

教育用ドライビング・シミュレータに対する  
マルチメディアの応用と今後の課題

三品 誠†

Driving Simulator for Driver Education  
— Status and the Future

Makoto Mishina \*

Abstract

General view of development and application of driving simulators for driver education is reviewed. Status quo of the current simulator systems is discussed from the viewpoint of knowledge science. Through the development of the simulation software and installation of more than 200 simulator systems, practical approaches of modeling and measuring driving behavior are acquired. As a conclusion, pictures of the driving simulators of the next generation is described.

1. はじめに

まずはじめに、ここでいう「ドライビングシミュレータ」(以後DSと呼ぶ)とは、画像生成機能を持ったコンピュータと運転装置を備えて、運転操作に基づいた自動車の運動モデル演算と画像生成をリアルタイムに行うものである。<sup>[1]</sup> 広義のDSは、あらかじめ録画された運転席視点のビデオにあわせて運転操作を模倣するタイプのもを含むが、ここではこれらは議論の対象としない。前者(狭義のDS)を「CG方式」あるいは「closed system」と呼び、後者を「模擬運転装置」あるいは「open system」と呼ぶこともある。

ここではマルチメディアの応用例としてのDSの特徴と、DSのソフト開発から得られた「人間行動」のモデル化の諸問題、DSの将来像について述べる。

2. ドライビングシミュレータの現状

1994年ごろまでは、大規模かつ極めて高価なDSシステムが自動車メーカーなどにおける研究用として実用化されていた以外は、アーケードゲームや家庭用ゲーム機向けのソフトを除くと、実用的なシステムは事実上なかった。<sup>[2]</sup> しかし

1994年5月の道路交通法の改正で、指定自動車教習所における免許取得のための課程に正式に採用されてから、教習所以外でも警察や損保会社による啓蒙・教育活動や、免許停止処分を受けた者の講習用などに積極的に活用されている。<sup>[3]</sup>

3. マルチメディアの応用

DSはマルチメディアの応用の典型的な例であるが、ここではその詳細を述べるのではなく、むしろDSにおける「マルチメディア」と、現在世間一般で認識されている「マルチメディア」の差異に着目することによって、現在の「マルチメディア」認識の特徴を探ってみたい。

DSは表現手段として、リアルタイムに生成されるCG画像と合成音声出力機能を備える。また、実物と同じ計器パネルを駆動したり、さらに体感をリアルにするために座席の振動装置や、装置全体のモーションシステムが加わる場合もある。このように表現手段の多様さという点では、まさにDSはマルチメディアの典型とあって良いであろう。

しかし、一方でこれが現在広く喧伝されている一般的な意味でのマルチメディアの典型であるか、というように思われる。この差異を考察するために、「マルチメディア」ということばの「media (=媒体)」を次の三つの観点から考えてみる。

- a. 伝達媒体 (transmission media)  
情報伝達の媒体。  
音声伝達媒体としての空気、  
電話回線、同軸ケーブル (LAN, CATV)  
印刷物  
電波 (地上波、移動体通信、放送・通信衛星)  
光ディスク、磁気ディスク、磁気テープ.....
- b. 表現媒体 (expression media)  
情報表現の媒体、手段。  
音声、映像、体感.....
- c. インタラクティブ性 (interactive media)  
相互作用性、双方向性。  
伝達される情報の内容が、情報の受け手側の行動 (要求、反応) によって変化する機能

このような観点からDSを見ると、「表現媒体」「インタラクティブ性」という点では前述のように極めて多彩、多機能でありながら、「伝達媒体」という点では、反対にDSの特定のハードウェアに本質的に依存しており、多様性に欠ける。また、そもそも「情報の伝達」というよりもむしろ「体験を通じて知識を伝達する」といった方がふさわしいとも思われる。

一方最近 (少し前まで) の典型的なマルチメディアとして例えばCD・ROMを思い浮かべると、「伝達媒体」は「光ディスク」という一つの媒体で、「表現媒体」は「映像 (静止画と若干の動画) + 音声」、「インタラクティブ性」は、枝分かれ型のシナリオで構成されている場合が多い。つまり、

uni transmission media  
multi expression media

で特徴付けられる媒体である。これらを総称して「パッケージ型メディア」と呼ぶ場合もある。

同様の見方を現在のマルチメディアの最先鋒であるWWW (World Wide Web) に適用してみると、これまでのものとは異なった特徴があることがわかる。それは「伝達媒体」の多様性である。これは「伝達媒体」を特定しないインターネットの特徴でもあり、また情報のデジタル化の産物と

