ドライバの注視行動及び歩行者検知タイミングに着目した
信号交差点右折時における事故要因分析二神 龍太^{*1}, 坪井 竜紀^{*2}, 毛利 宏^{*3}, 風間 恵介^{*4}

Factor analysis of pedestrian accidents based on driver's eye movement and the time that drivers attract pedestrian at right turn in an intersection with traffic lights

Ryuta FUTAGAMI^{*1}, Ryuki TSUBOI^{*2}, Hiroshi MOURI^{*3} and Keisuke KAZAMA^{*4}^{*1,*2,*3,*4} Tokyo University of Agriculture and Technology Mechanical System Engineering

2-24-16 Naka-cho, Koganei-shi, Tokyo 184-8588, Japan

Received: 6 February 2019; Revised: 4 August 2019; Accepted: 20 February 2020

Abstract

The characteristic scenario of the Hiyari-Hatto event (i.e., a near-miss incident) wherein a driver is making a right turn is extracted from the Near-Miss Incident Database created by the Smart Mobility Research Center of the Tokyo University of Agriculture and Technology. It is confirmed that in this scenario, there exists a human error: the driver did not notice the pedestrian although the pedestrian is within the driver's field of view. Closer observation of the driver's eye movements reveals that the driver's line of sight is fixed once the driver starts making a turn. Using a novel and unprecedented measurement method, the time at which the driver recognizes the pedestrian can be pinpointed. This method is tested through the driving simulation experiment at an intersection with traffic lights, and the results confirm that there is a high possibility that the driver can miss the pedestrian after the driver starts making a turn.

Keywords : Safety, Accident investigation and analysis, Drive recorder, Near-miss analysis, Driving simulator, Human error, Driver attention

1. 緒 言

交通事故件数は年々減少傾向にあるが、以前として年間 47 万件以上の事故が発生している。2017 年における日本の交通事故死者数は 3,694 人であった。そのうち歩行中の死者数は 1,347 人と、全体で最も多い割合を占めており、事故防止の対策が急務とされている（警察庁, 2018）。

歩行者事故発生時のドライバ側の原因は、約 97% が歩行者を発見するタイミングの遅れであると言われている（交通事故総合分析センター, 2013）。このタイミングの遅れを以下「発見の遅れ」と記す。交差点での歩行者事故における人的要因のほとんどが「発見の遅れ」であることも同様に指摘されている（萩田, 森, 2004）。このように歩行者事故の多くは、ドライバの「発見の遅れ」に起因する（交通事故総合分析センター, 2013）,（萩田, 森, 2004）ことが公表されているが、なぜ「発見の遅れ」が生じるのか？については未だに不明な点も多い。たとえば「周囲車両による視野障害」（川越他, 2012）や「先行車や他の歩行者に気を取られること」（内田他, 2010）等が報告されているが、これらは限定的な状況で発生するヒューマンエラーであり、「発見の遅れ」に至る根本的な要因は、他にも存在すると考えられる。

東京農工大学ドライブレコーダデータベースの映像データを調べると、交差点右折後に、ほぼ車両正面に横断歩行者がいるにもかかわらず、接触しそうな映像が数多く見られる。本研究では、このような信号交差点右

No.19-00047 [DOI:10.1299/transjsme.19-00047], J-STAGE Advance Publication date : 2 March, 2020

^{*1} 正員, 東京農工大学大学院 工学府 (〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16)^{*2} 東京農工大学大学院 工学府^{*3} 正員, フェロー, 東京農工大学 工学部^{*4} 正員, 東京農工大学 工学部

