

Title	動物キャラクタを用いた実走行データの可視化表現の提案
Author(s)	杜, 暁冬; Jayasinghe, Harinda; 宮田, 一乗
Citation	第五回知識創造支援システムシンポジウム報告書: 56-63
Issue Date	2008-03-14
Type	Conference Paper
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/4417
Rights	本著作物の著作権は著者に帰属します。
Description	第五回知識創造支援システムシンポジウム, 主催: 日本創造学会, 北陸先端科学技術大学院大学, 共催: 石川県産業創出支援機構文部科学省知的クラスター創成事業金沢地域「アウェアホームのためのアウェア技術の開発研究」, 開催: 平成20年2月21日～23日, 報告書発行: 平成20年3月14日

動物キャラクタを用いた実走行データの可視化表現の提案

杜 曉冬† Jayasinghe Harinda† 宮田 一乗‡

† 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 ‡ 同大学 知識科学教育研究センター

{xiaodong, harinda, miyata}@jaist.ac.jp

【概要】 従来の車両走行データのシミュレーションや可視化では、走行解析を目的としたものが多く、娯楽指向に根差したものではない。また、非専門家である一般ユーザにとって、楽しく親しめる身近な可視化表現でないものが多い。本研究では車両の実走行データを基に、走行状況を 3D 仮想空間内において可視化させる。その際に、動物キャラクタの走行アニメーションをベースに用いて、ドライバの操作感と車両の挙動との関連性を知る楽しさ、映像の視覚的な楽しさを重視した表現を提案する。また、可視化された映像表現を通して、一般ユーザにとって親しみやすく、好奇心や楽しさを抱きやすくなるものと考えている。

An information visualization style of actual running data with animal characters

† Xiaodong DU † Harinda JAYASINGHE ‡ Kazunori MIYATA

† School of Knowledge Science ‡ Center for Knowledge Science

Japan Advanced Institute of Science and Technology

[Abstract] This paper reports a method for visualization of vehicles driving data with animal characters. The system generates a simulation movie that visualizes behavior of vehicle or animal characters in three dimensional spaces by using the logging data of real vehicle. Our goal is giving people “enjoyment” and “curiosity” through new visualize expression.

1. はじめに

「見えないものを見ようとする」ことは、古来より社会、科学、文明などの進歩を支える人間の本能たるものである。人間は外界からの情報を、視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚の五感を通じて獲得している。その中でも、視覚による情報の獲得が大半を占める。望遠鏡や顕微鏡の発明に始まり、赤外線や X 線の発見、センサーやレーダーの利用まで、人間は己の視覚機能を拡張させることで、

新たな情報の獲得と知的進歩を成し遂げてきた。現在では、TV や PC などのメディア機器の発達と普及、ネットワークとデータベース技術の確立によって、視覚的に拾い上げられないほど大量の情報が身の回りに溢れている。このような展開に伴い、どのように情報を視覚的に提示し、伝え、表現するかが重要になってきている。本研究で扱う情報可視化の研究分野も、こうした背景から発展してきている。

情報可視化に関する研究は、科学実験や観測による測定データのシミュレーションなど技術計算の結果表示（科学的可視化）から、Web のリンク関係、テキストデータ、ファイル階層など身近なデータの表示（データ可視化）まで、対象や用途に合わせて様々なものがある[1][2]。しかし、多種多様なデータを扱うにも関わらず、可視化に用いられる視覚表現は、点、線、幾何学的図形、棒、グラフ、色の変化が基本構成となっているものが多く、多様性があまり見られない。また、データに関する知識が疎い非専門家（以降では一般ユーザと呼ぶ）でも、わかりやすく、好奇心や楽しさを抱かせるものは多くない。

一方、ビデオゲームや映画などのエンタテインメント分野では、コンピュータグラフィック（CG）技術やリアルタイムレンダリング処理技術が多く取り入れられている。その中で、キャラクターアニメーションや誇張的なエフェクトを用い、ダイナミックな視覚表現の豊かさを実現し、人の好奇心を刺激したり、楽しさを促している。これらのことを踏まえて、情報可視化の分野でも新たな表現の可能性があるのでないかと考え、一般ユーザ向けに適した、楽しさの演出や知的好奇心を刺激する可視化表現を試みていくことが、本研究の趣旨とモチベーションにあたる。