も言えるものである。WWWは「HTML (= Hyper Text Markup Language)」で記述され、「HTTP (= Hyper Text Transport Protocol)」で伝送される情報の集合の総称である。これは、もともとはテキスト主体のものであったが、画像がそれに加わり、さらにデジタル化可能な情報であれば事実上どのようなものでも、その枠組みに取り込むことができるようになって「表現媒体」に対する制約は極めて緩やかなものとなった。

旧来の媒体では、ラジオはあくまでも音声を伝達し、テレビは音声と動画を伝達していたが、新しいメディアの世界では「デジタル化」をキーとして、「伝達媒体」を特定のものに限定しない情報の伝達が可能になり、また「情報」のあるべき姿として、特定の「伝達媒体」に依存しないようなものが望まれている。要約すると、新しいメディアは、

multi transmission media  
multi expression media

を特徴としている。

#### 4. 情報と知識

前節で、DSは「情報を伝える」というよりもむしろ「体験を通じて知識を伝達する」道具のように思える、と書いた。この点にもう一步踏み込んでみよう。情報は人と人、コンピュータと人、コンピュータ相互間、のどの場合でも伝達され得る。その意味において「情報」それ自身は、人間なくしても存在し、伝達され得る。しかし、「知識」は人間なくしては存在し得ない (ように思える)。それは、「情報を人がどのように意味付けし、それに対してどのように行動するか」という視点が内包されている。

DSにおいては、「情報」は例えば、「丸い標識の中に書かれた数字」という形で運転者に提示されて、それがどういう「意味」を持つのか、ということが運転者の行動を通して問われる。見聞きして知っているだけではなく、行動で表現できることが重要なのである。また、ここには共通化された意味づけの「きまり」即ち「規則」の必要性も生じる。これはしばしば社会によって強制される。

## 5. 「行動」をどう捉えるか

次に、DSの応用において運転者の行動をどのように捉えるべきか、という点を考察する。

DSを利用して教育効果をいかにあげるか、運転をどのように評価したらよいか、ということを探求するために、運転者の行動を例えば次のように、段階に分けて分析的に捉える必要が生じる。

### a. 情報の受容

運転者は、次のような多様な情報を感覚受容器（目、耳、全身の神経など）から受け入れる。

- 道路の形状、標識や標示
- 他の車や人の状況
- 運転している車の操作パネル表示
- 自車のエンジン音や走行音
- 他車の走行音やクラクション、サイン

### b. 情報の処理

感覚受容器からとりこまれた情報は脳内で、運転に必要なもの（と運転者が感じるもの）のみがフィルターを通り、知識・規則・技術の適用を受けて作動器（主に手や足の筋肉）に対する行動司令となる。特にこの段階は、運転者が持っている「規範」やその時の運転者の肉体的・精神的な状態に依存し、同様の情報に対して必ずしも行動が一意的には定まらない特徴がある。

### c. 行動

作動器の実際の働きによって、外界に対する行動が具体化する。

### d. 車の運動の変化

運転者の操作にともなって自車の運動状態が変化する。この際に自車の運動特性以外にも路面やタイヤなどの影響を受ける。

### e. 外界との関係の変化

自車の運動の変化の結果として、外界との相対的な関係が変化する。また、外界自身も時間経過とともに変化してゆく。これらの総合的な帰結として、運転者が受容する情報が変化する。実際の運転環境では、外界と運転者とは、相互に作用しているのが特徴である。

## 6. 運転行動モデル化の試み

運転行動を分析する立場では、前述のような複雑な行動の各段階を整理してモデル化しようとするが、そのアプローチには次のようなものがある。

### a. 認知判断モデル（Cognitive Model）

前述の運転者の行動を例えば、

- 認知（Identification）
- 予測（Prediction）
- 判断（Decision）
- 実行（Execution）

のように段階に分けて捉えるモデルである。それぞれの段階の頭文字をとって「IPDEモデル」と呼ばれることもある。もともとは米国における運転者教育、特に危険予測教育で用いられた手法であるが、それぞれの段階の推移を外界から観察することが困難なため、数値的な評価には不向きである。

