

車載カメラ応用技術

～画像認識カーナビゲーションと車載ロボット～

In-Vehicle camera application Image Recognition Car Navigation System & In-Vehicle Partner robot.

市原 直彦, 井上 博人, 藤田 隆二郎,
Naohiko Ichihara, Hiroto Inoue, Ryujiro Fujita,

伊藤 宏平, 安土 光男
Kohei Ito, Mitsuo Yasushi

要 旨 多くのカメラが車に取り付けられるようになってきた。ただし、これらは死角補助の役割で使われており、センサとしての使い方は未だ少ない。我々はドライブの「安全」「利便性」「楽しさ」を車載カメラ画像を用いて実現するアプリケーションを CEATEC2007 で提案した。その結果多くの肯定的なご意見をいただくことができた。

Summary Many cars now have on-board cameras, and many kinds of driver support systems that use image recognition are being developed. We developed a car navigation system with image recognition that enhances drivers' safety, convenience, and entertainment.

キーワード : カメラ, ナビゲーション, 風景解析, 信号検出, 画像処理, ロボット

1. はじめに

車庫入れや縦列駐車するとき、「死角がなければぶつけることもなかったのに」。そう思ったことのある人は少なくないだろう。ドライバーの目の代わりとなって死角を表示するカメラの存在は、特別なものではなくなった。

さらに、「ハンドルをどのように動かせばぶつけないで済むか分かればもっといいのに」、「自動でやってくれればさらにいいのに」そんな贅沢な要求も実現されてきている。

安全安心の面で車載カメラは重要なアイテムとなり、多くの方がその有効性を認識してきているだろう。

しかし、我々は車載カメラの活用範囲を安全安心だけでなく、エンターテインメント面や実利面にも広げ、お客様により楽しいカーライフを提案していくことが重要であると考えている。

CEATEC2007 において、これら「安全」、「利便性」、

「楽しさ」を車載カメラの画像を用いて実現するアプリケーションを提案した。図 1 に CEATEC2007 でのパネルを示す。

また、画像処理技術を用いたシステムとして車載ロボットも提案している。このロボットのコンセプトは「ドライブを共感するパートナー」であり、ロボットがいることで「優しい」運転を促すことを目標としている。

ロボットの頭部にはカメラが搭載されており、可動カメラとして新しいアプリケーションを提案している。図 2 に車載ロボットの設置イメージ写真を示す。

2. 車載カメラのアプリケーション⁽¹⁾

2.1 ビューカメラ

2.1.1 概要

車載カメラの画像をドライバーが視認することで、車両後方や死角となる前方・左右方向を確認し、安全性を高めるものである。

市場にあるバックカメラ、フロントカメラ、サイドカメラのほとんどはビューカメラと位置づけられる。これらは、画像処理をせずに（OSD:On Screen Display は表示される場合もある）取り込んだ画像をそのままディスプレイに表示するものが多い。ドライバーはピラーなどで死角となっている車両周辺の領域を確認でき安全を保つことができる。

2.1.2 バックカメラ

2.1.2.1 概要

車両の後部に取り付けられ、バックミラーやサイ



図2 車載ロボットイメージの外観

画像認識カーナビゲーション

Image Recognition Car Navigation System

参考出品
Prototype

**車載カメラを用いた、カーナビゲーションの利便性のさらなる向上と
ドライブの新しい楽しみ方を提案**

特 徴

- カーナビゲーションが持つ地図データや車両情報と、カメラ画像の認識情報を連携したルート案内
- 車内外の環境を認識し、より充実したドライブの実現
- 運転の基本にある安全への対応

今回のデモ内容

- **利便性** → **リアルビューナビ**
リアルタイムに信号や看板を認識してルート案内
- **楽しさ** → **ロードスケープナビ**
道路景観を解析し、単調な風景が続くと新しいルートを提案
- **安 全** → **アラウンドモニターナビ**
周辺車両や自車両の挙動を監視して通知

リアルビューナビ

ロードスケープナビ

アラウンドモニターナビ

図1 CEATEC2007のパネル

ドミラーの死角をなくすために用いられる。車両購入時のオプション品としても一般的になってきており、後付け用の市販品も多くの種類が出回っている。

市販品としては広角レンズを用いたものが発売され、左右の視界も広く取れるようになってきている。また、画像処理により車両上部からの視点に変更し、視認性を高めたものもある。

