

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 27 日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24500262

研究課題名(和文)車外前景と表示像が密接に関連する表示コンテンツ認識における視機能と作動記憶の分析

研究課題名(英文) Analysis on drivers' visual performance and working memory when the information displayed

研究代表者

岡林 繁 (Okabayashi, Shigeru)

名城大学・都市情報学部・教授

研究者番号：20278328

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：ナビゲーション表示等に代表されるように自動車用表示装置は、ドライバは車内表示情報を参照し、現実の車両前景情報と照合することにより、必要情報を知るといった新しい形態へと進化してきた。これらの形態の中でAR表示方式が提案されている。本研究では、まずAR表示方式が優れている理由を、情報認知の観点から定量評価検証し、その優位性のメカニズムを、作動記憶の機能に焦点を当てて明らかにした。記憶された情報の心的拡大縮小ともいえる心理効果が大きな役割を果たすことが分かった。成果は国際会議発表を含む25件以上の学術論文・著書として公表した。

研究成果の概要(英文)：As navigation display systems, in recent automotive display system drivers often knows the visual information needed by collating the forward view outside with the information displayed on the in-vehicle display systems. AR (Augmented Reality) display systems using AR technologies have been proposed taking into such kind of trends. In this research, firstly we have quantitatively shown the superiority of the AR display system in automobiles. Then in term of cognition of visual information, we have verified the mechanism of that superiority focusing at drivers working memory. We finally have revealed that psychological effects so called mental expansion or mental zooming stored visual information in driver's working memory played an important role to obtain the information needed for the drives. All of the results of this research have been published as more tan 25 papers including international congress papers.

研究分野：情報科学

キーワード：自動車 表示装置 AR ナビゲーション 知覚 認知 作動記憶 応答特性

1. 研究開始当初の背景

近年、自動車用表示装置には、従来の車速情報やエンジン回転数情報などのように、単に車内の情報を知らせるだけではなく、ナビゲーション表示やルートガイダンス表示、ナイトビジョン（歩行者等検知・表示）などのように、ドライバの前景と深く関連した表示コンテンツが登場してきている。

自動車が、車外の種々の情報に基づいて、人間が自分の意志で駆動する機械だということを考えると、交通システムの情報化、自動車の高度情報化の進展と相まって、今後ますます車外情報と表示情報が密接に関連する情報コンテンツが登場する可能性がある。これらの情報コンテンツを取り扱う自動車用表示装置は、大きく分けて、単純化した前景画像と、目的地方向等を示す矢印などの両方を車内の表示装置に表示する方式と、前景自体に、目的地方向を示す矢印などを重畳して表示する方式（図1オーグメンテッドインタフェース表示位置）の二つが存在する。さらに各方式には、表示像の視距離が、車外前景の視対象とほぼ同一視距離であるか（三次元的に前景情報に完全に重畳する表示方式）か、車室内コンソールなどの比較的近い位置にあるかに分けられたため、理論上大きく4つのカテゴリーに分類できる。車外前景と表示像の両方を、ドライバが短時間で認識することを考えると、視覚情報受容特性は、視線移動や、調節、輻輳などに起因する視機能差によって大きく異なることは予想される。しかしながら、本研究では、それだけではなく、ドライバの作動記憶の特性にも大きく依存することを先行する予備的実験結果は示唆している。

前景情報と表示情報を短時間で認知するドライバの視覚情報受容過程で、視線や輻輳などの視機能の特性と共に、心的な新たな操作（記憶した像の照合に関わる操作）、心的なマッチング（僅かに異なる記憶像の情報を現実の前景と重ね対応をとる）、心的な融合（二つの像情報をまとめて一つの情報とする）等、作動記憶に関連すると思われる機能が大きな役割を担うことが先行の実験により予想された。

