ハンズフリーシステムによる会話と発着信操作が自動車運転に与える影響*

朴美卿^{*1}, 町田宇祥^{*2}, 山中仁寛^{*3}, 川上満幸^{*3}

Effects of Hands-Free Device Conversation and Operation on Driving Performance

Mi Kyong PARK, Takayoshi MACHIDA, Kimihiro YAMANAKA^{*3} and Mitsuyuki KAWAKAMI

^{*3} Department of Management Systems Engineering, Tokyo Metropolitan University
6-6 Asahigaoka, Hino, Tokyo, 191-0065 Japan

The aim of this study was to examine impacts of cell phone conversation and operation on the driving performance. Ten male students participated in following two experiments: one is to examine the effect of cell phone conversation on driving performance, and the other is to examine the effect of cell phone operation while driving. In the former experiment, the subjects performed No-task and conversation (cognitive tasks) with hands-free (HF) and hand-held (HH) cell phone while driving in city traffic in which the maximum speed limit is 40 km/h. In the latter experiment, they were instructed to operate (dialing or talking) HH and HF such as touch screen, earphone, and voice recognition while driving. We measured driving performance, heart rate, eye tracking, and NASA-TLX. The results were as follows: (1) Regardless of phone type, cell phone conversation while driving increased the drivers' psychophysiological stress and also had negative impacts on the driving performance. (2) Break reaction time in response to pop-up event was significantly slower in operation of both HH and all hands-free kits than in No-task. The results suggest that using all hands-free cell phone while driving is not safer than hand-held cell phone or driving without a cell phone; inattention blindness itself may be a risk factor for traffic accidents.

Key Words : Driving Performance, Hands-Free Phone Conversation, Cell Phone Operation, Inattention Blindness, Eye Tracking

1. 緒 言

近年は携帯電話に限らず、カーナビゲーション装置などの車載機器が急速に普及し、これらの機器の操作などにより運転中視線を前方から逸らす機会が増加している。視線を前方から逸らす脇見運転に関しては、視線を逸らした時間がそのまま危険の発見を遅らせ、対処の遅れにつながるため、視線を逸らした時間の長短が危険性の程度に直結することが知られている⁽¹⁾。また、視線の移動を伴わない会話や考え事も運転への集中を阻害し、漫然運転の原因になると報告されている⁽²⁾。

我国では平成 11 年と 16 年に道路交通法が改正され、自動車又は原動機付自転車の運転中における携帯電話の使用が禁止されている⁽³⁾。しかしながら、携帯電話を手にとらないハンズフリーシステムを利用した運転中の通話は認められている。確かに、片手で携帯電話を保持する行為と比べて、ハンズフリーシステムの利用は身体的な負荷を和らげるが、運転状況を理解していない他者との電話を介した会話は、危険ではないのかという懸念がされる^{(4)~(6)}。

携帯電話の運転時における使用の危険性については、携帯電話がかかってきた時（受信時）やかける時（発信時）という発着信操作時と通話をしている時（会話時）の大きく 2 つの側面から議論されるべきである。後者に関連する多くの研究では、ハンドヘルド型やハンズフリーシステムといった携帯電話タイプによらず、運転中の携帯電話使用はドライビングパフォーマンスの低下、メンタルワークロードの増加、注意力低下などを促すと報

* 原稿受付 2010 年 12 月 27 日

^{*1} 首都大学東京 システムデザイン学部

^{*2} 首都大学東京 システムデザイン研究科

^{*3} 正員, 首都大学東京 システムデザイン研究科 (〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6)

E-mail: kiyamana@cc.tmit.ac.jp

告している^{(6)~(9)}。しかし、前者の発着信操作時におけるドライビングパフォーマンスへの影響に関する研究は見当たらない。事実、運転中のハンドヘルド型携帯電話及びハンズフリーシステム利用の発着信操作時にも多くの危険が存在すると考えられる。

そこで、本研究ではドライビングシミュレータを用い、運転時における携帯電話、ハンズフリーシステムの発着信操作及び電話を介しての通話がドライバーに与える影響を、ドライビングパフォーマンス、生理的指標を用いて検討することを目的とする。

2. 方 法

2・1 被験者及び実験装置

被験者は運転免許証を所有している健康な男子学生 10 名（平均年齢 23.1±1.1 歳）とし、被験者には実験内容について十分な説明を行い、書面にて同意が得られた後、実験を行った。実験には被験者の安全が確保でき、実験条件の再現性が高いドライビングシミュレータ（HONDA, DS-01）を用いた。

