

道路案内標識評価システムの開発^{注1}

The development of an evaluation system in road sign

石渡 章浩^{注2}, 飯島 護久^{注3}, 赤羽 弘和^{注4}, 桑原 雅夫^{注5}

Akihiro ISHIWATA, Morihisa IIJIMA, Hirokazu AKAHANE, Masao KUWAHARA

1. はじめに

本研究の目的は、運転者による道路案内標識の評価を、室内において実施することが可能なシミュレーションシステムの開発にある。本システムの特長は、1)安全に実験でき且つ再現性がある、2)標識のデザインと位置は任意に設置できる、3)客観指標による評価ができる、4)運転者の運転操作に伴う心理的負荷を再現できる、等である。

今年度は、室内実験画面の高画質化を主要課題とし、実走行実験と既存のシステム及び画像合成の簡素化や新たな客観指標を用いた評価を行った。

2. システムの機器構成

図-1に、本システムの機器構成を示す。

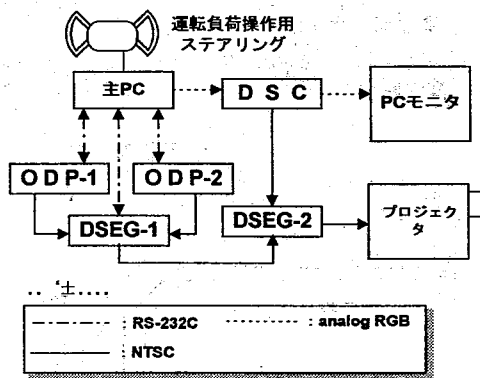


図-1 システムの機器構成

(1) システムの機能と構成

主パーソナルコンピュータ(PC)は、RS-232C

回線を通じて2台のオプティカルビデオディスプレイプレーヤー(ODP)及びデジタル特殊効果装置(DSEG)、実走行時の安全確認や運転操作などの負荷・負担要因を再現させた運転負荷システムを制御する。DSEG-1で、ラインAとラインBにODP1の追越車線映像、ODP2の走行車線映像両者をつづつ取り込んで、ラインAとラインBをワイブ合成させることにより、車線変更と分岐部における経路選択を模擬する。また、主PCで任意の左走右行画面の位置に対応した、並行車線画面のフレームNo.を予め作成した対照テーブルから割り出し、割り込み検索命令を送信することで車線間同期を実現する。これにより、並行車線の走行状況をビデオ録画する際に生じる走行速度差が補正される。

DSEG-2は運転負荷画と走行画面とを合成する際に使用する。また、デジタルスキャンコンバータ(DSC)によって、PCのアナログRGB信号を、通常のビデオ信号(NTSC信号)に変換し、運転負荷と走行画面の合成を可能にしている。

(2) 運転負荷システム

実走行時には、安全確認、ハンドル操作、ペダル・シフト操作、振動、騒音などが運転者に負荷される。本システムを使用して案内標識の評価をする時に、これらに変わる運転負荷をシステム上で与え、画面下方の枠中に直線区間では微妙なステアリング操作の動き、カーブ区間では遠心力的作用により左右にランダム移動する輝点を、マウス操作によってそれが枠端に到達しないよう、被験者に操作させるものである。

(3) 車線間同期

このシステムは2車線区間を走行する時に、同

注1 キーワード:交通情報, 経路選択, 意識調査分析

注2 学生会員 学士 千葉工業大学

注3 学生会員 学士 千葉工業大学

注4 正会員 工博 千葉工業大学

注5 正会員 工博 PhD 東京大学生産研究所

地点を並行する2車線の内のどちらかを選択して走行することができ、車線変更の操作を行うと反対側の車線の画像を出力することができる。この車線画面を録画する際、走行車線を撮影した車の速度と追越車線を撮影した車の速度には違いがあり、その差は距離が長くなるにつれて累積され、ODPを同時再生しただけでは時間の変化とともに位置的なずれを生じることになる。そこで、それぞれの車線を記録したODPの映像をデジタルSEGで合成させ、約10秒(約300フレーム)ごとに位置合わせの作業を行い、それぞれのフレームNO.を記録し、それをデータとしてまとめた「ODPフレームNO.対照テーブル(同期用)」を基に、二つの車線映像が同じ位置で対応するよう、PCによって片方のODPのフレームNO.を読み、もう片方のODPの走行画面が並行するようなフレームNO.を割り出し、さらに割り込み検索することで2車線間を同期させた。

3. 本年度の主な改良点

本年度の研究において、その内容・評価方法などは基本的に昨年度と同様である。本年度改良した点は、以下の通りである。

(1) 走行画面録画・編集の改良

室内実験の実験画面の改良のため走行画面の録画をデジタルビデオカメラ(DV)で行った。また、標識合成用画面の作成のダビングの際にもDVを用い、画質の劣化を最小限に抑えた。

