

ドライビングシミュレータにおける運転判断エラーのID3による解析

大野 宏 司[†] 本郷 武 朗[†]

本論文では、ドライバが起こすエラーを解析するために、エラー発生の原理として認知的コスト最小化について述べ、帰納学習法の1つであるID3によりドライバの判断過程を決定木として表しエラー（ブレーキ操作判断の遅れ）が予測できることを示す。近年の交通事故の増加から予防安全システムに対する期待が高まっている。実効的な予防安全システムにするためには、ドライバとのインタフェースのあり方が課題となる。そこで、本論文では、エラー発生の観点からドライバの判断過程を解析することを試みた。まず、ドライビングシミュレータ実験で、先行車に追従中にエラーを誘発させる場面を入れた課題を被験者に課した。次に、エラーを誘発させる場を除いたデータから被験者の判断過程をID3により推定し、それによりエラーを誘発させる場面で生じるエラーが予測できるかを評価した。そして、被験者8名のうち2名について推定した判断過程において、脇見やぼんやりなど先行車に対する不注意によるブレーキ操作判断の遅れが予測された。また、被験者のうち1名がこのようなミスにより先行車に追突し、認知的コスト最小化の原理によるエラー予測の可能性が示唆された。

An Analysis of Human Error on Driving Simulator Using ID3

HIROSHI OHNO[†] and TAKERO HONGO[†]

We discuss the human error caused by minimizing the cognitive cost on driving simulator in order to understand human error mechanisms of driver. To estimate the driver's decision process for analysing the human error, we propose a method using ID3. Since traffic accidents in the recent years have increased, there has been a growing expectation for automotive safety systems. It is necessary for the development of automotive safety systems to understand human error mechanisms of driver. In the paper, we address the explanation of driver's decision process from a view point of human error. The experimental results on our fixed base driving simulator show that it can be possible for predicting the human error, which is induced during a car following task included the irregular situation, using the decision tree derived by ID3 in the ordinary car following situation. The paper implies that the human error on the simulator is based on minimizing the cognitive cost from the resulting on the analysis of subject's decision using ID3.

1. はじめに

近年の交通事故の増加から、自動車の安全性を高める衝突警報装置や車線逸脱警報装置など様々な予防安全システムの開発が行われている⁶⁾。実効的な予防安全システムにするためには、車載機器とドライバとのインタフェースのあり方を明らかにする必要がある。ここでは、ドライバの認知や判断の過程を解析し、その過程を明らかにすることが重要である。本研究では、ドライバの認知や判断の過程において事故につながるエラーの発生過程の観点から、その過程を説明するこ

とを取り上げる。

従来研究では、Norman⁵⁾はエラーをスリップとミステイクに区別し、Activation-Trigger-Schema-System-Modelによりエラーを再現するモデルを提案している。さらに、Rumelhartら⁸⁾は、タイピングのシミュレーションにより、スキーマの活性値にノイズを重畳することによりエラー（スリップ）を再現した。また、交通事故に関するものとして、久家ら⁴⁾は、右折事故および停止車両への追突事故を解析対象としてファジィ理論を使ったモデルを作成し、シミュレーションによりドライバの知覚、認知、操作の特性が事故に及ぼす影響について定量的に解析を行っている。ここでは、エラー（ミステイク）の再現をメンバーシップ関数の形状を変更することにより行った。これらの

[†] 株式会社 豊田中央研究所
Toyota Central Research & Development Laboratories,
Inc.

研究のアプローチでは、エラー発生のすべての要因を分析し、記述しなければならない。そのため、一般の交通状況のような複雑で再現が困難な状況には適用することが困難である。このような課題に対して、エラー発生の情報処理過程で働く原理を仮定することによりエラーを再現するアプローチが有効であると考えられる。たとえば、問題解決の分野では、算数の計算におけるバグ発生の原理として、Repair Theory が提案されている²⁾。引き算におけるバグをこの理論に基づくシミュレーションモデルにより予測や説明が行われている。