### b. オートマトンモデル（Automaton Model）

主に自動車工学の立場から運転者を捉える場合に利用される。人間を、入力に対して一定の行動を出力する自動制御機械として捉える立場である。自動車の操作系や制御機構の研究や開発の立場では、自動車と運転者の全体を一つの制御系として記述しやすいので、このようなモデルが用いられるが、複雑な状況に対する運転行動の分析や、反応のゆらぎの表現には向かない。

### c. SRKモデル（Skill Rule Knowledge Model）

Rasmussenによって提唱されたモデル。<sup>[4]</sup> 外界からの情報に対する人間の行動を、

- 知識（Knowledge）
- 規則（Rule）
- 技術（Skill）

の3つの異なるレベルでとらえようとする考え方。これに基づく、上記「b.」は「技術」レベルのみに着目していることがわかる。異なるレベルには異なるモデル化の手法、異なる観察手法が必要である、とされる。

## 7. 今後のDSの方向性

以上の議論を踏まえてDSの今後の方向性を以下に列挙する。

### a. 分析的に行動を把握する方向

運転者の特性を運転行動を構成する個々のSkillごとに分析的に観測する。さらにSkillレベルの特性の観測を通して、運転行動の分析的なモデルを構築することを指向する。

### b. 総合的に行動を把握する方向

個々のSkillを離れて、運転者の行動が総合的に見てどうであるか、ということに着目して運転特性を評価する方向。実際の運転環境に近い状態での総合的な運転の妥当性を評価する手法の開発を指向する。

### c. データの蓄積を指向する方向

DSによって得られる運転者の特性に関するデータは、交通環境として設定されている他の車などとの遭遇の微妙なタイミングの差などから、個々のデータを云々するのは難しい面もある。しかし、日常的に多数の人を対象として運用されているシステムもあるために、大量のデータの蓄積が可能である。これらを他の運転者評価の手法と組み合わせ、あるいは運転者の個人プロフィールデータと照らし合わせて様々な傾向分析が行える可能性がある。データの母数が大きく、統計的有意性も高めやすい。

### d. 知識や規則の表現を指向する方向

「3.」にも述べたように、運転者教育を目的としたDSは、情報の伝達手段というよりも、知識をどう伝えるか、ということに対する一つの可能性を示している。これは、現状ではDSを道具として利用する指導者の存在が前提となるが、コンピュータ科学の分野のさまざまな手法の応用によって、やがてDS単体でもある程度目的を達することができるようになる可能性があると思われる。その実現のためには、知識や規則をどのようにDS内部で記述し、どのような手法で運転者の実際の行動の評価を行うか、ということが課題となる。

### e. 教育ツールとしての可能性を模索する方向

DSの教育用ソフトウェアに関するノウハウと実績の蓄積はいまだ緒に着いたばかりであるため、DSを利用した運転者教育の、メソッドも未だ確立されているとは言いがたい。上記に述べたさまざまな課題に取り組みつつ、これらをどのように実際に活かせるのかを実践的な立場から総合的に研究することが必要である。

## 8. まとめ

教育用DSの実用化から数年が経過したが、システム自体、ソフトウェア手法、教育のメソッド、それぞれに未だ発展途上であり、様々な方向での研究の余地がある。これらは、コンピュータ分野の技術開発や進歩のみでは実現できない課題であり、むしろ人間を一個の情報処理装置として捉えた時に、その特性をどのように理解し、あるべき特性をどのように記述し、どのように評価することができ得るか、という「人間の問題」に帰着する部分が多いのが実態である。心理学、医学などの分野を含めて情報・知識・行動を扱う諸分野との連携・協力を深めつつDSの技術的可能性を追求して行きたい。

## 参考文献

- [1] 三品 誠：運転者教育用ドライビングシミュレータの開発について、自動車技術会学術講演会前刷集 931, 1993, pp 61-64
- [2] 三木一生：ドライビングシミュレータ開発の動向 自動車技術 Vol.48, No.4 pp.5-10 1994
- [3] 白井康仁：自動車の運転シミュレータ OIIM 1997 (3) pp 49-54
- [4] Rasmussen, J. Skills, rules, and knowledge ; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. IEEE Trans Syst Man Cybern Vol. 13, No. 3 pp 257-266 1983

† 三品 誠 タスクネット株式会社

\* Makoto Mishina Tasknet Inc.

E-mail : mmish@po.ijnet.or.jp