

実写画像を利用したカーナビゲーションシステムの基礎検討

澤野弘明^{†*}, 馬場吉史^{††}, 中村長生^{††}, 岡田 稔[†]

[†] 中部大学工学部情報工学科, ^{††} 中部大学工学部工業物理学科

*E-mail : burai@media.cs.chubu.ac.jp

あらまし: 本論文では実写画像とCGの合成によるカーナビゲーションシステム(以下, カーナビ)の基礎検討を行う。現在のカーナビ表示において, 案内時に実際の景色との対応付けを容易にする為に三次元CG(3D-CG: Three-dimensional Computer Graphics)で表示する方法が一般化している。しかし, 場所によっては3D-CGによる表示画面と実際の景色が, あまりに違うためわかりにくく, 瞬時の目視によって同一の場所を表示していることを認識することは極めて困難である。また, 日常的に視認性の高い表示をするには膨大な量の形状データに基づいて道路や建物などをCGで正確に表示する必要がある。そこで, 本研究では実写画像を利用し, 膨大な量の二次記憶媒体を必要としないシステムの構築を目的として基礎検討を行う。3D-CG画像は車前部のカメラより得た画像からリアルタイム画像処理によって生成する。また, 実写画像と3D-CGの合成画像上で方向指示が可能になれば, 3D-CGのみの従来の方向指示よりわかりやすいと考えられる。

A Fundamental Study on Car-Navigation System Using Real Time Image Processing

Hiroaki SAWANO^{†*}, Yoshifumi BABA^{††}, Osamu NAKAMURA^{††} and Minoru OKADA[†]

[†]Department of Computer Science, College of Engineering, Chubu University

^{††}Department of Engineering Physics, College of Engineering, Chubu University

*E-mail : burai@media.cs.chubu.ac.jp

Abstract: In this paper a fundamental study on a car-navigation system using a synthesizing and rendering method with an image from a camera and a Computer Graphics image. At the former car-navigation display, three-dimensional Computer Graphics (3D-CG) technique has widely been utilized to recognize a displayed image against the actual drivers view. However, these images are sometimes much different and we sometimes confuse if these images correspond to each other. To render a high quality 3D-CG car-navigation image, it is required to render roads, buildings etc. accurately based on a large amount of geometrical data. In this study we propose a rendering method for car-navigation based on an actual image from a front camera, and make a fundamental study of the proposed method. The 3D-CG image is generated with real-time image processing from the camera-view image. Using the car-navigation indication on the mixed image of the 3D-CG and camera-view images, we believe this rendering method is much effective to navigate as compared with the former car-navigation method.

1 はじめに

現在のカーナビゲーションシステム(以下カーナビ)では, 搭載車の出発地, 経由地, 目的地などを様々な表現技法でユーザに提示している。多段階縮

尺の上面図による地図を代表として, 鳥瞰図(Bird View), 走行車運転者視界(Drivers View, 以下ドライバーズビュー)などである。それらの表示方法において, 案内時に地図と実際の景色との対応付



(a) 現在代表的なカーナビ表示 (b) 実際の風景 (5:00 AM) (c) 時間帯の変化 (4:30 PM)

図 1: 大都市都心部におけるカーナビ表示と実風景 (名古屋市, JR 名古屋駅前)

Fig. 1 The car-navigation display and the window scenery in the central of a big city (Nagoya City, In front of JR Nagoya Station).



(a) 現在代表的なカーナビ表示 (b) 実際の風景 (10:00 AM) (c) 時間帯の変化 (4:00 PM)

図 2: 郊外におけるカーナビ表示と実風景

Fig. 2 The car-navigation display and the window scenery in the suburbs.