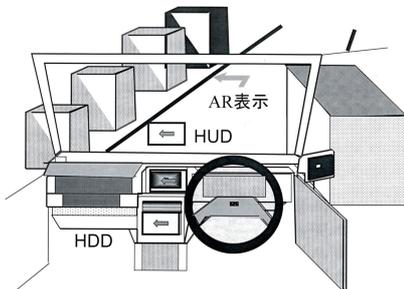


図1 自動車におけるAR表示装置、HUD、HDDの概念図

2. 研究の目的

本研究には、いわゆる、二つの三次元的な

視覚情報の対応やマッチングの問題に関する学術的目的と、高度情報化時代を迎える自動車用表示装置設計に関する基礎的知見を導出する実用上の目的の二つの目的がある。《学術的研究目的》 自動車の車外前景情報と表示情報という二つの（三次元的）情報のマッチングや対応をとるといふ本研究の中心課題は大きく二つある。第一は、視線移動や調節、輻輳角差などの視機能の寄与を明確にすることと、作動記憶による心的情報処理機能について、分析・解明していくことである。第二は、一方が他方に対して、大きさや奥行が異なったり、情報内容自体も、象徴化されたり、省略されたりする二つの（三次元）情報のマッチングや対応が、どの程度可能なのか、また、可能な限界は如何なる要素で決定されるのかを明らかにしていくことである。具体的には研究目的は次のように三点にまとめられる。

（1）呈示情報認知過程において、視線移動や調節、輻輳などの視機能による効果や寄与度を定量的に明確にする

（2）作動記憶による機能と予想される、心的な拡大や、心的なマッチング、心的な融合などの過程を解明し、作動記憶に関する機能分析と情報処理モデルの構築

（3）視覚機能と作動記憶に関連する呈示情報認知に関する統合モデルを構築する。

《実用上の研究目的》

現実の研究課題としては、車外前景と表示情報が密接に関連する情報コンテンツを取り扱う4つのカテゴリーの自動車用表示装置における、情報コンテンツの最適設計に関する基礎的ガイドラインを明らかにすることである。具体的には当該表示装置に対して、以下の3つの研究目的を達成する。

（1）視機能の特性から求められる最適化設計方略を明らかにする。

（2）作動記憶の特性から求められる最適化設計方略を明らかにする。

（3）視機能と作動記憶の両方を考慮する必要がある場合の最適化設計方略を明らかにする

3. 研究の方法

研究計画基本フローは、車外前景情報と表示情報が密接な関連がある4つのカテゴリーの自動車用表示装置を用いて、前景と表示情報の複雑化に対して、ドライバの認識特性を実験評価し目的達成すること。評価手法は、前景と表示情報を短時間で認識する課題に対して、視線移動、調節応答、輻輳応答、繰り返し視認などの視機能の特性計測と、作動記憶の情報保持特性計測の二つの観点から、実験協力者により評価する。

研究の前半では、前景情報と表示情報の複雑化条件で、視機能計測・評価と、作動記憶機能解析のための二重課題法の最適設定等に重点的に取り組む。中後半では、作動記憶機能の解析や、車外前景視対象の三次元への対応、象徴化された表示情報のマッチングや対

応の課題に取り組み目標となる定量解析・モデル構築を目指す。最後に、一部自動車関連等メーカ研究者との技術交流なども行い最適設計ガイドラインを明らかにする。

4. 研究成果

【初年度】 主として、研究連携者との技術討議の継続実施、予備的な評価実験の実施、実験装置のハードウェア及びソフトウェアの構築、特に今年度入手した視線モニタに関連するノイズアンプ、従来から組立ててきた実験系との統合化と調整を行った。主たる成果は次の通りである。

(1)《作動記憶モデルによる予備実験》自動車用表示情報を模擬した予備実験では、ドライバの視線移動負荷と、模擬路面画像(チェッカーフォパターン)の短時間呈示により、作動記憶のそれぞれ別チャンネルが影響を受けることが示され須藤らの実験結果と整合する結果を得た。

(2)《表示情報と前景とのマッチング操作における画角効果》従来、眼球の動き、視点の動き(輻輳開散運動)など眼球に関連する挙動による応答特性差が知られていたが、今回、ドライバから見た、表示情報と前景との視野角の差(画角効果)が認知応答時間に影響を与えることが分かった。心的回転に模して心的拡大縮小とでもいえる効果として仮説。