(2) CG道路案内標識表示の改良

本システムでは、ビデオ録画面の解像度を補うためにCGで合成した標識を拡大表示している。CG標識の合成方法・表示方法を以下のように改良した。

第一に、室内実験に使用する走行画面を大容量ハードディスクに取り込み、走行画面とCG標識とをデジタルビデオ編集ソフト(Adobe Premiere4.0J)を使用し、クロマキー合成した。その結果、DVによる走行画面の画質向上に加え、CG標識のデジタル処理により、以前に比べその解像度に大幅な向上が見られた。

第二に、CG標識の拡大率を、本年度改良した合成方法(Adobe Premiere4.0Jによるクロマキー合成)によって、走行画面上の実際の標識にCG標

識を覆うように表示させ、その表示状況(時間変化に伴う位置的・サイズの変化)に対応させることにより、昨年よりもより滑らかで、鮮明な画面表示が可能となった。

ただし、ディスプレイ(NTSC出力)の解像度の問題から、CG標識は実走行画面上のそれよりも大きく表示させなくてはならないのは従来通りであり、実走行画面上のそれに対して見え始めを5倍、見え終わりを7倍と規定した。これは最も視認性の悪い標識を基準とし、それが視認可能である必要最小限度のサイズとして5倍を、また表示時間中に経路選択における必要な情報を得ることが可能であり、かつ自然な拡大変化率と思われる程度の最終的なサイズとして7倍を、それぞれ経験的に規定したものである。

CG標識は走行画面上の案内標識の、見始めから見終わりまでの全表示時間に対応している。そのため実走行に近い標識の視認状況が可能となった。

(3) 運転負荷機能の改良

従来のシステムにおいては、運転負荷用のステアリングと車線変更用のジョイスティックの各操作を、専用のPCで制御していた。今回はそれらの操作を全てステアリング操作で一括して行い、かつ主PCにより制御できるようにし、システムの大幅な簡素化を図った。

4. 室内実験

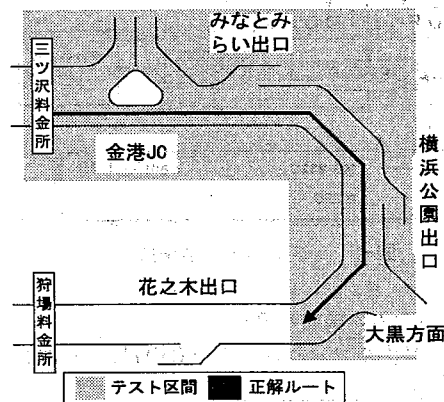


図-2 実験区間ルート

図-2に実験区間のルートを示す。

実験区間は、首都高速三ツ沢料金所付近から石川町 JCT までの区間に設定した。被験者には、実験区間の地図、出発地および目的地を示した。実験中、被験者には各標識表示地点において、経路選択に関する不安度を 3 段階(不安無し・やや不安・不安)で評価させた。実験後に、不安・やや不安と回答した標識に関して、その不安内容に関するアンケートを実施した。

今回の実験では、被験者は実験区間の土地勘がない者とし、20 歳代の男性 20 人、負荷強度は負荷(有・無)の 2 段階とし、その内半数の被験者 10 人に実験走行中に副次課題を行わせ、その成績により注意リソースの配分量を推定した。また以上の実験中に被験者全員の心電を測定し、心拍数変動と標識通過時の不安・注意・認識等との関連を調べた。途中で経路を誤選択した被験者は対象外としている。図-3 に、室内実験画面の例を示す。



図-3 室内実験画面例

5. 実走行実験

室内実験の再現性を比較・評価するために、実走行実験を実施した。被験者の属性、アンケートおよび副次課題等は、室内実験と同様に行った。表-1・表-2 に、室内実験と実走行実験の被験者の構成を属性別に示す。

表-1 運転頻度別被験者の構成

	ほぼ毎日	週に数回	月に数回	年に数回	計
室外実験	2	3	4	8	17
室内実験	2	6	7	0	15

表-2 運転距離別被験者の構成

	5000Km未満	5000~30000Km	30000Km以上	計
室外実験	9	5	3	17
室内実験	5	5	5	15

表 1・2 とともに単位は(人)

6. 室内実験の評価・解析

(1) 属性の影響評価

室内実験における被験者の属性(運転頻度[4段階]、運転距離[3段階])が、不安度に影響を与えたか否かを不安度の等平均の仮説検定より解析した。今回、上記の検定方法において棄却率を 5% と定めた。

(2) 実走行結果との比較

(a) 属性別の地点別不安度の比較

表-3 に、運転距離・頻度に基づいて被験者を初心者、中級者、熟練者に分類し、同一属性間で室内・室外実験における不安度の等平均検定した結果を示す。表-3 より、両者は概ね一致していることがわかる。