本論文ではドライバが起こすエラー³⁾の発生過程の説明に向けて、エラー発生の原理（認知的コスト最小化、後述）に基づき、被験者の判断におけるエラー（ブレーキ操作判断の遅れ）が、エラー未発生時の判断過程から予測できることを示す。ここで、エラー未発生時の判断過程を帰納学習法の1つであるID3⁷⁾により導出される決定木で表現する。また、ID3では荒木ら¹⁾により提案された数値データの属性に対応するアルゴリズムを用いた。

以下では、始めに、自動車の運転を模擬するシミュレータ（ドライビングシミュレータ）実験により、被験者に認知的コスト最小化によるエラーを誘発させる実験を行った結果を示す。次に、被験者の判断過程の解析に決定木を使ってエラー未発生時の判断過程を推定する。そのために、認知的コストを相互情報量として捉えて、決定木を生成する簡易な手法であるID3を適用する。そして、エラー未発生時の判断過程を表現した決定木をエラーが誘発した場面に適用し、エラー発生が予測できることを示す。

2. エラー発生の原理

2.1 事 故 事 例

交通事故の中で追突事故を取り上げ、ドライバに起因する原因を現象面で分類すると表1のようになる。このようなエラーの発生原因をすべて説明できる情報処理の原理を想定することは現状では困難であると考えられる。そこで、このうちのいくつかを説明する原理として、認知的コスト最小化の原理を仮定（表1では、2の例に対応）した。

2.2 認知的コスト最小化

ドライバは日常の交通状況下で様々な知覚対象、たとえば信号機、歩行者、先行車のブレーキランプ等の中から運転において適切な情報を検出し、安全に走行するための判断を行っている。交通状況下で得られる情報量は、運転において意味のないものも含めると無

表1 追突事故の原因

Table 1 Causes of rear-end collision accidents.

1. 対向車線の事故車に気を取られて先行車のブレーキに間に合わなかった
2. 発進した先行車が思いがけずに減速したため間に合わなかった
3. ブレーキの踏み損ない
4. 走行速度に対する不適切な車間距離により先行車のブレーキに間に合わなかった
5. 混雑した場面で併走する自転車に気を取られて先行車のブレーキに間に合わなかった

限の大きさを持つと考えられる。そのため、人間の情報処理能力を大幅に上回るようになってしまう。そこで、ドライバは有限の情報処理能力を活用するために何らかの尺度で情報の選択を行っていると考えられる。すなわち、ドライバは様々な交通状況下で状況判断の経験を積むにつれて、より簡単で効率的な情報の選択を行うようになる。そして、このような情報处理的な立場から見た人間の性質を認知的コスト最小化と呼ぶことにする。ここで、認知的コストとは走行環境の中から車間距離、車速、ブレーキランプの点灯、歩行者の有無などを認識するために人間が感じる認識のしやすさを表す尺度である。そして、人間は経験により認知的コストが最小な認識対象（情報）を選択するようになると考えられる。そのため、ある場面では行動や判断のために有効であった認識対象が、別の場面では無効になってしまう。すなわち、今まで有効であった認識対象に基づいた行動や判断では、エラーが誘発されてしまうことになる。このように、認知的コスト最小化をエラー発生の原理と考え、エラーが誘発されるものと考えことにする。たとえば、表1の2では、信号が青になると同時に先行車が発進している状況に何度も遭遇する経験を積むと、先行車の挙動に関する情報が無視され（認知的コスト最小化が働く）、青信号だけを見て判断するようになり、先行車の急な減速などに対応できなくなるという例が相当する。

3. 方 法

ここでは、認知的コスト最小化に基づくエラーの誘発実験とID3による判断過程の解析による検証手続きについて述べる。エラー誘発実験では、運転操作を模擬するドライビングシミュレータを使用する。そして、ドライビングシミュレータでは被験者はディスプレイ上（先行車や道路などが表示される）から得られる情報だけにより判断を行い、運転操作をするものとする。ただし、実際の運転状況では、視覚的な情報の他に体感や音などによる情報も重要な役割を判断において果たしていると考えられる。

認知的コスト最小化が働きエラーが誘発されたかどうかを以下の手順により調べる。

- (1) 判断過程の獲得
「一車線道路で先行車に追従し、先行車の減速と停止にともない追突しないように停止する」課題を被験者に課す。
- (2) エラーの誘発
先行車の減速と停止の場面において、先行車の挙動が(1)とは異なったものにする。
- (3) 判断過程の推定
(1)の判断過程を ID3 により決定木で表現し、この決定木により(2)における被験者の判断過程を推定する。
- (4) (2)と(3)の結果から判定
認知的コスト最小化の検証手続き(後述)により行う。

