

視覚系を搭載した自律移動ロボットの製作

Development of an Autonomous Mobile Robot with a Vision System

曹 梅芬¹⁾

Meifen Cao¹⁾

Abstract: The annual number of traffic accidents have continued decreasing in the last few years. In contrast, the number of traffic accidents caused by senior drivers continues to grow. Recently, there has been a blossoming of research on Advanced Safety Vehicle (ASV) technologies all over the world to solve this problem. In order to perform laboratory experiments in small spaces and low cost, an autonomous mobile robot with environmental sensing technology will be used instead of an automobile in our research. This paper reports how to build an autonomous mobile robot platform which has a satisfactory cost-effectiveness performance.

Keywords: Autonomous mobile robot platform, environmental sensing, robot vision, Advanced Safety Vehicle.

1 はじめに

交通事故の発生件数は年々下降してきているが、その一方で高齢者ドライバーの引き起こす事故は増加傾向にある(図1参照)。大都市圏の公共交通が便利なところは良いが、地方では交通の便が悪く、病院への通院や日常の買い物のため車が必需品となっているため認知症ドライバーが増加傾向にあると言われている。この問題の解決には、一刻も早く自動運転可能な自動車の開発が必要である。インフラの支援を受ければ自動走行が容易になるが、設備に莫大な費用が生じ、現実的ではない。そのため、自動車単体で自律走行可能なシステムの開発が求められている。

これらの研究開発は、実験を小スペース、低コストで行うことが望ましい。本研究では、自律移動ロボットを用いて、外界センシングなど自律化に向けた研究を実施するため、低価格・高性能の自律移動ロボットプラットフォームを製作し、高性能視覚系の搭載を行った。

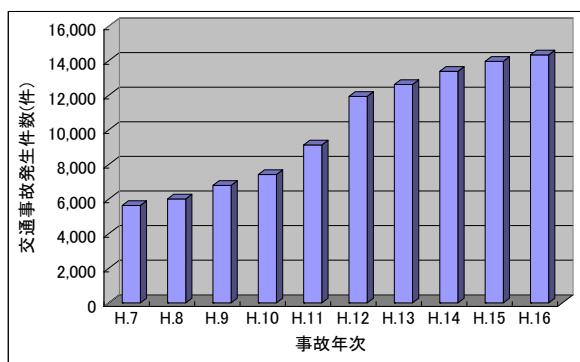


図1: 高齢者の関与する交通事故年次推移(警視庁統計)⁽¹⁾

2 市販の移動ロボットプラットフォーム

前述の通り、自律型安全走行の研究を行うためには、移動ロボットプラットフォームが欠かせない。本研究を開始するに当たり現有市販品を調査した結果、数種の移動ロボットプラットフォームが見つかった。その代表的なものとして以下の2種類が挙げられる。

- 走行ロボット開発支援プラットフォーム BlackShip(R)⁽²⁾
ロボットプラットフォームの外観を図2に、基本仕様を表1に示す。このロボットプラットフォームの基本構成(ハードウェア本体、バッテリー、サンプル・ソフトウェア)の販売価格は100万円(税抜)である。
- 中型実験用知的ロボットプラットフォーム LABO-3⁽³⁾
ロボットプラットフォームの外観を図3に、基本仕様を表2に示す。このロボットプラットフォームの基本構成(ハードウェア本体、バッテリー、サンプル・ソフトウェア)の販売価格は200万円(税抜)である。



図2: 走行ロボット開発支援プラットフォーム BlackShip(R)⁽²⁾

¹⁾東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科

表 1: BlackShip の基本仕様⁽²⁾

サイズ	全長 640mm× 全幅 460mm× 高さ 310mm(タイヤ直径:310mm)
駆動モータ	DC24V 90W ×2 (Maxon Motor 社製)
バッテリー	24V 8Ah (鉛蓄電池)
標準制御インタフェース	シリアル接続 (RS-232C)

表 2: LABO-3 の基本仕様⁽³⁾

サイズ	全長 460mm× 全幅 340mm× 高さ 230mm
駆動モータ	DC 90W ×2
バッテリー	24V 17Ah 密閉型充電電池
入出力端子	汎用通信用シリアルポート (2), デジタル入力 (14), デジタル出力 (8) 端子