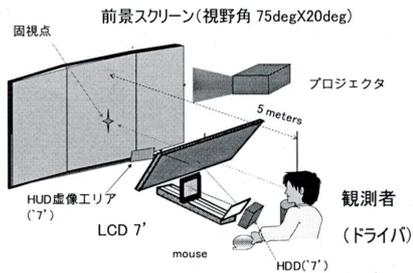


図 2 評価実験系の構成

(3)《評価実験系の構築》車両前景とAR表示装置、HUD(Head-Up Display)を含む自動車用表示装置及びドライバの視線情報を解析できる実験系を構築した。

【2年度】 前年度構築した実験系を使って、予備実験で仮説した心的拡大縮小(メンタルエクスパッション)の有様を10名程度の実験協力者により検証した。具体的には、参照画面の立体画角()と、探索画面の立体画角()の二つの関係をパラメータにして、三種類の自動車用表示装置について、応答時間を計測した。結果は、心的回転に似た心的拡大縮小の挙動が確認された。広く討議機会を持つため、国際会議ポスターセッションで発表・討議に参加し内外の研究者技術者の仮説の賛同を得た。

(1)《画角依存評価実験》参照画面の立体画角()と、前景情報探索画面の立体画角()

の二つを変化させ、応答時間依存を計測した。視覚情報受容過程には、頭部と眼球の動きによる探索、眼球の動きによる探索、眼球運動なしの探索の3つのモデルで表現できることが示唆された。

(2)《心的拡大縮小の仮説》眼球運動なしの探索における特性では、頭部や視線移動のモデルでは説明ができないばかりか、先行研究で見られる「注意の領域の拡大」でも説明が困難であることから、心的拡大縮小の方略が視覚情報受容過程で採用されることが示唆された。

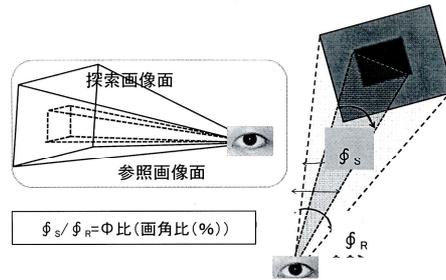


図 3 心的拡大縮小の概念と画角比(φ比)の定義

(3)《工学的な意義》上記3つのケースにおいて、参照画面と探索画面の画立体角が同一のとき、応答時間最小となる。AR表示方式の優位性の一つ。

【三年度】 従来までの知見・結果に基づいて、研究全体を見直し蓄積した知見と論理のフローを、これまでの客観的データと突き合わせ吟味を行った。これに伴い結果の補強・補完のため、実験協力者数増しと共に、詳細なより実験評価と統計処理を行った。

(1)《知見の現実への適応性》他の自動車用表示装置に比較して、情報が素早く認知できるという点でのAR(Augmented Reality)表示装置優位性が、自動車ウインドシールド全面をカバーする画角の表示条件も成立することを検証。

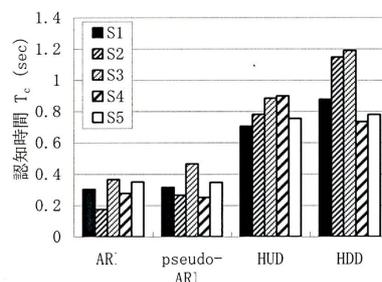


図 4 表示装置の差による認知時間 Tc の比較 (被験者 S1-S5 の 5 名)

(2)《AR 優位性の保存》上記優位性は、AR表示、表示像距離の長いヘッドアップディ

スプレイ、現用ヘッドアップディスプレイ
従来インストルメントなどへ装着された
表示装置の順で、この順序も画角の表示条件
の大小に依存しないことが分かった。

(3)《心的拡大縮小の工学的意義》優位性の
分析をおこなった結果、視線移動量、目の
調節量、さらに心的拡大縮小の要素に分析で
きることが分かった。

(4)《知見の公表》これらの結果はHI学会、
映像情報メディア学会、自動車技術会(いず
れも査読あり)に投稿した

4年度 ドライバへの作動記憶の観点から、
すべての自動車用表示装置を評価し直した。
将来の自動車応用を考察し、表示情報と前景
情報の複雑化した場合、即ち、表示情報と前
景情報が増加する条件での“情報の誤認知”
に対する耐性を評価分析しAR表示装置の優
位性を使い検証した。