2・2 実験デザイン及び手順

被験者には実験で使用するドライビングシミュレータに慣れてもらうため、実験を行う前日までにドライビングシミュレータで練習コースを走行してもらった。一般に、ドライバーの疲労は安全を阻害する潜在的脅威になることが知られている。先行研究によると運転開始後 1 時間以内に約 65% のドライバーが疲労を覚え^{(10),(11)}、また単調な道での走行⁽¹²⁾、長時間運転⁽¹³⁾などによっても運転疲労が生じると報告されている。そこで、本研究では、被験者間の疲労状態を均一に統制するため、携帯電話を用いた実験直前に被験者にアイマークレコーダを装着してもらい、ドライビングシミュレータで単調な練習コースを 50 分以上走行するように教示した。

本研究では、運転中に携帯電話を介しての通話課題と発着信操作課題がドライバーのドライビングパフォーマンスに与える影響を調べるため、2 つの実験を行った。

まず、実験Ⅰでは、運転中携帯電話を介しての通話がドライバーに与える影響を検討した。実験に用いる携帯電話のタイプは片手に携帯電話を保持するハンドヘルド型（以下、HH と表記）、ハンズフリーキット（以下、HF と表記）の 2 種類とした。被験者には、時速 40km で 1 条件に 2 回同じコースの市街地を走行してもらい、携帯電話での通話と運転のみの条件を比較した。つまり、被験者は走行コース 1 で、HH で通話しながらの走行と運転のみの走行、走行コース 2 で、HF での通話しながらの走行と運転のみの走行を行った。従って、本実験では HH と HF の条件は異なるコースを走行し、また発生する危険事象も異なることから、携帯電話条件間の直接比較は行わない。各コースの走行時間は約 5 分程度である。なお、ドライバーの疲労状態を均一に統一するため、走行コース 1（HH）とコース 2（HF）の実験は別の日に行った。行う日程の順番は各被験者ランダムとした。評価指標はドライビングパフォーマンス、心拍数、視線解析とドライバーのメンタルワークロードを測るための NASA-TLX を用いた。

実験Ⅱでは、運転中における携帯電話の発着信操作がドライバーに与える影響を検討した。実験に用いる携帯電話のタイプは片手で携帯電話を操作するハンドヘルド型（以下、HH と表記）、カーナビディスプレイ、ハンズフリーキット（耳に付いているボタンを押す操作；以下、耳ボタンと表記）、音声認識型の 4 種類とした。また、各被験者において発着信操作と危険事象発生までの間隔を制御するため、危険事象発生前の同一距離で発信操作の指示や着信ベルの提示を行った。制御はするものの、被験者によっては、携帯電話を探す動作で危険事象に遭う場合、電話を手にする動作やボタン操作時に危険事象に遭う場合などがあると考えられる。しかし、それらのすべては運転行動を妨害する要因であるため、本実験では上記のすべてケースを発着信操作時の値とみなし、運転のみの条件と比較した。実験Ⅱは実験Ⅰの課題終了後、安静を設けてから各日 2 条件ずつ行った。被験者には、時速 40km で 1 条件に 2 回同じコースの市街地を走行してもらい、携帯電話での発着信操作時と運転のみの条件を比較した。実験条件の順番は被験者にランダムに割り当てた。各コースの走行時間は約 5 分である。評価指標はドライビングパフォーマンス、心拍数と視線解析を用いた。

2・3 通話タスク

通話タスクは通話に必要とされる記憶と思考を用いるもので、通話の内容に連続性をもたらす計算問題とした⁽¹⁴⁾。その内容は例に示すように、2桁の数字から1桁の数字を引き算させる問題を提示し、被験者にはその答えと、答えの各位の数値を掛け合わせた答えの2つを返答するように指示した。

(例: $52-6 \rightarrow$ 差 = 46 $\rightarrow 4 \times 6 =$ 24)

2・4 データ解析

ドライビングパフォーマンスは運転速度とブレーキ反応時間から求めた。ブレーキ反応時間においては、各ドライビングコースには走行中6回の危険イベントが演出されるが、その際、危険イベントが発生してからブレーキを踏むまでの反応時間を測定した。さらに、信号時ブレーキを踏み始め完全に止まるまでの時間を測定し、余裕を持ってブレーキを踏んでいるか、あるいは急ブレーキをかけているかを考察した。

