

交差点における運転者の他車両到達時間予測に関する研究

○日大生産工(院) 藤井 洗祐
日大生産工 栗谷川 幸代

1. はじめに

近年、交差点での交通事故の割合が高い¹⁾。また、交差点でドライバーは、他車両などの動きを予測して判断、操作を行っており、事故軽減のためには他車両の位置予測能力(以下、位置予測)が重要だと考えられた。そこで、先行研究において、交差点での出会い頭事故を想定した横方向から接近してくる他車両の位置予測の計測手法が検討され^{2) 3)}、他車両に見立てた視標が定速の場合、速度や眼を離すタイミング(以下、消失位置)の違いが位置予測に影響することが示された。しかし、先行研究で構築された計測手法ではモニタを使用したため、視野角が制限されていた。また、他車両は交差点進入時に定速ではなく、加減速を行う場合もある。そのため、位置予測の計測手法の構築には、これらを考慮することが必要である。

そこで本研究では、広画角スクリーンを用いて、位置予測能力計測装置を構築し、他車両に見立てた視標の速度、加速度、消失位置が位置予測に与える影響を検討する。また、構築した位置予測能力計測装置を用いて、視標の視認方法を統制することにより、視認方法が位置予測に与える影響を検討した。

2. 実験方法

2. 1 実験環境

図1に実験環境を示す。実験参加者の眼からスクリーンまでの距離は60[cm]スクリーンは幅120[cm]である。できるだけ水平方向の画角を広く確保するために、実験参加者の眼の位置(以下、目標位置)および視標の出現位置をスクリーンの端とすることで、60[deg]の水平視野角を得た。

2. 2 実験内容

図2に位置予測能力計測手法の流れを示した。実験開始は実験参加者がボタンを押すと、視標がスクリーン端に現れ左から右、または右から左へ移動する。移動中、設定した消失位置に視標が到達すると視標が消える。実験参加者には消えた視標が動き続けた場合に視標が目標位置に到達したと予測した時点(以下、予測位置)でボタンを押して頂いた。また、この位置予測能力計測手法はVisual Basic 2010 Express (Microsoft)で構築した。なお、視標を視認する際に、実験参加者に頭の位置を固定するようには教示していない。

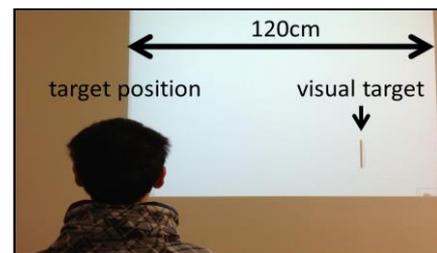


Fig.1 Experiment Environment

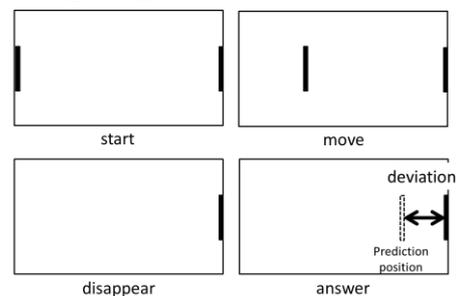


Fig.2 Experimental Procedure

2. 3 実験条件

視標の速度、加速度、消失位置が位置予測に与える影響を検討するために位置予測能力計測時の視標の条件は以下のように設定した。また、計測は視標の出現方向を左右それぞれ3回ずつ行った。

Measuring the Driver Prediction Time of
the Arrival of Other Vehicles at an Intersection

Kousuke FUJII, Yukiyo KURIYAGAWA

2. 3. 1 速度条件

視標の速度が速くなることで位置予測能力が低下すると想定して、15,25,50[deg/s]とした。

2. 3. 2 加速度条件

視標の加速度が増加することで位置予測能力が低下すると想定して、0.1,0.5,2.5[deg/s²]とした。なお、加速度条件は視標出現から2秒間は速度一定(3[deg/s])として、その後、一定の加速度で加速するようにした。

