

## 車載ロボットの試作

Trial production of automotive robot

伊藤 宏平, 藤田 隆二郎, 市原 直彦  
Kohei Ito, Ryujiro Fujita, Naohiko Ichihara

柴崎 裕昭, 佐藤 伸之, 安達 友洋  
Hiroaki Shibasaki, Nobuyuki Satou, Tomohiro Adachi

**要旨** 新しいコンセプトを持つ車載機器を検討し、ドライブを共感するパートナー車載ロボットを提案した。「ドライバーと心がつながる」、「運転を優しく見守る(優しい運転)」、「ドライブと一緒に楽しむ」という三つのキーワードを柱として試作を行った。試作品を社外展示会に出展し、来場者アンケートを行った結果、車載ロボットのコンセプトが多くの来場者に理解されたことを確認した。

**Summary** This paper introduces an automotive robot called “driving partner”, which tries to show empathy with drivers to support them. As part of our ongoing examination of automotive products with new concepts, a trial product of this type was designed with three main keywords; “Robot and driver’s hearts are linked”, “Watching over the driver gently (driving gently)”, and “Enjoying the journey with the driver”. This automotive robot was presented at some public exhibitions, and the results of the questionnaire distributed there showed that many people understood about the concept of automotive robot very well.

**キーワード** : 車載ロボット, 運転支援, 車内エンターテインメント, 車両挙動解析, 画像処理

### 1. まえがき

近年、車両数が増加すると共に多くの車載機器の開発が進められており、多種多様な進化を続けている。画像処理などの高度な処理を応用したドライブレコーダーやナイトビューなどの運転支援システムが開発される一方で、ポータブルプレイヤーとのリンク機能やリアモニターなど多数の車内エンターテインメント機器の開発も進んでいる。今回我々は、運転支援とエンターテインメントのためのシステムを兼ね備えた車載ロボットのコンセプト提案と試作を行った。

### 2. 車載ロボット試作の始まり

カーナビゲーションの新しい機能・価値を検討する社内横断的な検討会において、ロボットをイメージしたシステムの発想が生まれた。その後、上記検討会において車載ロボットを検討するためのプロジェクト

が発足した。

プロジェクトでは機能や目的、デザインなどのアイデア創出を行った。その結果、車載ロボットはディスプレイ上でのバーチャルではなく実際にそこにある「モノ」であること、ドライバーの視野に入るダッシュボード上への設置などの基本的な考え方について確認をした。パイオニアデザイン(株)にてデザインの検討を行った結果、現在の雛形が完成した。その後試作、検討を重ね現在のコンセプト・デザインに至った。図1にデザインCAD図を示す。

### 3. コンセプト

車載ロボットは「ドライブを共感するパートナー」というコンセプトを基本としている。助手席にいるパートナーと一緒にドライブすることをイメージし、ドライブをより楽しく、安全なものに向かわせようと



図1 デザイン CAD

するシステムである。ロボットは大きく次の三つのキーワードで表現される機能を持つ。

- (1) ドライバーと心がつながる。
- (2) 運転を優しく見守る (優しい運転)。
- (3) ドライブを一緒に楽しむ。

それぞれのキーワードが持つ機能について以下に詳細を述べる。

### 3.1 ドライバーと心がつながる

車載ロボットは映像、音声、光や駆動部の動きを媒体とし、画像処理や音声認識を応用することで、外部情報とリンクした高度なコミュニケーションを行う。このコミュニケーションによってドライバーはロボットに愛着を持ち、ドライブ中の情報を共有することができる。

例えば、自動車に乗り込んだドライバーの顔を見つけて挨拶をすることや、ドライバーがロボットに声をかけると反応をすることなどが可能となっている (図2 参照)。

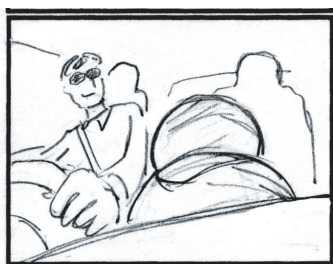


図2 コミュニケーション機能

さらに、これらの機能を表示ではなくドライバーが手を伸ばせば触れるような「実体」で行うこととし、且つコンセプトを体現した親しみやすいデザインとすることでより効果を高めることを目指した。

