

What does the driver look at? The influence of intersection characteristics on attention allocation and driving behavior

Julia Werneke, Mark Vollrath

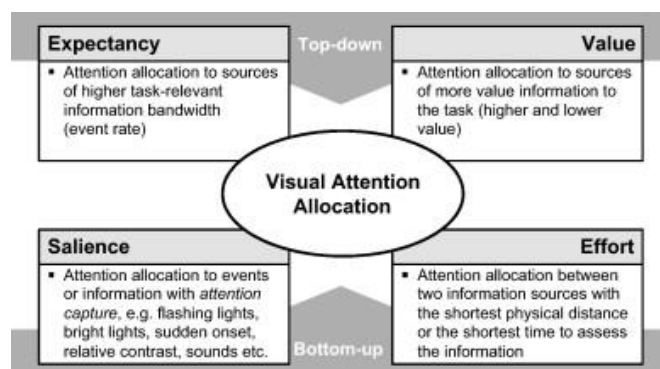
Accident Analysis & Prevention. 2012, Vol. 45, pp.610-619

1. Introduction

- 交差点での運転は、ドライバーにとって最も複雑なタスクの一つである。
 - ◇ 視覚刺激の密度が高く、大量の視覚・精神的資源が必要である (Hills, 1980)。
 - ◇ 視覚入力が大きいため、交差点での事故の 90% 以上は視覚情報の取得に問題があることが原因である (Hills, 1980, Olson, 1993, Sivak, 1996)。
- 過去の事故原因分析研究によって、ドライバーの知覚ミス、運転に十分な情報を持っていないことが主な要因であることを示している (Clayton, 1971, Clayton, 1976, Fell, 1976, Sabey & Staughton, 1975, Staughton & Storie, 1977, Fuerstenberg, 2005, Graab et al., 2008, Hoppe et al., 2007)。
 - ◇ ドイツの事故調査で、ほとんどの場合はドライバーが他の交通参加者に道を譲らなかったことが原因である。同様の結果は、他の研究でも見られる (Graab, 2008; Hoppe, 2007; Wierwille & Tijerina, 1995)。
 - その理由について、多くのドライバーは、他の交通参加者に気づかなかっただけだと報告している。
 - ◇ ほぼすべてのドライバーが自転車に全く気づかなかったと報告している。
 - その理由はドライバーが自転車の来た方向を見なかったからである。
- Räsänen & Summala (1998)によると、ドライバーの不適切な注意配分が知覚ミスを起こる原因である。
 - ◇ ドライバーは交差点で通行権を持つ他の車両が来る可能性のある道路など、関連する領域にのみ注意を集中させる傾向がある。その結果、対面通行の自転車専用道路など、交差点の他の場所にはほとんど注意が向かない。
 - ◇ このようなドライバーの不適切な注意配分の典型的な状況として、ドライバーは信号のない T 字路で右折し、左折車に道を譲らなければならない場合がある (Räsänen & Summala, 1998, Summala et al.) ドライバーは主に左側の道路に注意を向ける。この時、自転車が右側から双方向自転車専用道路を横断してきた

としても、ドライバーはおそらく、その自転車に気づかない (Kulmala, 1990, Kulmala & Beilinson, 1991, Räsänen & Summala, 1998)。

- ◇ 環境中の手がかりに応じて、階層的に組織化されたスキーマがドライバーによって活性化され、それによって何が起こりそうかを予測し、注意配分や運転行動を決定する。(Engström, 2009)。
- 特定のタイプの交差点では、ルーチン化された行動やステレオタイプ化された行動が支配的。
- 今までの研究は、注意配分がどの要因に支配られているかについてはまだ明確になっていない。
- ◇ 注意配分の一般的モデルを参照することが役に立つ。
- SEEV モデルは視覚的探索と注意の割り当てを説明するモデルで、航空や運転のような動的環境にも適用できる。
- ◇ ドライバーの視野の異なる部分への視覚的注意配分は、4つの要因の影響によって導かれるという仮定に基づいている。
- Salience: 注意を引くようなイベントや情報への注意配分
- Effort: 最短の物理的距離または最短時間で情報を評価する2つの情報源間の注意配分
- Expectancy: よりタスクに関連した情報帯域幅の高い情報源への注意配分
- Value: タスクにとってより価値のある情報源への注意配分



- ◇ SEEV モデル (Wickens et al., 2001) を交差点の状況に適用すると、モデルのトップダウンの要素が運転者の注意の配分において主要な役割を果たす。

