国防総省高等研究計画局)主催による無人ロボットカーのレースも、2007年には市街地を想定した「アーバン・チャレンジ」が行われ、本格化してきた。さらに、(社)日本ロボット学会と、(社)自動車技術会が、ロボット工学と自動車技術に共通する学術・科学技術での交流と協力関係の構築を目的に、2007年に覚書を締結するなど、着実に自動車のロボット化が進む中、次世代自動車に求められる最も重要な機能と技術は「電動化」と「知能化」であり、未来カーへの鍵は「ロボティクス」であると考えられる。

その実現のためには、ソフトウェアの開発が重要とさ

れるが、そのためには研究・開発用のプラットフォームが必須となる。

しかしながら、このような次世代自動車や次世代自動車社会に関する研究・開発には、実車を使用することによる膨大なコストと広大なスペースが必要となり、また、自動車関連メーカー以外の企業や大学などでは危険を伴うため、誰もが自由に参画できる領域にはなっていないのが実情である。

これらの課題を解決し、低コストかつ省スペースで、安全に、より手軽に研究・開発、教育を可能にするため、1/10スケールモデルのカーロボティクス・プラットフォーム「RoboCarTM」を開発した。

2 ロボットカーの機能概要

これより、カーロボティクス研究用プラットフォームとして、弊社製品「RoboCarTM」について紹介する。図1がRoboCarの概観である。

2.1. インテリジェント自動車モデルとしての機能

図2にRoboCarのシステム構成図を示す。RoboCarは大きく分けて、

- ・CPUボード(情報処理)：外部との通信、センサ情報などの処理を行い、経路設計をする。
- ・画像認識ボード(画像処理)：カメラからの画像を処理し、ステレオ視、白線認識などを行う。
- ・BASEボード(駆動制御/センシング)：駆動モータ

* 2010年2月10日受付

1) ㈱ゼットエムビー (112-0002 文京区小石川5-41-10 住友不動産小石川ビル6F)

E-mail: taniguchi@zmp.co.jp

2) 同社 技術開発部 (同所)

E-mail: shinohara@zmp.co.jp



図1 RoboCarの概観

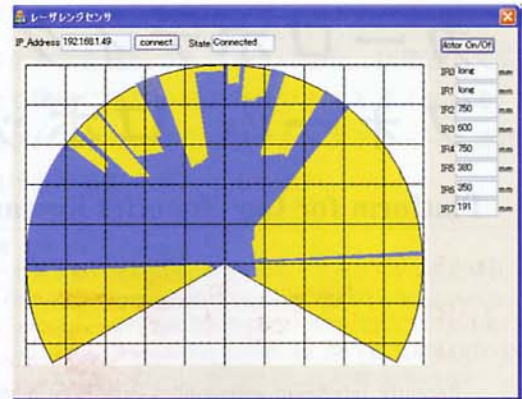


図3 LRF デモンストレーション

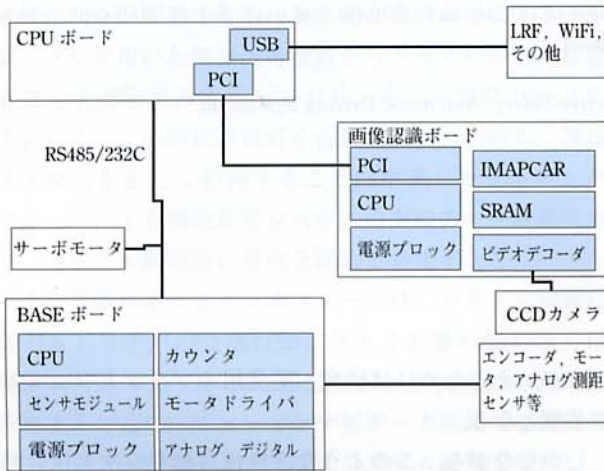


図2 RoboCar システムブロック図

の制御，センサ値の取得を行う。

の三つの機能に分かれている。

(1) リアルタイム画像システムを搭載 RoboCarには二つのカメラと画像処理ボードを搭載している。カメラは自動車の知能化には欠かせないセンサとなっており、レーンキープや、歩行者、標識認識などの技術はみなカメラからの画像を処理し、外界の情報を得ている。RoboCarではカメラを2台取り付け、ステレオ画像による距離測定を33ms/frameでほぼリアルタイム画像処理を実現している。