表-3 不安度の等平均検定の信頼係数

	横公出口	石川 150	石川 JCT
初心者	1.00	0.71	0.08
中級者	0.93	0.76	0.55
熟練者	1.00	0.41	0.33

(b) 実走行結果との比較

図-4 に示すように、実走行と負荷強度別(室内実験)に分類した各被験者の不安度を等平均検定した結果は、負荷の有・無に関わらず実走行実験と室内実験とでは値が異なるという結果であった。よって、運転負荷システムに何らかの改善が必要である。

	横浜公園出口	石川150	石川JCT
実走行と負荷無	0.07	0.13	0.09
実走行と負荷有	0.02	0.05	0.04

図-4 実走行と室内実験における負荷強度別の等平均結果

図-5 に室内、室外実験の各標識における不安度の平均を示す。比較した結果、グラフから実走行実験と室内実験で、各標識における不安度の平均値が近似していることが分かる。

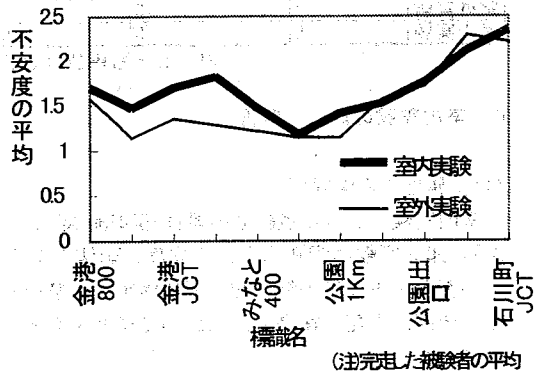


図-5 各標識における不安度の平均値

7. まとめと今後の課題

(1) 評価方法の課題

室内・室外実験の同属性間での不安度の検定では、ほとんどの地点において平均値が等しいとの結果を得たが、評価解析の結果から、運転負荷の無いケースが実走行における運転者の不安度の再現性が最も高いことが分かった。このことから、負荷強度の強弱が実走行における負荷・負担状態を十分に代替しているとは言えず、今後更なる改善が必要である。

(2) ハードウェアの課題

図-6 に実験画面の編集機材の構成及びプロジェクタへの出力方法を示す。デジタルビデオ機器を用いたマスター画像の高画質化、編集作業の効率化による編集時の画像劣化の低減、CG 画像を高解像度で取り扱うことが可能なハードウェア環境整備による走行画面及び CG 画像の改善等が挙げられる。高解像度化によって、CG 標識の拡大率を低減でき、標識の視認性が向上される。以下にその具体案を述べる。

DV 映像を PC に取り込む際、従来のビデオキャプチャボードではその過程でアナログからデジタルへの変換 (AD 変換) が生じてしまう。そこで、DV で録画、編集した走行画面をインターフェースボード (IEEE-1394) で、直接 PC のハードディスクに取り込む事で、ビデオボードを介して PC に取り込んでいた際に生じる、AD 変換を省くこと

ができる。

追越・走行両画面 (HDD 内に取り込んだ映像)、CG 案内標識の AVI ファイルを PC のハードディスク内に保存しておき、2 系統のデジタルデータを同時に映像にする事のできるビデオコーデックを選び、Adobe Premiere 4.0J 上でリアルタイムで画面の合成、編集作業が行えるようになる。また、PC 上で制御、再生を行う事が可能になるため、CG 案内標識と走行車線の合成画面を、ODP に納める時に生じる DA 変換、2 章で述べた追越・走行両画面を、DSEG-1 上でワイプ合成する際に生じる DA 変換をなくす事ができる。

つまり、このインターフェースボード (IEEE-1394) により ODP で抑えられていた合成画面の解像度の改善、無駄な AD-DA 変換による画質の劣化をなくす事で、最終的な画質の向上を図る。

また、作成した実験画面を出力する際、PC とプロジェクタの間にスキャンコンバーター (SC) を挿入して、プロジェクタ上でのインターレース表示をメインインターレース表示にし、フリッカー (画面のちらつき) を減少させる。

この他にも、CG 標識を視認点から表示させるか否か、またその場合の表示時間・表示倍率等を如何にするかの検討、CG 画像生成速度の向上等が必要である。またシステム面では、より簡易なシステムの作成を目指していく。

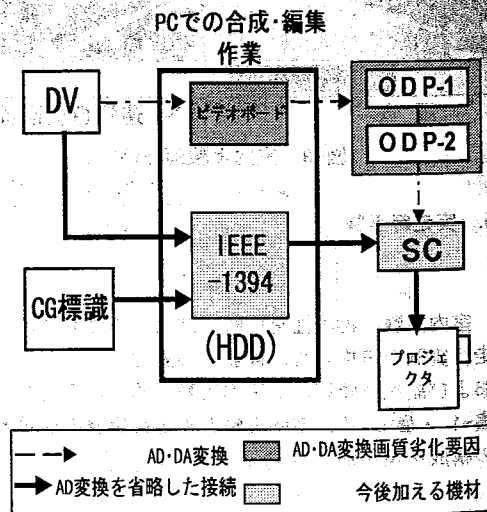


図-6 編集機材の構成及びプロジェクタへの出力