3406 自動操作介入タイミングに関する一考察

A Study on Intervening Timing in Driving Support Environment of ITS

正 高橋 宏 佐藤 宏 (日産自動車)

Hiroshi TAKAHASHI, Hiroshi SATOU, Nissan Motor Co., Ltd.

Abstract: In the process of designing algorithms of the automated assistant system related to ITS, it is not so easy to generate the automated behavior that is suitable for driver's expectation. We focused the relationship between the vehicle behavior by driver's manual operation and automated vehicle behavior. For surveying these relationships, the experiments are carried out. By analyzing experimental data, the automated vehicle control should be required safer margin than the operation by driver manually.

Keywords: Intelligent Vehicle, Human Machine Interaction, and Driver behavior

1. 緒言

人間と機械の関係において、人間が機械を操作するときの機械挙動に関する人間の認識と機械が自分以外によって動作するときの機械挙動に対する人間の認識の間には、差異が存在するように思える。たとえば、助手席で他人の運転を見ているとき、前車に接近している過程でドライバがブレーキを踏む時期を遅く感じ、不安になることがある。一方、自分が運転している場合、上述のブレーキ踏み込み時期とまったく同じであっても、何ら、不安を感じないで運転をしている場合がある。

近年、ACC (Adaptive Cruise Control), LKS (Lane Keeping Support System) など、ドライバの運転操作支援を目的としたシステムが次々に商品化され、部分的であるにせよ、自動車の自律走行運転が普及してゆく過程で、人間が安心して運転を任せられるヒューマンフレンドリーな自動運転系の実現にむけて重要な検討視点であると考えられる。機械の自動化の視点からヒューマン・システム・インタラクションの扱い方や捉え方を整理した総論的な検討¹⁾がある。これらの検討では、人間と機械の作業空間の中で人間の意図を捉える貴重な示唆を与えているが、人間にとって安心して任せられる自動制御系目標値のあり方については、具体的に言及していない。

2. ドライバと自動制御系の関係

運転系には、2つの機能(エージェント)が、必要である。走行環境を認識して、車両のマクロ的な挙動を計画する目標値生成エージェントと計画された挙動を実現する目標値達成エージェントである。2つのエージェントは、完全にドライバの操作を必要とせず、完全に自律的に機能するとき、完全自動運転が実現する。しかし、部分的にドライバ操作に介入する場合、Fig. 1のように、目標値生成エージェントと車両に対するマクロ的な挙動計画・指示機能を持つドライバが並列的に存在する。結果として、両者間に目標値に対する差が生じ、ドライバにとって、親和性の低い運転支援となってしまう場合がある。こうした、運転操作支援装置内の目標値生成エー

ジェントとドライバの車両挙動期待に関する齟齬の実態を把握するため、ドライバ自身の手動操作による車両挙動と自動で制御された車両挙動に対するドライバの官能評価の関係に着目する。

Fig. 1 Conflict between driver and ITS

Fig. 2 Road for experiments

3. 障害物の存在しない惰性走行時の場合

著者らは、Fig. 2に示すように、急な下り坂を40km/hで惰性走行開始した後の減速期待発生場所に着目した⁽²⁾。通常、自動変速機車両の場合、急な下り坂では、アクセルを踏まなくても加速する場合がある。このとき、ドライバは、加速に対して不安をもった時点で、ブレーキを踏んだり、ギアを手動で変速し、車両を減速させる。一方、この場面で自動的に減速制御が行なわれる運転操

作支援システムが考えられる。この場合、ドライバはギアを手動操作することなく、自動的に減速する時期を待つ。実験では、自動的に減速する時期に対して、「遅すぎる」、「早すぎる」などの官能評価をおこなう。ドライバが自ら手動で減速操作をした場所と自動で変速した場合、「ちょうど好ましい」と答えた場所の関係を Fig. 3 に示す。道幅を 4, 8 m のいずれの場合でも、自分で操作した位置よりも早めに自動操作を求めている。時間的に、0.5~1 秒程度早くなる。この実験では、見通しがよく、障害物の進入がないことを被験者が知っている。視覚的な情報としては見えと前庭器官に対する加速度刺激が、ドライバに減速期待を誘発する主要因と考えられる。

Fig. 3 Relationship between manual and automated system

4. 障害物側方通過時の場合

2 台の車両（障害物）の間をすり抜ける場合の手動操作による走行速度と自動で制御される場合の走行速度の関係を検討する。Fig. 4 に示すように、100m 以上の見通し距離も持つ直線コース内に、道路両側に A, B, 2 台の車両を配置し、その間を実験車 C が通過する。パネルは、停止位置から 500m ほど走行して、この隘路に気づき、100m ほど走行して隘路部を通過する。2 車両間の通過可能幅 W や実験車の走行速度 V_0 を変化させて、隘路部通過速度 V を測定する。ここで、運転中の操舵に関する影響を回避するため、道路上に白線で走行レーンを作り、そのレーンに沿うように手動操舵する。道路上のレーンは、 $D_0=20\text{m}$ からなだらかに車両 A, B の隙間の中間点を結ぶ曲線とし、ほぼ対称の 2 車両を通り過ぎた 20m 前方で道路と平行になる。

Fig. 4 Vehicle arrangements for experiments

手動操作時の通過可能幅 $W=5\text{m}$, 3m について、ドライバが手動で速度制御するときの走行速度を測定した。一人の被験者が 3 回実施したときの平均値を Fig. 5 に示す。3 回走行時の速度の標準偏差は小さく、手動操作の再現性は認められる。次に、上記の速度変化を自動的に制御できる実験車を運転する。操舵は、道路上のマークにあわせて手動操作するが、速度は、自動的に制御される。ドライバはアクセルに足をおかないで、接近前の 3 箇所で自動制御された速度に対する官能評価を行う。Fig. 5 中に示す数字は、官能評価点である。障害物に車が接近してくる過程では、手動操作時の走行速度を早いと感じるが、おおむね、通過できることが視覚的に判断できるとむしろ、自分の走行速度を遅いと感じている。また、その傾向は、通過の幅が広くなるほうが強くなる。

Fig. 5 Manual behavior and subjective evaluation

5. まとめ

手動操作時の車両特性と自動制御時にドライバに求められる車両挙動の関係について検討した。被験者の数が少なく、今後の解析が必要であるが、定性的な傾向にとどまるが、興味深い結果が得られたと認識している。手動走行時の車両挙動よりも自動制御されているほうが安全サイドに求められるが、一部、安全に通過できると、逆に自車の手動走行速度よりも早くもとめる傾向があることを見出した。被験者を増やし、かつ、他の状況においても検討を続けたい。

謝 辞

筑波大学先端学際領域研究センター 稲垣敏之教授、古川宏講師より重要な示唆をいただき、本研究を進める上で、大変参考になりました。深く感謝いたします。

文 献

- [1] 榎本哲夫, 北村正晴, 稲垣敏之: 自動化におけるヒューマン・システム・インタラクションの諸相; ヒューマンインタフェース学会誌, vol.2, no.1, pp.30-39, 2000.
- [2] 高橋宏, 黒田浩一: 車両手動操作系における自動操作支援介入時期についての一考察, HI 学会論文誌, VOL. 2, NO. 3, PP. 231-238, 2000