

# AR を使ったドライブインタラクションツール

平本磨音<sup>†</sup> 古屋繁<sup>††</sup>

車のドライブシミュレーションには様々な方法があるが、本研究はラジコンカーにムービーカメラを搭載し、その映像をもとに運転操作をおこなおうとするものである。このとき、運転に必要な視覚情報をリアルに提供するためのカメラの位置と動き、運転のおもしろさを体感できるように駆動形式と操舵形式の検討を行った。また、ゲーム性を高めるため、AR を使って、現実と仮想が混在するドライブインタラクションツールを制作した。

## Drive Interaction Tool using AR

Mao Hiramoto<sup>†</sup> and shigeru furuya<sup>††</sup>

This proposal is Drive Interaction of the radio-control car which is driven using movie camera loaded with. The position and the movement of movie camera to provide the information of the vision from driving position for real-time driving are decided from the observation of the driver's head movement. Then Front-engine Front-drive and 4 Wheel Steering are chosen for driver to experience the fun to drive. Adding the real-time movie to virtual obstacles and events using AR technology *heighten* the effect as drive simulation game.

### 1. 背景と目的

様々な車種、またその構造を模したものを使ったドライブをシミュレーションして遊ぶものには、根強い人気がある。例えば、無線で模型の車をコントロールして遊ぶラジコンコントロールカー（以下ラジコン）、ミニ四駆やチョコQなどの実車の模型によるレースから、コンピュータ上の仮想の車を操るレースゲームまで形式は多様である。

形式が異なると、それを操作するために与えられる視覚情報も異なり、操作の方法や楽しみ方も違ってくる。例えば、ラジコンでは、スケールダウンされた実在する車を、俯瞰的な視点から認識し障害物などの情報を得ることで操作している。これは、実車でも起こりうること、例えばタイヤのグリップ力を超えてスリップする、がもたれているので、現実感という意味ではもっとも現実に近い。その反面、実車と同じドライバー視点ではない俯瞰による操作は、得られる情報が実車とは異なってしまう。

一方、シミュレーターを含めたゲームでは、いくつかの視点が選択可能であり、ドライバー視点での操作が行える点で、視覚による認識と情報は実車に近いものを得ることが可能である。しかし、仮想空間の中であるために、現実感に関してはラジコンより劣る。

これらの形式の違いによる特徴を整理すると、視点（視覚情報）という観点からすると、レースゲームはドライバーと同じ視点で操作できるため現実に近いが、ラジコンには実車同様に、タイヤと路面の関係を認識して、車体の挙動をコントロールできる魅力もっている。しかし、ドライブをシミュレーションして遊ぶという観点からすると、ただ単に車載カメラの映像では、ルートや周辺の景色などの変化に乏しく、エンターテインメント性に欠ける。

そこで、①車載カメラで得られる映像を使って、車体をコントロールしながら、レースゲームのように、仮想の様々なイベントを追加することで、エンターテインメント性を加えるために、②コース上のマーカーをもとにAR（Augmented Reality, 拡張現実感）[1]の技術を利用して、現実のコースに様々な趣向の仮想のイベントを追加することで、実車に類する操作感とそこに仮想のイベントを重ね合わせた体験型ドライブインタラクションを提案した。

---

<sup>†</sup> 拓殖大学大学院  
Takushoku University of Japan  
<sup>††</sup> 拓殖大学  
Takushoku University of Japan

## 2. 本研究の着眼点と方法

### 2.1 操作するものの視点:車載カメラの位置

車載カメラの映像を使って操作するというものでは、IP コントロールカー[2]というものもあった。これは、実車を運転する視点と同じであり、現実存在する車を走らせることができるものであるが、カメラの映像は車体に対して常に正面を映し、操作をするドライバーはディスプレイ内での視線移動しか行えないため、運転に必要な周辺視野についての配慮がなされていなかった。