また、“視覚雑音”負荷実験により作動記憶
の機能を分析した。また最終年度として今ま
での結果を総合してまとめ、自動車用AR表
示装置を中心に視覚情報受容モデルと優位
性、実用上の提言を行った。

(1) 参照情報と探索情報を照合する自
動車用表示装置においては、参照情報を記憶
しておく作動記憶が機能すると考えられる。
視線移動負荷と砂嵐(チェックカードパター
ン)の視覚雑音の重畳実験にでは、すべての
表示装置で後者の雑音の影響は少ないが、視
線移動負荷は、AR表示装置以外は影響を受
ける。AR表示装置では極めて複雑化した参
照情報でのみ影響を受けることが分かった。

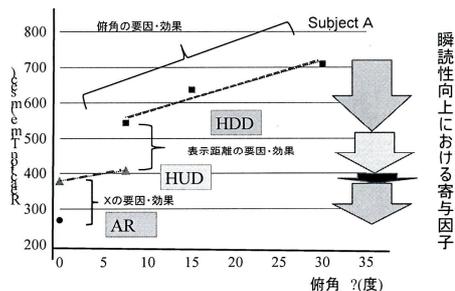


図5 “良さ”の分析 “X”AR表示の効果

(2) 現実自動車では、作動記憶の下部組
織である Sketchpad と inner scribe の後者
のチャンネルでのみが存在することが考え

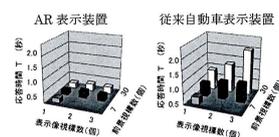


図6 表示像と前景の複雑化への耐性

(表示像視標数と前景視標の両方が増加した場合の平均応答時間の増加)

るので、ここでもAR表示装置の優位性が示
唆された。

<引用文献>

社)自動車工業会ガイドライン、画像
表示装置の取り扱いについて 改訂
3.0版、(平成16年8月18日)

須藤智,兵藤宗吉,作動記憶における
視覚的リハーサルの検討:視覚パター
ンテストにおける再生課題と再認課題
の比較から,認知心理学研究,Vol.3,
No.2,pp.149-156,(2006)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に
は下線)

[雑誌論文](計15件)

岡林,笠置,長谷川,安藤;自動車への
AR表示技術の応用と作動記憶,都市
情報学研究,査読有, No.21, pp.39-46,
(2016)

長谷川浩之,笠置剛,岡林繁,和氣典二:
“前景との照合型指示表示におけるエリ
アの縮尺の設定”,ヒューマンインターフ
ェース学会論文誌,査読有, Vol.1 No.
18, pp35-44 (2016)

笠置剛,長谷川浩之,岡林繁,和氣典二:
“自動車用AR(Augmented Reality)表示
装置応用上の課題解決の方向性”,査読無,
自動車技術会学術講演論文集, No.17-15A,
pp.400-405,(2015)

長谷川浩之,笠置剛,岡林繁,和氣典二:
“自動車用AR(Augmented Reality)表示
装置の視覚情報受容における優位性解
析”,映像情報メディア学会誌,査読有,
No.69, Vol.10, pp.286-291,(2015)

岡林繁;ヘッドアップディスプレイ(HUD)
の人間工学評価と表示情報の最適化,招
待,講演資料 pp45-68,技術情報協会
(2015)

岡林,長谷川,笠置:自動車におけるオ
ーグメンテッドリアリティディスプレイ
システム最適設計する場合の鍵となる要
因,都市情報学研究,査読有, No19,
pp.15-19(2015)

岡林;自動車用ヘッドアップディスプレ
イへのAR技術の応用,JOVM,自動車に
おける光技術の展開 No.2,招待,日本オ
プトメカトロニクス協会. pp1-21(2014)

岡林,笠置:新しい自動車用ヘッドアッ
プディスプレイと視覚情報,招待,光ア
ライアンス, Vol.25 No.2 pp6-10 (2014)

H.Hasegawa, S.Yano, S.Okabayashi,
T.Wake; A Cognitive Model for Fast
Recognition in Images Displayed by
Automotive Augmented Interface
Systems, 査読有, Proceeding of
International Display Workshop 2013
(713IDW CD ver.) p1174-1177, (2013)