E-mail of corresponding author: h-mouri@cc.tuat.ac.jp

折時の事故に着目し、その時のドライバの「発見の遅れ」が生じるメカニズムの解明を目指す。具体的には「発見の遅れ」につながるドライバの注視行動の特徴と、「ドライバが歩行者を、どの時点で検知しているか」を定量的に調べることを目的とする。手法として、ドライブレコーダにより収集された、事故に至る一歩手前の事例を記録したデータベース（ヒヤリハットデータベース）を解析し、ヒヤリハット発生時の場面の特徴抽出を行う。次いで、ドライビングシミュレータ（以下 DS）を使用し、ドライバの注視行動を計測する。また、「ドライバが歩行者を検知できたか否か」を直接計測する手法を開発し、ドライバが歩行者を検知する段階を計測する。

2. ヒヤリハットデータベース

2.1 ヒヤリハットデータベースの概要

東京農工大学スマートモビリティ研究拠点所有のヒヤリハットデータベースは事故直前の事例（ヒヤリハット事例）のデータを体系化したものである。データは事故発生場所や類型、自車状態、相手状態等で詳細に分類される。ドライブレコーダデータは全国五ヶ所（北海道札幌市内、秋田県由利本荘市内、東京都内、静岡県静岡市内、福岡県福岡市内）の都市における、タクシー会社の協力を得て収集した。

前後加速度が 0.45G 以上となった時点の前 10 秒、後 5 秒の映像とデータが記録される。映像は車両前方と車室内、データは速度、加速度などの車両状態量、さらに車両位置情報等が記録される。

2.2 ヒヤリハットデータベースの解析

ヒヤリハットの対象が「歩行者」のうち、危険度が高い事例 3,397 件を対象とした。「自車状態別」・「歩行者行動別」で分類すると、「右左折時」・「歩行者横断中」におけるヒヤリハット件数が 1,237 件と最も多い。これらの事故発生場所を調べると、1,193 件（96.4%）が交差点内であった。交差点内における「ドライバの行動別」ヒヤリハット件数を表 1 に示す。信号の無い交差点でのヒヤリハット件数が 419 件（35%）であるのに対し、信号の有る交差点（以下、信号交差点）でのヒヤリハット件数は 774 件（65%）であった。また、右左折を行う前の横断歩道と、右左折後の横断歩道とで、ヒヤリハットの発生件数を比較すると、信号交差点右折後が 354 件（30%）と最も多い（図 1）。

信号交差点右折後に、歩行者が横断してくる方向で分類すると、自車の進行方向と反対の方向から横断してくる場合が 182 件（51%）、自車の進行方向と同一の方向から横断してくる場合が 172 件（49%）であった（図 1）。自車と同一の方向から横断してくる歩行者は、右折中の車両の右後側方から接近してくる為、ドライバが安全確認を怠った場合、発見が遅れる可能性がある。しかし、反対側から横断してくる歩行者は、車両の正面を右方向に移動する。つまり、ドライバが右折中に脇見をし続けられない限り、歩行者はドライバの視界に入るはずである。

Fig. 1 It is classified place of occurrence of pedestrian accidents that have occurred at the intersection. The near-miss accident with a pedestrian crossing from the opposite direction after the driver turns right is the most common accident at the signal intersection.

自車の進行方向と反対の方向から横断してくる歩行者とのヒヤリハット事例のうち、車室内カメラにてドライバの顔映像が取得できる事例 56 件を調べた（表 2）。車室外カメラで取得した車両前方映像のほぼ中央付近に歩

行者が映り、明白に歩行者が認識できるにもかかわらず、事故一歩手前になる事例は 34 件であった。車室内カメラで、そのときのドライバの注視行動を確認すると、「他の歩行者や車両等を見ていた」という「脇見」ではなく、「右折先の進路方向を見ていた」という事例が 26 件と最も多かった。つまり、信号交差点右折時には、「横断歩道を横断してくるのが明らかにわかる歩行者を、ドライバは「見えるはずなのに、検知できていない」というヒューマンエラーが多数発生していると考えられる。右折時に多くのドライバが同様のエラーを引き起こしていることから、これは特定のドライバが偶発的に起こすエラーではなく、運転する誰もが陥る可能性のある人間固有のエラーであることが示唆される。そこで、交差点右折時に左側から横断してくる歩行者に対する「発見の遅れ」には、ドライバのヒューマンエラーを誘発する要因が隠れていると考え、本研究ではこの場面を分析対象とする。抽出した場面を図 2 に示す。

Table 1 Classification of Incident place.

