

## 物理モデルを使用したドライビングシミュレータ 及び運転評価システムの開発

三浦義弘\* 鈴木絵美子† 玉真昭男†  
(静岡理科大学大学院)\* (静岡理科大学)†

### 抄録

F1 の迫力を体感できる 3D レーシングシミュレータの実現を目的として研究を進めている。物理モデルを導入し、Visual C++<sup>®</sup>、DirectX<sup>®</sup>を組み合わせ、3D 描画技術を用いたリアルシミュレータを作成してきた。また、物理モデルを取り入れることによって、ゲームに登場する 3D オブジェクトに物理法則に従った運動や挙動をさせることが可能となる。今回、運転再現モード等を実装して運転の評価・分析が行えるシステムを開発した。実際に「全日本学生フォーミュラ大会」に向けたドライバーの運転練習に活用し、十分な成果が得られたので報告する。

## Development of a Driving Simulation and Evaluation System utilizing Physical Models for Real Behavior Reproduction

Yoshihiro MIURA\*, Emiko SUZUKI† and Teruo TAMAMA†

\* Shizuoka Institute of Science and Technology, Graduate School, Dept. of Engineering

† Shizuoka Institute of Science and Technology

### Abstract

In order to win a victory at “Student Formula SAE<sup>™</sup> Competition 2008”, a racing simulator has been developed using Microsoft Visual C++<sup>™</sup> and DirectX<sup>™</sup>9.0.

### 1. はじめに

昨今、コンピュータグラフィックス (CG) の表現技術は大幅に向上している。高性能な CPU や GPU が登場したことで、CG の描画に必要な計算をリアルタイムに行うことができるようになり、インタラクティブな映像を作成することが可能になった。著者らは F1 の迫力を体感できる 3D レーシングシミュレータの実現を目的として研究を進めている。Visual C++<sup>®</sup>、DirectX<sup>®</sup>を組み合わせ、3D 描画技術を用いたリアルシミュレータを作成してきた。また、物理エンジンモデル nVIDIA PhysX<sup>®</sup> [1]を導入し、物理モデルを取り入れることによって、ゲームに登場する 3D オブジェクトに物理法則に従った運動や挙動をさせることが可能となる。

今回、運転再現モード等を実装して運転の評価・分析が行えるシステムを開発した。そして実際に「全日本学生フォーミュラ大会」に向けたドライバーの運転練習に活用し、十分な成果が得られたので報告する。

## 2. 全日本学生フォーミュラ大会について

「全日本学生フォーミュラ大会」は社団法人「自動車技術会」の主催で 2003 年から静岡県袋井市の「エコパスタジアム」で毎年開催されている。学生の自主的なものづくりの総合能力を養成し、将来の日本の自動車産業を担う人材を育成する目的で設立された。学生のグループが自らフォーミュラスタイルの小型レーシングカーを企画・設計・製作する。この大会では車という「ものづくり」に関わる全ての活動を評価の対象とする。すなわち、車両性能だけでなく、コンセプトやデザイン、コストなど、車の持つ様々な要素を総合的に評価する。

とはいえ、本質的にカーレースである以上、走行性能により高い得点が与えられる。「動的審査」部門では、次の 2 つが最も重要である。

“オートクロス”：直線・ターン・スラロームを組み合わせた約 900m のコースを 1 周する。2 人のドライバーが 2 回ずつ、計 4 回のラップタイムを競う。

“エンデュランス”：22 週のタイムレース。走行スピードだけでなく、総合力や信頼性も評価の対象となる。

本学のチームを勝利させるために、Visual C++<sup>®</sup>.NET と DirectX<sup>®</sup>9.0 を使ってレーシングシミュレータを開発し、「全日本学生フォーミュラ大会 2007」で使われた公式コースをシミュレータのメインコースとして実装した。今年の公式コースレイアウトは運営委員会規則によって大会直前まで発表されないことになっているが、発表されれば 1 日で実装することが可能である。