けをしやすくする為に、道路地図だけでなく、目印となる建物を同時に三次元 CG (3D-CG: Three-dimensional Computer Graphics) 表示する方法が一般化している。しかし実際の景色とのあまりの違いに必ずしも見易く、解り易い表示とは言えない (図 1(a))。

近年、道路交通法の改正によって運転時のカーナビ画面の注視が禁止になった。もともとカーナビ画面を見続けることは難しく、ドライバーが瞬時に認識・理解できるカーナビ表示が必要である。現在、平面的な案内が困難な場所 (ハイウェイのインターチェンジ、ジャンクションなど) での表示の高精度化を目的としたカーナビが必要とされている。さらにそのような特殊な状況のみではなく一般道でも日常的に使用される視認性の高い表示をするには、膨大な量の形状データに基づいて道路や建物などを正確に表示する必要がある。しかし日々変化する全国の景色や道路情報の収集、CG 化作業、それらを記憶する記憶媒体を考えても現在のカーナビでは現

実的ではない。ここ数年、高度交通システム (ITS: Intelligent Transport System) に関する研究も盛んになり、道路及び標識等の抽出研究 [1][2] も行われている。

本研究では車前部に設置したカメラを利用し、走行中にリアルタイムで情報収集し、CG 化などの作業の画像処理を行い、ドライバーズビューとして表示する方式による瞬時の視認性の高いカーナビシステム [3][4][5] について検討する。これは事前の作業が必要なく、膨大な記憶媒体も必要としない正確な 3D-CG 表示を目指すものである。本論文では、本カーナビ表示方式の基本的な考え方を導入するとともに、現時点で考えられる問題点を整理し、今後の実装に向けた検討を行う。

2 現在のカーナビの概要

現在のカーナビに利用されている入力情報は、GPS (Global Positioning System) からの自車位置情報 (緯度, 経度), ジャイロからの方位情報, 速度



(a) ルームミラー裏



(b) フロントグリル

図 3: カメラ位置の例

Fig. 3 Examples of camera position.

情報、そしてカーナビ付属の DVD-ROM 等の地図情報である。これらに基づいて 2D-CG、もしくは 3D-CG で表示されている。先に述べたように表示方法は様々であるが本研究ではドライバーズビューによる 3D-CG 表示方式に着目する。

先に示した現在代表的なカーナビ表示 (図 1(a)) では、詳細な CG データが期待されるはずの大都市都心部においても実写画像 (図 1(b), (c)) とはかなりかけはなれており、瞬時に同一の場面と認識することが極めて困難である。道路端こそ理解しやすいが、その他の建物の情報がかなり少ないことがわかる。郊外における同様の比較を行った例を示す (図 2)。現在、日本で発売されているカーナビのメーカーは約 25 社であるが、この問題はどのメーカーにおいてもほぼ同様である。