2. 実走行データの可視化にあたって

現代社会において、車両の実用性や利便性は必要不可欠なものである。それに伴って、車両の本質である走行性を中心に、安全性、効率性等の研究[3][4]が多く取り組まれ、実用化されているものも多い。一方で、車両が人々の娯楽や趣味となる傾向も強く、車両の内装や外装といった実用性や利便性以外にも価値を見出すことが多い。また、レーシングゲームなどのように、運転の操作感や爽快感だけを楽しむ場合もある。本研究では、車両を取り巻く娯楽価値に注目し、車両の運転や走行に深い関心のないユーザに対して、車両の実走

行における「楽しみ」と「親しみ」を与える表現の提案と実現に主眼を置くことにする。

「楽しみ」とは、実際に車両を走行させた状況を3D 仮想空間内において視覚化し、動物キャラクターの走りに置換えた映像として出力することで、ドライバの操作感と車両の挙動との関連性を知る楽しさ、より躍動的でダイナミックな映像による楽しさと位置づける。また、「親しみ」とは、車両走行にあまり関心がなくとも、動物を用いることで、無機的なものではなく、有機的なものによる親しみやすさを与え、視覚化された映像表現を通して、走ることに興味を抱きやすくするものと考えている。

以上のことを踏まえて、本研究では、実走行データに基づいて車両の挙動を忠実にシミュレーションするのではなく、もっともらしい車両の挙動になるように、実走行データを解析し、脚色を加えた印象的な表現とする。従来研究[3][4]は、実走行データをグラフで抽象的に可視化することで車両の挙動に対する理解を促しているが、本研究のように 3D 仮想空間での車両の可視化による楽しみや親しみの表現を目指したものではない。

3. 走行データについて

本研究では、ヤマハ発動機株式会社から提供された、モトクロスバイクのオフロード走行から計測した走行データを用いる。走行データは、表 1 に示すように、9 項目の構成要素がある。

表 1：走行データの構成要素

1	時間軸
2	スロットル(アクセル)開度
3	フロント車速
4	リア車速
5	エンジン回転数
6	フロントサスペンション
7	リアサスペンション
8	GPS情報(緯度)
9	GPS情報(経度)

4. バイクと動物キャラクタモデルについて

走行データの表現に用いる 3D モデルとして、図 1 に示すようなモトクロスバイク、象、チーターの 3 つの 3D モデルを用いる。四肢動物である象、チーターを動物キャラクタとした理由について以下に述べる。象には、大きな体格、耳、長い鼻といった特徴の多いことから、有機的なダイナミクスと情報を伝える動作要素が多い表現ができる。チーターが走ることで、バイクの持つ俊敏な動き、独特な走行フォームによる躍動的な表現が可能だと考える。