つまり、操作に必要な情報は、車体の目の前の状況の情報だけでなく、次に予想される状況を見ることができる周辺の情報が重要である。通常は、これを周辺視野や首を振ることで簡単に得ることができる。特に、カーブでは、車体の向きとタイヤの向き（車体の進んでいる方向）が異なるため(図1)、通常は進んでいる方向に顔を向けるなどして補完するが、視点が固定されているため、自然な運転操作に比べて、操作に必要な情報が必要となるときに得られるとは限らない。この点、ラジコンが優れているのは、俯瞰からの視界からであるため、次の状況がある程度予見しながらの操作が可能であったことにある。

したがって、操作に必要な情報を適切に提供できる視点をどのように設定するかが、大きな課題となる。

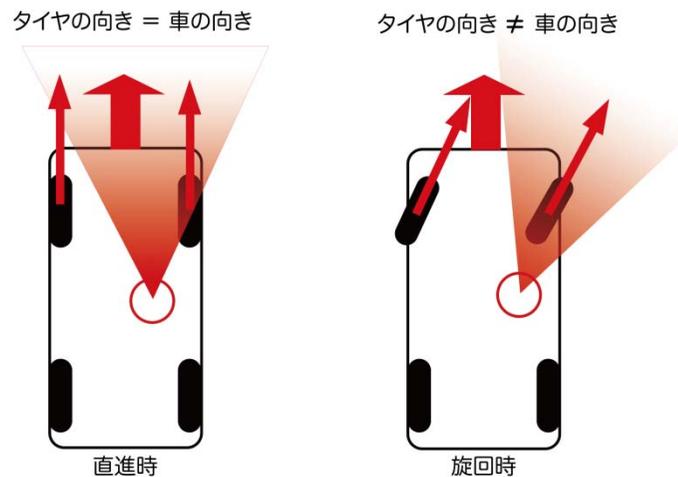


図1 車体とタイヤの関係

### 2.2 ARの利用方法

車載カメラの映像にARを組み合わせるという点では、AR Drone[3]が同様のことをおこなっている。これも車載カメラは、運転者の位置にあたる場所に正面を向いて固定されている。この場合は、シューティングゲームの的として、ARを利用してため、車体正面にカメラを固定することが重要である。

ただし、ドライビングシミュレーションのイベントとして利用する場合は、流れる風景の中にCGを登場させるため、正面から次第に側面方向に移動し、視界から消えるまでのシーケンスの中で、どんなCGを登場させるかの演出が重要となる。

### 2.3 研究の方法

本研究では、ラジコンカーの仕様を決定するため、以下の3点について検討を行った。

- ① 実際の運転中、目の前の状況や周辺状況からドライバーがどんな行動から情報を得ているかを観察し、視点の位置と向きについて調査した。
- ② ラジコンに搭載したカメラから得られる映像と①とを比較し、操作に必要な視覚情報の入手方法について検討した。
- ③ 車体の向きとタイヤの向き（進行方向）が異なる場合のある車の特性を生かすラジコンの操舵方法についての比較検討を行った。

この結果をもとに、流れる風景の中で、ゲーム性を高めるARのCGについて、視界とその演出について検討をおこない、いくつかの演出案を作成した。

## 3. ドライバーの視点と視界

実車を運転する際に、ドライバーが獲得する情報のうち80%以上が視覚情報であると言われている。そして、自動車事故の原因の大半が認識による誤りから生じていることが報告されていることから、実車の運転において視覚がキーワードになり多くの研究がされている。視覚は外部情報を取得する上で最も重要な感覚の一つであり、視覚によって取得する情報を視野情報と呼ぶ。視野は情報の認知の度合いにより分けられ、最も像を鮮明にとらえることができる部分を中心視（視角約 $2^\circ$ 程度）、中心視の周りの認知に関する範囲を有効視野（視角 $4^\circ \sim 20^\circ$ ）、さらに有効視野の周りで感じる事が出来る範囲を周辺視野（視角 $180^\circ \sim 210^\circ$ ）といわれ、有効視野は、直進時、旋回時やその時の車の状態、ドライバーの精神状態によっても変わるが、直線のような、比較的情報を入手しやすい状態では、視線移動は遅く、注視する時間が長い。一方、右左折のような場合は、視線移動は早く、注視する時間も短くなるという研究結果が出ている[4]。