Place	Traffic Signal	Number of data
After Right Turn	✓	354
		106
After Left Turn	✓	346
		87
Before Right Turn	✓	36
		77
Before Left Turn	✓	38
		149
Total		1,193

Table 2 Classification of Incidents.

Factor		Number of data
Environmental factor	Insufficient brightness	12
	Halation	1
	Dazzling	2
	Blind spot	7
Human factor	Looking other pedestrian	8
	Looking other direction	26
Total		56

Fig. 2 This is a case in which near misses occur frequently, which was clarified by survey of incident clashes database. Looking at this image, you can clearly see that the pedestrian is walking on a crosswalk when the driver is turning right. Also, at this time the driver is looking in the direction of the right turn. However, the driver overlooks pedestrians.

3. ドライバの注視行動に関する実験

3・1 実験装置

ドライバの注視行動を計測する際に使用する視線計測装置を図3に示す。装置は頭部姿勢に対する視線計測(1)と、頭部姿勢計測(2)の二つの構成要素に分けられる。(1)はnac製:アイマークレコーダ EMR-8Bを使用する。EMR-8Bは頭部ユニットに設置されている視野カメラとアイカメラ及び、アイマーク(視野画像に対する視線位置)検出ユニットで構成される。近赤外照明の角膜反射像の位置と、瞳孔中心位置の相対的な距離からアイマークを検出する。(2)はオープンソース ARtoolKit の画像処理に基づく拡張現実感構築ツールである(加藤, 2002)。フロントウィンドウにマーカを貼り付け、カメラ映像における位置情報を画像処理により解析し、頭部姿勢を計測する。

Fig. 3 The eye-tracking system is used to measure the driver's eye movement. This system is composed of two components: (1) a gaze direction-detection unit and (2) a face direction-detection unit. The gaze direction is measured relative to the face direction. An eye mark-recorder instrument, the EMR-8B manufactured by nac Image Technology, is used in the gaze direction-detection unit. An augmented-reality construction tool called ARtoolKit, which is the open-source image-processing software library ⁽¹⁰⁾, was used as the face direction-detection unit.

3・2 実験内容

ドライブレコーダの映像より、ドライバは右折中に「右折先の進路を注視する」ことが確認された。本章では、DSを使用して被験者実験を行い、ドライバの右折時の注視行動を改めて確認する。DS(図4)の視野角は水平方向120度、垂直方向90度であり、右折中に右折先横断歩道の両端は十分に確認可能な視野を確保した。DSのその他の詳細仕様については先行研究(永井他, 2004)を参照されたい。

Fig. 4 Driving simulator owned by the Tokyo University of Agriculture and Technology. The horizontal viewing angle is 120 degrees. The vertical viewing angle is 90 degrees.

Fig. 5 The driving course used in this experiment is shown, including three intersections for the driver to pass through, starting from ① through ③ (①→②→③).

実験コースを図 5 に示す。周囲環境は市街地とする。Start から Goal までに 3 つの交差点を①→②→③の順に通過する。ドライバが、交差点③を右折する際のデータ取得する。データは、ドライバの注視行動及び車両操作情報、車両状態を取得する。被験者は 22 歳から 27 歳までの 11 名（男性 11 名）を選定し、走行時は実際の交通規制に従って走行するようお願いする。なお、本実験は東京農工大学倫理委員会の認証の下実施され、被験者からは文書によるインフォームドコンセントを得ている。