2.1.2.2 ND-BC20, ND-BC30

前述のようにバックカメラはより多くの視覚情報を得るために、広角レンズを用いている。しかしながら広角レンズを用いると周辺部に歪みが生じ、距離感がつかみにくくなってしまふ。パイオニアでは、広角レンズにより生ずる画像の歪みをソフトウェアで補正し、表示する機能を搭載した「ND-BC20」を2007年春に商品化している。画像の歪みを補正する場合、取り付け位置によって画像の傾きなどを補正する必要があるが、市販製品では取り付け位置はユーザーによって異なる。そのため「ND-BC20」では歪み補正技術だけでなく、取付の際の横ずれ、傾き、回転などを画像処理により修正できる取り付け位置補正機能も持っている。さらに車幅をガイド線として表示したり、車両からの距離目安線も表示できる市販バックカメラである。

また、2008年秋には楽ナビ向けの「ND-BC30」も発売した。これは190°の広角レンズを持つフロントカメラとバックカメラの2台接続可能なカメラシステムで、「ND-BC20」同様の補正機能を有している。図3にND-BC30のハイアングルモード画面を示す。



図3 ND-BC30のハイアングルモード画面

2.1.3 フロントカメラ, サイドカメラ

フロントカメラは車両の先端部（フロントグリル付近）にカメラを取り付け、左右の死角を確認するためのカメラである。プリズムを用いているカメラが多かったが、最近は広角レンズを使用したものも出始めている。

サイドカメラはサイドミラー下部に取り付けるものが多く、左前方や後方の確認に用いられる。

2.2 センサカメラ

2.2.1 概要

ビューカメラはドライバーに視認してもらうことで安全性を高めていた。センサカメラは、画像を解析処理することでそこに写っている物が何か判断し、必要に応じてドライバーに警告を与えたり、情報を提供する。カメラで取り込んだ画像は、見るためだけではなく解析するために使われる。

前述した車庫入れ時の運転を自動化する機能も、映像を解析して進むべき方向を算出している。

歩行者検知システムや後方車両接近検知などはカメラをセンサとして活用している。

2.2.2 遠赤外線カメラ

遠赤外線カメラは物体が発光する遠赤外線を検知するもので、熱源を検知することができる。車両に取り付けられている遠赤外線カメラは300m前方まで検知可能なものもある。これにより、歩行者など遠赤外線を発する生き物を検知することができる。

2.3 ドライブレコーダ

近年、交通事故などの映像を記録するドライブレコーダが製品化されている。これは加速度センサーなどの情報を元に、事故と判断された場合はその前後の映像を保存することができる機器で、航空機で使用されているフライトレコーダに類するものである。画像情報だけではなく、車の挙動などについても記録が可能なものもある。主にタクシーやトラックなどの業務用に開発され、安全運転講習や事故時の交渉の助けとして用いられてきた。最近は一般車両向けの製品も販売されている。

3. CEATEC2007

3.1 概要

CEATEC2007では「画像認識カーナビゲーション」というテーマで技術展示を行った。これはフロントに向けて設置した1台の車載カメラ（取り付け位置はバックミラー付近を想定）を用いて、その画像を処理・解析し、カーナビゲーションと連動させ新しい価値を提案するものである。

従来、車載カメラのアプリケーションとしてはそれ単体でビューカメラとして用いるもの、情報を重畳して表示するもの、センサとして用いオブジェクトを検知・認識するもの、画像を記録するもの、車両と連

動し車両を制御するものなどがあつた。ところが車載カメラとカーナビゲーションと連動させる提案は少なかった。

今回は3つの視点からアプローチした。カメラを使うことでナビゲーションの「利便性」を向上させ、ドライバーの「安全」に配慮し、ドライブをより「楽しく」することである。

3.2 リアルビューナビ⁽²⁾

3.2.1 概要

「次の交差点を左折です。〇〇が目印です」とカーナビゲーションからの案内音声 flowed とき、「〇〇はどこだ?」と探してしまうことがないだろうか。このような状況は、カーナビゲーション上の地図情報に存在する施設が前方車両の死角に入ったり、街路樹が生い茂り実際にはドライバーから見えない場合などに発生する。また、実際は見えているのにドライバーが気が付かない場合もある。

このようとき、実際に見えている情景からランドマークとなる施設を探してカーナビゲーション上で強調表示することで、ドライバーに分かり易く伝えることができる。また、ルートについても実写の道路上に矢印を重ねることも提案している。

このような表示をする場合、HUD(Head Up Display)は非常に効果的なシステムだと考えられる。視点を動かさずに、様々な情報を伝えることができ、航空機分野では既に利用されている。自動車の分野でも利用できると非常に有効だと考えられる。安全性や正確性、法的問題など課題は多いが、今後期待が持てる表示装

