

道路案内標識評価システムの開発^{※1}

A development of an evaluation system for road signs

石渡 章浩^{※2}, 鈴木 悟^{※3}, 赤羽 弘和^{※4}, 桑原 雅夫^{※5}

Akihiro ISHIWATA, Satoru SUZUKI, 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などである。

今回は昨年度の発表以降の、室内実験画面の高画質化及びシステムの簡素化と客観評価指標の改善に伴う実走行予備実験について報告する。

2. システムの機器構成

(1) システムの機能と構成^{a)}

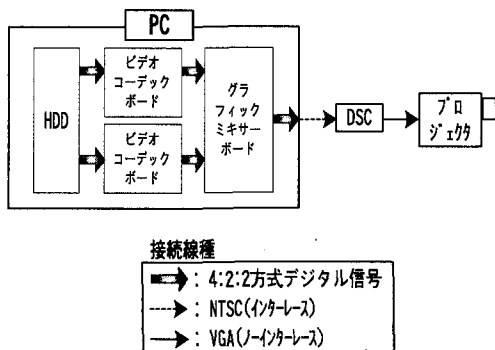


図-1 システムの機器構成

図-1に、本システムの機器構成を示す。

PCは、HDDに記録されている走行・追い越し両車線(2系統)の映像をビデオコーデックボードで再生し、グラフィックミキサーボードでワイプ合成し、車線変更、経路選択を模擬する。

(2) 主な改良点^{a)}

以下に、今年度の主な改良点を示す。

(a) 走行画面取り込み方法の改良

走行画面の録画には昨年度同様デジタルビデオ(DV)カメラを用いたが、PCのHDDに取り込む際には、シリアルデジタルインターフェイスを介し、DVプレーヤーからデジタルデータのまま取り込む方法を用いた。これにより、画質劣化の原因であるA/D、D/A変換を3回から1回に減らした。

(b) PCからの再生及び合成方法の改良

図-1に示すように、走行画面の再生に2つのODPを用いる方法を廃止し、PC内のビデオコーデックボードで再生を行うよう改良した。また、走行・追い越し両車線の画面及び運転負荷画面の合成に2つの画面合成器を用いる方法を廃止し、PC内のグラフィックミキサーボードで2系統の映像のデジタル合成を行えるように改良した。

以上の改良によってシステムが簡素化された。またこれらの改良でも画質劣化の原因であるA/D、D/A変換が5回から3回に減り画質の劣化が抑えられる。

(c) 出力方法の改良

図-1に示すように、PCから出力されるインターレース方式のNTSC信号を、デジタルスキャンコンバータ(DSC)で、ノーインターレース方式のVGA信号に変換し、実験画面のちらつき(フリッカー)を減少させることにより、画質の向上を図った。

※1 キーワード: 交通情報, 経路選択, 意識調査分析

※2 学生会員 学士 千葉工業大学

※3 学生会員 学士 千葉工業大学

※4 正会員 工博 千葉工業大学

〒275 千葉県習志野市津田沼2-17-1, Tel0474-78-0444, Fax78-0474

※5 正会員 工博 PhD 東京大学生産研究所

〒106 東京都港区六本木7-22-1, Tel103-3402-6231, Fax3401-6286

(3) 運転負荷システム

実走行時には、情報処理作業や外乱が運転者に負荷される。本システムに、これらに変わる運転負荷を与える。なお、この機能は平成8年度迄の成果と同様である。図-2に室内実験画面を示す。



図-2 室内実験画面

(4) 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る。なお、この機能は平成8年度迄の成果と同様である。

4. 評価指標

(1) 副次課題成績指標

(a) 評価指標の概説¹⁾

ISO 10075 は、人間が精神作業を行うときの精神的作業負荷を「外部から人間に対して精神的影響を与えるもので、評価可能なすべてのもの」と定義している²⁾。また、精神的作業負担とは、「精神的作業負荷の個人への急性影響」である。なお、精神的という言葉は人間の認知、情報処理、感情の働き全てを含むものとしている。

上記の定義においては、原因側を精神的作業負荷、結果側を精神的作業負担とよび、両者が各々の定義の中にそれぞれ結果および原因として含まれており、循環的定義になっている。メンタルワークロード(作業要求)とは、このような原因-結果の関係の中でとらえられる概念であり、主に大脳皮質系における情報処理量を指し課題遂行に費や

される注意リソースの指標である。

注意リソースとは、作業要求(運転タスク・情報機器の使用に伴うタスク)を遂行するために費やされる情報処理能力のことである。

本年度は実験の際に使用する機材を若干変更し、このメンタルワークロードおよびリソースの相对比较に基づいて被験者の標識に対する情報認知、判断作業の評価を行った。

(b) 副次課題成績^{3,4)}

副次課題法は、走行実験中の副次課題の成績によって、注意リソースの配分量を知ろうという手法である。主課題(運転作業及びそれに伴う情報認知作業)と副次課題とが同一のリソースを使用しているときには、副次課題の処理成績が主課題に必要なリソース量と負の関係になる事を利用して、スペアキャパシティ(リソースの余裕量)を測定する方法である。また、主作業の成果に影響を及ぼさないような副次作業を選択することも制約となる。