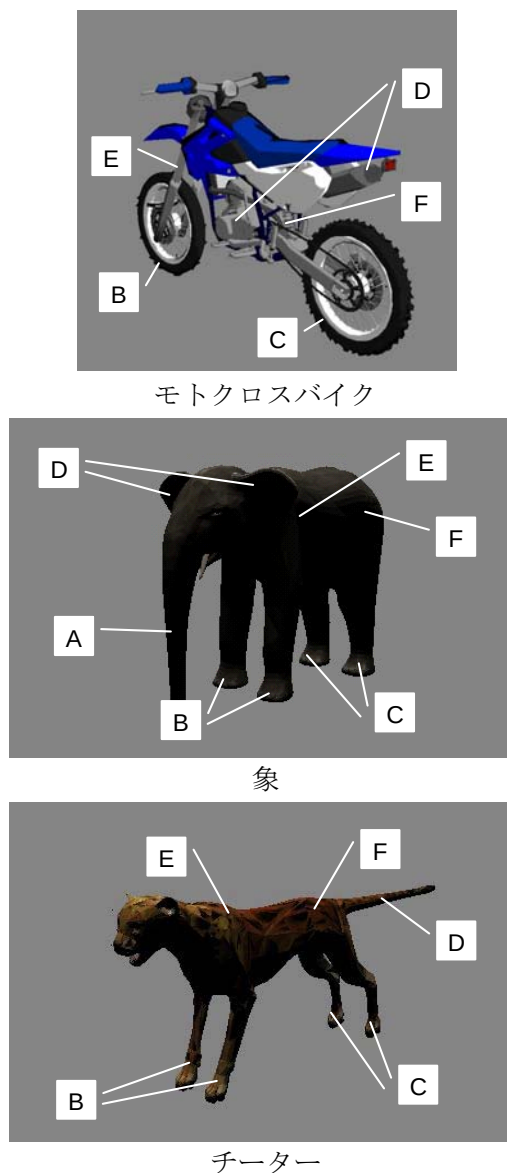


図 1：可視化に使用する 3D モデル

5. システムの概要

実走行データの可視化と表現を可能にするシステムについて説明する。本研究では、垣内らの研究[5]に基づいており、オーサリングツールである VirtoolsTM4[6]を実装環境とする。垣内らはすでに、バイクモデルによる 3D 仮想空間内での走行シミュレーションの可視化を実装し、加えて音楽と映像を同調させたプロモーション映像の生成を行っている。それを踏まえて、本研究では、バイクモデルによる走行シミュレーションをそのまま活かし、さらに動物キャラクタによる走行の可視化表現を加える。また、各動物キャラクタの身体的特徴を活かした可視化表現になるよう改良を加えた。

実走行データを可視化するための大まかな流れを図 2 に示す。まず、実走行データを読み込み、各モデルに合わせた走行シミュレーションを行うためのデータ解析と対応付けに必要な値の算出処理を行う。算出された結果を各モデルへ対応付けし、走行シミュレーションの動作や挙動に反映させる。そして、各モデルの動作や挙動を制御しながら、可視化した映像として出力する。次章にて、各モデル別の計算処理や実走行データの対応付けについて述べる。

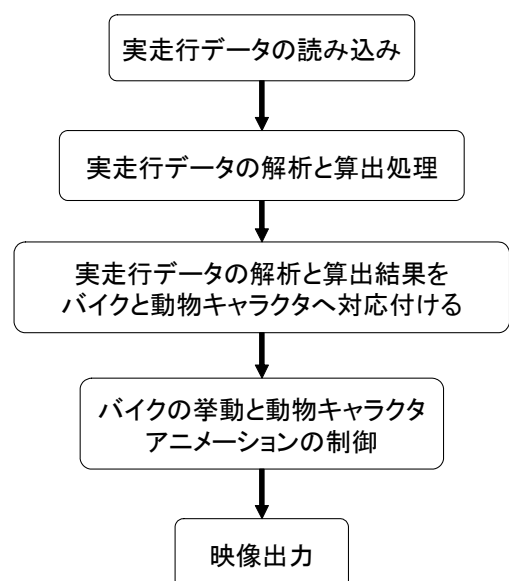


図 2：実走行データ可視化のための処理フロー

表 2: データ計測項目と各モデルとの処理対応関係

処理 ID	データ計測項目	バイク	象	チーター
共通	GPS座標値(緯度, 経度)	移動経路, 車体の左右への傾き	移動経路, 身体の左右への傾き	移動経路, 身体の左右への傾き
A	スロットル(アクセル)開度	—	鼻の上下動作	—
B	フロント車速度	前車輪の回転数	前足動作の速さ, 土煙の大きさ	前足動作の速さ, 動作パターンの切換え, 土煙の大きさ
C	リアタイヤ車速度	後車輪の回転数	後足動作の速さ	後足動作の速さ, 動作パターンの切換え
D	エンジン回転数	エンジン音と排気量	両耳の扇ぐ速さ	尻尾の上下動作
E	フロントサスペンション伸縮長	車体と前車輪の相対的な移動量	上半身の前への傾き	上半身の前への傾き
F	リアサスペンション伸縮長	車体と後車輪の相対的な移動量	下半身の後への傾き	下半身の後への傾き

6. バイク走行による可視化

垣内らの研究を踏まえて, 本研究の基本となるバイク走行シミュレーションの可視化について述べる. 表 2 にデータの計測項目と, バイクモデルおよび動物キャラクタモデルとの対応関係を示す. また, 表 2 における処理 ID と対応付けられている各モデルの部位を図 1 にも示している. 表 2 と図 1 に示すように, バイクモデルを用いた場合は, 基本的に計測項目となった各機構に合わせて対応付けを行っている. 具体的な各処理と対応付けについての説明を以下に示す.

① バイク移動経路の算出処理と対応付け

表 2 の処理 ID で共通と示すように, バイクおよび各動物キャラクタの移動経路は, 事前処理で求める. 実走行データの計測開始から終了までの GPS による座標値を計測順にバイクが通過したポイントとみなし, 実世界で計測されたバイクの実走行データを 3D 仮想空間にポイントとして配置する. 配置されたポイントをもとに, ベジエ曲線により計測地点間の補間処理をし, 滑らかな移動経路を 3D 仮想空間に算出する. 図 3 に示すように, 色のついていない曲線が算出された移動経路であり, 白い点が GPS の計測ポイントにあたる.