## 3. シミュレータの仕様と特徴

- (1) 車種：F1 のモデルを使用
- (2) コース：「全日本学生フォーミュラ大会 2007」で使われた公式コースを実装
- (3) 操作性：ステアリングコントローラに対応させ、実際の車の操作を体感可能
- (4) レース画面：現在のポジション、総合タイムタイム、ラップタイム、速度の表示
- (5) 物理モデル導入：衝突後の跳ね返りなど、F1 カー並みのリアルな挙動を実現
- (6) 専用操縦席導入：プレーステーション<sup>®</sup>用コックピットを採用
- (7) 運転評価機能：運転記録のファイル保存、「再現モード」、「任意の運転記録との対戦モード」を実装

(7) は本シミュレータの最大の特徴である。「再現モード」では、良いラップタイムが出たときに、その過程を再現し、精査することで、なぜその記録が出たかを評価・分析することが出来る。「対戦モード」では、ベストラップタイムを出した記録と競争することでそれ以上のラップを出すヒントを見つけ、ドライバーの運転スキルの向上につなげることが出来る。また、過去の運転記録を選んで対戦することが出来るため、ドライバーのレベルに応じた「コンピュータ対戦」が出来る。このシミュレータをコンピュータゲームとして使うときに生きる機能である。

#### 4. 物理モデルの導入[2]

本シミュレータには物理効果が組み込まれており、車が現実と同様の物理法則に従った挙動や衝突反応をする。物理効果の計算に必要な物理エンジンは NVIDIA PhysX<sup>®</sup>を使用している。その開発キットである PhysX<sup>®</sup> SDK には 3D オブジェクトの物理的な計算を行うための関数が用意されており、それを利用して開発を行った。PhysX<sup>®</sup>は API レベルでソフトウェア版 PhysX<sup>®</sup>とハードウェア版 PhysX<sup>®</sup>があり、剛体物理、有限要素解析、軟体物理、流体物理、毛髪シミュレーションなどの物理演算を可能にする。また、家庭用ゲーム機や PC 向けのゲームソフトウェア開発で PhysX<sup>®</sup>が使用される予定であり、現在ゲーム開発業界において注目されている。

PhysX を使用して物理効果を演出するためには、「シーン」と「アクター」を設定する必要がある。シーンは物理シミュレーションを行う環境(重力の大きさ等)を定義するものである。アクターは物理モデルの中で実際に物理的な運動をするオブジェクトのことである。アクターには形状、位置、質量などのパラメータを設定できる。本シミュレータでは車の動きをシミュレートするために、車のボディとなるボックス型のアクターと、ホイールとなるシリンダ型のアクターを作成し、それらを組み合わせて車の形状に近似させている。これらのアクターに車の 3D モデルを被せて描画することで、物理法則に従った車の動きを表現することができる(Fig. 1)。また、レーシングコースにもブレンやボックス等のアクターを設定し、車との衝突判定を行っている。

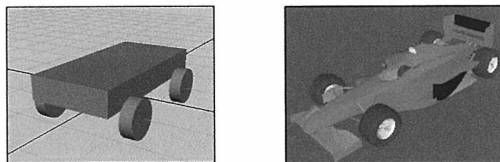


Fig.1 F1 車の物理モデル

#### 5. 「通常走行モード」

学生フォーミュラ大会を想定して、実際に大会で使われるコースを再現したものを使用して運転練習を行うことができる。操作はステアリングコントローラなどの市販ゲームコントローラを使用する。画面には現在の速度やコース上の位置、ラップタイム、合計タイムなどの情報が表示される。本シミュレータはプレイヤーの全運転過程(ログ)をファイルに保存する機能を有している。

#### 6. 「再現モード」

ファイルに保存した各運転ログは読み出して、コンピュータに再現させることができる(Fig. 2)。学生フォーミュラ大会に出場するほとんどの車は最高速度 100km/h 以上で走行することができる性能を有している。学生が作った車の大会とはいえ、まともなカーレース用のコースが用いられる。従って、S 字やヘアピンカーブでのコースアウトによるタイムロスが勝敗を分ける。それを防ぐために、ドライバーの運転スキルやコースアタック戦略が要求される。本シミュレータを

使って良いラップタイムが出たときは、その過程を再現し、精査することで、なぜその記録が出たかを評価・分析することが出来る。例えば、ヘアピンカーブの直前で何 km/h まで減速し、どこで何 km/h まで再加速したか、直線コースのどこで何 km/h まで加速したか、ハンドルをどの程度の角度で切ったか、アクセルやブレーキをどの程度踏み込んだか、などである。このとき、必要に応じて再生速度を調節することが可能である。また、カメラアングルを変更して様々な角度から走行時の様子を再現したり、車の軌道を視覚的に表示したりすることで、ライン取りの分析をすることができる。