(1)と(2)の課題で、先行車が減速し停止する場面を走行場面1、走行場面2とそれぞれ呼ぶことにする。走行場面1では、被験者が先行車に追突せずに減速し停止するための判断過程を獲得することを想定している。また、走行場面2では先行車が走行場面1と異なった挙動をするようにし、エラーが誘発されることを想定している。

判断過程の獲得で認知的コスト最小化が働いているとすると、走行場面2では、先行車の挙動に関する情報が無視されるため、被験者がブレーキを操作するタイミングが遅れると考えられる。すなわち、走行場面1で被験者が経験により獲得したブレーキ操作の判断を行う情報が、走行場面2では使えないため、先行車の挙動変化に対応するために別の情報を被験者は探索しなければならない。そのため、探索の時間が余計にかかり、走行場面1に比べブレーキを操作するタイミングが遅れることになると考えられる。ここで、先行車のブレーキランプの点灯時刻からブレーキ操作量が出力(被験者がブレーキを踏む)される時刻までの時間領域をブレーキ遅れ時間^{*}と呼ぶことにする。また、走行場面2におけるブレーキ遅れ時間が上記の理由から走行場面1に比べて長くなることから、長くなった時間領域においては、被験者が走行場面1で獲得したと思われる判断過程によって判断がなされていると考えられる。したがって、ブレーキ遅れ時間の長くなった時間領域において、被験者の判断結果と(3)の推定結果とが一致すれば、エラー発生が予測できることにな

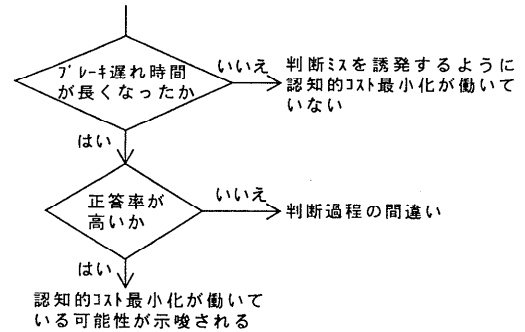


図1 認知的コスト最小化の検証手続き

Fig. 1 Verification process of the minimum cognitive cost principle.

る。以上に基づく、検証の手続きを図1にまとめる。図中、正答率とは、走行場面2でブレーキ遅れ時間のうち走行場面1に比べ長くなった時間領域に対して、被験者が判断した結果を正解としたときの、走行場面1で被験者が獲得した(エラー未発生時の)判断過程により推定した結果とどの程度一致しているかを示す割合と定義される。ここで、走行場面1の被験者の判断を推定するために、認知的コストを相互情報量としてとらえ ID3 を適用し、判断過程を決定木により表現する。そのため、図中の判断過程の間違いとは、解析により得られた決定木の間違いとなる。

4. 実験

4.1 ドライビングシミュレータ

被験者はディスプレイ(19インチ)上に表示された先行車がディスプレイ上の平行線の内側(後述)に入るように先行車との位置関係(車間距離に相当)を調整する課題を実行する。すなわち、一車線道路において一定の車間距離で追従走行を行うことを模擬する。先行車との位置関係の調整には、アクセルとブレーキを模擬するそれぞれの操作板を操作する。以上の運転操作を模擬するドライビングシミュレータの構成を図2に示す。シミュレータにより、先行車の動きや道路の構造などの走行状況が模擬され、ディスプレイ上に表示される。

先行車のブレーキランプは、ディスプレイ上で白色から赤色に変化することで点灯する。ブレーキランプの点灯により、先行車が一定の減速を行う。被験者はディスプレイ上に表示される画面を見て、先行車との位置関係を一定に保つようにアクセルおよびブレーキを操作する。また、アクセルを踏み込んだ後離すことにより軽い減速が自車に働くようになっている(エンジンブレーキを模擬する)。

^{*} ただし、ブレーキ遅れ時間にはブレーキを操作する操作時間が含まれている。操作時間については課題中一定とした。

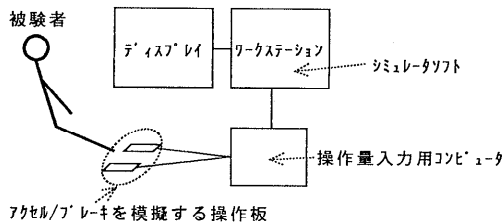


図2 ドライビングシミュレータの構成

Fig.2 Schematic diagram of the fixed base driving simulator.