- 運転者の知識、および現在の運転目標によって、注意は主にトップダウンのプロセスによって駆動される。
 - 運転者が信号なしの T 字路交差点で右折したい場合、最もタスクに関連する情報 (Value) は左側から発生する。
 - 衝突を避けるために運転者はこの方向から車が接近することを譲る必要がある。この状況では、運転者の注意は主に交差点の重要な領域 (Important Area) に割り当てられ、左からの車両の間のスペースを探す。
 - SEEV モデル (Wickens et al., 2001) の Value 要素に加えて、タスク関連情報のイベント率 (Expectancy) は注意配分に影響を与える。
 - 交通において、これは主に交通密度を指す。
 - T 字路交差点で右折し、左からの交通に譲る必要がある場合、交通が主にこの側から来る場合、運転者の注意は主に左に割り当てられる。右から自転車が来る頻度があまり高くない状況では、運転者の期待要素は低くなる。このように、SEEV モデル (Wickens et al., 2001) は、この状況では運転者の注意が主に左に割り当てられ、そのため右からの自転車はほとんど運転者に認識されないと予測している。
- ◇ ドライバーの注意配分は上記の 2 つの要因にどのように影響されるかをより詳細な研究が必要。
- ◇ IA が 1 つしかない交差点では、ドライバーの注意は主に左側通行車両に向けられると考えられる (Wickens et al., 2001, Räsänen and Summala, 1998, Summala et al., 1996)。
- ◇ IA が 2 つある交差点では、ドライバーにとってどちらのエリア (車と歩行者) にもタスク関連性の高い情報が含まれているため、右折する前にこの 2 つのエリアの間で注意を移動させる必要があると考えている。
- ◇ 交通密度に関しては、交通密度が高い状況では、交通密度が低い状況と比較して、ドライバーの注意はより自動車に向けられるという仮説を立てた。
- ◇ さらに、本研究では、注意配分が事故原因に与える影響を検討するため、4 つの交差点状況において、ドライバーが予期していなかった場所で、時間内に避けられなければ、事故につながる 2 つの事象を導入した。

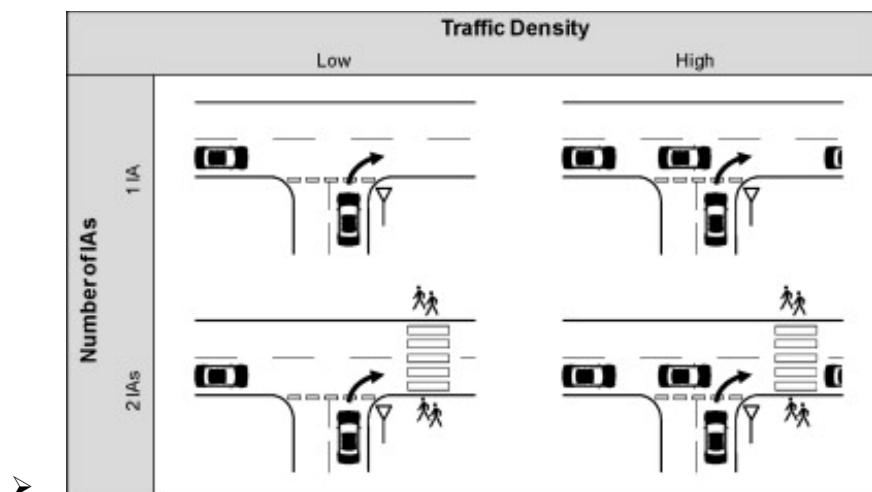
2. Method

➤ 参加者

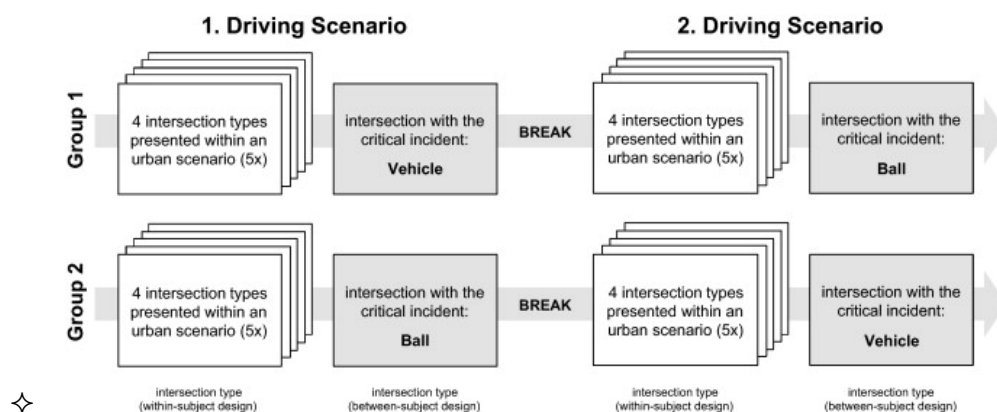
- ✧ 40 人のドライバー (男性 26 人, 女性 14 人)。19 歳から 55 歳 ($M = 31.0$, $SD = 19$)。運転免許取得年数は平均 12.3 年 ($SD = 11.4$)。平均年間走行距離は 9000 ~ 12000km。