今年度は、音声をアナログではなくデジタルデータとして処理することにより、評価指標の精度向上を図った。本研究における副次課題法では、副課題として「3秒に1度の一定間隔で発せられる1桁の数字に対して、奇数、偶数の判別をする」という作業を用いた。その数字が奇数の場合に「はい」と返事ができた場合は、質問から回答するまでに要した反応時間を副次課題成績(反応遅れ時間)とした。標識に注意が払われているときには、返事のタイミングが遅くなるはずである。また、3秒以内に返事ができなかった場合、または偶数に対して返事をしてしまった場合は課題に対する誤反応としている。

(2) 心拍数変動指標^{a,3,4)}

客観評価指標として心電波形から得られる心拍数変動を用いることにした。心電波形は、心臓の異常検知だけでなく、精神医学や、スポーツ医学、あるいは人間工学の分野でも重要視されている。

数ある指標の中で、最も基本的で、かつ多くの情報を知ることができる指標に R-R 間隔(R-R interval)がある。これは R 波が現れてから次の R 波が現れるまでの間隔をデータとして用いるもので、高松⁴⁾の研究では、この R-R 間隔の低周波成分に着目し解析を行っている。今年度は「精神的

努力をしているとき、心拍数変動パワースペクトルの 0.1Hz 周辺成分が、平常時と比べて著しく減少する」という研究例に着目し、指標の精度向上を目指した。

本研究ではFFTを用いたスペクトル解析を行い、標識読解によるメンタルワークロードの大きさをも評価した。

(3) 実走行予備実験^{a)}

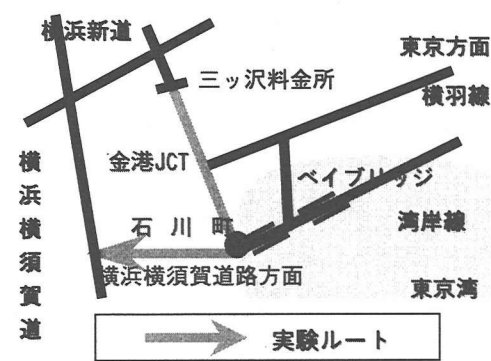


図-3 実験区間ルート

副次課題と心拍数変動指標の評価手法の改善による信頼性、精度向上をみるため、図-3 に示す区間で実走行予備実験を行った。

被験者には、実験区間の地図及び出発地と目的地等を示し、実験区間を実際に走行してもらった。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・不安小・不安大)評価させ、実験後に、不安のあった標識に関して、その不安内容に関するアンケートを実施した。尚今回の予備実験では、被験者は20歳代の男性2人で、被験者には実験走行中に副次課題を実施した。

5. 評価解析^{a)}

実走行予備実験結果に基づく評価解析を以下に示す。

(1) 被験者の不安度の平均

図-4に各標識設置点における被験者の不安度の平均を示す。公園出口や石川町JCT周辺で値が高いのは、標識が密接し、トンネル内という道路状況が被験者の不安を増していると考えられる。

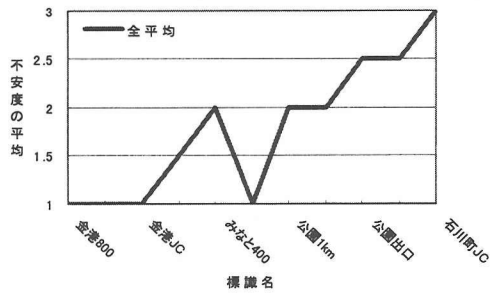


図-4 各標識設置点における被験者の不安度の平均

(2) 反応遅れポイント率

ある一定時間(基準値)以上反応が遅れたサンプルのみに着目し、それを評価の対象とした。この基準値を超えたときに反応遅れポイントを加算し、すべての回答に対する遅れポイントの割合を反応遅れポイント率とした。なお、誤反応もこの中に含めた。

(a) 不安度内観報告値と副次課題成績との関係

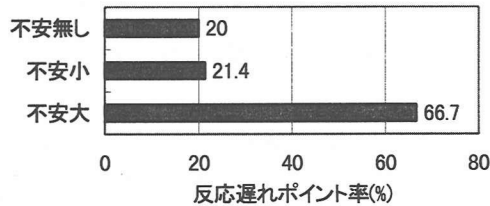


図-5 不安度内観報告別反応遅れポイント率

図-5に不安度内観報告値と反応遅れポイント率との関係を示す。誤反応があったため、不安大の時の反応遅れポイント率が他の不安度のものと比較して著しく大きくなっており、標識の判断作業に不安を感じていると副次課題成績は低下するということが確認できる。