3 提案法

既にいくつかの車種では見通しの良くない交差点の左右確認、駐車時の確認、バック時の後方視界確保を目的としたカメラが搭載されている (図 3)。

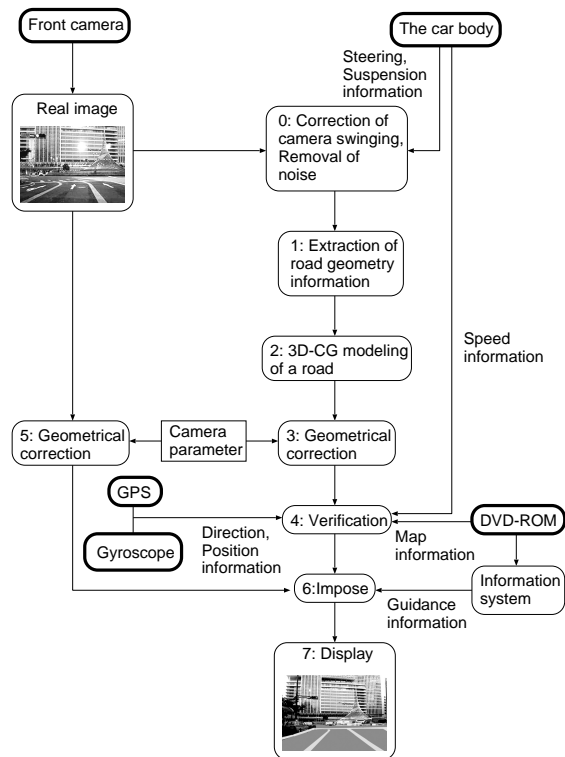


図 4: 実写-CG 画像を利用したカーナビシステムの概要

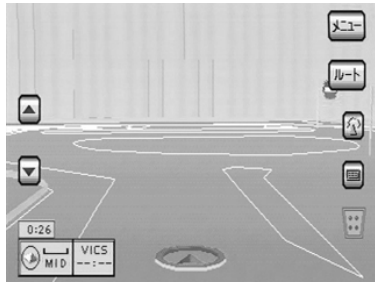
Fig. 4 The outline of a car-navigation system with the proposed method.

いくつかは前方にも搭載されており、本研究ではこれらの利用を前提とする。本研究ではカメラから得た前方画像をリアルタイム画像処理して道路等を CG 化し、元の前方画像に重ねて (superimpose), AR (Augmented Reality) あるいは複合現実 (MR: Mixed Reality) の手法を用いたカーナビの一表示方法を検討する。

3.1 処理手順

提案方式における画像生成のための処理手順を以下に示す (図 4)。

0. 実写画像 (車前部のカメラより撮影したもの) の振れの補正, ノイズ除去等の前処理。
1. 実写画像から道路エッジ, センターラインや横断歩道などの道路幾何情報を抽出。
2. 道路幾何情報を CG 化。
3. 2 の CG 画像をドライバーズビューに幾何補正。



(a) 現在代表的なカーナビ表示



(b) 実際の風景

図 5: カーナビ表示と実風景 (図 1 の再掲)

Fig. 5 The car-navigation display and the window scenery (same as Fig. 1).



(a) 車両を残す



(b) 車両を消去



(c) DVD-ROM 情報と単純合成

図 6: 重ね合わせ方式の例

Fig. 6 Examples of imposing method.

4. 代表的なカーナビ案内情報に加え、道路エッジ情報と照合.
5. 実写画像をドライバズビューに幾何補正.
6. 3D-CG 画像を実写画像にインポーズ.
7. 表示.

処理手順の番号と図 4 中の番号は対応している.

3.2 システムの利点

本システムの利点を以下に示す.

- ドライバズビューとの適合性
- 案内情報, 指示の正確な表示
- 実写画像と CG, 両方の使用

本システムは実写画像を基本とし, ドライバが必要とする情報のみを提供するのでフル CG より感覚的に違和感が少なく, 視認性の高い表示が可能である. 一方, 3D-CG 画像を用いず, 実写画像のみによる場合では実写画像が持つ冗長情報の多さのため

に視認性は低下すると考えられる. また, リアルタイムでデータ収集するため, 事前に膨大なデータが必要としない. 計算機内部に道路情報があるため, 正確な案内表示が可能である.

3.3 表示シミュレーション

現在のカーナビ表示では, DVD-ROM データのみの表示である (図 5(a)). 本カーナビ表示は実写画像において, 前方走行車, 駐車車両など道路エッジ以外の必要のない情報までも抽出すると考えられる. しかしドライバにとって感覚的に違和感のない表示はドライバ自身にしかわからない. 道路情報以外の情報をどれだけ必要とするかシミュレーションする (図 6(a), (b)). また, 実写画像と DVD-ROM 上の地図情報を単純合成したのもも図 6(c) に示す.