これらの研究結果から、運転することにおいて必要な情報は視覚情報の中に含まれており、ドライバーが視覚情報を入手するために無意識におこなう目線の移動や頭を動

かす行動が、右左折時には、特に、正面からの視覚情報を補完する意味で重要になると考えた。そこで、目や首を動かす行動のタイミングや、動き方が、車の状態に対応する事柄があるのではないかと考え、ドライバーの頭にカメラを付け、首の動きを撮ることで、ドライバーが何をしようとしているか、そこへ到達するためにどのように動かしているかを探った。

### 3.1 首の動きと車の向きの関係性の検証

最も基本的な頭の動きを検証するため、信号といった障害物の情報を避けることができ、様々な種類のコーナーが存在する峠道で撮影を行った(図2)。

検証結果から、以下の2つのポイントを映像から読み取ることができた。

- ① コーナーでは、車の向きに対して、必ず頭が内側を向いている。その動き量は、Rが小さくなるにつれて頭の動き量は増えていた。頭の動き量が増える時には、ステアリングを切る量も増えて、頭が正面に戻る時にはステアリング操作も戻されている。
- ② Rの小さいコーナーではステアリング操作より先に頭を動かしている。さらに映像に映る対象は常に一番奥の道路であり、ピラーなどで対象物が隠れた場合には、さらに頭を動かすといった行動も見受けられた。

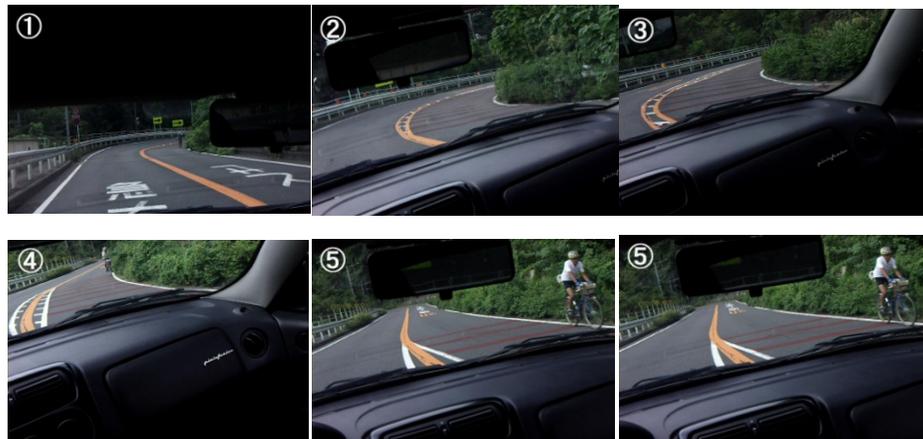


図2 首の動きと車の向きを検証

### 3.2 考察

①はドライバーの頭の動きと車の向きに何らかの対応関係があることから操作的行動といえる。車の向きはドライバーの体の向きにあたり、頭はこれから車が進むべき方向を常に映している。この頭のと体のズレに対応してステアリング操作をしていることから、つまり、体と頭のズレが、車の状態を認識させ、ズレを無くすためにス

テアリングを切るという行動に対応しているのである。

②では、これらから、常に先の情報を得たいというドライバーの心理的行動が伺えることから、予測したり危険に対応するための心理的行動といえる。直進状態ではよそ見をしない限り首が動くことは殆ど無いが、Rの小さいコーナーではステアリングより先に頭を動かし、先の情報を見ようとしている。しかし、その頭の動き量は旋回中に比べ小さいことから、予測するための行動だと言える。このように首の動きには大きく分けて操作的行動と、心理的行動の2つの側面があるのではないかと考えた。