(2) 自律走行に欠かせないセンサ群を用意 RoboCarではカメラのほかに以下のセンサを搭載している。

- ・ホイール用エンコーダ
- ・モータエンコーダ
- ・赤外線測距センサ
- ・加速度センサ
- ・ジャイロセンサ

これらのセンサはたとえば、ホイール用エンコーダならば車速パルス、赤外線測距センサならばミリ波レーダやソナーなど、実車で実際に使われているセンサと同等

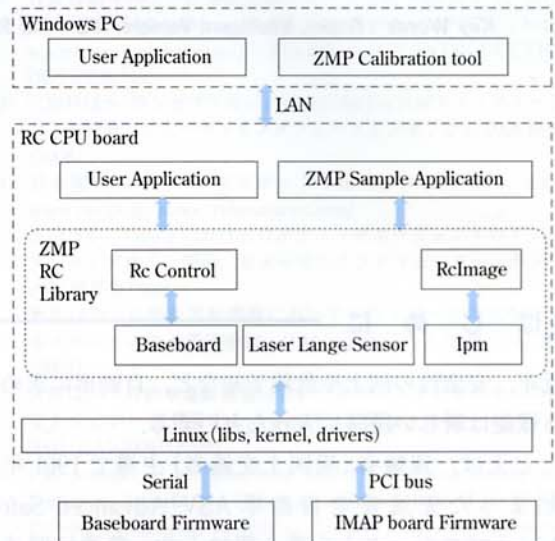


図4 ソフトウェア構成図

の機能があるといえる。さらに障害物の検知などに非常に有用なセンサとして、図3のようなレーザレンジファインダ(LRF)も搭載が可能である。また、これらセンサの値を簡単にプログラムで使用できるようAPIが用意されている。

(3) ボードPC + Wi-Fiでワイヤレス通信が可能 ボードPCのUSBを介し、無線LANに接続ができるので、たとえばPCや、他のRoboCarと通信することができる。センサ情報などを送信・受信することで、車車間通信・路車間通信を再現することが可能である。

2.2. インテリジェントシステム開発の環境

図4にソフトウェアの構成を示す。RoboCarはメインCPUのOSにLinuxを採用している。また、LinuxにはBASEボード、画像認識ボードとの通信を行うAPIがインストールされており、画像処理結果やセンサ値の取得、走行速度や操舵角の指令はこのAPIを通して行うようになっている。ちなみにLinuxのkernelにはリ



図5 画像処理プログラム開発環境

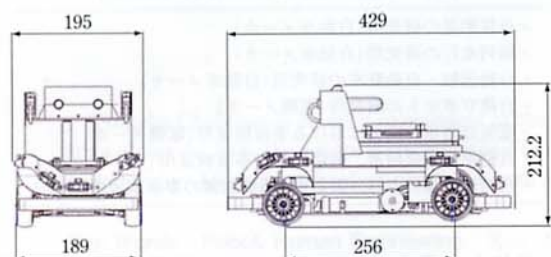


図6 RoboCar サイズ

アルタイムパッチが適用されており、ソフトリアルタイムを実現している。

メインCPUのOSにLinuxを採用しているので、gccなどごく一般的な開発環境を使用して情報処理系のプログラムを開発することができる。さらに、実行ファイルはメインCPUと普通のPCでバイナリ互換であるので、普通のPCにLinux環境があればGUIでの開発環境が得られる。Linux PCでコンパイルした実行ファイルはRoboCarで実行可能であるので、開発効率の大幅な向上が期待できる。

画像認識ボードでも、ソフトウェアの入れ替えだけでユーザのオリジナルのプログラムが実行可能である。開発には専用の開発環境が必要になるが、C言語で開発が可能で、デバッガも整備されておりソースレベルでのデバッグが可能である。また、画像処理のパラメータ調整も調整結果がリアルタイムで確認することができ、新しい画像処理アルゴリズムの開発を強力にバックアップする。図5に開発環境のスクリーンショットを示す。スクリーンショット内のスライダーがパラメータ調整で、その結果が即座に後ろの画像に反映される。

2.3. モデルカーとしての仕様

図6にRoboCarのサイズを示す。およそ実車の1/10の大きさで、最少回転半径は約700mm、最高速度は2800mm/sである。実験の内容にもよるが、およそ20

左のカメラ画像

右のカメラ画像



ステレオ視結果

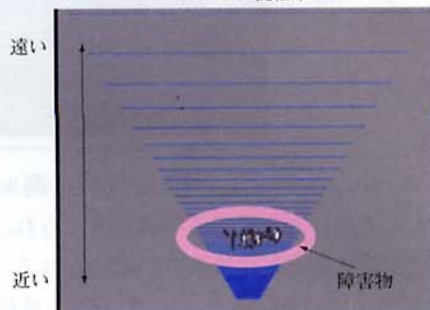


図7 障害物検知の結果表示

～30人用の会議室を1部屋借り切れば、RoboCarを使った大概の実験は可能である。また、設置するコースも紙や模型などで作ったものでよく、実車での実験環境を整備することに比べれば極めて安価に済ませることができる。