### 3.2 運転を優しく見守る (優しい運転)

現在多くの運転支援システムが提案・開発されている。大きな分類として、ハンドル操作を自動で行う駐車支援システムやプリクラッシュセーフティーシステムなど、自動的に車両を制御し直接的に危険を回避するシステムがある。また、歩行者検知システムや車線逸脱警告システムなど、車両周辺状況を監視することで警告を行い事故を防止するシステムや、運転状態の監視を行うことで事故を予防するドライブレコーダーなどのシステムもある。

今回提案する運転支援機能はドライバーの感情を優しい方向に変えることで安全運転を促すシステムであり、運転状態・状況に対するドライバーの認識を促すことで危険運転を予防することを目指す。

ここで、予防という観点から似た性質を持つドライブレコーダーについて言及する。ドライブレコーダーは事故の瞬間の映像を保存することや、ドライバーの運転を評価することで危険の予防や燃費向上に効果をあげている。主にトラックやタクシーなどの業務評価に使用されることで効果を発揮している。しかし、これらの商品は一般車両で使用するにはいくつかの問題点がある。今回の試作では以下の三つの問題点について検討を行った。

始めに、通常のドライブレコーダーではカメラシステムに監視されている感覚があるために一般ドライバーに受け入れられにくいという問題がある。そこで、車載ロボットでは前述の「ドライバーと心がつながる」機能によりドライバーが愛着を持つことでカメラシステムである印象を弱め、監視されている感覚を和らげることを意図した。

次に、車体の揺れや速度を感知した際に警報や赤い光で警告を行うと、ドライバーに心理的なストレスを与えてしまう問題がある。そこで、ロボットがドライバーとのコミュニケーションの中で運転状態の報告を行うことで、ドライバーに与える心理的なストレスを軽減することを可能とした。

また、一般ドライバーは業務評価などの拘束条件がないため、運転状態の危険度を知らせるだけでは運転が改善するか不明である。これは、感知された運転状態を警報でドライバーに警告するのではなく、ロボッ

トが同乗者の感覚として運転状態を表現することでドライバーの運転を優しいものへと促すことで解決する。例えば、車両の揺れが少ない場合、つまり運転が丁寧であると判断した場合には安心した様子を表現する。また、車体の揺れが大きい場合、つまり運転が荒いと判断した場合にはロボットはびっくりした様子を表現する。さらに荒い運転が続く場合にはロボットは恐がるような様子を表現する。これによりドライバーは通常よりも優しい運転を心がけることができる。赤ちゃんやペットが同乗している時に通常よりもドライバーの運転が優しくなることをイメージしている。

ただし、上記のような解決方法はドライバーがロボットに愛着を持っているという前提条件が必要となる。そこで、ドライバーがロボットに愛着を持ちやすいような要素を取り入れた。ロボットのデザインは丸みを帯びた形(たまご形)にして柔らかい印象をもつ容姿とし、コミュニケーション機能を持たせることで感情移入しやすくした。

さらに、信号機の色の変化を見る機能を搭載した。ドライバーと一緒に信号を見て色の変化に反応することで運転状況をドライバーと共有し、停止中に信号が青に変わった時にドライバーがそのことを把握できていない場合には報告をする。このようにドライブをサポートする機能であるとともに、次項に説明するドライブを共感する機能の一つとして考えている。

### 3.3 ドライブを一緒に楽しむ

ドライブ中にロボットが風景や車内の盛り上がりに対してドライバーと共感をすることで、ドライブをより楽しくすることができる機能を想定している。

まず、ドライブ中の車外風景への反応と提示を行うシステムの説明をする。ロボットが風景に興味を持つことで、ロボットによる能動的なドライバーへの情報提示を可能としている。従来ドライバー1人では気が付かなかったことに対してもロボットが興味を持ち何らかのアクションをすることで、ドライバーはロボットの見たものを認識することができる。ある時は、ドライバーはロボットに共感することができ(ドライバーが対象風景に興味を持てた)、共感できない場合でもロボットに好みの傾向があることを認識することで愛着を持つことができる。あるいはドライバーが興味を持っているような景色の場合に、例えば海を見て感動するロボットや、紅葉をみて喜ぶロボットと一緒にいてくれることでドライブがより楽しいものになると考えられる。