図 3: 中型実験用知的ロボットプラットフォーム LABO-3⁽³⁾

以上の 2 例とも、非常に高価であり。また、PCI バス等を利用した制御機器に対する拡張性が乏しい他、高性能拡張ボード (例えば、画像処理ボード) の実装が不可能である。

3 低価格・高性能移動ロボットプラットフォームの製作

前章で述べた事前調査を受け、ロボットプラットフォームを自作することに至った。

3.1 ロボットの製作時に考慮した事項

以下に、ロボットプラットフォームの開発において、考慮した事項を示す。

- 安価・コンパクト
- 開発・メンテナンスが容易
- センサや機構が変更・拡張可能
- 用途に応じてシステム構成が柔軟に変更可能
- ソフトウェアの開発環境が整備されている

3.2 ロボットシャーシの設計・製作

ロボットのシャーシは、今後複数台同じものを製作した場合の作業工程を考慮し、株式会社ミスミ⁽⁴⁾で販売されているアルミプレートやスチーフレームユニットの一部を利用し製作した。また、搭載予定のもの (例えば、バッテリー、モータ機構、制御装置、拡張ボックスなど) の大きさや実験の利

便性などを考慮し、シャーシを 2 段構造に決定した。簡易設計図を図 4 及び図 5 に示す。

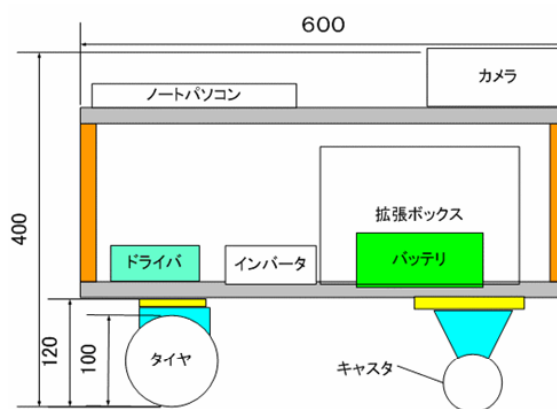


図 4: ロボット簡易設計図 (側面)

3.3 駆動部機構

駆動部機構 (モータ・ギア) は日本サーボ株式会社⁽⁵⁾のブラシレス DC モータ (40W×2)・速度制御ドライバ及び 1:25 のギアヘッドを採用した。その理由を以下に示す。

- ブラシレス DC モータ&速度制御ドライバがセットとなっており、開発時間が短縮可能
- 小型、軽量、高性能、高効率、低価格
- DC24V で駆動可能なものの中で出力が最大のもは 40W であり、60W のモータを使用する場合にはバッテリーを 48V にしなくてはならないので、ロボットの重量やサイズを考慮したうえ 40W のモータを採用

また、ロボットの移動方式は 2 輪独立駆動方式とする。

3.4 コントローラ及び OS の選択

コントローラは画像処理やロボットの制御を行なうための装置で、開発コスト・時間の短縮や機能性、共通性などの観点から、小型で軽量かつバッテリー内蔵の汎用ノートパソコンを採用した。また、ノートパソコンは実験以外の研究活動にも利用可能との利点がある。OS は馴染みやすく、多くのデバ

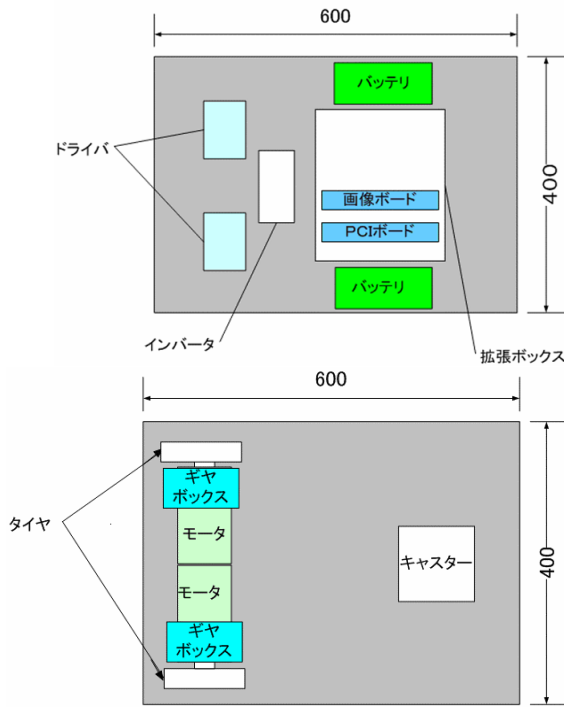


図 5: ロボット簡易設計図 (1 段目の上面図と下面図:上が上面図, 下が下面図)