(b) 標識表示と副次課題成績との関係

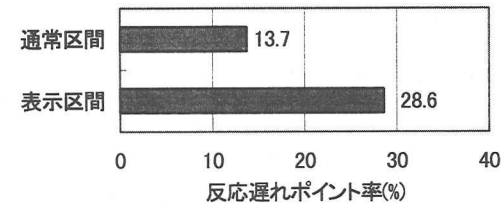


図-6 標識表示と通常区間の反応遅れポイント率

図-6 に標識表示区間と通常区間の反応遅れポイント率の比較を示す。図に示すように、標識の判断作業を行っている時は、副次課題成績に影響が出る事が確認できる。

(3) 心拍数変動

実験で得たデータ(心電図波形)をもとに FFT を用いたスペクトル解析を行い、0.1Hz 周辺成分を抽出し、低周波成分の減少率と標識判断時に生じる心理的緊張度の影響を以下に示す。

(a) 不安度内観報告値と心拍数変動との関係

図-7 に不安度内観報告値と電圧振幅平均値との関係を示す。図に示すように、不安度小のとき最大となっているが、理論上は右下がりに値が増加するはずである。ただし、不安度大の時、電圧振幅値が約4割減少している。

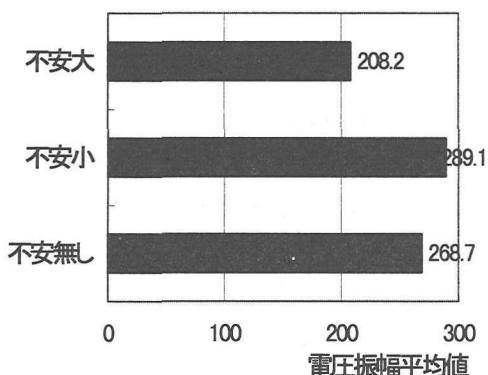


図-7 不安度内観報告別パワースペクトル解析値

(b) 標識表示と心拍数変動との関係

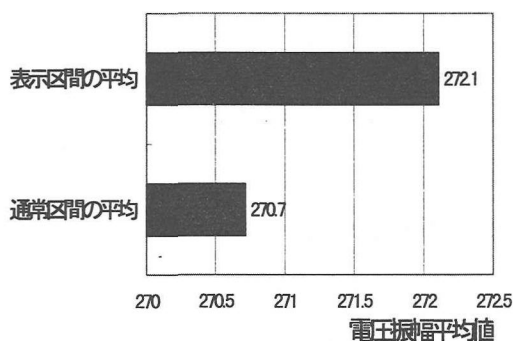


図-8 標識表示区間と非表示区間の比較

図-8 に標識表示区間と通常区間の電圧振幅平均値の比較を示す。図より表示区間が通常区間の値を上回っている。理論上は逆の結果になるはずである。

6. まとめ^{a)}

評価解析の結果から、不安度内観報告値と副次課題成績との関係、及び標識表示と副次課題成績との相関関係が相当顕著なものであるということが明らかになった。それとは対照的に、心拍数変動指標はドライバーの緊張時に低周波成分が著しく減少するという因果関係が明確に現れなかった。ただし、今回の実験では被験者が2名と極端に少なかった事が影響していると思われる。この評価解析の結果を踏まえ、次回により大規模な実験を行い案内標識評価システムの評価解析を行う予定である。

今後の課題として、システム面では CG 標識のさらなる高画質化やその場合の表示時間・表示倍率等の改善、システムの簡素化や走行音の取り込みなどによる臨場感の向上などが挙げられる。また、システムの適用範囲を知るためにも図-9 に示す新たな実験ルートを検討していく予定である。

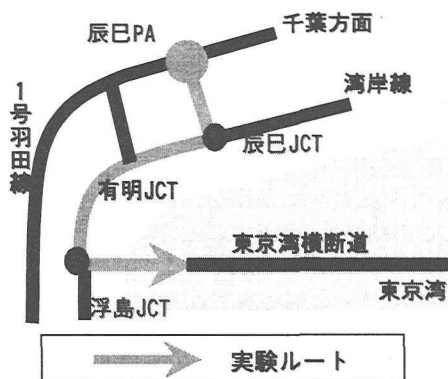


図-9 次期実験区間ルート案

a) 平成8年度以降の研究内容

- 参考文献
- 1) 芳賀 繁 : 「メンタルワークロードの測定と注意リソースの測定」, 人間工学, Vol. 29, No. 6
 - 2) 林 善男 : 「ISO 10075 の日本語訳について」, 人間工学 28(5), 287~292, 1992 年
 - 3) 高松 誠治等 : 「道路案内標識評価システムの開発」, 土木計画学研究・講演集, No. 20(2)
 - 4) 高松 誠治 : 「道路案内標識評価システムの開発」, 東京大学修士論文, 1997 年