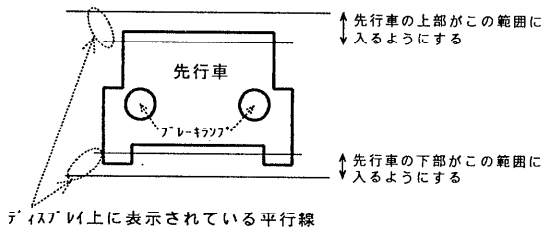


図3 被験者の課題

Fig.3 Task of subject.

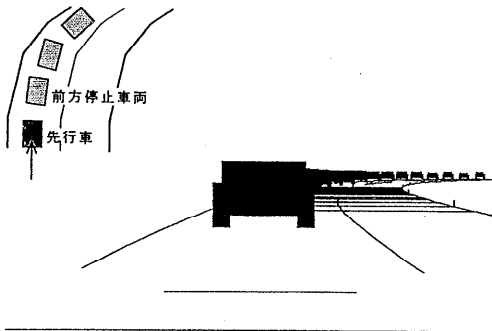


図4 先行車が減速し停止する場面 (走行場面1)

Fig.4 A scene when a preceding car decelerates and stops (situation 1).

4.2 被験者の課題

被験者に与える課題は図3に示すように先行車との位置関係を一定に保つことである。先行車は一定の速度で走行し、ある時間後一定の減速度で停止する。ただし、被験者は先行車が減速し停止する場合には先行車に追突しないように自車の速度を調整して停止しなければならない。

また、課題における走行場面1, 2を以下のようにする。

- 走行場面1：スタート後58sec後、先行車が減速し停止する場面(図4参照)
- 走行場面2：スタート後57sec後、先行車が減速しながら道路の脇に移動して停止する場面(図5参照)

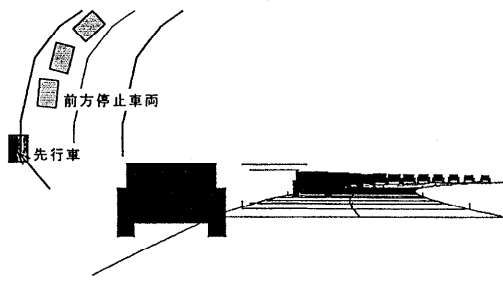


図5 先行車が減速し道路の脇に停止する場面 (走行場面2)

Fig.5 A scene when a preceding car decelerates and stops at road side (situation 2).

表2 シミュレータのパラメータの値

Table 2 Parameters and their values.

パラメータ名	値
ディスプレイの表示間隔	100 [msec]
各種のデータのサンプリング間隔	100 [msec]
先行車の減速度	0.28 G (1 G = 9.8 [m/sec ²])
先行車の車速	57[km/h]

表3 計測するデータの属性

Table 3 Attributes of measured data.

属性名	単位
自車車速	[m/sec]
自車加速度	[m/sec ²]
相対車速	[m/sec]
アクセル操作量	なし
ブレーキ操作量	なし
車間距離	[m]
前方停止車両との距離	[m]
ブレーキランプのON/OFF	なし

停止した先行車の前方には数台の停止車両が存在している。各被験者について走行場面1を5回、走行場面2を最後に1回行い、合計6回の課題を実施する。ここで、走行場面1の繰返しの過程で、被験者が先行車に追突せずに減速し停止するための判断過程を獲得することを想定している。ただし、被験者は過去に同種の実験を体験しており、ドライビングシミュレータの操作に関する知識や課題については十分に熟知している。また、被験者が実験中にディスプレイに向ける注意力を低下させないようにするために、追従走行中に先行車のブレーキランプをランダムに2度点灯させた。