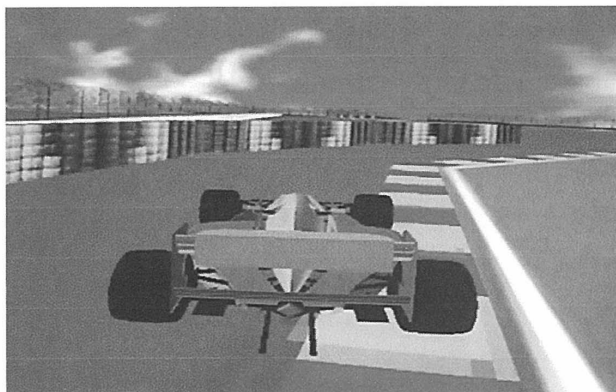


Fig.2 「再現モード」での走行シーン

## 7. 「コンピュータ対戦モード」

過去の全てのプレイヤーの運転ログがラップタイム毎にソートされてファイルに保存されている。その一つを選んでコンピュータ操縦の車に再現させ、それと対戦することが出来る(Fig. 3)。従って、プレイヤーは、自分のレベルに応じて、過去のどの運転記録とも対戦することが出来る。この機能を「学生フォーミュラ用シミュレータ」として使うと、ベストラップタイムを出した記録と競争することでそれ以上のラップを出すヒントを見つけさせ、ドライバーの運転スキルの向上につなげることが出来る。

一方、この機能を「レーシングゲーム」として使うと、過去の任意の記録を選んで対戦することが出来るため、プレイヤーのレベルに応じた「コンピュータ対戦」が出来る。ゲームとしてのこの機能は計り知れない面白さにつながる。コンピュータに車を自走させるアルゴリズムの考案は簡単でないし、いろいろなスピードで、多様なコースアタックをする自走モードを多数実装することはほとんど不可能である。しかし、本シミュレータは、過去の運転ログのファイル保存とその再現機能を持たせることで、それを可能にした。

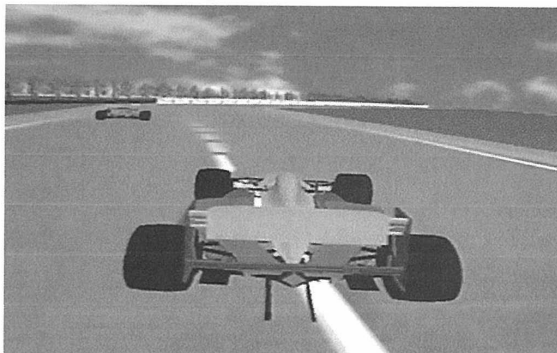


Fig.3 「コンピュータ対戦モード」での走行シーン

## 8. まとめ

本学のチームのフォーミュラカーを「全日本学生フォーミュラ大会 2008」で優勝させるために、Visual C++<sup>®</sup>.NET と DirectX<sup>®</sup>9.0 を使ってレーシングシミュレータを開発した。優勝こそ出来なかったが総合 12 位（昨年 33 位）と健闘した。本シミュレータはその一翼を担ったと自負している。F 1 でもドライバーはシミュレータも使って練習する。学生の大会にいち早くシミュレータを取り入れたのは参加 77 チーム中で静岡理科大学のみであるので、大会関係者から高く評価された。

## 参考文献

- [1] nVIDIA PhysX ホームページ, [http://jp.nvidia.com/object/nvidia\\_physx\\_jp.html](http://jp.nvidia.com/object/nvidia_physx_jp.html), 2008.
- [2] 小松隆, 玉真昭男, 宮田圭介(静岡文芸大) : DirectX を活用した 3D レーシングシミュレータの作成, 情報処理北海道シンポジウム 2006, ポスターセッション E-8、2006.

※Visual C++<sup>®</sup>, DirectX<sup>®</sup>, Xbox<sup>®</sup>は Microsoft 社、PhysX<sup>®</sup>は nVIDIA 社、PlayStation<sup>®</sup>はソニーコンピュータエンタテインメント社、それぞれの登録商標です。