3・3 実験結果と考察

ドライバが交差点を右折する状態を、自車ヨー角より 3 つのフェーズに分類して考える（図 6 参照）。ヨー角は交差点進入時を 90 度、交差点通過後を 0 度とする。自車のヨー角が 90 度から 60 度までの状態を「フェーズ (i) : 交差点進入時」と定義する。同様に、自車のヨー角が 60 度から 0 度までの状態を「フェーズ (ii) : 交差点通過時」、ヨー角 0 度以降を「フェーズ (iii) : 交差点脱出後」と定義する。視線の角度は、自車の前方正面を 0 度とし、ドライバが左方向を注視した時を正とする。

図 7 に、被験者 No.7 が交差点を通過する時の、ドライバの視線の角度と、自車のヨー角の時系列データを示す。フェーズ (i) 進入前と、フェーズ (i) の段階では、瞬間的な視線移動が頻繁に発生している。視線移動速度が 100 deg/s を超える非常に速い視線移動はサッケードと呼ばれ、興味を惹く対象物を網膜中心窩に捉える時に発生する。一方、興味を惹く対象物を、網膜中心窩に保持し続けるような視線行動を追跡眼球運動と呼ぶ（伊藤他，2003）。図 7 より、フェーズ (i) 進入前及び、フェーズ (i) では、サッケードが多数見受けられる。しかし、図中赤色のハッチング部で示すフェーズ (ii)、フェーズ (iii) では、サッケード回数が極端に減少し、追跡眼球運動となっている。

図 8 は、交差点右折時の自車の位置及びドライバの視線方向を 0.3 秒毎に印した俯瞰図である。白い点は、自車の位置を示しており、青線はその時のドライバの視線方向を示す。フェーズ (i) では、ドライバの視線が様々な方向に向いている。しかし、フェーズ (ii) では、視線の極端な移動はなく、基本的に右折先の進路方向に停留している。サッケード回数が減少し、右折先の進行方向に視線が停留し始めるタイミングは、ヨー角でみると被験者毎に、60 度を基準として ± 10 度ほどの個人差はあったものの、この視線が停留する傾向は、被験者 11 名全員に同様に確認された。

交差点右折時のような複雑な状況化では、ドライバは様々な方向に注意を向け、安全確認を行う必要がある。フェーズ (i) で確認された多数のサッケードは、ドライバの安全確認によるものと考えられる。また、次の段階のフェーズ (ii) では、サッケード回数が減少していることから、安全確認を殆ど行っていないと考えられる。ちなみに停留した視線の方向は右折後の進路方向であり、横断歩行者に対して注意が払われないことも確認した。その詳細については先行研究（二神他，2019）を参照されたい。対向車や横断歩行者等と接触する可能性が非常に

高いフェーズ (ii) の交差点通過時は、本来、ドライバが最も注意して走行しなければならない状態であり、このフェーズ (ii) で歩行者の見落としが生じると、重大な事故に発展する可能性が高い。そこで、次章では「ドライバが右折時のどの段階で周囲に注意を向け、歩行者を検知できるか」を検討する。

Fig. 6 The right turn through the intersection is divided into three phases based on the vehicle's yaw angle: Phase (i) wherein the vehicle is entering the intersection (the yaw angle of the vehicle is between 90° and 60°), Phase (ii) wherein it is passing through the intersection (the yaw angle of the vehicle is between 60° and 0°), and Phase (iii) wherein it is exiting the intersection (the phase after Phase (ii)).

Fig. 7 The direction of the line of sight of driver (examinee) number 07 and the yaw angle of the vehicle over time while passing through an intersection are shown. The right turn through the intersection is divided into three phases based on the vehicle's yaw angle. In Phase (i), the saccades occur frequently, whereas the number of saccades is drastically reduced in the red zone (i.e., Phases (ii) and (iii))

Fig. 8 It is a bird's-eye view of the direction of the driver's line of sight. At phase (i), the driver's line of sight is oriented in various directions. However, at the stage of phase (ii), the driver's line of sight is stationary. At this time, the driver's line of sight is oriented towards the course of the right turn.