置といえる。

3.2.2 看板による誘導

カーナビゲーション側は誘導情報として、右左折する交差点近くの施設を目印として用いている。このとき、

- ・目印となる施設名称
- ・交差点内の目印の場所
- ・誘導地点までの距離

を情報として車載カメラの画像処理部に渡す。

画像処理部はこれらの情報から名称と場所が分かるので、画像内の探索範囲と、探すべき施設の看板の種類を特定することができ、画像処理のスピードを高めることができる。

実写の画像上で目的とする看板の周りを囲んで強調表示し、さらに道路上に誘導の矢印を重ねることで分かり易くしている(図4)。

3.2.3 信号機の検出

カーナビゲーションからは目標とする交差点の信号の有無と、その交差点までの距離が画像処理ブロックに渡される。

画像処理ブロックは、距離情報から画像上のどの位置に信号があるかを判断し、信号機を探索する。探索範囲を狭めることで探索スピードを上げることができる。

3.2.4 走行レーンによる誘導の切り換え

右折したいのに右折レーンが渋滞していてレーン変更できない場合がある。このようときドライバーは右折することをあきらめ、その交差点は直進し、次

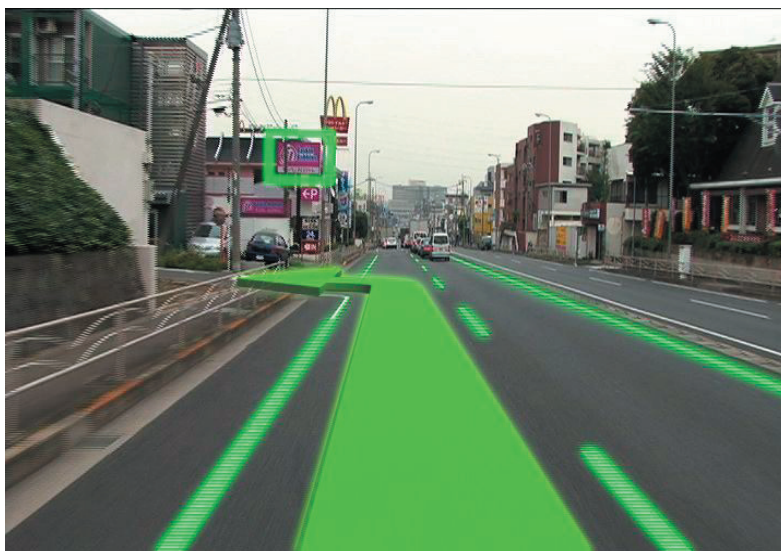


図4 リアルビューナビの表示例1

の交差点で右折をすることで本来の誘導ルートに復帰しようとする。

通常、カーナビゲーションはドライバーが右折をあきらめたことを知ることはできないので、交差点を通り過ぎるまで右折の誘導を出し続ける。そして、交差点を通過後、新たなルート探索を行う。

提案するシステムでは、カーナビゲーションから推奨レーン位置が画像処理部に送られる。画像処理ブロックは白線認識を用いて走行レーンを認識し、そのレーンがカーナビゲーションが推奨するレーンでは無いことを判断することができる。この情報をカーナビゲーション側に送り、右折すべき地点までの距離が一定以下になっても推奨レーンに移動しない場合、「ドライバーは意識的に推奨レーンに移動していない」と判断して、交差点を直進通過した場合の新たなルートを探査する。

したがってあらかじめ新しいルートを探査するため、右折すべき交差点の手前で新しいルートを提案でき、非常に利便性が増すことになる(図5)。

3.3 アラウンドモニターナビ⁽³⁾

3.3.1 概要

カメラ画像から周辺の状況をモニタリングする。前方車両との急接近や、自車両のふらつきなどを検出し、ドライバーに警告音などで安全運転をサポートする。

3.3.2 前方車両の接近

カメラの画像から前方の車両を検出する。前方車両の検出には動きベクトルを用いているため、自車両が停止しているときは検出できない。次に車両と認識

した物体に対して、距離の計算を行う。これはカメラの位置(地上高)があらかじめ分かっていることが前提となる。計算する際の考え方を図6に示す。

このとき、車間距離が一定以下になると警告音とディスプレイ上のアニメーションとでドライバーに知らせる。ドライバーにとって大切なことは、警告音が気が付くことと、警告の内容が即座に分かることである。そのため、あえて実写を表示する必要はなく、簡易化されたイラストで表現した(図7)。

3.3.3 ふらつき警告

道路上の白線を検出し、画面上でこの白線の位置が左右に移動することを検知しふらつきを判断している。自車両が白線に近づいていたり、またいでしまったりするとドライバーに対して警告を発する。