4.3 実験条件

シミュレータのパラメータを表2に示す。時間単位はシミュレータ内で模擬される時間を示す。次に、計測するデータの属性を表3に示す。ここで、前方停止車両との距離とは、自車と先行車が停止するときに

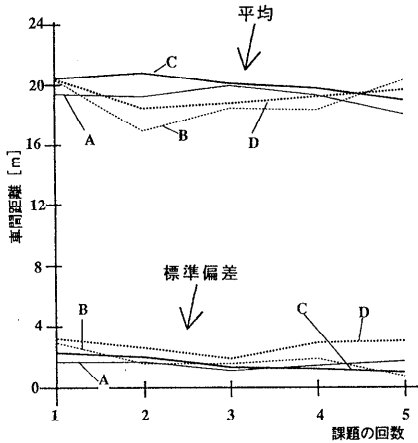


図6 習熟度曲線-車間距離 (男性)

Fig. 6 Results for skill performance curve - distance (male).

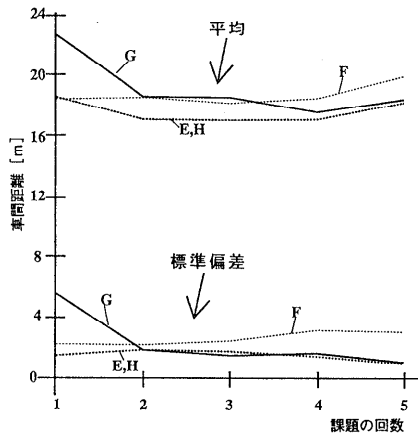


図7 習熟度曲線-車間距離 (女性)

Fig. 7 Results for skill performance curve - distance (female).

前方に停止している車両の最後尾の車両との距離である。表に示すデータが100 msecごとにサンプリングされる。データの単位はシミュレータで模擬しているデータの単位である。

4.4 被験者

被験者は、日常運転を行う20代および30代の男性4名(A, B, C, D)と女性4名(E, F, G, H)の計8名とした。

5. 認知的コスト最小化の検証

ここでは、実験結果および認知的コスト最小化の検証結果について述べる。

5.1 運転技能の習熟度

図6および図7に追従走行中の運転技能の習熟度

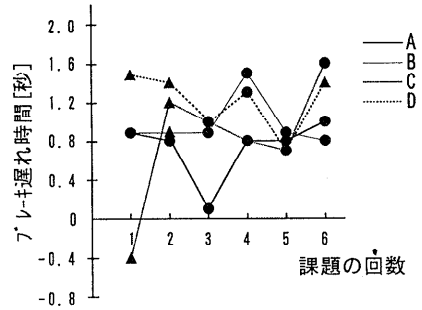


図8 ブレーキ遅れ時間 (男性)

Fig. 8 Results for time delay of braking (male).

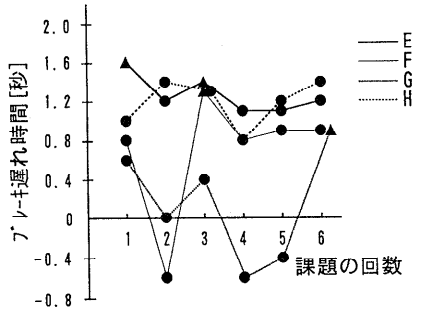


図9 ブレーキ遅れ時間 (女性)

Fig. 9 Results for time delay of braking (female).

を示す車間距離の平均と標準偏差の値をそれぞれ示す。各図の横軸は走行場面1の課題を行った回数を示す。

回数を重ねるにつれて、車間距離が各被験者とも平均で約20 m、標準偏差で4 m以内に収まっていることが分かる。したがって、どの被験者もほぼ同じ程度の運転技能を身に付けていることが分かる。

5.2 ブレーキ遅れ時間

図8および図9にはブレーキ遅れ時間を示す。縦軸がブレーキ遅れ時間、単位はsecである。横軸は課題の回数である。1回から5回目までは走行場面1、6回目が走行場面2の課題である。図中、三角のマークは先行車と追突したことを示す。被験者G, Dの2名が走行場面2において先行車と追突した。また、その他の被験者の走行場面1における追突の原因は、ブレーキの効き具合に不慣れなために生じたものであった*。被験者Gを除く他の被験者のブレーキ遅れ時間は、ほぼ0.8sec前後であることが分かる。すなわち、ブレーキランプ点灯後、判断し操作するまで約0.8secの時間が必要であった。

* 被験者からヒアリングを行った。

表4 ブレーキ遅れ時間 (単位 [秒])

Table 4 Results for time delay of braking (unit [sec]).