3 ロボットカーの使用例

3.1. 自動運転システム・自律移動ロボットの研究

RoboCarにインストールされているAPIを使えば、カメラ・センサからの情報を基に経路を自動的に設定して走行する自動運転システムや、あるいは走行しながらセンサの情報をマッピングし、その情報を基に経路を設計するような自律移動ロボットなどが実現できる。マッピングや経路設計など、研究テーマに合わせた実験ロボットとして活用できるであろう。たとえば白線検知をしながら走行し、ステレオ視で障害物が近くなると、回避経路を走行し障害物を避けて走る自律移動ロボットを作ることができる。図7は障害物を検知したときのカメラ画像とステレオ視結果画像である。左右のカメラ画像からステレオ視で障害物を近くに認識していることがわかる。この後、バックして距離をとった後に回避経路を走行し、障害物を避けて走る。詳細は弊社Webサイトにて公開しているので、興味のある方はぜひご覧いただきたい。

3.2. 自動車と人のインタラクションの研究

現在では、車間距離が詰まるとスピードを落とすとともにドライバーに注意を促すシステムが実用化されているが、このように自動車自身が自動的に安全を確保する機能の需要はますます高まると思われる。ただし、このよ

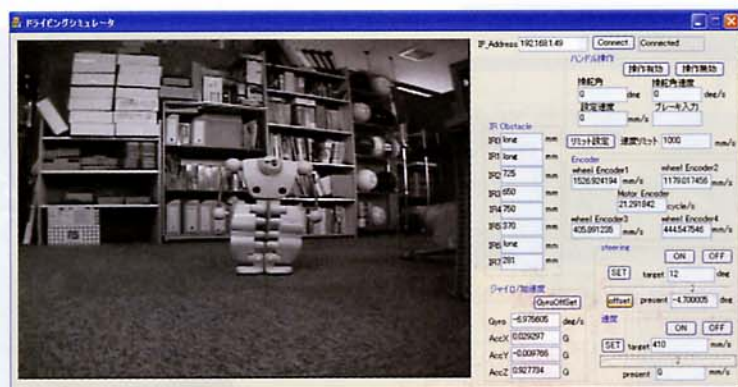


図8 ドライブシミュレータ

うな機能は人間の操作と相反する場面も考えられ、その認知・判断の手法の確立には慎重さが求められる。

さて、RoboCarにはWi-Fiを通してPCと通信する機能がついており、これを利用すればPCにハンドル型のコントローラを接続し、カメラ画像を見ながら運転することでドライビングシミュレータが構築できる。図8はそのドライビングシミュレータのキャプチャである。RoboCarにあらかじめ危険回避のプログラムをセンサの情報に反応して実行するようにしておけば、このシミュレータを通して、人の運転と自動運転の混在するシステムでの安全性・利便性を検証することができる。実車を用いるよりもはるかに安全で簡易である。実車での検証の前段階の検証として活用できる。

3.3. 実際の使用例

RoboCarは、自動車をはじめとする各種移動体の自動運転(自律走行)、衝突回避(障害物回避)、経路制御といった研究の対象として、また、それらの研究開発における事前検証用として、表1に挙げたように実際に企業や学校で使われている。

4 今後の課題と展望

当面は自律走行等のカーロボティクスや先進安全自動車(Advanced Safety Vehicle)、環境対策技術などの研究用途を中心に開発環境 SDK(Software Development Kit)の充実を図っていく。衝突回避など制御アルゴリズムの検証やグループ走行など上位情報系アプリケーションの開発では問題がないが、動的な安定性など実車のスケールダウンのモデルとして使う場合、実車のパラメータとの相違がみられるので、どの程度補正を行うか、またどのレベルまでのシミュレータとして利用できるか、課題はある。

今後の発展としては、研究用途以外に、カーエレクトロニクス、自律移動などのロボット工学教育の普及ため

表1 研究用途でのRoboCarの活用例

- ・自律搬送の研究用(自動車メーカ)
- ・隊列走行の研究用(自動車メーカ)
- ・自動運転・自動駐車の研究用(自動車メーカ)
- ・自律ロボットの研究用(電機メーカ)
- ・電気自動車の開発における事前検証用(電機メーカ)
- ・自動車の衝突回避、経路制御の事前検証用(大学)
- ・自動車の隊列走行、群制御・協調制御の事前検証用(大学)

に、学校や企業向けにカリキュラム開発を進めていく。さらにより実社会に近い環境でテストができるようにマイクロEVを自律走行が可能にする。ある程度の広さのテストコースが必要になるが、よりリアルな実験でロボティクスの普及が進むものと考えられる。

5 おわりに

本製品はリアルタイム画像処理システムをはじめとして、車の知能を研究・開発するために作られたモデルカーである。自動運転システムや、アクティブセーフティ技術などの開発ツールをお探しの場合はぜひとも検討していただきたい。このロボットが「車の知能」の開発の一助になることを期待している。

フェース

「知能を持った自動車」というと、昔アメリカのドラマで登場した「ナイト2000」をすぐに思い浮かべるのは私だけではないと思います。その実現はまだまだ遠い未来の話ですが、車が道案内をしてくれて、車間距離のキープをサポートしたり、歩行者を認識できるようにまじりました。着実にその足音は近づいてきていると思います。未来の自動車の姿が楽しみであるとともに、自分もささやかながら貢献できればと願っています。(篠原)



谷口 恒



篠原 隆