➤ 実験デザインと運転課題

- ✧ 交差点の状況の関連する要因を調査するために、4 つの T 字路交差点のシチュエーションが使用された。
- ✧ 環境要因は 2 つある。
 - 重要な領域 (Important Areas) の数が 1 つまたは 2 つのいずれかになるようにした。
 - 1 つの IA の場合、車は左側から直進して交差点に進入した。
 - 2 つの IA の場合、車は左側から進入し、交差点の右側には歩行者用横断歩道がある。歩行者は歩いたり立ったりしていたが、横断歩道を渡ることはなかった。
 - 左側からの車の発生頻度を変化させることで、交通密度を操作した。
 - 低交通密度の状況では、車間距離が約 110 メートル。
 - 高交通密度の状況では、車間距離は約 70 メートル。



- 運転課題は、4つの交差点シチュエーションで右折することであった。
- ✧ 参加者の視線行動によって、どのように注意配分が適応されるかを分析した。
- ✧ 注意配分が交差点付近の予期しないイベントの認識にどのように影響するかも調査した。
 - ボールが右から左の歩道に跳ね返り、ドライバーが右折を開始した時点で約 6.7 メートル先にあった。
 - 駐車場から突然発進した車が道路に進入し、ドライバーが右折を開始した時点で約 18.5 メートル離れた場所だった。
- 各参加者は4つのT字路口のタイプを繰り返し運転し、2つの運転シナリオを完了した。
- ✧ 参加者が各運転シナリオで20回の交差点を通過した後、4つの交差点のうち1つが各参加者に再び提示され、その際に2つの予期しないイベントのいずれかが発生した。



- ✧
- データ
 - ✧ 運転者の行動、車両の反応、運転者の視線及び主観的データが記録された。
 - ✧ 運転者の行動及び車両の反応
 - 4つのT字路交差点における接近時および右折時の速度

- 交差点での待ち時間
- 予期しないイベントが起こった時の速度、ブレーキの反応時間、衝突時間

◇ 視線

- 交差点の右側、左側に向けられた視線の回数

◇ 主観的データ

- 交差点の複雑さ：「その交差点はどれくらい難しかったですか？」
 - 5段階評価
- 経験した負担：「その交差点はどれくらい疲れましたか？」
 - 5段階評価
- 注意：「その交差点にどれくらいの注意を払う必要がありましたか？」
 - 5段階評価
- 主観的注意配分：「交差点の左側、中間、右側にそれぞれどれくらいに注意を向けましたか？」

How much of your attention did you allocate to the left, middle, and right hand side of the intersection?

◇ Left _____ % Middle _____ % Right _____ % = 100 %

➤ 実験手続き

- ◇ 参加者に同意書を読んで署名してもらう。
- ◇ 実験の説明を受ける。
- ◇ シミュレーターに慣れるために2つの短い運転シナリオを実施する。
- ◇ 2つの運転シナリオはそれぞれ40～45分間続き、間には短い休憩がある。
- ◇ 各運転シナリオの終了時に、参加者は評価アンケートに回答した。