視線解析は各コース走行中の被験者の視線移動をアイマークレコーダ (nac, EMR-8B) で計測した。心電図の計測にはマルチテレメータシステム (日本光電, web-5000), データレコーダ (TEAC, DR-M3b), 信号処理ソフト (ADInstruments, PowerLab/16sp) を用い、心電図の波形から RR 間隔を求め、心拍数を算出した。なお、実験Ⅱでの心拍数の解析は、発着信操作を行う前の10秒間と後の20秒間の計30秒間を分析範囲とした。

ドライバーのメンタルワークロードを測定するために用いた NASA-TLX は、精神的要求 (mental demand), 身体的要求 (physical demand), 時間的圧迫感 (temporal demand), 作業達成度 (performance), 努力 (effort) 及び不満 (frustration) の6項目の評価尺度から構成されている。芳賀ら⁽¹⁵⁾は、6項目の説明を改善し、簡易化及び具体化している。これらの研究を踏まえて、萩原ら⁽⁷⁾は、一般ドライバーにとってわかりやすい説明を考え報告している。本研究では、萩原らの報告を参考にし、6項目の内容説明に採用した。そして、各項目の評価点をもとに、個人ごとに項目間の一対比較から算出された重みづけ係数を用い、加重平均作業負荷得点 (WWL 得点) を算出した。

なお、統計処理は条件間に t 検定を行い、全てのデータは平均値と標準偏差で示し、有意水準は $p < 0.05$ とした。

3. 結 果

3・1 実験Ⅰの結果

図1に各携帯電話条件における一定区間の平均運転速度を通話ありと運転のみの条件間に比較したものを示す。HF 条件では運転のみに比べ通話ありの条件で速度低下が見られたものの有意差は認められなかった。HH 条件では通話ありが運転のみに比べ速度低下の傾向があった。

図2に各携帯電話条件における危険事象発生時のブレーキ反応時間を通話ありと運転のみの条件間で比較したものを示す。HH 条件の通話ありは、運転のみに比べ有意なブレーキ反応時間の遅れが認められたが ($p < 0.05$), HF 条件では通話ありと運転のみの条件間に有意差は認められなかった。なお、HH と HF 条件間のブレーキ反応時間における大きな差は、発生した危険事象の種類の違いによるものである。

Fig. 1 Comparison of average driving speeds between conversation and No-Task in each cell phone condition (mean value $\pm$ SD, † $p < 0.1$).

Fig. 2 Comparison of brake reaction time in response to pop-up event between conversation and No-Task in each cell phone condition (mean value $\pm$ SD, * $p < 0.05$).

Fig. 3 Comparison of the brake operating time from initiation of slowing to the stop line at the red traffic lights between conversation and No-Task in each cell phone condition (mean value $\pm$ SD, * $p<0.05$).

Fig. 4 Comparison of heart rate between conversation and No-Task in each cell phone condition (mean value $\pm$ SD, ** $p<0.01$).

Table 1 Frequencies of mirror gazing and attention lapses in each cell phone conditions.

	Division	Conversation	No-task	p value
Hand held cell phone	Left side-view mirror	3.63 $\pm$ 2.55	5.63 $\pm$ 2.91	ns
	Right side-view mirror	3.63 $\pm$ 1.93	5.50 $\pm$ 3.16	$p<0.05$
	Rear view mirror	3.75 $\pm$ 3.60	5.50 $\pm$ 3.50	ns
	Attention lapses	1.38 $\pm$ 0.99	0.75 $\pm$ 0.83	ns
Hands free cell phone	Left side-view mirror	3.67 $\pm$ 1.89	7.00 $\pm$ 1.56	$p<0.01$
	Right side-view mirror	6.78 $\pm$ 2.53	8.22 $\pm$ 3.97	ns
	Rear view mirror	6.22 $\pm$ 5.71	10.11 $\pm$ 4.84	$p<0.01$
	Attention lapses	0.56 $\pm$ 0.83	0.22 $\pm$ 0.42	ns

Fig. 5 Comparison of NASA-TLX WWL scores between conversation and No-Task in each cell phone condition (mean value $\pm$ SD, ** $p<0.01$).