被験者	走行場面1	走行場面2
A	0.7 (0.11)	1.0
B	1.1 (0.12)	0.8
C	0.8 (0.03)	1.6
D	1.0 (0.09)	1.4
E	1.1 (0.003)	1.2
F	0.9 (0.003)	0.9
G	0.0 (0.26)	0.9
H	1.1 (0.06)	1.4

5.3 決定木の導出

ここでは、図1の手続きに従い、走行場面2でブレーキ遅れ時間が走行場面1に比べ長くなっている被験者について、走行場面1の課題で獲得されたと予想される(エラー未発生時の)判断過程をID3により導出される決定木で表現する。次に、導出された決定木により走行場面2におけるブレーキ遅れ時間が長くなった時間領域における判断を予測し、被験者の判断結果と比較する。

図8および図9から、各被験者の走行場面1のブレーキ遅れ時間の平均値(追突を起こした以外のデータ)および走行場面2のブレーキ遅れ時間(図8および図9における6回目)の結果をそれぞれ表4に示す。表中、括弧内は分散値を示す。表から、ID3による解析の対象となる被験者は、A, C, D, E, G, Hの6名であった。

次に決定木を導出するために100 msecごとのデータ(表5参照)に対してそれぞれクラスを付ける。クラスが100 msecごとの被験者の判断結果に対応する。クラス付けでは、各データについてブレーキ操作量が出力されているときにstop(停止)、その他の場合をfollow(追従)とクラスを付けた。そして、100 msecごとのデータとクラスをID3による決定木導出のためのデータとした。

また、被験者の時系列データの中から、解析の対象としたのは先行車の停止時のブレーキランプ点灯の前後、すなわち走行時間で56.5 secから60 secまでの3.5 sec間および、追従走行中、先行車のブレーキランプ点灯の前後4 sec間の計7.5 sec間のデータとした。追従走行中のデータを含め解析の対象としたのは、被験者の判断過程の獲得が先行車の停止時のみで行われているわけではないからである。

以上から、走行場面1の課題で獲得したと考えられる被験者の判断過程を推定する決定木をID3により

表5 解析に用いたデータの属性

Table 5 Attributes of data for the analysis using ID3.

属性名	単位
相対車速	[m/sec]
車間距離	[m]
前方停止車両との距離	[m]
ブレーキランプのON/OFF	なし

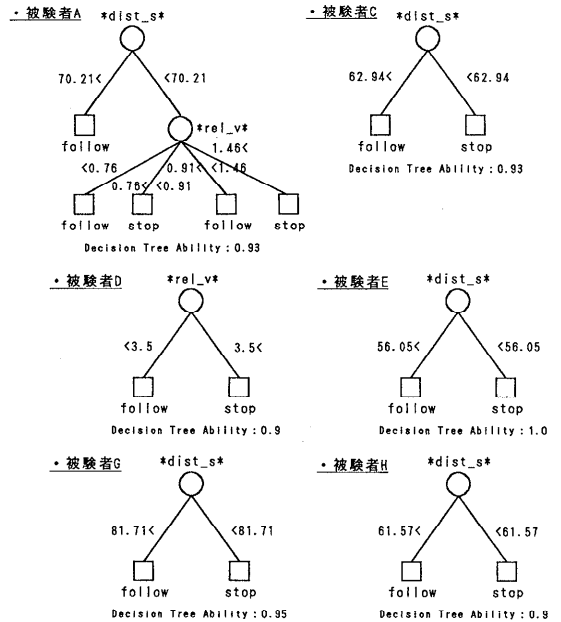


図10 被験者の判断過程を推定した決定木

Fig.10 Results for decision trees estimated subject's decision process.