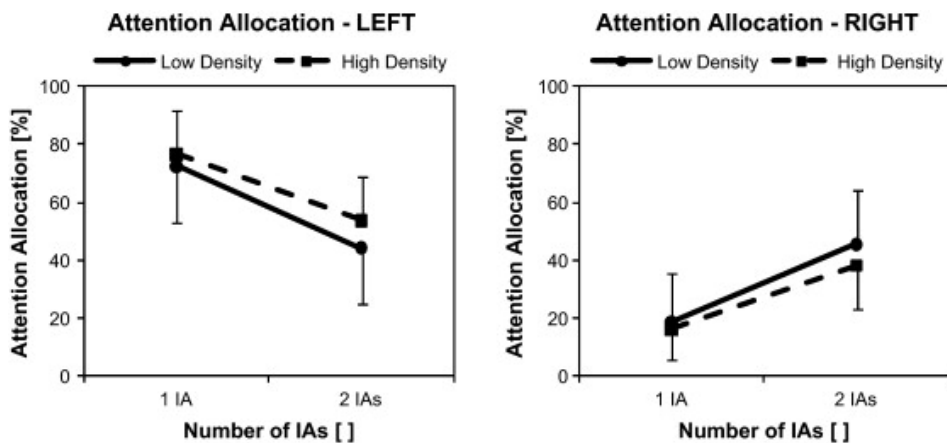
3. Result

➤ 主観的注意配分

- ◇ 左側への注意に関して、2つの有意な主効果が示された。相互作用が見られた。
 - 交通密度: $F(1, 39) = 17.9, p < .001$

- IA の数: $F(1, 39) = 93.8, p < .001$
 - 相互作用: $F(1, 39) = 4.3, p = .045$
- ◇ 右側への注意に関して、2つの有意な主効果が見られた。相互作用が見られなかった。

- 交通密度: $F(1, 39) = 10.2, p = .003$
- IA の数: $F(1, 39) = 81.7, p < .001$
- 相互作用: $F(1, 39) = 3.9, p = .055$



➤ 予期しないイベントが起こった時の視線行動

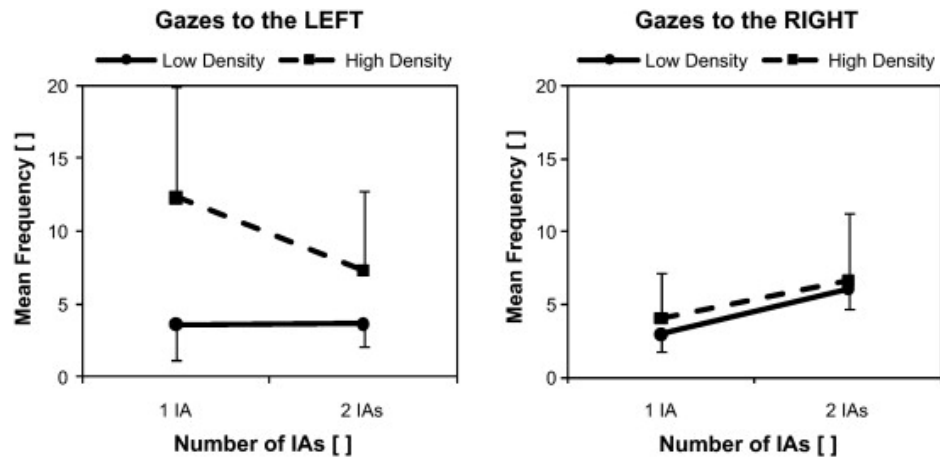
- ◇ 左側への視線に関して、1つの有意な主効果が示された。相互作用が見られなかった。

- 交通密度: $F(1, 36) = 15.8, p < .001$
- IA の数: $F(1, 31) = 2.5, p < .120$
- 相互作用: $F(1, 36) = 2.6, p = .113$

- ◇ 右側への視線に関して、1つの有意な主効果が示された。相互作用が見られなかった。

- 交通密度: $F(1, 36) = 0.8, p < .379$
- IA の数: $F(1, 36) = 9.3, p < .004$

- 相互作用: $F(1, 36) = 0.1, p = .768$



◇

➤ 衝突頻度

◇ 衝突頻度は順序効果が見られたため、分析はシナリオ別々に行なった。

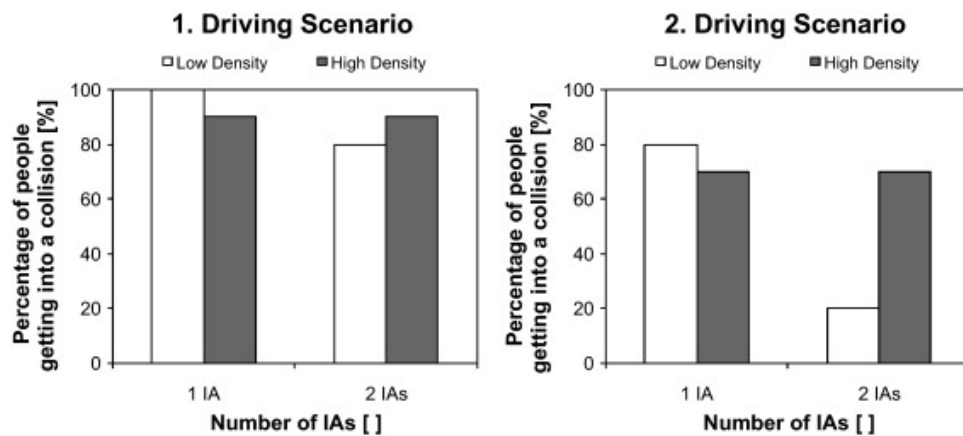
◇ 運転シナリオ 1

- 衝突頻度が非常に高かった。
- 1人だけを除いて、残り全員が1つのIAがある交差点での衝突が起こった。
- 2つのIAがある交差点では、参加者のうち15%が衝突を回避できた。
- 課題が難しすぎたため、要因の影響が見られなかった ($X^2_{(3)} = 2.2, p = .528$)。

