学 位 申 請 者	尾林　史章
学 位 の 種 類	博士（工学）
学 位 記 番 号	甲第２号
学位授与年月日	２０１４年3月１４日
論　文　題　目	交通における運転者及び歩行者の視線特性と外部タスクの影響に関する研究
論 文 審 査 委 員	主査　　小塚　一宏　（工学博士　教授）
	副査　　小沢　慎治　（工学博士　教授）
	副査　　宇野　新太郎（工学博士　教授）

１．論文内容の要旨

本研究は、自動車や自転車の運転者が運転中に携帯電話やスマートフォンなどを使用する、いわゆる運転外動作を行うことの危険性、および歩行者が歩行中に同機器を使用する危険性について、視線計測を中心として実験検証したものである。

第１章では、本研究の位置付けを述べている。先ず、自動車運転者は五感の中で主に視覚情報によって安全性を確認しながら走行しているので、携帯電話使用など運転外動作を行うことによる視覚特性への影響把握の必要性を述べている。さらに、近年のスマートフォンなどの携帯機器の急速な普及に伴い、自転車運転者が運転中に携帯機器を使用する危険性、および歩行者が歩行中に携帯機器を使用する危険性が社会問題化してきたので、自転車運転者および歩行者を対象とした同様な研究の必要性を述べている。

第２章では，後述する実験において、運転者や歩行者に対し運転操作や安全確認以外に注意を向けるための負荷タスクとして携帯電話やスマートフォンの使用を取り上げた理由を述べている。また、社会的背景として、自動車運転中、自転車運転中、歩行中などの各交通形態の事故件数の変化や法改正等について述べるとともに先行研究の事例が紹介されている。

第３章では、第４章以降の各種実験で使用する実験計測装置についてまとめて述べている。自動車運転者、自転車運転車および歩行者を対象とした実験で使用される視線計測装置 EMR-8B，実車、実車の代わりに使用されるドライビングシミュレータ D3Sim，人間の動作解析のためのモーションキャプチャ MAC3D などそれぞれの基本的な機能を述べている。特に、ドライビングシミュレータ D3Sim、モーションキャプチャ MAC3D および視線計測装置 EMR-8B を同時に使用する場合、MAC3D と EMR-8B は同期しているが、D3Sim はこれらと非同期で動作していることが実験を進める上で課題となった。この課題に対して，記録データに共通して含まれる EMR-8B のフィールド番号を使用してデータ解析時にオフラインで同期

させる方法を考案し、実験で有効性を確認できた。また、実車において運転者の視線特性と頭部の動きを同時計測するために追加して用いるヘッドモーション補正装置 EMR-HC8 についても述べられている。

第 4 章では、実車を使用した自動車運転中のドライバ計測実験について述べている．負荷タスクとして携帯電話での通話をしながらの運転を行い、その場合と普通の運転の場合とで視線特性が比較されている。視線計測装置 EMR-8B とヘッドモーション補正装置 EMR-HC8 によって自動車を運転中の運転者の視線と頭部の動きの同時計測を行った結果、頭部の動きを合わせて実際に見ている視線方向及び頭部の位置を 3 次元の数値データとして得ることが可能になったことを述べている。運転中に携帯電話を使用する場合、運転に対する集中が損なわれ、急いで安全確認するために頭部の動きが大きくなるなどの特徴が実験で明らかになったこと、また、運転者の携帯電話の使用による注意状態を判断できる視線特性としては視線の移動範囲分散と移動速度分散が有効であることを述べている

第 5 章では、実車での実験と同様に、運転動作以外の負荷タスクが存在する場合の影響を調べることを目的として、ドライビングシミュレータ、視線計測装置およびモーションキャプチャを用いて危険な運転状況における運転者の視線と体の挙動の同時計測が行われている。運転中に携帯電話で通話すると、視線の移動する範囲の拡大、停留の回数や時間の減少、停留点間の速度の低下、停留中の速度の上昇という傾向が見られ、これらの指標によってドライバの状態を判断することができることを示している。

また、交差点での飛び出し発生への反応について、通話を伴う場合には反応などが遅れ飛び出しの発生からブレーキ操作までの時間が長くなる場合と、交差点での飛び出しの有無に関係なく減速するなど，安全維持のための予防動作をするようになる、2 つの反対の傾向が特徴として見られたことを述べている。