導出する。結果を図10に示す。ID3を適用する上で用いる各パラメータ¹⁾の設定では、決定木の形状なるべく簡単になるように選択した。図中、*dist_s*は前方停止車両との距離、*rel_v*は相対車速を示す属性名である。また、Decision Tree Abilityは導出した決定木によってデータ(決定木導出に使ったデータ)がどの程度正しく分類されているかを示す信頼性の指標である。図より、被験者Dを除く被験者の決定木では、前方停止車両との距離が判断を行う際に最も重要な属性になっていることが分かる。

次に、決定木を使い正答率を求める。正答率は、走行場面2のブレーキ遅れ時間のうち走行場面1のブレーキ遅れ時間より長くなった時間領域に対して、被験者の判断結果(クラス)と導出された決定木による判断結果との一致の割合である☆☆。ここで、走行場面

☆ 追従走行中に2回点灯する。

☆☆ 100 msecごとに判断結果を求める。正答率が1の場合、クラスが時間領域中すべて一致していることを示す。

表 6 決定木の正答率

被験者	正答率	Decision Tree Ability
A	0.67	0.93
C	0.88	0.93
D	0.25	0.90
E	0.0	1.00
G	1.0	0.95
H	0.67	0.90

2 のデータには走行場面 1 の場合と同様な仕方でクラスが付けられている。正答率の結果を表 6 に示す。また、Decision Tree Ability も合わせて示す。表より、被験者 C と G の正答率がかなり高いことが分かる。したがって、検証手続き（図 1 参照）から、認知的コスト最小化が働いている可能性があることを示唆する結果になった。また、ブレーキ操作判断の遅れをエラー未発生時の判断過程を表す決定木により予測することが可能であることが示唆される。その他の被験者については正答率が低く、認知的コスト最小化が働いているかどうか判定ができなかった。

ここで、被験者 C と G の結果を解釈すると次のようになる。シミュレータにおいて、先行車に追従する課題、ただし先行車は前方に停止した車両の後ろに停止する、を繰り返し被験者に行わせると、本来先行車の挙動の変化に注意して判断するよりは、前方に停止した車両に注意する方が楽に対処できることを学習し、先行車への注意が働かなくなり（認知的コスト最小化が働く）、経験したことのない場面（走行場面 2）で判断ミスを引き起こすことになる。さらに、場合によっては判断ミスが先行車への追突を引き起こすことがある。

6. 議 論

今回の実験では被験者 8 名のうち 2 名について（25%）、エラー未発生時の判断過程により、認知的コスト最小化が働いて誘発されたと考えられるエラーが予測された。また、そのうち 1 名が判断ミスにより先行車に追突した。この結果、残りの 6 名については今回の実験ではエラーが誘発されず、認知的コスト最小化が働いているかどうか分からなかった（図 11 参照）。原因としては、

- (1) 判断過程の推定が間違っていたため
- (2) 認知的コスト最小化が十分に働かなかったためと考えられる。

(1) については、ブレーキ遅れ時間が長くなっていることから被験者 A, D, E, H の結果が該当する。今回適用した ID3 では決定木により判断過程が表現さ

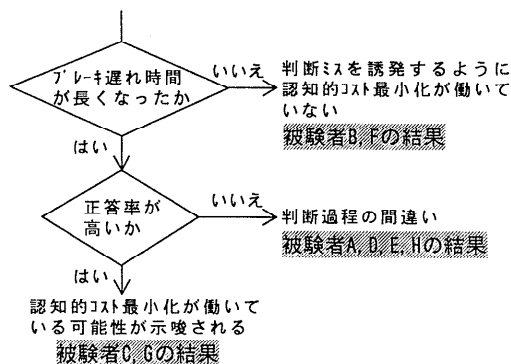


図 11 認知的コスト最小化の検証手続きによる検証結果
Fig. 11 Results for verification process of the minimum cognitive cost principle.