次に、ドライブ中の車内の盛り上がりに対応するシステムの説明をする。ドライブ中の車内の音声をマイクによって取得する。取得された音声を解析し、車内が盛り上がっていると判定した時には、カメラで自動撮影をすることで家族や友達とドライブを楽しんだ時の写真を残しておくことができる。興味を持った風景やドライブの様子は内蔵されているメモリに保存する。また、盛り上がりに応じて踊るようなアクションや音楽に乗っているようなアクションをさせることで車内をさらに盛り上げる効果が期待できる。ただし、ダッシュボード上に配置された機器が踊りなどの動作をすることに対する安全面での確認はしていないため、今後検討が必要となる事項である。

なお、これらのことは、ただドライブを楽しいものにするだけでなく、前述した「ドライバーと心がつながる」ことにつながっていく効果を期待している。つまり、ドライブの共感を通じて、よりドライバーの愛着が深まり前述した「ドライバーと心がつながる」効果を高めることで、結果として「運転を優しく見守る」効果をより高めドライバーの「優しい運転」を誘導していく、というループによる相乗効果を意図している。

## 4. 試作

上記の機能を達成するため、ロボットは以下の構成で試作を行った。基板設計やLEDの選定など電気関係に関してはパイオニア(株)の技術開発本部で行い、メカ機構の設計や部品の作製は東北パイオニア(株)で行った。

制御回路内蔵による機構部品のコンパクト化、車載メカに要求される高信頼性設計を行った。また、大量生産を視野に入れて、組み立て性の考慮と、大量調達が可能部品設計を行っており、主に、電気亜鉛メッキ鋼板を使ったプレス加工部品、ステンレス切削シャフト、ポリアセタール樹脂を使った成形部品を使用している。主要デバイスと用途・役割を表1に示す。また、メカ機構を図3に示す。

## 5. 画像処理技術

車両周辺情報を取得する方法のひとつとしてカメラ画像処理を行う。今回の試作ではカメラで撮影した映像をEthernet経由でPCに送信し、PCで画像処理を行った。画像処理として以下の3機能を実現した。

### (1) 動体検出・顔認識：

乗車を検出し、顔を認識する。

- (2) 信号検出：  
信号の色，変化をお知らせする。
- (3) 風景解析<sup>(1),(2)</sup>：  
車外風景へ興味をもって写真を自動撮影する。

## 6. 評価

コンセプトの検証と試作機の評価という二点から車載ロボットの評価を行う。コンセプトの検証の方法は，アンケートによるユーザー評価と，実際にロボットを車に搭載してドライバーに与える影響を調査する走行実験とする。走行実験は今後の予定とし，CEATEC JAPAN 2006で行ったユーザー評価の内容・結果を次に述べる。

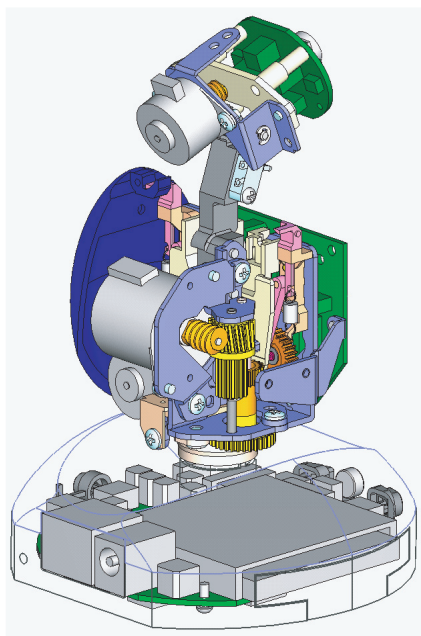


図3 メカ機構

また，試作機の評価については，画像処理の精度，実用時におけるメカの信頼性などの評価を行う予定としている。

### 6.1 社外発表

2006年10月に幕張メッセ行われたCEATEC JAPAN 2006にて車載ロボットを出展し，ロボットとのドライブを体験できるデモンストレーションを行った。

車のダッシュボードを模したハンドル付きの台と車用の座席，プラズマディスプレイを設置し，プラズマディスプレイに予め撮影しておいた車両前方の映像を映した。映像に合わせて車載ロボットを動かすことで，ドライバーとロボットと一緒にドライブをする様子を表現した。