そして、この2つを満たすことで得られる視覚情報が、運転するうえで最も提供しなければならない情報である。

首の動きと車の向きの関係性の検証結果から、IPコントロールカーのようにカメラが固定され、視点移動ができないものには、2つの側面である、操作的行動と心理的行動を抑えていることになる。これでは操作性を悪化させ、視覚情報に関して現実とは違うものになっている。

これらの問題を解決するために、現実存在するラジコンを媒体とし、視点移動が可能なカメラを搭載することで生まれる視覚情報の提供が、操作性を向上させ、周囲や状況による情報を的確に入手でき、現実感を増すことができるという仮説を立てた。

## 4. ラジコンによる検証

ラジコンには、既存の製品であるタミヤ製1/10サイズTT-01シャーシを使用した2.4GHz無線小型カメラをラジコンに搭載し、視点移動が可能な場合に、操作と視覚情報に及ぼす影響と、駆動方式と操舵方式の検証を行った。

### 4.1 視点移動の検証

視点移動を可能にするためにカメラとサーボモーターをつなぎ、カメラの垂直中心軸上で回転するように取り付けられた。これにより、擬似的な視点変化が起こる構造となる(図3)。また、視野の広さは、ディスプレイに依存してしまうため、直線時から、旋回に入るまでの過程で、情報提供に不足が出てしまう。しかし、カメラの搭載位置を、通常の運転席より、後ろに引くことで、広域の視覚情報を提供している(図4)。これらカメラからの映像は無線でPCに送られ、モニターを見ながらリアルタイムで操作ができるようになっている。