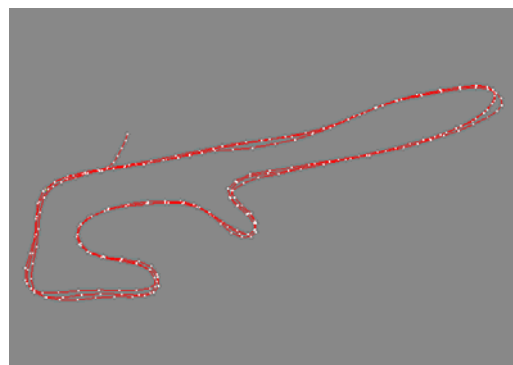


図 3: バイクの移動経路と計測ポイント

② タイヤ回転数の算出と対応付け

表 2 および図 1 のバイクモデルにおける処理 ID(B, C)について説明する. 単位時間における前後車輪の回転数を, フロントタイヤとリアタイヤの車速から算出する. 算出された回転数に基づき, 3D 仮想空間内におけるバイクモデルの前後タイヤの回転動作に対応付けし, 走行シミュレーション時に反映させる.

③ バイク車体と車輪の相対的な移動量の算出処理と対応付け

表 2 および図 1 のバイクモデルにおける処理 ID(E, F)について説明する. フロントサスペンションは前車輪と直結している. したがって, サスペ

ンションの伸縮方向に、フロントサスペンションの伸縮長の分だけ、相対的に前方車輪を移動させる。一方、リアサスペンションは、計測に用いた車両のカタログスペックに基づき、リアサスペンションの伸縮長の 2.5 倍を後輪軸ーリアシート間の方向へ後車輪の移動として算出する。

④ エンジン音、排気量の算出処理と対応付け

表 2 および図 1 のバイクモデルにおける処理 ID(D)について説明する。エンジン音は、エンジンの回転数に応じてその音高が対応していると考えられる。したがって、エンジン回転数とエンジン音の周波数を線形に比例させることでエンジン音を表現する。なお、エンジン音は音響素材を用いる。車両のマフラーから放出する排気量は、エンジン回転数に比例して対応付け、放出する煙となる粒子はパーティクル処理[7]を用いる。

⑤ バイクの傾きの算出処理と対応付け

表 2 の処理 ID で共通と示すように、バイクの特徴のひとつとして、進行方向の変位時に関係を持つと考えられる左右への車体の傾きは、移動経路上のバイクの位置に対する回転半径に線形に比例させる。

②から⑤までの処理を時間軸に沿って計測周期ごとに算出し、バイクの走行状態を可視化する。このステップを繰り返すことでシミュレーション映像とする。なお、バイクの移動速度については、フロント車速を基準とする。これは、バイクが後車輪駆動であるため、リア車速が空転の影響を含むからである。

7. 動物キャラクタの走行による可視化

第 6 章で述べたバイク走行の可視化を踏まえて、動物キャラクタに置き換えた場合の処理と表現について述べる。各動物キャラクタに共通すること

として、バイクの場合と異なり、身体のマーションで走行データを表現する。身体の一部ごとに走行に関係したマーション（キーフレームアニメーション）情報を持つ。このキーフレームアニメーション情報は、3dsMAX™などのモデリングソフトで作られる。各動物キャラクタで細かな処理や表現が異なるため、以下の節に分けて説明する。

7.1 象の走行による可視化表現

表 2 および図 1 の象モデルにおける処理 ID で示すように、バイクの可視化にはなかった新要素として、スロットル開度によるアクセルの可視化表現を加えた。なお、象の移動経路の関する処理は、バイクと共通のためここでの説明を省略する。計測項目にともなう具体的な対応付けと処理について以下に述べる。

① スロットル(アクセル)開度の処理と対応付け

表 2 および図 1 の象モデルにおける処理 ID(A)について説明する。あらかじめ、象の鼻に上下動作するキーフレームアニメーション情報を用意する。スロットル開度の数値をキーフレーム数の範囲に正規化し対応づける。スロットル開度の変動にともない、対応したキーフレームを指定することで、象の鼻が上下する動きで表現する。

② フロント・リア車速の処理と対応付け

表 2 および図 1 の象モデルにおける処理 ID(B, C)について説明する。象の場合は、前後の足に走る動作のキーフレームアニメーション情報を用意し、アニメーションの再生速度と車速を対応付ける。車速の変動によって、前後の足の走る速さも変化する表現を行う。また、フロント車速をバイクの移動速度とし、土煙の量にフロント車速を対応付ける。そうすることで、移動速度に比例した土煙を表現する。なお、土煙はバイクと同様にパーティクル処理を用いる。