イスをサポートしている WINDOWS XP を採用した。制御ソフトの開発は高度な機能を備えた開発ツールである Visual C 及び C++ を用いた。

3.5 I/O インターフェース

株式会社インタフェース⁽⁶⁾の 32 ビット CardBus-PCI バスブリッジ付, ショートサイズ PCI ボード対応, 4 スロット拡張ユニットを用いることにより, デスクトップ型 PC でしか利用できなかった高機能拡張ボードの実装が可能となる。また, ノートパソコンとモータドライバの間の信号変換には同社の 12 ビット, 高速・高精度の AD/DA 複合型 PCI ボードを採用した。

4 視覚系の搭載

ロボットを完全自律移動させるためには, 外界状況を認識しながら走行制御をしなければならない。このためには, 外界認識手段 (中でも特に視覚機能) が重要である。今回製作したロボットプラットフォームでは, 搭載する視覚センサとして, 秋月電子通商⁽⁷⁾が販売しているワイドダイナミックレンジ CCD カメラを, 画像の入力・処理には日立情報制御ソリューションズの画像処理ボード IP7000BD⁽⁸⁾を採用した。採用したカメラは, ワイドダイナミックレンジ (280:1) で, ダイナミックレンジ (明暗の差) が大きな場所でも, 暗いところは明るく, 明るいところは暗くし, 鮮明かつ自然な映像を映し出す機能がある。また, IP7000BD を選定した理由として,

- CPU(SH-4, 166MHz) 以外に専用画像処理プロセッサ Super Vchip(166MHz) 搭載

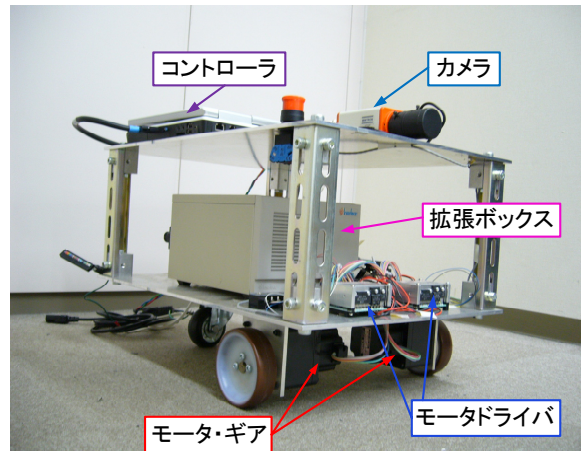


図 7: ロボットの外観図

- 画像メモリ: モノクロ (512×512×8×120 面), またはモノクロ高精細 (1024×1024×8×30 面)
- NTSC モノクロ/カラー, モノクロ高精細兼用標準 2ch 同時入力 (2ch, オプション: 最大 4ch)
- 画像間マトリックス演算, Min/Max, 平滑化/エッジ強調, 正規化相関, 色抽出, 8 段 2 値, 画像演算・2 値・ヒストグラムパイプライン, 画像処理コマンド約 260 種類
- 多彩なカメラレポーター, 高精細, 倍速, 外部トリガなど便利なカメラ接続機能満載
- OS は Windows NT/2000/XP と Linux をサポート

が挙げられる。

5 製作した自律移動ロボット

製作したロボットの基本仕様を表 3 に示す。製作したロボットのシステム構成を図 6 に示す。製作したロボットの外観図を図 7 に示す。

移動ロボットプラットフォームの製作には, すべて入手が容易な汎用品を使用し, 製作費用は約 22 万円であった。(シャーシ, モータ・ドライバ・ギア, 拡張ボックス, PCI(AD/DA) ボード, バッテリを含む)。

6 おわりに

本稿では, 安価で高性能の自律移動ロボットプラットフォームの製作及び視覚系の搭載について報告した。ロボットプラットフォームの自作により研究費が節約できた他, 学生がロボットの設計・製作から駆動プログラムの開発まで参加することで, 実際に目で見て動作を確認でき, 学生も興味を持って研究に取り組むことができた。さらに, 次の段階で外界センシングにより車線維持・追従や先方車両検出などを行うことで, 様々なセンサ情報に基づき, ものを動作させるという一連の作業を学ぶことができるため, この点においても学生への教育効果があるものとする。