4. ドライバの歩行者検知タイミングの計測

4・1 概要

ドライバが「どの段階で歩行者を検知しているか（以下、「歩行者検知タイミング」と記す）を知ることは、本研究の対象領域において最も基礎となる部分である。本章では、歩行者検知タイミングを計測する手法を開発し、DSにて右折時の歩行者検知タイミングを調べた。

4・2 歩行者検知タイミングの計測手法

ヒヤリハットデータベースで抽出した図2の場面を、DSで再現する。ヒヤリハット対象の歩行者は、図1(a)に示す位置に配置し、ドライバが右折を開始した時点で横断を開始する。上記歩行者の出現タイミングを種々に変更する。つまり最初は歩行者が存在せず、右折中のある段階で出現させて、横断を開始した歩行者を避けられるか否かによって、どの状況ならば歩行者を検知できるかを調べる。出現タイミングの異なる仕様を複数用意し、それぞれの結果を比較する。また、「ドライバが回避行動を行ったか否か」に加え、走行後にドライバに歩行者検知の有無を直接質問にて確認する。

4・3 本手法の課題と解決法

本手法を使用して、ドライバの歩行者検知タイミングを計測するには、歩行者をドライバに気付かれないように出現させる必要がある。しかし、ドライバが走行している時、スクリーンに突如歩行者を出現させると、仮にドライバの注意が、歩行者が出現する場所に向いていなくても、注意は歩行者のいる場所へ向けられ、ドライバは歩行者の存在を検知してしまう。

人間の視野は、中心視と周辺視の二つの視野に分けられる。中心視は、注視点の周り約2度の範囲であり、物体を明瞭に見る事のできる範囲である。周辺視は中心視以外の中心視の周囲の視野であり、視野内の物体の動作や変化に反応し、結果的にそこに注視点を向ける働きをする。歩行者を突如出現させると、ドライバの周辺視が刺激を受け、歩行者が出現した場所に中心視が向けられる。そして結果的に歩行者の存在をドライバが検知してしまう。その為、ドライバの周辺視を刺激せずに、歩行者を出現させることが必要である。

周辺視への刺激を抑制する為、心理学に用いられる **Change Blindness** (村越, 長田, 2008) を応用する。**Change Blindness** は、情景中の変化に気付かない(中島, 横澤, 2010)という特性をもつ現象である。**Change Blindness** を引き起こす手法の一つであるフリッカー法(村越, 長田, 2008), (中島, 横澤, 2010)を、歩行者の出現に応用する。手法を図9に示す。ドライバが走行中に、スクリーン画面全体に150msの短いブランク画面を瞬間的に挿入する。その後、ブランク画面から元の走行中の映像に戻す際に、歩行者を同時に出現させる。この時、ドライバの視覚では、ブランク画面挿入時に、見えている全ての映像が切り替わり、元の映像に戻る時に、再度全ての映像が切り替わる為、周辺視が歩行者の出現のみに限定して反応することはない。つまり、結果的にドライバに気付かれずに歩行者を出現させることが可能となる。ドライバには、走行中にブランク画面が入ることを事前に知らせる。また、慣熟走行時からランダムなタイミングでブランク画面を挿入することで、突然のブランク画面挿入によるドライバの精神的な動揺を防ぐ。

実験後にドライバからは「たまに画面がちらつくことには気づいたが、気にはならなかった」、「ちらつきが運転操作に影響することはなかった」とのコメントを得た。ドライビングシミュレータのシナリオで対向車の陰に歩行者を出現させる方法も実施したが、ドライバの加減速、制動タイミングがばらつくため、実験計画者の意図通りの交通環境を実現させることは難しかった。**Change Blindness** を利用した本稿の手法であれば、既存のシナリオで様々な対象を出現、消滅可能であり、他の実験にも応用可能な一般的な手法になりうると考える。なお、**Change Blindness** は、実世界と乖離しているわけではなく、たとえば直進対向車の陰になったときや、ドライバがたまたまわき見をしている間に現れた歩行者や自転車など、交通環境からたまたま見逃してしまった対象は**Change Blindness** を利用した実験に相当しており、現実には起こりうる状況を模擬していると考えられる。

Fig. 9 The experiment begins without any pedestrian who may cause a near-miss incident in the field of view. Then, the screen is blanked out entirely, after which a pedestrian is made to appear on the screen. With this flicker effect, it is possible to introduce the pedestrian without allowing the driver to notice the pedestrian beforehand. The driver can recognize the pedestrian only if he/she is focusing his/her attention on the pedestrian.