れる。しかし、被験者の判断過程の構造が本来決定木では表現できない構造になっているとも考えられる。また、判断や操作にともなう遅れ時間はどの被験者も 0.8 sec 程度有している。このような遅れ時間を含む時系列データからは、現在の学習アルゴリズムでは遅れ時間を考慮して決定木を導出することができないと考えられる。一般に時系列データに基づく判断では瞬時瞬時のデータを基に判断が獲得されるのではなく、判断の最終結果を評価して、その評価結果により判断過程が獲得されると考えられる。そのためには、瞬時瞬時の認知的コスト最小化に基づく学習ではなく全体の判断の影響を考慮した認知的コスト最小化に基づく学習が必要であると考えられる。

(2) については、被験者 B と F では、追従走行中の先行車のブレーキランプ点灯にも反応してブレーキを操作していた。そのため、ディスプレイから得られる各情報（属性）間で認知的コストを最小にするほどの違いがなく判断過程を獲得することができた可能性がある。そこでこのような点を改善するためには、各属性間で認知的コストの違いを顕著にするために、表示される情報の色や輝度などの調整および走行場面の設定などを工夫することが必要であると考えられる。

7. ま と め

本論文では、運転時におけるドライバーのエラー発生過程の説明に向けて、エラー発生の原理として認知的コスト最小化の原理について述べた。そして、認知的コスト最小化を相互情報量としてとらえ、エラー未発生時の判断過程を表す決定木をエラーが誘発した走行場面に適用し、エラーが予測できることを示した。すなわち、運転を模擬するシミュレータ実験から、被験者 8 名のうち 2 名において、

- 被験者が経験したことの無い走行場面におけるブレーキ遅れ時間の増加
- 被験者の判断過程を推定した決定木により、被験者が経験したことの無い走行場面における判断の推定で高い正答率

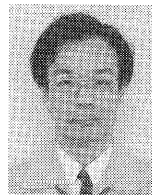
が得られたことから認知的コスト最小化が働き、脇見やぼんやりなどが生じる可能性を見出した。被験者のうち1名がこのような原因により先行車に追突した。したがって、今回の結果から現実の交通状況下においてもドライバが起こすエラーの中には、エラー発生の原因が認知的コスト最小化に基づくものとして説明できるのではないかと考えられる。また、従来研究におけるエラー発生の要因分析と記述によるアプローチとは異なり、エラー発生の原理によるアプローチによりエラー予測の可能性を示唆する結果を得た。

参考文献

- 1) 荒木 大, 小島昌一: 決定木学習における数値データの区間分割, 第5回人工知能学会全国大会予稿集, pp.157-160 (1991).
- 2) Brown, J.S. and VanLehn, K.: Repair Theory: A Generative Theory of Bugs in Procedural Skills, *Cognitive Science*, Vol.4, pp.379-426 (1980).
- 3) Klebelsberg, D.: *Verkehrspsychologie*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (1982). 蓮花一己(訳), 長山泰久(監訳): 交通心理学, 企業開発センター交通問題研究室, pp.33-38 (1990).
- 4) 久家伸友, 落合清史, 上野裕史, 前田公三: ドライバの認知と運転行動のファジーモデルによる事故要因の考察, 自動車技術会学術講演会前刷集, Vol.5, pp.173-176 (1993).
- 5) Norman, D.A.: Categorization of Action Slips, *Psychological Review*, Vol.88, pp.1-15 (1981).
- 6) 大庭幸夫, 久米啓文, 中山知視, 小島文毅: 予防安全向上に向けて, *TOYOTA Technical Review*, Vol.45, No.1, pp.8-19 (1995).
- 7) Quinlan, J.R.: Induction of Decision Trees, *Machine Learning*, Vol.1, pp.71-99 (1985).
- 8) Rumelhart, D.E. and Norman, D.A.: Simulating a Skilled Typist: A Study of Skilled Cognitive-motor Performance, *Cognitive Science*, Vol.6, pp.1-36 (1982).

(平成8年7月4日受付)

(平成9年3月7日採録)



大野 宏司 (正会員)

昭和59年岐阜大学工学部卒業。昭和61年同大学院工学研究科修士課程修了。昭和63年より(株)豊田中央研究所入社。現在、機械認識研究室研究員。知的システムの学習およびドライバのモデル化の研究に従事。人工知能学会、日本認知科学会各会員。



本郷 武朗

昭和54年東京大学工学部計数工学科卒業。昭和56年同大学院工学系研究科修士課程修了。同年(株)豊田中央研究所入社。光応用計測、移動ロボットの研究を経て、現在、自動車の予防安全の研究に従事。計測自動制御学会会員。