具体的なデモンストレーションの内容を以下に述べる。ドライバーが車に乗り込むとドライバーの顔を認識して挨拶をして出発する。次に，高速道路での走行映像に切り替わり，ハンドルの動きからドライバーの運転状態を感知し感情で表現する。また，風景に興味を持って写真を撮影し，赤信号で止まった時に信号を検出して青信号に変わったらお知らせをする。最後に目的地に到着するとロボットがお辞儀をする(図4)。

### 6.2 ユーザー調査

また，出展期間中に来場者を対象としたアンケートを実施した。アンケートは説明員が対面形式で行い，体験デモンストレーションの体験者を主な対象とした。今回提案するコンセプトについて，優しい運転というキーワードについて，車載ロボットと一緒にドライブに行きたいか，という点に関してアンケートを行った。「可愛いと穏やかに反省してもらえるのではないか」「同乗者の有無で運転が変わるので効果はあ

表1 主要部品と機能

デバイス	用途・役割
カメラ (SXGA)	顔認識, 信号検出, 風景解析
CFカード	外部メモリ
ネットワークカメラ LSI	Ethernet 経由でデータを送信, メモリーにデータ保存
加速度センサ (3 軸)	車両挙動解析
フルカラー LED (3 個)	感情表現
ステッピングモーター 3 個	感情表現, カメラ方向制御
マイコン	モーター, LED 制御
スピーカー, マイク	音声インタフェース



図4 CEATEC 展示

ると思う」といった肯定的な意見を得ることができた。一方で、「ロボットの動きにつられてよそみをしてしまうのではないか」「機械なので優しくならないのではないか」という意見もあったが、全体として好意的な意見が多かった。集計した結果、肯定的な意見が多数を占め、車載ロボットのコンセプトが多くの方に理解され、コンセプトが受け入れられる可能性が高いことを確認した。

## 7. まとめ

新しい車載機器としてドライブを共感するというコンセプトを持つ車載ロボットを提案した。コンセプトのための三つのキーワードを掲げ、「ドライバーと心がつながる」、「運転を優しく見守る(優しい運転)」、「ドライブを一緒に楽しむ」というそれぞれのキーワードが持つ機能について述べた。上記の機能を実現するために画像処理技術の研究開発を行い、同時にシステムの試作を行った。社外展示会にて展示を行い、来場者の声を収集した。アンケートの結果、車載ロボットのコンセプトは多くの来場者に理解された。

今後は、ユーザビリティの向上や、ドライバーとのコミュニケーションの高度化、実使用上における課題の抽出などを行い、さらに研究を進めていく。

## 8. 謝辞

今回の試作にあたり協力をいただいた、パイオニアデザイン(株)の関係各位に感謝します。

## 参考文献

- (1) 藤田隆二郎: “車載カメラ映像による風景特徴解析技術,” FIT2005, 一般講演論文集, p137-138, 2005

- (2) Ryujiro Fujita: “A Roadscape Analysis System of Vehicle Mounted Camera-image,” ICCE2006, p425-426, January 2006

## 筆者紹介

伊藤 宏平 (いとう こうへい)

技術開発本部 モーバイルシステム開発センター 車載システム開発部。画像処理技術の開発に従事。

藤田 隆二郎 (ふじた りゅうじろう)

技術開発本部 モーバイルシステム開発センター 車載システム開発部。画像処理技術の開発に従事。

市原 直彦 (いちはら なおひこ)

技術開発本部 モーバイルシステム開発センター 車載システム開発部。デジタル映像信号処理技術, RF 回路技術開発を経て東京デジタルホン(現ソフトバンクモバイル(株))に出向, 携帯電話ネットワークサービスの開発を担当。出向解除後, エージェント応用技術開発, 車載画像処理技術開発に従事。

柴崎 裕昭 (しばさき ひろあき)

モーバイルエンタテインメントビジネスグループ事業企画部ナビゲーション企画部。カー AV 商品, ITS 関連商品, カーナビゲーション商品の企画に従事。

佐藤 伸之 (さとう のぶゆき)

東北パイオニア(株) メカトロ事業部技術部技術。カー用カセットメカニズムの設計, カー CD 用メカニズムの設計に従事。

安達 友洋 (あだち ともひろ)

東北パイオニア(株) メカトロ事業部技術部。カー CD 用メカニズムの設計に従事。