図3には各携帯電話条件における信号時ブレーキを踏み始め完全に止まるまでの時間を通話ありと運転のみの条件間に比較したものを示す。HF条件での通話ありは運転のみの条件に比べ、車を完全に止めるまでにかかった時間が有意に短かった ($p<0.05$)。HH条件においても同様な傾向がみられた。心拍数においては、HH条件 ($p<0.01$)、HF条件 ($p=0.051$) とともに運転のみの条件より通話ありの条件で心拍数の有意な上昇がみられた (図4)。

表1は、HH・HF条件の運転時における視線解析の結果である。表には、運転時における左右のサイドミラー、リアビューミラーを注視した回数及び事故に繋がると考えられる信号の変化や危険事象などの見落としの回数を集計したものを示す。表より、HH条件では、通話ありの方が運転のみの条件に比べ右サイドミラーへの注視回数が有意に減少した。一方、HF条件では通話ありが通話なしに比べ、左サイドミラーとリアビューミラーへの注視回数が有意に減少した。また、危険事象などの見落とし回数においては、HHとHF両条件ともに通話ありの条件と運転のみの条件間に有意差は認められなかった。

Fig. 6 Comparison of reaction time to step on brake in response to pop-up event between operation and No-Task in each cell phone condition (mean value $\pm$ SD, * $p<0.05$, ** $p<0.01$).

Fig. 7 Driver's attention away from the road ahead when operating hands-free kits (a : touch screen type, b : earphone type) during simulated driving.

図5に各携帯電話条件におけるNASA-TLXのWWL得点を通話ありと運転のみの条件間に比較したものを示す。HHとHF条件ともに、通話ありが運転のみの条件に比べ、WWL得点が有意に高いことが認められた($p<0.01$)。

3・2 実験Ⅱの結果

図6に各携帯電話において発着信操作中の危険イベントに対するブレーキ反応時間を示す。HH、ディスプレイ、耳ボタン、音声認識操作の全ての条件下において、発着信操作時は運転のみに比べ有意なブレーキ反応時間の遅れが認められた。

心拍数においては、HH条件は発着信操作時に運転のみの条件に比べ、心拍数の有意な上昇が認められたが、ディスプレイ操作、耳ボタン操作、音声認識操作では有意差が認められなかった。

図7には、視線計測での結果の一例を示す。図の例に示すように、全被験者においてHHとディスプレイ操作の条件は、前方から注視が外れ、操作対象物に注視が向けられることが確認できたが(図7a)、耳ボタンと音声認識操作の条件では、前方から注視が外れることがなかった(図7b)。

4. 考 察

本研究では、携帯電話の使用がドライバーのドライビングパフォーマンスに与える影響を発着信操作時と通話時から検討した。その結果、ハンドヘルド条件では通話の時が運転のみの条件より運転速度の低下傾向を示し、ハンズフリー条件も統計的な有意差は認められなかったものの同様な結果を示した。Haigneyら⁽¹⁶⁾とBurnsら⁽¹⁷⁾は、携帯電話使用時にドライバーは安全確保のための補償行動として運転速度を落とすことを報告しているが、本研究においてもドライバーが控えめな速度で運転するという自発的な補償行動を通して安全を確保しようとしたと考えられる。しかし、これらの補償行動が携帯電話使用によるドライバーの運転パフォーマンスへのネガティブ影響を抑制することはできなかった。ハンドヘルド型電話での通話の場合、歩行者などの飛び出しを発見してブレーキを踏むといった危険事象に対するブレーキ制御に有意な反応遅れが認められた。ハンズフリー型電話による通話時においても統計的に有意差は認められなかったものの、同様にブレーキの反応時間が長くなった。これは通話そのものが干渉の原因となることを示す。すなわち、通話そのものが運転から注意を逸らせてしまい、たとえ注意すべき対象を注視している場合でも注意の低減が起こることを示している。これらの現象は信号時におけるブレーキ制御においても現れ、電話機タイプにかかわらず通話時には余裕を持ってブレーキの操作ができず、急ブレーキを誘発させるなど妨害を受けているという新しい知見が確認された。これはIshigamiら⁽¹⁸⁾の報告のように、ハンズフリー型電話もハンドヘルド型電話と同様にドライバーの運転パフォーマンスにネガティブ影響を与え、決して安全とは言えないという結果を反映している。また、ハンズフリーシステムの使用においても多く