車が進む方向にカメラを向けることで目標の周辺情報を得ることができ、進行方向に対する状況に迅速に対応することを可能にし、操作を容易にすることができた。

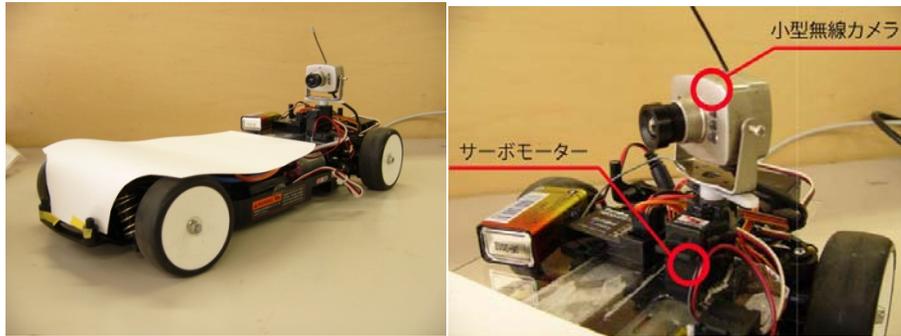


図 3 ラジコンのカメラ視点移動の機構

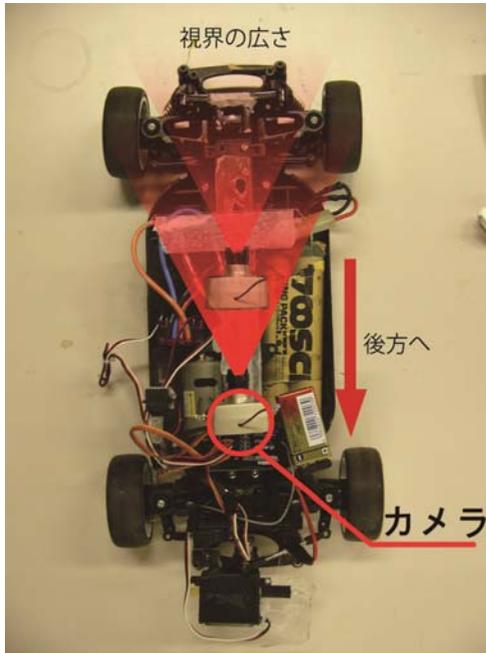


図 4 カメラの搭載位置

#### 4.2 駆動方式と操舵方式の検討

実車の検証映像から、頭の動きとコーナーの R の大きさに関係性があることがわかっている。ラジコンの特性として、視点移動の効果を最も有効活用するために、ヘア

ピンのような R の小さいコーナーを旋回できる車体が理想であると考え、車の挙動に大きな影響を与える、駆動方式と操舵方式についての検討も行った。3つの駆動方式（前輪駆動、後輪駆動、四輪駆動）と、3つの操舵方式（前輪、後輪、四輪）、計9通りのパターンを持つラジコンを改良して製作した。

それぞれのパターンの違いを明確に出すため、ラジコンのサーキットで路面として用意されるパンチカーペットを使用し、それぞれの車に固定された車載カメラと、上方に設置したカメラから撮影を行い検証した(図 4)。

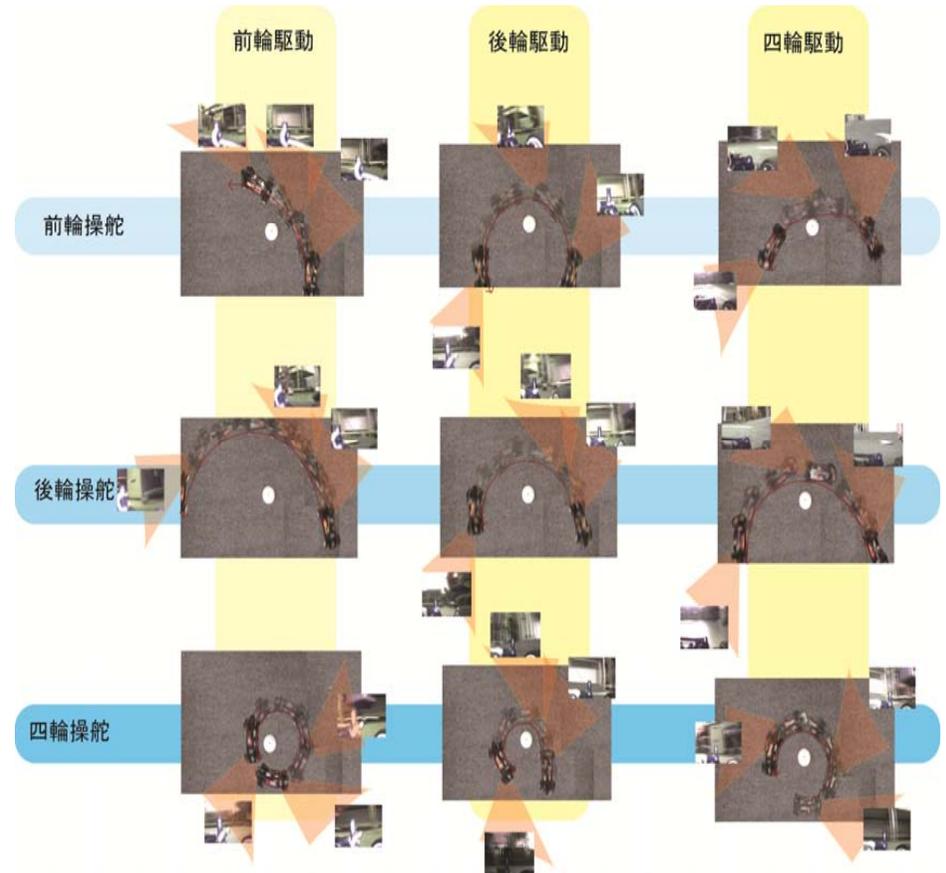


図 5 駆動方式と操舵方式の違い

### 4.3 最終案

カメラの視点移動の効果と駆動方式、操舵方式の検証から、理想に最も近い方式は後輪駆動、四輪操舵であった(図5)。この選択により、小さく旋回した時でも、視点移動により視覚情報が確保され、操作を容易にすることができた。さらに、四輪操舵による機動性の向上から、狭い空間、例えば、部屋といったラジコンには適さない環境での走行を可能にすることができた。