2. 3. 3 消失位置条件

視標の消失位置が目標位置から遠いと位置予測能力が低下すると想定して、スクリーン端から10,20,30[deg]とした。

2. 4 計測項目

実験参加者の予測位置と目標位置のずれ量を計測した。なお、ずれ量は目標位置を0として、予測位置が目標位置手前の場合はマイナス、目標位置を越えた場合はプラスの値とし、平均値と標準偏差を算出した。また、実験参加者の視標の視認状況を把握するため、視線・頭部移動をアイマークレコーダで計測した。

2. 5 実験参加者

実験参加者は、インフォームドコンセントを得た運転免許証を保有している20代男性10名である。実験参加者の平均視力は裸眼視力または矯正視力で1.2±0.3であった。また、10名中5名の利き目が左であった。

3. 実験結果

速度、加速度、消失位置の条件ごとにずれ量をプラス側とマイナス側に分類し、全実験参加者の平均値と標準偏差を求めた。この結果から、各条件における位置予測への影響を検討する。

3. 1 速度条件

図3に、速度条件ごとに分類したずれ量を示す。図より、速度が増加するとプラス側のずれ量は増加し、マイナス側のずれ量は減少している。条件ごとにTukey法で検定を行った結果、プラス側のずれ量はすべての条件間で有意差が見られた。さらに、実験中の視線移動を確認すると、視標の速度が速い場合、視標を眼でうまく追えていないことがわかった。

3. 2 加速度条件

図4に、加速度条件ごとに分類したずれ量を示す。図より、ずれ量は全てマイナス側となった。また、加速度が小さい場合はずれ量は大きく、加速度が大きくなるとずれ量が減少していることがわかる。条件ごとに前述の検定を行った結果、0.5,2.5[deg/s²]の条件間以外では有意差は見られた。

3. 3 消失位置条件

図5に速度一定条件のずれ量を消失位置条件ごとに分類したずれ量を示す。図より、消失位置が目標位置に近づくとプラス側とマイナス側共にずれ量が減少している。前述と同じ検定を行った結果、プラス側の全ての条件間で有意差が見られた。また、加速度条件でも結果は同じ傾向であった。