③ エンジン回転数の処理と対応付け

表 2 および図 1 の象モデルにおける処理 ID(D) について説明する。象の両耳にあらかじめ、前後に扇ぐ動きのキーフレームアニメーション情報を用意する。フロント・リア車速の処理と同様に、エンジン回転数をアニメーションの再生速度に対応付ける。エンジン回転数の変動ともない、象の両耳の扇ぐ速さが変化する表現を行う。

④ フロント・リアサスペンションの処理と対応付け

表 2 および図 1 の象モデルにおける処理 ID(E, F) について説明する。あらかじめ、象の上半身に前へ、下半身に後へ傾くキーフレームアニメーション情報を用意する。①のスロットル開度の処理と同様に、サスペンションの伸縮長をキーフレーム数の範囲に正規化して対応付ける。フロント・リアサスペンション伸縮長の変動ともない、対応したキーフレームを指定することで、象の身体が前後へ傾く動きを表現する。

以上の①から④までの処理を、同時かつ計測周期ごとに行い、象の走行を可視化する。このステップを繰り返すことでシミュレーション映像とする。なお、象の移動速度については、バイクと同様にフロント車速を基準とする。

7.2 チーターの走行による可視化表現

表 2 および図 1 の象モデルにおける処理 ID で示すように、象との違いとして、チーターにはスロットル開度によるアクセルの可視化表現はないものの、より躍動的な走りを表現するため、前後両足の動作を 2 パターンに分割した表現を用いる。また、エンジン回転数は尻尾の上下動作によって表現させる。なお、チーターの移動経路の関する処理は、バイクと共通のためここでの説明を省略する。計測項目にともなう具体的な対応付けと処理について以下に述べる。

① フロント・リア車速の処理と対応付け

表 2 および図 1 のチーターモデルにおける処理 ID(B, C) について説明する。象と同様に、あらかじめ前後の足に走る動作のキーフレームアニメーション情報を用意する。ただし、チーターは低速時と高速時で走りのフォームが大きく変わるため、前後の足の開き方と開く幅が異なる 2 パターンのアニメーションを用いて、躍動感のある表現を目指す。アニメーションの再生速度と車速を対応付け、車速の変動によって、前後の足の走る速さも変化する表現を行う。加えて、フロント・リア車速のデータにおける平均値を閾値とする。この閾値をもとに、低速走行時と高速走行時で 2 パターンのアニメーションを切り換えて表現する。土煙の量に関しては象と同様に表現する。

② エンジン回転数の処理と対応付け

表 2 および図 1 のチーターモデルにおける処理 ID(D) について説明する。チーターの尻尾にあらかじめ、上下動作するキーフレームアニメーション情報を用意する。エンジン回転数の数値をキーフレーム数の範囲に正規化し対応づける。エンジン回転数の変動ともない、対応したキーフレームを指定することで、チーターの尻尾が上下する表現を行う。

③ フロント・リアサスペンションの処理と対応付け

表 2 および図 1 のチーターモデルにおける処理 ID(E, F) について説明する。象と同様に、チーターの上半身に前へ、下半身に後へ傾くキーフレームアニメーション情報を用意する。サスペンションの伸縮長をキーフレーム数の範囲に正規化して対応付ける。フロント・リアサスペンション伸縮長の変動ともない、対応したフレーム数を指定することで、チーターの身体が前後へ傾く動きを表現する。

以上の①から③までの処理を，同時かつ計測周期ごとに行い，チーターの走行を可視化する．このステップを繰り返すことでシミュレーション映像とする．なお，チーターの移動速度については，バイクと同様にフロント車速を基準とする．