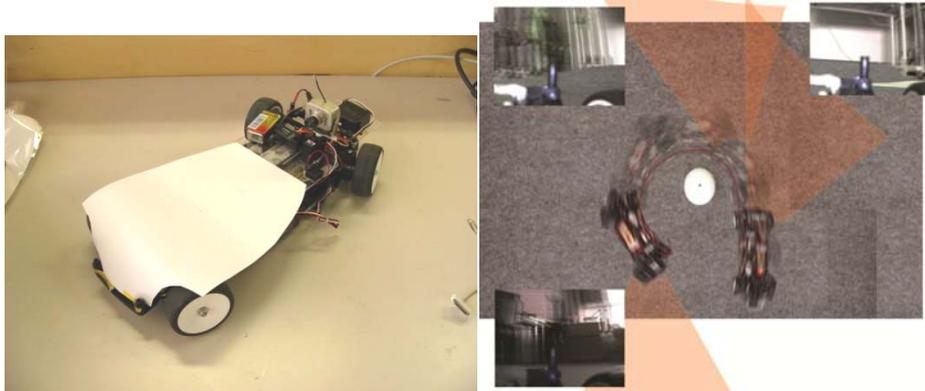


図 6 後輪駆動，四輪操舵の挙動

## 5. ARとの組み合わせ

ラジコンに搭載したカメラから PC に送られてきた映像と、AR を使い、インタラクションツールを制作した。

AR のプログラミング言語には C 言語を使い、複数のマーカーを認識させ、それぞれのマーカーに異なった 3D オブジェクトの表示をすることができるが、今回は、プログラム動作と PC への負荷を軽くするため、3D オブジェクト自体は 2D で制作した[5][6]。

カメラの視点移動の効果とゲーム性を高めるため、オブジェクトの表示方法にいくつかの演出案を制作した(図7)。

- ① AR の基本的特徴であるマーカーから検出される座標を利用した表示方法である。3D データ内の座標の中で、複数のオブジェクトを配置し、1つのマーカーで認識させることで、空間と奥行き感の表現を狙った。
- ② マーカーの大きさに対して、大きいオブジェクトを表示させた。AR の欠点であると考えられるマーカーの存在を、視覚的に隠すことで現実感の向上を狙った。
- ③ ラジコンにマーカーを設置することで、インテリアの表示を行った。カメラが