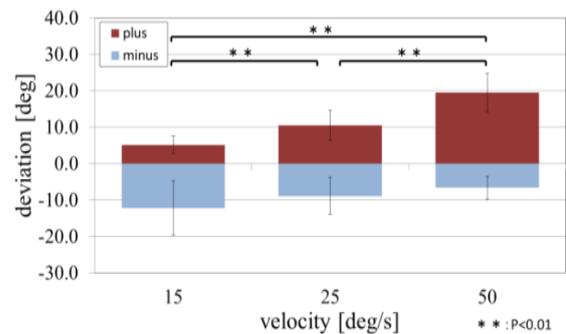


Fig.3 Influence of velocity

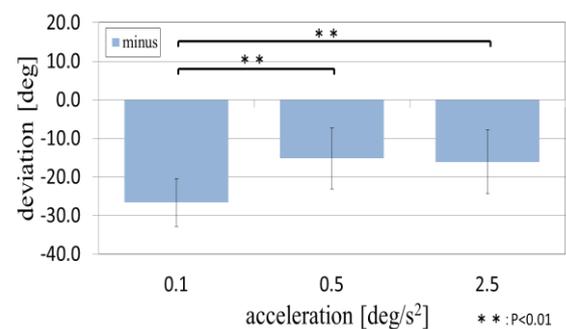


Fig.4 Influence of acceleration

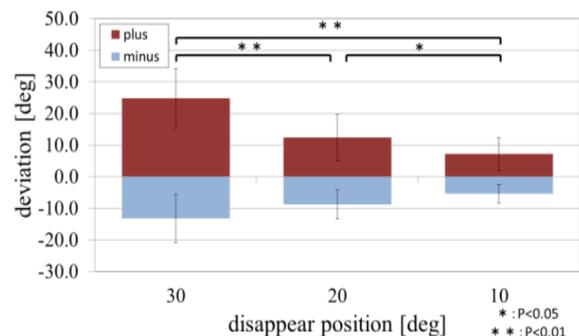


Fig.5 Influence of disappear position

4. 考察

4. 1 速度が位置予測に与える影響

結果から、速度が増加するごとにずれ量が増加することが明らかとなった。このことから、速度が増加することで位置予測能力が低下すること考えられる。特に視標を眼で追えない速度になると、位置予測に必要な情報が知覚できず位置予測能力が低下すると考えられる。また、速度が増加するごとにマイナス側のずれ量が減少し、プラス側のずれ量が増加することが確認できた。このことから、予測位置がプラス側にずれるということは、消失後の視標の速度を正確に予測できず、実際の速度より遅く予測していると考えられる。

4. 2 加速度が位置予測に与える影響

結果から、加速度が増加することでマイナス側のずれ量が減少することが明らかとなった。このことから、加速度が増加することで位置予測に一定の影響を与え、位置予測能力が向上する傾向が見られた。しかし、加速度を加える前の速度条件によってこの結果が変わる可能性が考えられるため、実験条件を変え、さらに検討する必要があると考えられる。

4. 3 消失位置が位置予測に与える影響

結果から、消失位置が目標位置に近づくごとにずれ量が減少することが明らかとなった。このことから、目標位置から消失位置までの距離が短くなることで位置予測能力が向上すると考えられる。また、目標位置から消失位置までの距離が短くなることでマイナス側のずれ量が増加していた。この時、予測位置がマイナス側にずれるということは、消失後の視標の速度を正確に予測できていないが、実際の速度より速く予測していると考えられる。

4. 4 視認方法が位置予測に与える影響

計測中の実験参加者の視標の視認状況を確認すると、頭部を固定して眼だけを動かして視標を視認している場合と眼と頭部を動かして視標を視認している場合があり、ずれ量を比較するとこれらの状況間で位置予測の違いが確認された。そのため、視標の視認方法を統制し、視認方法が位置予測に与える影響を検討する必要があると考えられた。そこで、頭部の固定条件を加えた追加実験を行った。

5. 追加実験

視標の視認方法が位置予測に与える影響について検討するため、実験参加者の頭部を固定する条件（以下、頭部固定条件）と固定しない条件（以下、頭部非固定条件）で位置予測の追加実験を行った。

5. 1 実験条件

視標の速度条件は 15,25,50[deg/s]消失位置条件はスクリーン端から 10,20,30[deg]に設定して、頭部固定条件と頭部非固定条件での位置予測能力計測を行った。なお、計測は視標の出現方向を左右それぞれ3回ずつ行った。また、実験参加者の頭部条件を確認するため、実験中の実験参加者の頭部の動きをビデオカメラで撮影した。

5. 2 実験結果

図6に、頭部の拘束条件と速度条件ごとのずれ量をプラス側とマイナス側に分類した全実験参加者のずれ量の平均値と標準偏差を示す。図より、頭部の拘束条件に関わらず、速度が増加すると目標位置を大きく超えて回答している様子がわかる。頭部拘束条件間で比較すると、15,25[deg/s]において頭部固定条件ではプラス側のずれ量が大きく、頭部非固定条件ではマイナスのずれ量が大きくなっている。なお、この結果は視標の出現方向（左右）において差は見られなかった。

ここで、ずれ量がプラス側かマイナス側かどうかは個人に依存していたため、それぞれの条件における実験参加者の人数を表1に示す。表より、各速度条件における頭部拘束条件間では大きな差はないことがわかる。また、速度が速くなるとプラスのずれ量を示す実験参加者が顕著に増えていることがわかる。

視認方法の違いによる位置予測の結果を比較するため、表1より、実験参加者がある程度確保できたプラス側のずれ量の結果を用いて検討を行う。

図7に、頭部条件と速度条件ごとに分類したプラス側のずれ量の結果を示す。図より、速度が15,25[deg/s]といった遅い場合には、頭

部固定条件が頭部非固定条件に比べてずれ量が大きいことがわかる。条件ごとに Tukey 法で検定を行った結果、15[deg/s]の場合に有意差が見られたが、他の速度条件では個人差が大きく有意差は見られなかった。