8. 可視化結果

バイクおよび動物キャラクターによる実走行データ可視化映像のスクリーンショットを図 4，5，6，に示す．



図 4：バイクモデルによる可視化表現の結果

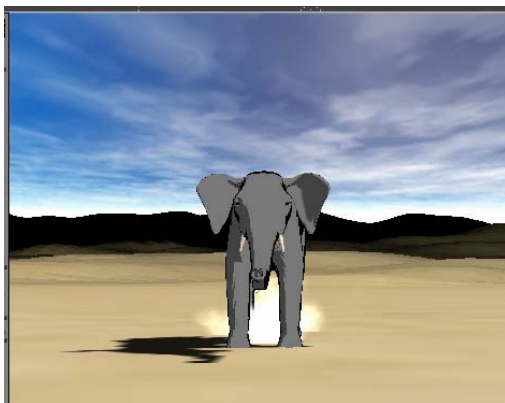


図 5：象モデルによる可視化表現の結果



図 6：チーターモデルによる可視化表現の結果

9. 考察と結論

本研究では，車両の娯乐的側面から「楽しみ」や「親しみ」が感じられる実走行データの可視化表現を目指した．従来研究で行われたバイクによる表現に加え，象とチーターによる動物キャラクターモデルを用いた可視化法を提案した．動物キャラクターの走行動作およびアニメーションによって，走ることの楽しさを伝え，なおかつ躍動的でダイナミック表現を目指した．さらに，無機的なもの

であるバイクに代わり、有機的な動物キャラクタを用いることで、車両という枠組みに捉われず一般ユーザにもより親しみやすい表現を目指した。

提案した可視化表現によるシミュレーション映像の考察を述べる。車両の実走行データを動物キャラクタの走る動作に対応付けたことで、動物の動作としてはやはり違和感が生じる。本来、動物の走る動作では、前後の足に一定のリズムと順序があり、しっかりと地面を捉えながら走る。しかし、バイクのような後車輪駆動の車両では、実際の移動速度に伴わない車輪の空転現象が起きる。特に今回用いた実走行データは、オフロードを走行して計測されたものであり、空転現象の情報が顕著に現れる。そのため、可視化した映像では動物キャラクタの前後の足が不ぞろいな動作をする。

またバイク走行において、アクセルのスロットル操作は頻繁に行われる行為であり、激しく変動する。それにともない、エンジン回転数やサスペンションの変動も目まぐるしい。加えて、走行する路面状況による変動の影響も大きい。つまり、車両の実走行データには操作と挙動のフラクション情報が多く含まれている。逆に、自然な動物の走りは滑らかで、安定した動作であることが多い。そのため、バイクの走行を動物キャラクタの走行に置換えた場合、違和感が生じるのは当然の結果だと考えられる。

しかし、本研究において、違和感が生じるということは決して可視化表現の失敗ではなく、むしろ成功だと考える。その理由として、可視化されたものを見る側の人間にとって、偶然のようで実は必然的に生じた違和感は、知的好奇心を強くかきたてる。その好奇心が関心や興味となり、そして車両の操作や挙動を知る楽しみになると考えられる。また、動物と対比させることで、車両の走行特性をわかりやすく、顕著に表現した可視化であるとも言える。

10. 今後の課題

今後の課題としては、さらに他の動物キャラクタモデルを追加し、動物の音声効果も取り入れ、どのような表現が可能かを探る。例えば、イルカなど水中を泳ぐ動物に置換えると、異なった面白い可視化表現が可能ではないかと考える。また、今回は実走行データに重みを置いた可視化表現であったが、データをフィルタリングし、動きの滑らかな動物らしさに重みを置いた可視化表現を行う。それに加え、どちらに重みを置くかをパラメトリックに操作することで、より新しい可視化の形を提示できると考える。そして、本研究の目的である好奇心への刺激や、楽しみ、親しみを伝える可視化表現としての有効性を裏付けるために、客観的な評価と指標を取り入れる実験を行う必要があると考える。

● 参考文献

- [1] 中嶋正之, 藤代一成: “コンピュータビジュアルゼーション”, 共立出版株式会社, 初版, 2000
- [2] Chaomei Chen: “Information Visualization BEYOND THE HORIZON SECOND EDITION”, Springer-Verlag London Limited, 2006
- [3] ミヤマ株式会社: “ecodrive”, <http://www.ecodrive-navigation.com/>
- [4] 野田明, 佐藤辰二, 山本敏朗, 塚本雄次郎: “自動車燃料消費への影響要因分析に基づく消費抑制対策の効果予測法に関する研究”, 自動車技術会春季学術講演会前刷り集 127, 2004
- [5] 垣内祥史, 武井悟, 杜曉冬, 宮田一乗: “実走行データに基づくプロモーション映像の生成・編集環境の研究”, 映像情報メディア学会, 映像表現&コンピュータグラフィックス, Vol.31, No.20, pp.27 - 30, 2007
- [6] Dassault Systemes: “Virtools™ 4”, <http://www.virtools.com/>
- [7] コンピュータグラフィックス編集委員会: “コンピュータグラフィックス”, pp.91, CG - ARTS 協会, 2004