の危険が潜んでいることを意味し、運転中の通話という視覚的情報処理と聴覚的情報処理の二重課題干渉を過小評価してはならないことを示唆する。

これらのドライビングパフォーマンスの低下は携帯電話による通話時だけではなく、発着信操作時においても明らかであった。視線計測から発着信操作時に前方から視線を逸らすという脇見運転が確認されたハンドヘルド型電話操作、ディスプレイ操作だけでなく、視覚的・身体的妨害のないハンズフリーキットのイヤホンのボタン操作と音声認識型操作のすべての条件において、危険事象に対するブレーキ反応時間における応答遅れが確認された。これは道路状況が視野に入っている、「注意の脇見」そのものに潜在的な危険要素が含まれている可能性を示唆する。しかし、本研究では発着信操作と危険事象発生との間隔が結果に影響する可能性が考えられる。そのため、本実験では発着信操作を、携帯電話を探す動作、電話を手にする動作、ボタン操作などを含む広範囲なものと定義した。従って、その結果が普遍的なものとは断定できないが、運転行動を妨害する発着信操作が危険事象と重なる場合には、危険事象に対するブレーキ反応時間が遅くなると考えられる。

また、視線計測の結果より、携帯電話での通話時にミラーへの注視回数が減ること、携帯電話タイプによって特徴が異なることが明らかになった。ハンドヘルド型電話での通話の場合は、主に左手で携帯電話を持って耳にあてた状態で運転することにより右サイドミラーへの注視回数の減少をもたらした(ドライバーが右利きの場合)。一方、ハンズフリー型は通話という聴覚的情報を処理することで注意が分散された結果、前方に注視点が固定され、左とリアビューミラーへの注視回数が有意に減少するなど運転中の通話は周辺視野に対する注意度と認知度を低下させると考えられる。これは Harbluk ら⁽¹⁹⁾が、運転中ハンズフリーキットを使用して認知課題を課した場合、ドライバーは前方の中央を注視する時間が増える反面、周辺への注視時間が減り、運転操作機器やミラーを見る回数が減少したという報告と一致する。このように通話時の周辺視に対する注意配分の減少は、人間の注意の容量に限界があることから説明できる。

ところで、運転中の通話と発着信操作時には、運転パフォーマンスの低下と共に、ドライバーへの心理的・生理的負担が増大することが明らかになった。車の運転中には、神経の緊張状態が続き、ドライバーの心拍数が増えると言われているが⁽²⁾、本実験では、ハンドヘルドとハンズフリー型携帯電話において通話内容として認知課題を負荷した場合、両条件ともに通話課題遂行時が運転のみに比べ、交感神経活動の亢進により心拍数が有意に増加した。この結果は、川喜田ら⁽⁶⁾と Brookhuis ら⁽²⁰⁾の研究結果と一致する。すなわち、ドライバーは通話課題を遂行しながら、運転中に車線変更や変則的な道路状況の把握、障害物などの危険事象の検出などを行うことでメンタルワークロードが高まりその結果、心拍数が増加したと考えられる。これは NASA-TLX の WWL 得点が通話課題時に顕著に高かった結果からも見受けられる。一方、発着信操作時における心拍数においては、ハンドヘルド型電話は運転のみに比べ心拍数が有意に増加したが、その他のハンズフリーキットの条件では有意差が認められなかった。これは、ハンドヘルド型携帯電話は電話を探し手取る、ボタンを操作するといった身体負担が伴われるため、ドライバーは外部の運転環境の危険や脅威から安全に電話をしようとし、より大きなストレスを感じていたと考えられる。

以上のことから、運転中携帯電話での通話と発着信操作はドライビングパフォーマンスにネガティブ影響を与え、ドライバーの生理的・心理的負担を増大させることが明らかになった。さらに、携帯電話の機種によらず、通話時だけでなく発着信操作時においても意識の脇見現象が現れたことから、既存のハンズフリーシステムの利用は決して安全ではない事が明らかになった。従って、身体的負担のみを軽減する目的の既存のシステムではなく、注意の脇見現象の発生を考慮した新しい携帯電話の通話システムの開発が必要であると考えられる。

5. 結 言

本研究では、運転時における発着信操作及び電話を介しての通話がドライビングパフォーマンスに与える影響について検討することを目的とし、ハンドヘルド型携帯電話とハンズフリーシステム利用時の比較実験を行った。得られた結果を要約し、次の2項目を本研究の結論とする。