3.4 ロードスケープナビ⁽³⁾

3.4.1 概要

単調な道が続くとドライバーは退屈になってしまい、眠くなってしまうおそれがある。そのため、風景解析により単調な道かどうかを判定し、ルート変更を促すシステムを提案した。

車両前方の画像を解析し、どのような風景かを判定している。判定できる風景は「街並み」「森林」「開けた道」であり、それ以外は「その他」と判定している。

同じ風景が一定時間以上続いた場合、単調な道と判断してルート変更をカーナビゲーション側に促す。

3.4.2 風景解析^{(4),(5),(6)}

画面の上半分を格子状にセル分割し、それぞれのセルにおいて「草木」「空」「人工物」の判定を行う。判定



図5 写真4 リアルビューナビの表示例2

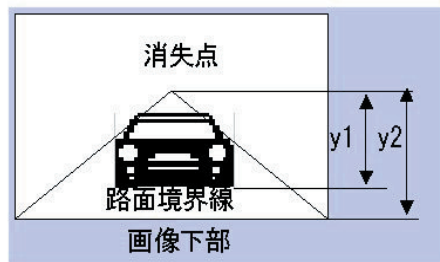
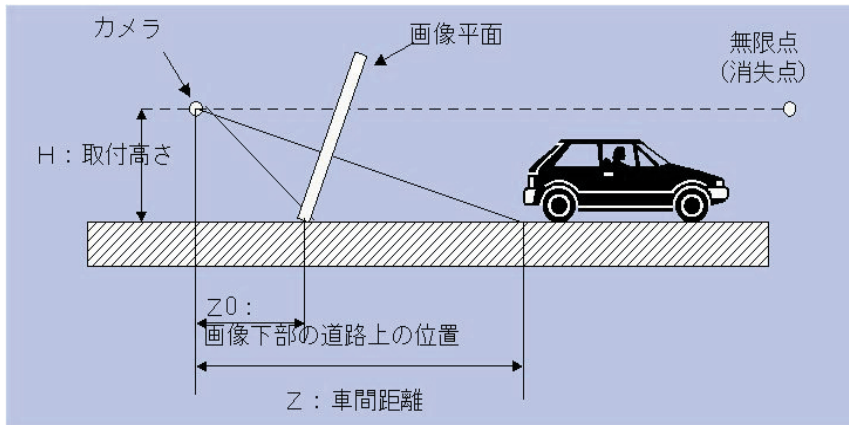


図 6 距離測定概念



図 7 アラウンドモニターナビの表示例

に用いるパラメータは「色」「フラクタル次元」「垂直線分数」などであり、それらの総合的な数値からセルの判定を行っている。風景の解析結果を図 8 に示す。

これら判定されたセルの数を合計し、「街並み」「森林」「開けた道」を判断している。例えば「街並み」は「人工物」が多く「空」が少ない風景と定義しており、仮に「人工物」が多くても「空」が多い場合は「街並み」とは判定していない。