◇ 運転シナリオ 2

- 衝突頻度が低かった。
- 4つの状況間に有意差があった ($X^2_{(3)} = 9.2, p = .027$)。

➤ この効果は、2つのIAと低交通密度の交差点に主に起因している。

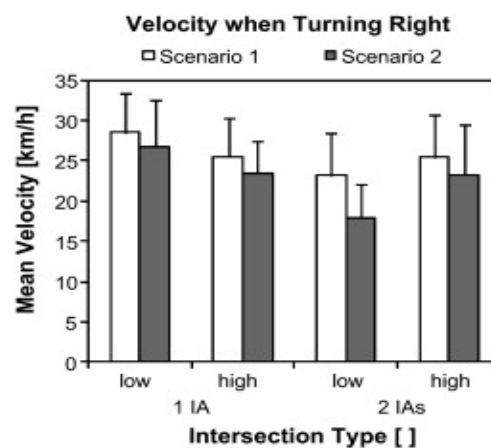


◇

➤ 速度

◇ 2つの有意な主効果が示された。交通密度とIAの交互作用が見られた。

- 交通密度: $F(1, 36) = 0.1, p < .802$
- IAの数: $F(1, 36) = 7.9, p < .0.08$
- 運転シナリオ: $F(1, 36) = 8.2, p < .0.07$
- 交通密度 × IAの数: $F(1, 36) = 7.4, p = .010$
- 交通密度が低く、2つのIAの交差点と、交通密度が低く、1つのIAの交差点の間に有意差があることが示された ($p = .002$)。



◇

4. Discussion

- 本研究の目的は、T字路交差点の環境要因がドライバーの注意配分、および運転行動に与える影響を調査することであった。

- 交差点を、SEEV モデルの 2 つのトップダウン要因 (Wickens et al., 2001) で変化した。
 - ✧ Expectancy: 交通密度で操作した。
 - ✧ Value: 左側から来る車と交差点の右側に歩行者がいるかどうかで操作した。
- 参加者が交差点に入った直後に発生した 2 つの予想しないイベントをどれだけ認識できるかも調査した。
 - ✧ 視線、車両の行動、主観的なデータが記録された。
- 主観的注意配分および客観的視線行動の分析では、4 つの交差点において有意に異なることが示された。主観的データの結果は客観的データと一致している。
 - ✧ 主観的注意配分は、交通密度と IA の両方が左側と右側へのドライバーの注意配分に有意な影響を与えた。
 - ✧ 左側への視線行動は、交通密度のみがドライバーの視線行動に有意。
 - 交通密度の高い交差点では、ドライバーは左側により多くの視線を向けた。
 - タスク関連情報のイベント率が高いほど、ドライバーの注意がその情報源に頻繁に向けられることを示している。
 - ✧ 右側への視線行動は、IA の数のみが有意。
 - 右側に高価値情報 (歩行者) がある場合は、ない場合と比較して、右側により多くの視線を向けた。
 - 別の高価値情報源がドライバーの注意を引き付けることを示している。
- 2 つの予想しないイベントの衝突頻度の分析では、順序効果が見られた。
 - ✧ 運転シナリオ 2 では、運転シナリオ 1 と比較して、衝突を回避することに成功した参加者が有意に増えた。
- 運転シナリオ 2 では、2 つの IA があり、交通密度が低い交差点でより衝突を回避できた。

- ◇ 注意の分析が示したように、この場合の注意の大部分は右側に集中していた。
- 交差点のタイプに関しては、特に 2 つの IA と低い交通密度の交差点では、参加者は交差点に入る際によりゆっくりと運転した。
- ◇ 速度の適応は、右側に重要な情報があるためである。ドライバーは右折する前に歩行者に注意を払う必要があるため、2 つの IA の交差点ではよりゆっくりと運転することが合理的である。
- ◇ 交通密度が高い状況では、短い間隔で安全に曲がるために、より強く加速しなければならなかった。
- 本研究の結果は、交差点事故の発生におけるドライバーの注意配分の役割をより理解するのに役立つ。