4・4 実験コース

実験コースは、2章の実験で使った図5と同様のコースを用いる。Start から Goal までに3つの交差点を①→②→③の順に通過する。ドライバが、交差点①、③のどちらかを右折する時に、ヒヤリハットデータベースより抽出した場面を再現する。どちらで再現するかはランダムとする。

4・5 右折時のシナリオ

ヒヤリハットデータベースより、抽出した図2のヒヤリハット場面を再現する。ドライバは、交差点内で対向車が通過するのを待つため、一旦停止する。対向車が通過したところで、ドライバは発進する。その時に、右折先横断歩道の左側に存在する歩行者が横断を開始する。また、歩行者の横断開始後、ドライバは、停止あるいは操舵等の回避行動を行わなければ、歩行者と接触する危険性がある状態とする。

4・6 実験条件

シナリオを走行する際、ドライバの交差点内での運転行動は、「交差点進入」、「一旦停止」、「発進」という段階で遷移する。そこで、以下の四つの仕様を用意する。

- A：最初から歩行者が存在する
- B：一旦停止時に歩行者を出現する
- C：発進した直後に歩行者が出現する
- D：走行開始から終了まで歩行者が存在しない

各仕様を一度ずつ走行し、計4回の走行を行う。また、走行順序は被験者毎にランダムとする。本実験で、ヒヤリハット対象の歩行者は自転車と対向方向のみから横断してくるが、ドライバに「歩行者は対向側からしか横断してこない」と解釈されないようにする為、実験コースに存在する二か所の右折を行う交差点のうち、一方は、自転車と同一側から歩行者が横断してくる場面とする。加えて、日常での運転を模擬する為、実験コース上には、実験の妨げとならない程度に車両や歩行者等を配置する。被験者は19歳から23歳の11名（男性8名、女性3名）を選定し、走行時は実際の交通規制に従って走行するようお願いする。尚、本実験は東京農工大学倫理委員会の認証の下実施され、被験者からは文書によるインフォームドコンセントを得ている。

4・7 実験結果

図10に、被験者3の走行結果を示す。この図は、交差点に進入してから脱出するまでの、速度、アクセル開度、ブレーキストロークの時系列データを示している。図中における緑色の直線は、歩行者が出現するタイミング、赤色の直線は歩行者が横断を開始するタイミングを示す。図10(a)は仕様A（初めから歩行者が存在する場合）の時系列データである。ドライバは減速をしながら交差点に進入し、一旦停止する（図中▲）。その後、ブレーキを解除し、アクセルを踏んで加速するが、歩行者が横断を開始するとすぐに、ブレーキを踏み停止している。ま

た、走行後に、被験者が歩行者を検知したことを直接質問にて確認した。図 10 (b) は、仕様 C (発進した直後に出現させた場合) の時系列データである。ドライバは一旦停止後、ブレーキを解除し、アクセルを踏んで加速する。その直後に歩行者が出現し、次いで横断を開始する。しかし、ドライバはその時点でようやく直近にいる歩行者に気づき、一度ブレーキを踏んだものの、歩行者と接触した。走行後、被験者から「歩行者の発見が遅れた為、停止できなかった」ことを直接質問にて確認した。