3.4.3 単調度

単調度の演算は非常に簡単である。風景分類の結果から同じような風景が続くと単調度が増加する。単調度がある一定以上の値になると、新たなルートを案内する。

したがって少ない CPU パワーでの演算が可能である。リアルタイム性も求められないため、CPU には余裕ができる (図 9)。



(a) 元画像



(b) 解析結果画像

図8 「森林」と判定されたの風景の解析結果

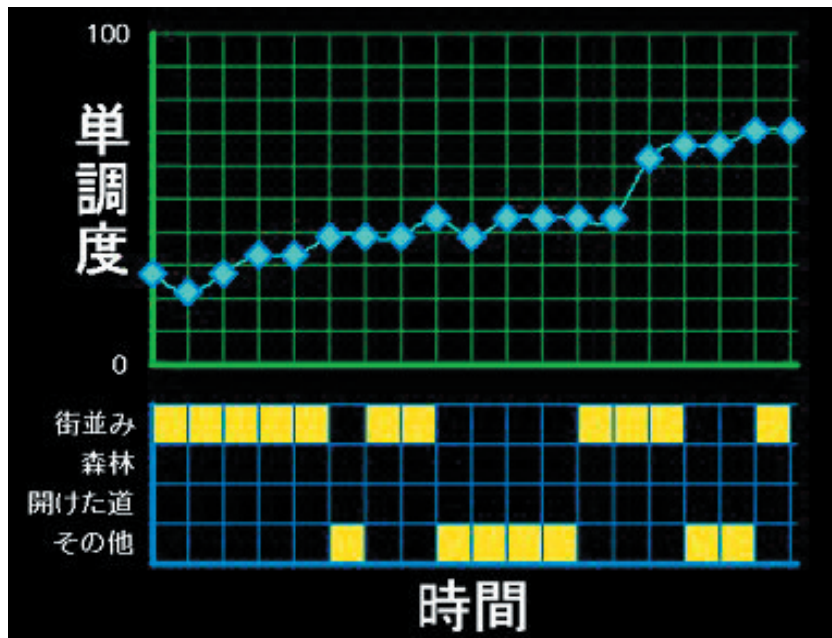


図9 単調度計算の様子

4. 車載ロボット

4.1 概要

車載ロボット⁽³⁾は頭部にカメラを持ち、台座部分に加速度センサーを搭載している。また、メモリカードに画像を保存することができる。目、胸にLEDを持ち、羽根、頭部、胴体の3軸で回転することができる(図10)。

カメラ、マイク、加速度センサーなどから得た情報を元に、画像処理や加速度解析などを行い、LED、音、動きなどで表現をする。



図10 車載ロボット

4.2 コンセプト

車載ロボットは「ドライブを共感できるパートナー」と言うコンセプトを基本としており、以下の三つのキーワードで表現される機能を持つ。

- ・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

4.2.1 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、画像処理を応用することで、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などが可能となっている。

4.2.2 運転を優しく見守る

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る。運転状態・状況をドライバーに認識してもらうことで危険運転を予防することを目指す。

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であったり、怖がる様子を表現する。

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とき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。これらは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。

4.2.3 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。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。

4.3 車載カメラとしてのロボット

従来の車載カメラは固定されるのが前提であった。しかし、車載ロボットの頭部に搭載されているカメラは上下左右に動くことができる。したがって死角をなくすために広角レンズを用いたり、複数のカメラを用

いたりすることなく実現ができる。一つのカメラでドライバーの顔認識や外の風景の写真を撮ることが可能になり、アプリケーションの幅が広がる。

5. おわりに

CEATEC2007 に参考展示した「画像認識カーナビゲーション」は今後のカーナビゲーションの方向性の一つとして提案した。幸いにも多くの来場者の方にご興味を持って頂き、期待を十分感じることが出来た。

車載ロボットは CEATEC2006, 2007, 東京モーターショー 2007 に展示を行い多くの方の目に触れ、さまざまなご意見を頂いた。

車にカメラを付けることが当たり前になりつつある今、車載画像処理の分野は今後ますます技術革新が行われていくと考えられる。ドライバー、同乗者にとって、どのようなアプリケーションが有効か、またドライブを楽しくするためにはどうすればよいかを考えながら研究を進めていく。

参 考 文 献

- (1) 市原他：車載用カメラ応用技術 ―画像認識カーナビゲーションと車載ロボット―，月刊ディスプレイ 2008 年 4 月号，Vol.14, No.4, p30-35
- (2) Kohei Ito, Naohiko Ichihara, Hiroto Inoue, Ryujiro Fujita, Mitsuo Yasushi：“Car Navigation System with Image Recognition”，ICCE2009 8.4-1
- (3) 伊藤，他：「車載ロボットの試作」，PIONEER R&D, Vol.17, No1, 2007
<http://pioneer.jp/crdl/rd/17-1.html#4>
- (4) 藤田：「車載カメラ映像による風景特徴解析技術」PIONEER R&D, Vol.16, No2, 2006
<http://pioneer.jp/crdl/rd/16-2.html#14>
- (5) 藤田：「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
- (6) Ryujiro Fujita：“A Roadscape Analysis System of Vehicle Mounted Camera-image.” ICCE2006, p425-426, January 2006

筆 者 紹 介

市 原 直 彦 (いちはら なおひこ)

技術開発本部 開発センター MS 第一開発部に所属。主な経歴は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，車載ロボット開発に従事

井上 博人 (いのうえ ひろと)

技術開発本部 開発センター MS 第一開発部に所属。
主な経歴は，IMT2000 端末の検討，エージェント応用
技術開発，画像処理技術の開発，車載ロボットの開発に
従事。

藤田 隆二郎 (ふじた りゅうじろう)

所属：技術開発本部 開発センター MS 第一開発部に
所属。主な経歴は，画像処理技術の開発，車載ロボッ
トの開発に従事。

伊藤 宏平 (いとう こうへい)

所属：技術開発本部 開発センター MS 第一開発部に
所属。主な経歴は，画像処理技術の開発，車載ロボッ
トの開発に従事

安土 光男 (やすし みつお)

技術開発本部 開発センター MS 第一開発部に所属。
主な経歴は，リラクセーション機器の開発，生理心理情
報処理，快適空間制御技術の開発を行う。得意分野は，
技術：ナビゲーションのエコ機能開発。特に，環境改善
技術に興味をもつ。