- 1) 運転時の電話を介しての通話は携帯電話の種類によらずドライバーの生理・心理的負担を増大させ、ドライビングパフォーマンスへネガティブ影響を与えることを示した。

- 2) 運転時に身体的、視覚的妨害のないハンズフリーシステムによる発着信操作でも「注意の脇見現象」が現れ、潜在的な危険性を有することが明らかになった。

文 献

- (1) 大島正光, 稲葉正太郎, 交通事故と人間工学, コロナ社, (1988), pp. 86-91.
- (2) 牧下寛, 安全運転の科学, 九州大学出版会, (2006), pp. 16-46.
- (3) 警視庁, <http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/> (参照日 2010 年 12 月 15 日).
- (4) 篠原光一, 三浦利章, “情報機器利用による自動車運転者の注意への肯定的影響と否定的影響, 大阪大学大学院人間科学研究科紀要”, Vol. 30, (2004), pp. 15-34.
- (5) 東義隆, 川野 常夫, 浜田 隆史, 岩木 直, 北川 貴博, 森脇 俊道, “携帯電話による会話と自動車運転の同時処理における意味的および空間的情報の干渉(機械力学, 計測, 自動制御)”, 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 70, No. 693 (2004), pp. 117-123.
- (6) 川喜田 英士, 阿部 喜, 宮武 秀樹, 小栗 宏次, “ドライビングシミュレータを用いた追従走行時における暗算タスクがドライバの生体信号及びペダル操作に及ぼす影響評価”, 電気学会研究会資料, Vol. 87, (2008), pp. 53-58.
- (7) 萩原亨, 徳永ロベルト, “メンタルワークロード評価法に基づく運転中の携帯電話利用の影響に関する研究”, 国際交通安全学会誌, Vol.30, (2005), pp. 342-349.
- (8) Beede, K. E. and Kass, S. J., “Engrossed in conversation: The impact of cell phones on simulated driving performance”, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 38, (2006), pp. 415-421.
- (9) Horberry, T., Anderson, J., Regan, M. A., Triggs, T. J., and Brown, J., “Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle task, road environment complexity and age on driving performance”, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 38, (2006), pp. 185-191.
- (10) Skipper, J.H. and Wierwille, W.W., “Drowsy driver detection using discriminate analysis”, *Human Factors*, Vol. 28, (1986), pp. 527-540.
- (11) Galinsky, T. L., Rosa, R. R., Warm, J. S., and Dember, W. L., “Psychophysical determinants of stress in sustained attention”, *Human Factors*, Vol. 35, No. 4 (1993), pp. 603-614.
- (12) Thiffault, P. and Bergeron, J., “Fatigue and individual differences in monotonous simulated driving”, *Personality and Individual Differences*, Vol. 34, No. 1 (2003), pp. 159-176.
- (13) Hakkanen, H. and Summala, H., “Fatal traffic accidents among trailer truck drivers and accident causes as viewed by other truck drivers”, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 33, No. 2 (2001), pp. 187-196.
- (14) 川上 満幸, 福井 英俊, 松本 修一, 大久保 堯夫, “自動車運転中の携帯電話使用が視覚情報処理に与える影響”, 照明学会誌, Vol. 84, No.2 (2000), pp. 117-123.
- (15) 芳賀 繁, 水上 直樹, “日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定—各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度”, 人間工学, Vol. 32, No. 2 (1996), pp. 71-79.
- (16) Haigney, D. E., Taylor, R. G., and Westerman, S. J., “Concurrent mobile (cellular) phone use and driving performance: task demand characteristics and compensatory processes”, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 3, No. 3 (2000), pp. 113-121.
- (17) Burns, P. C., Parkes, A., Burton, S., Smith, R.K., Burch, D., “How dangerous is driving with a mobile phone? Benchmarking the impairment to alcohol”, (2002), *TRL Report 547*, Crowthorne, UK.
- (18) Ishigami, Y. and Klein, R. M., “Is a hands-free phone safer than a handheld phone? ”, *Journal of Safety Research*, Vol. 40, (2009), pp. 157-164.
- (19) Harbluk, J. L., Ian Noy, Y., Trbovich, P. L., and Eizenman, M., “An on-road assessment of cognitive distraction: Impacts on drivers’ visual behavior and braking performance”, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 39, (2007), pp. 372-379.
- (20) Brookhuis, K. A., De Vries, G., and De Waard, D., “The effects of mobile telephoning on driving performance”, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 23, (1991), pp. 309-316.