第 6 章では、自転車運転者の場合の視線計測実験について述べている。自転車運転の 3 ケース（無タスク、通話タスク、メールタスク）について運転者の視線計測を行い、視線移動範囲や停留点の範囲が横方向に狭くなる、視線移動速度が遅くなるなどのパラメータの変化を傾向として得ている。自転車運転中に携帯電話を使用する場合の視線の計測は過去に報告例はなく、従来にない新規性がある。負荷を伴う場合、特にメールタスクについては視線が画面に集中して特に左右への視線移動が極端に減り、非常に危険である結果が得られた。これらの特性から、自転車運転中のメール操作及び通話は安全運転を妨げる要因になることを示している。

第 7 章では、歩行中にスマートフォンを使用する場合の視線特性を計測し、使用しないで普通に歩行する場合との比較を行った。駅のホーム上や繁華街の横断歩道での実際の交通場面での計測実験であり、少数の被験者数でしか実験できなかったが、実験を実施すること自体が困難であるため、国内初の価値のある実験結果といえる。

ツイッターなど文字の読み取りと入力を行う場合には、視線が手元のスマートフォンに集中して周囲に向かず、安全の確認はされにくくなっている。特に左右方向には視線が向かず、横断歩道上では右左折の車両の存在に気付きにくくなると考えられる。通話を行う場合，ツイッタータスクに比べると周囲を見るような様子は見られたが見るべき対象がない方向を漫然と向くこと（いわゆる「上の空」状態）があるなど，周囲の安全確認が不十分なことを示している。

第８章では全般の実験結果に対する考察を、第９章では４つの主な実験と解析結果を中心として本論文のまとめが記述されている。

以上、本論文は、自動車や自転車の運転者が運転中に携帯電話やスマートフォンなどを使用する、いわゆる運転外動作を行うことの危険性、および歩行者が歩行中に同機器を使用する危険性について視線計測を中心として実験と解析が行われて定量的な評価が行われている。社会的課題である交通の安全性向上に関して学術的および啓蒙的価値があるものと考えられる。

２．審査結果の要旨

自動車の運転者が運転中に携帯電話使用など運転外動作をすることの危険性に関する研究は、実車およびドライビングシミュレータで多くの先行研究がなされている。しかし、運転性能とともに運転者の視線や動作をビデオなどで定性的に計測・評価するケースが多い。

本研究では、実車において運転者の視線および頭部動作を３次元数値として計測しており、従来の定性的評価から定量的評価ができるようになったことは技術的に評価できる。この結果は、実車における最初の知見であり、論文［1］［4］において公表されている。

また、実車で困難な危険な運転場面などドライビングシミュレータを用いた実験では、ドライビングシミュレータによる運転性能、モーションキャプチャによる運転者の動作、視線計測装置による運転者の視線を同時計測する方法が初めて考案され、論文［2］［6］において公表されている。この計測方法を使って、子供の飛び出し時における運転者のハンドル・ブレーキなどの運転動作、子供を追う視線特性など時系列のイベント情報が３次元数値データとして定量評価できることが示されており、この分野の初めての成果として論文［2］「6」「7」に公表されている。

自転車走行中に運転者が携帯電話など運転外動作をすることの危険性に関する先行研究は行われていない。本研究では、自転車走行中の運転者が携帯電話を使用する場合と普通に運転する場合の視線特性に着目して、実験と解析を行った。特にメール操作を行う場合は視線が画面に釘付けとなり、周辺に視線が向かないため周辺環境認識が全くできないことが明確に示されている。通話走行の場合もいわゆる“上の空”状態であり、共に非常に危険なことが示されている。これらの結果は、学会で公表されている［3］［5］。

最後に、急速なスマートフォンの普及により、駅のホームや横断歩道など公共の場所における歩きながらのスマートフォンの使用、いわゆる“歩きスマホ”による事故が増加しており、社会問題化してきた。この課題に積極的に取組み、国内で初めて駅のホームおよび名古屋市の繁華街の横断歩道で危険性の検証実験を行っている。スマートフォンでツイッターなどＳＮＳやゲームなどを行うことで、視線は画面に極端に集中し、非常に危険なことを明らかにしている。時間的な面から学会論文には投稿されていないが、各種のテレビや新聞で度々報道されており、社会への啓蒙活動として社会的に評価されている。

よって、下記の審査委員より構成される博士論文審査会は、本論文の提出者が博士（工学）の学位を受けるに値するものと認める。