図 11 に、被験者 11 名の実験結果を示す。仕様 A、仕様 B では、11 名全員が歩行者を検知し、歩行者が横断する手前で停止、又は減速した。仕様 C では、7 名の被験者は歩行者を検知し危険を回避したものの、残りの 4 名は、回避に失敗した。失敗した 4 名のうち 2 名からは、走行後に「歩行者に気づいたものの、止まれなかった」とのコメントを得た。また、残りの 2 名は、そもそも歩行者の存在を検知できていなかったことをドライバに直接確認した。仕様では、歩行者は存在しない為、被験者は歩行者を検知していない。

仕様 B と仕様 C の実験結果で、二標本の比率差の検定を実施すると、有意水準 5% で有意な差があった。つまり、ドライバは、交差点進入時及び一旦停止中ならば、歩行者を十分検知することが可能だが、発進後は検知できない可能性が高くなることが明らかになった。

Fig. 10 These figures show time-series data when the driver turns right at the intersection. In specification A (Fig.(a)), the driver is slowing down when entering the intersection until the vehicle stopped at point ▲ in the figure. Then, the driver releases the brake and gradually depresses the accelerator, but subsequently stops the vehicle when the pedestrian starts crossing the road. However, in specification C (Fig.(b)), despite the pedestrian starting to cross the road when the vehicle starts to move after the driver made a similar momentary stop, the driver does not stop in front of the pedestrian.

Fig. 11 Results of experiment are shown, either stopping or passing through the intersection, in each of the four scenarios. In specification A and B, every one of the 11 examinees stopped the vehicle safely. In specification C, seven examinees stop vehicle safely, but four examinees do not stop the vehicle safely.

5. 結言

本研究では、信号交差点右折時の歩行者事故に着目し、ヒヤリハットデータベースを用いて、発生件数の多い事例の抽出を行った。また、DS を使用して、被験者実験を実施し、信号交差点右折時のドライバの注視行動を観察した。その後、ドライバが右折時のどの段階で歩行者を検知しているのか調査した。以下に得られた知見を述べる。

- ・ 信号交差点右折時での対歩行者ヒヤリハット事例では、「見えているはずなのに、検知できない」というドライバのヒューマンエラーが発生している可能性がある。
- ・ ドライバは、交差点進入時は周囲をよく見渡すのに対し、その後は、右折先の進路方向に視線が停留してしまう。
- ・ Change Blindness を応用して歩行者を途中で出現させることで、ドライバが歩行者を検知しているタイミングを直接計測する手法を開発した。
- ・ ドライバは交差点進入時及び、一旦停止中ならば歩行者を検知できるが、その後、発進した後では、検知できない可能性が高くなる。

本研究で新たに考案した「検知のタイミング」を直接計測する手法は様々な実験において応用可能であり、今後の交通事故分析に寄与すると考える。しかし、本稿で得られた知見は、特に若年層の男性を調査対象としたものである。今後は、女性や高齢者を対象とした実験を行い、本手法の汎用性を確認すると共に、層別の傾向も調査することが望まれる。