長谷川浩之, 岡林繁, 前景と表示像との対応付けにおけるドライバのワーキングメモリ機能分析, 都市情報学研究, 査読有, No. 17, pp. 13-18, (2012)
岡林繁; 自動車用ヘッドアップディスプレイと視覚情報, 招待, 日本光学会 OPTICS DESIGN 光設計研究機関誌 No.53, pp44-49, (2013)
矢野, 岡林, 伊藤, AR技術を応用した自動車用表示装置認知応答特性における認知科学的考察, 都市情報学研究, 査読有, No.18 p21-25 (2013)
岡林, 自動車用ヘッドアップディスプレイの新しい応用とドライバの視覚情報受容特性, 招待, 光学技術コンタクト, 第50巻, 第6号, pp11-19(2012)
安藤, 岡林, AR(Augmented Reality)技術を応用した自動車用表示装置の認知応答特性からみた優位性, 査読無, 自動車技術会学術講演論文集, 81-12, 374, pp1-6, (2012)
岸本, 岡林; 移動体から見た標識認知と視線移動, 都市情報学研究, 査読有, No.17, pp.3-11, (2012)

〔学会発表〕(計 8件)

片桐健登, 長谷川浩之, 岡林繁, 作動記憶の処理に伴う心的表象の単純化, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp 番外 照明学会, (名古屋, 名城大学) (2,2 2016)
長谷川浩之, 岡林繁, 自動車用AR(Augmented Reality)表示装置の認知特性の解析, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp23-24, 照明学会, (名古屋, 名城大学) (2 2016)
岡林繁, 自動車用表示装置 AR 表示の応用と優位性メカニズム~体感から AR へのパラダイムシフト~, 電子情報技術産業協会(ディスプレイデバイス事業委員会人間工学専門委員会)(東京, JAITA, 大手センタービル)(10.16.2015)
小崎, 岡林, 自動車走行時における視覚的注意の対応評価, 平成 25 年度 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp43-44 照明学会 (名古屋, 名城大学) (2014.3.4)
加藤, 岡林, 心的回転における視線と記憶に関する研究, 平成 25 年度 照明学会東海支部若手セミナー予稿集 pp47-48, 照明学会 (名古屋, 名城大学) (2014.3.4)
長谷川, 矢野, 岡林, 和気; 自動車用オーグメンテッドインタフェースシステムの瞬読性解析における表示情報認知モデル, 平成 25 年度電気系学会東海支部連合大会予稿集, Po1-p.22 電気電子7学会連合学会, (静岡県浜松, 静岡大学) (9.4. 2013)

服部優作, 岡林繁: ターゲットの増加による反応速度の変化, 照明学会東海支部若手セミナーシンポジウム予稿集, pp.25-26, 照明学会, (名古屋, 名城大学) (2012.3.5)
鈴木, 矢野, 岡林; 自動車における表示像と前景の対応付けにおける心理効果, 照明学会東海支部・映像情報メディア学会東海支部若手セミナーシンポジウム予稿集, pp.27-28, 照明学会, (名古屋, 名城大学) (2012.3.5)

〔図書〕(計 2件)

・技術情報協会編(岡林); 第4章; 車載ディスプレイのHMI(ヒューマンインタフェースと視認性安全性, 技術情報協会(2015) (ISBN:9784861045936C3054)
・A.G.Gale 編; VISION IN VEHICLES-IX, (S.Okabayashi 分担) Driver's perception of images in automotive multicolor display systems for images with comparatively low luminance contrast, Applied Vision Research Center Loughborough Univ., UK, (2012), (ISBN:9780957126619)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡林 繁 (OKABAYASHI, Shigeru)
名城大学・都市情報学部・教授
研究者番号: 20278328

(2) 連携研究者

和気 典二 (WAKE, Tenji)
神奈川大学・マルチメディア研究所・客員教授
研究者番号: 20125818

(3) 研究協力者

笠置 剛 (KASAGI, Go)
愛知学院大学・商学部・専任講師
長谷川 浩之 (HASEGAWA, Hiroyuki)
名城大学・都市情報学部・特任助手