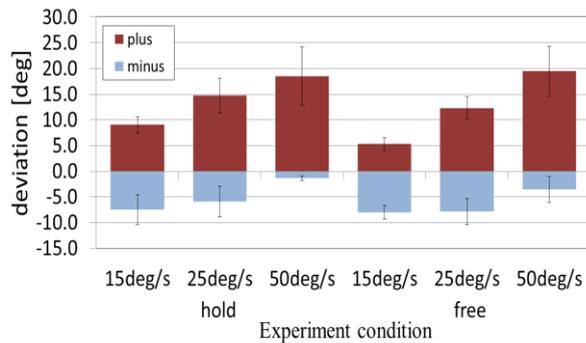


Fig.6 Deviation for each condition

Table1 The respondents for each condition

Velocity	15deg/s		25deg/s		50deg/s	
Condition	hold	free	hold	free	hold	free
plus	4	4	8	7	9	9
minus	6	6	2	3	1	1

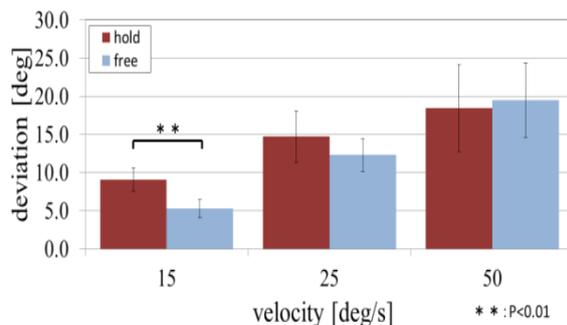


Fig.7 Deviation of the plus side

5. 3 考察

視標の視認方法が位置予測に与える影響が明らかとなった。位置予測時に頭部を固定することで、視標の速度が遅い場合にはずれ量が大きくなることがわかった。これは、視標が遅い場合には、頭部を視標の動きを合わせて動かせるために、視標の将来位置の予測が他の条件に比べて、より適切に行えたためと思われる。

6. おわりに

本研究では、広画角スクリーンを用いて、位置予測能力計測装置を構築し、位置予測に影響すると考えられる4つの要因の検討を行った。その結果、以下の結論を得た。

- (1)速度が増加することで位置予測能力が低下する。特に、視標を眼で追えない速度になると、位置予測に必要な情報が知覚できず位置予測能力が低下すると考えられる。
 - (2)加速度が増加することで位置予測に一定の影響を与え、位置予測能力が向上する傾向が見られた。しかし、加速度を加える前の速度が大きく影響している可能性があるため、条件を変えさらに検討する必要があると考えられる。
 - (3)目標位置から消失位置までの距離が短くなることで、位置予測能力が向上する。
 - (4)低速時の場合、視標を眼だけで視認して位置予測をするより、眼と頭を動かして視標を視認する方が、位置予測をしやすく位置予測能力が向上する。しかし、視標が眼で追えない速度になるとその影響がなくなると考えられる。
 - (5)実験結果から、実験参加者間のばらつきが計測でき、構築した位置予測能力計測装置が評価に使用できる可能性が確認できた。
- 今後は、事故防止の観点から位置予測能力を計測・評価するだけでなく、位置予測能力を向上させるための手法を検討する必要がある。

「参考文献」

- 1) 警察庁, 平成23年中の交通事故の発生状況警察交通局, <http://www.npa.go.jp/toukei/koutuu48/toukei.htm>, 2012
- 2) 伊藤ら, 高齢運転者の運転能力計測に関する研究-交差点における他車両到達時間-, 日本人間工学会関東支部第17回卒業研究発表会, 2011
- 3) 新井ら, 遮蔽後物体の移動距離の過小評価に注意配分の低減が影響する可能性, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 16(1), 2011, p.65-72