3.4 システムの問題点と対策

一般に車載システムではコストの制約が厳しい. そこで安価なカメラの使用による低解像度 CCD カメラ画像の入力を前提とする必要がある. 例えば最近の携帯電話で使用されている CCD カメラは 31

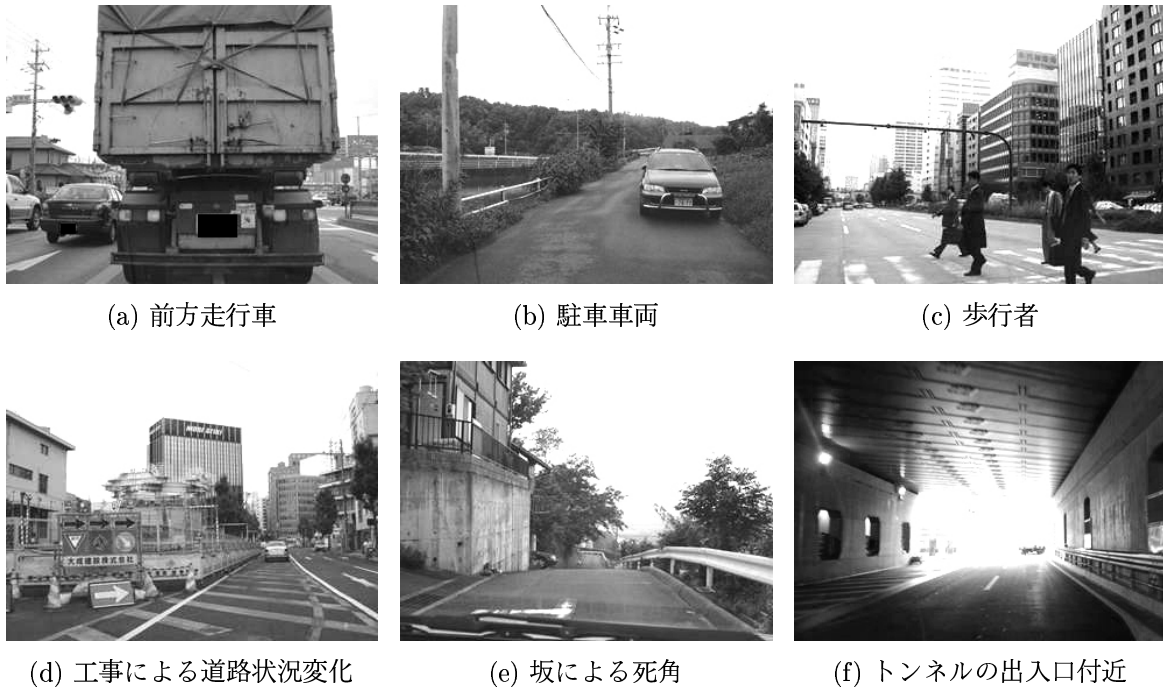


図 7: 状況変化による道路隠ぺい

Fig. 7 Occlusion of road by change of a situation and environment.

万 (640×480) 画素程度である。また、リアルタイムで情報を収集する際に様々な問題点が予想される。問題点とその対策を以下に示す。

- 環境による画像処理精度が問題である。夜間はヘッドライトや街灯などの明りを頼りにできる限りエッジ抽出する。また、赤外線カメラの利用も検討する。雨、曇りなどの悪天候による影響のエッジ抽出も同様に考える。
- 前方走行車 (図 7(a)), 駐車車両 (図 7(b)), さらに通行者 (図 7(c)) などによる抽出エッジの隠ぺいが考えられる。可能な限り車両などに隠ぺいされていない部分のエッジ抽出を行う。
- 新設道路や工事などによる道路状況の変化 (図 7(d))。道路白線の変更や工事のため片側車線通行の場合などではエッジ抽出が困難である。多種情報の集約については次章で述べる。
- 上り坂, 下り坂やカーブにおけるカメラの死角の考慮 (図 7(e))。死角ではエッジ抽出はほぼ不可能である。
- 振動による撮影画像の振れの考慮。サスペンション情報, ステアリング情報により, ある程

度補正は可能である。

- トンネルの出入口付近の光の急激な変化 (図 7(f))。撮影画像が光によりドライバにとって視認性の低い道路表示をする可能性がある。夜間と同様の処理を考える。
- レンズによって生じる影響の考慮。車外にカメラを配置し, レンズが雨水等で汚れた場合は専用ワイパを検討している。また, レンズに傷が生じた場合, 過去の情報を利用する。