表 3: 製作したロボットの基本仕様

外形寸法	長さ 600mm 幅 400mm 高さ 400mm	
バッテリー	12V7.2AH×2 小型シール鉛蓄電池	
駆動系	駆動輪直径	100mm 2 輪独立駆動
	駆動モータ・ドライバ	DC24V 40W ×2 (日本サーボ社製, FHD6P40PE-D3)
	ギアヘッド	減速比 1:25(日本サーボ社製, 8F25EBN)
視覚系	カメラ	ワイドダイナミックレンジ 280:1(明暗)CCD 40 万画素 可変焦点 f2.7~12.5mm/F1.4 自動アイリス (DC) レンズ
	画像入力・処理ボード	日立 IP7000BD
インターフェース	拡張ボックス (PCI スロット ×4, 32bit CardBus-PCIバスブリッジ付, インタフェース社製, CBI-PCU04DJ)	
I/O ポート	DA/AD ボード (アナログ入力 8, 出力 4, 汎用デジタル入出力各 2, 分解能 12 ビット, インタフェース社製, PCI-3522A)	
制御系	コントローラ	汎用ノートパソコン
	OS	WINDOWS, Linux
	言語	Visual C, C++ 2005

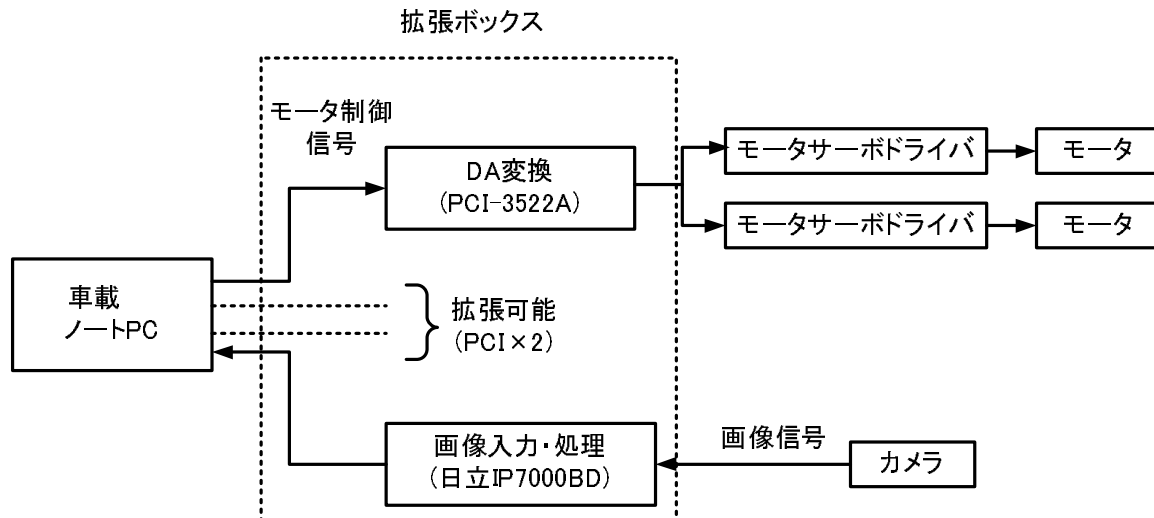


図 6: ロボットのシステム構成

参考文献

- | | |
|---|---|
| <p>(1) 警視庁ホームページ: “高齢者の死亡事故について”,
http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotu/kourei/kourei_jiko.htm</p> <p>(2) セントラル技研工業株式会社: http://www.cenken.co.jp/product/blackship.html</p> <p>(3) 株式会社 AAI ジャパン: http://www.aai.jp/products/labo3.html</p> | <p>(4) 株式会社ミスミ: http://www.misumi.co.jp/</p> <p>(5) 日本サーボ株式会社: http://www.japanservo.jp/</p> <p>(6) 株式会社インタフェース: http://www.interface.co.jp/</p> <p>(7) 秋月電子通商: http://akizukidenshi.com/</p> <p>(8) 株式会社日立情報制御ソリューションズ:
http://www.hitachi-ics.co.jp/product/seihin/ganin/7000/7000.html</p> |
|---|---|