謝 辞

本研究は独立行政法人日本学術振興会 科学研究費補助金 17H02049 の助成を受けたものです。心よりお礼申し上げます。

文 献

- 二神龍太, 風間恵介, 毛利宏, 右折時の操舵に着目した信号交差点歩行者事故におけるヒューマンエラーを誘発する要因の考察, 自動車技術会論文集, Vol.50, No.5(2019), pp.1433-1439.
- 萩田賢司, 森健二, 運転者の視線を考慮した歩行者事故の分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.21, No.4 (2004), pp.1027-1034.
- 公益財団法人 交通事故総合分析センター, 確認しよう横断歩道～「横断歩行者妨害違反」による事故分析～, イタルデザインフォーメーション, No.100 (2013), pp.4-6.
- 伊藤謙治, 桑野園子, 小松原明哲, 人間工学ハンドブック, 朝倉書店(2003), pp.69,340.
- 加藤博一, 拡張現実感システム構築ツール ARTToolKit の開発, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.101, No.652(2002), pp.79-86.
- 川越麻生, 内田信行, 持田勤, Jonas, B., ドライブレコーダのフィールド走行データによる車両対歩行者事故の要因分析, 自動車技術会学術講演会前刷集, Vol.57, No.12(2012), pp.1-4.
- 村越琢磨, 長田佳久, 変化の見落とし研究の展開と今後, Rikkyo Psychological Research, Vol.50(2008), pp.87-95.
- 永井正夫, 五十嵐政, 吉田秀久, 加加速度を考慮したドライビングシミュレータの運動感覚模擬, 自動車技術会論文集, Vol.31, No.1(2004), pp.233-238.
- 中島亮一, 横澤一彦, フリッカー変化時における自然情景の視覚表象, 心理学研究, Vol.81, No.3(2010), pp.210-217.
- 警察庁交通局, 平成 29 年中の交通事故の発生状況(2018), pp.2-6.
- 内田信行, 浅野陽一, 植田俊彦, 飯星明, 携帯電話会話時における運転者の注意状態評価について, 国際交通安全学会誌, Vol.30, No.3(2005), p.58.
- 内田信行, 田川傑, 川越麻生, 阿久津英作, 予防安全研究用ドライブレコーダを用いた歩行者検知遅れ要因の検討, 自動車技術会論文集, Vol.41, No.1(2010), pp.135-140.

References

- Futagami, R., Kazama, K. and Mouri, H., Consideration of the factors that induce the human error of the pedestrian accident based on steering at right turn in the intersection with traffic lights, Transactions of Society of Automotive Engineers of Japan, Vol. 50, No.5 (2019), pp.1433-1439(in Japanese).
- Hagita, K. and Mori, K., Analysis of pedestrian accidents based on drivers' eye movement, Infrastructure Planning Review, Vol.21, No.4 (2004), pp.1027-1034 (in Japanese).
- Institute for Traffic Accident Research and Data Analysis, Let's check crosswalk ~Accident analysis of "Violation of obstructing road crossing pedestrian", ITARDA INFORMATION, No.100(2013), pp.4-6(in Japanese).

- Ito, K., Kuwano, S. and Komatsubara, A., Ningenkougakuhandobukku, Asakurasyoten(2003), pp.69,340(in Japanese).
- Kato, H., ARToolKit: Library for vision-based augmented reality, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Technical Report, Vol.101, No.652(2002), pp.79-86(in Japanese).
- Kawakoshi, M., Uchida, N., Mochida, T. and Jonas, B., Analysis of contributing factors on car-pedestrian accidents using incident video recording data, 2012 JSAE Annual Congress (Spring) Proceedings, Vol.57, No.12(2012), pp.1-4(in Japanese).
- Murakoshi, T. and Osada, Y., Change blindness: Phenomena and future, Rikkyo Psychological Research, Vol.50(2008), pp.87-95(in Japanese).
- Nagai, M., Igarashi, M. and Yoshida, H., A new motion cueing algorithm for driving simulator by considering jerk reproduction, Transactions of Society of Automotive Engineers of Japan, Vol. 50, No.1 (2004), pp.233-238 (in Japanese).
- Nakashima, R. and Yokosawa, K., Visual representation of natural scenes in flicker changes, The Japanese Journal of Psychology, Vol.81, No.3(2010), pp.210-217(in Japanese).
- National Police Agency Koutsukyoku, Heisei29nendotyunokoutsujikonohasseijoukyou(2018), pp.2-6(in Japanese).
- Uchida, N., Asano, Y., Ueda, T. and Iihoshi, A., Evaluating the attentive state of drivers during mobile phone conversations, IATSS Review, Vol.30, No.3(2005), p.58(in Japanese).
- Uchida, N., Tagawa, T., Kawakoshi, M. and Akutsu, E., Investigation of risk factors for pedestrian error using active safety driving recorder, Transactions of Society of Automotive Engineers of Japan, Vol.41, No.1(2010), pp.135-140(in Japanese).