実写画像でエッジ抽出が困難である場合は, 可能な限り抽出し, DVD-ROM データで補う。

3.5 多種情報の集約

本システムでは可能な限り正確なドライバーズビューを表示することを目的として, 多くの入力情報の情報集約を行うことを考えている。現在のカーナビにおける基本的な入力情報を以下に示す。

- GPS からの位置情報
- ジャイロからの方位情報
- 速度情報

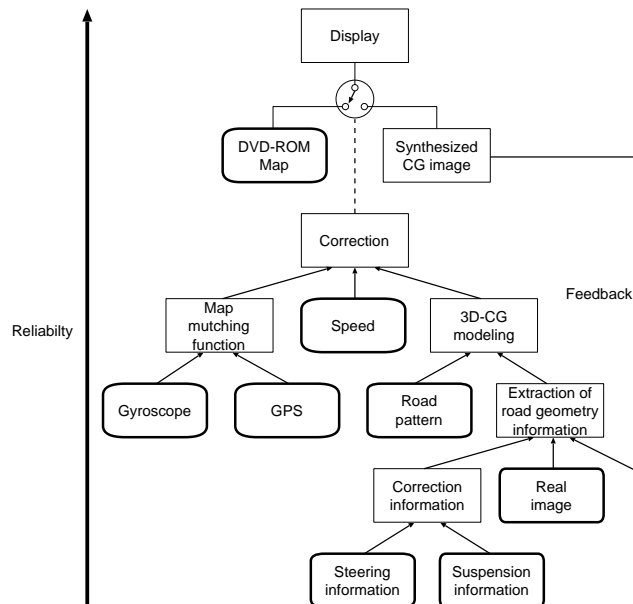


図 8: 多種情報の集約

Fig. 8 Integration of various information.

- DVD-ROM 等の地図情報

本システムは上記の入力情報に加え、以下の入力情報を使用することを検討する (図 8)。

- 実写画像
- 計算機内の道路情報
- ステアリング情報
- サスペンションの振動情報

本システムにおいて、リアルタイムで得た入力情報と DVD-ROM データ等を照合する際に情報が食い違う可能性がある。例として、先に述べた新設道路や工事によって DVD-ROM データに誤りが生じると考えられる。このようなことから様々な状況に応じて個々の信頼度によって優先順位を細かく変化させなければならない。現時点ではシミュレーション段階であるため、従来を入力情報を最優先とする。今後、優先順位を細かく場合分けする必要がある、これらの照合も本研究の中心課題のひとつとなる。

4 最後に

実写画像とそのリアルタイム画像処理による CG 合成を利用したカーナビの基礎検討をした。その結果、本プロジェクトの重要な今後の指針が得られた。

特に本方式の利用時の問題点、実装時に予想される問題点を整理した。今後、本カーナビゲーションシステムの各部の詳細検討とシステムの実装を行う予定である。

謝辞 日頃討論戴く (株) デンソー基礎研究所: 片山理, 上杉浩両氏に感謝する。

参考文献

- [1] 内村圭一, 木村英雄, 脇山慎也: “道路情景カラー画像における円形道路標識の抽出および認識”, 信学論 (A), Vol. J81-A, No. 4, pp. 546-553 (1998-4)
- [2] 胡振程, 内村圭一: “一般道路状況を考慮した道路平面線形モデルの構築”, 信学論 (A), Vol. J81-A, No. 4, pp. 590-598 (1998-4)
- [3] 橋本健二, 岡田稔: “実写画像を利用したカーナビ表示方式の基礎検討”, 第 64 回情報処理学会全国大会, No. 4F-01 (2002-3)
- [4] 橋本健二, 岡田稔: “実写画像を利用したカーナビ表示方式の基礎検討”, 平 13 東海連大, No. 752, p. 376 (2001-11)
- [5] 片山理, 上杉浩, 岡田稔: “案内画像生成装置, 案内画像表示装置, ナビゲーション装置, 及びプログラム”, 特願 2001-315571 (2001-10)