視点移動することでインテリアの見え方が変わり、より実車に近い視覚情報の提供を狙った(図8)。

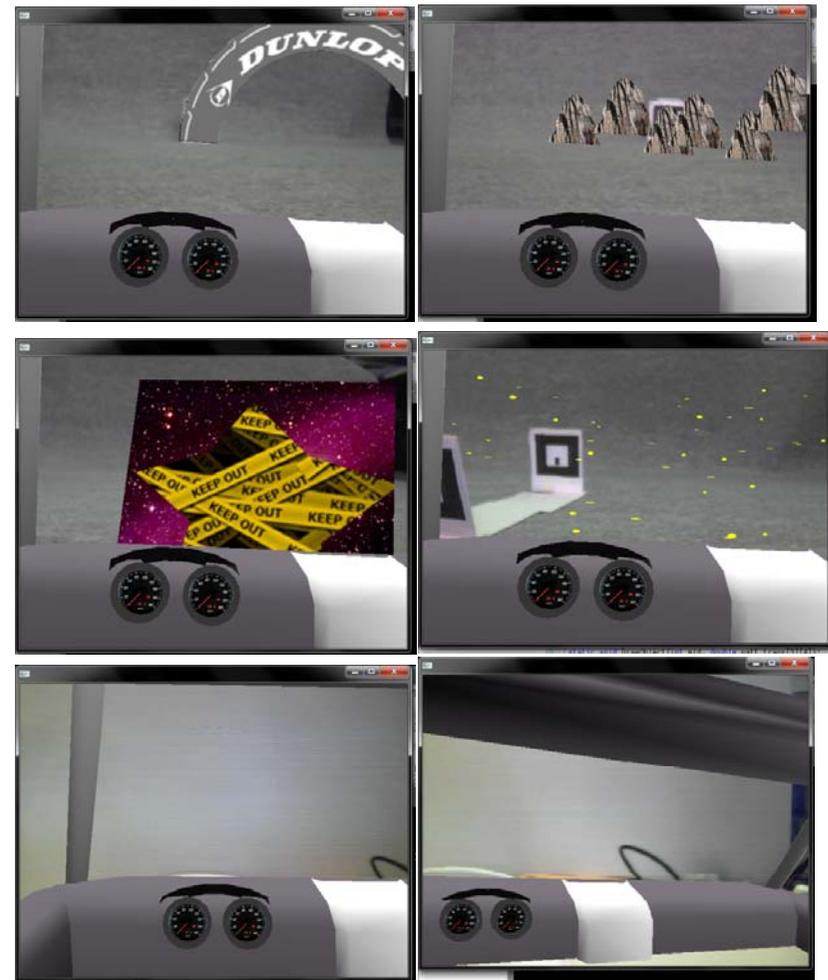


図 7 オブジェクトの演出案①

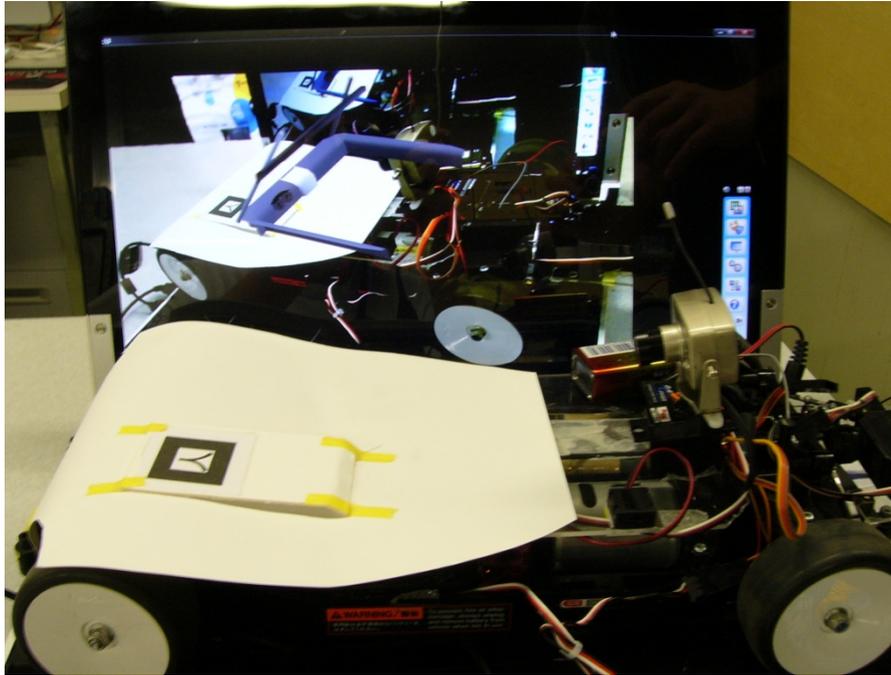


図8 オブジェクトの演出案

## 6. 今後の課題

今回の研究では、車という現実存在する乗り物をベースに、人間の行動やラジコンの調査と実験を行ったが、人間の視覚認知行動の基本形をより細かくカメラの動きで提供することが出来れば、駆動方式や操舵方式が実車に、より現実的な視覚情報を入力できる可能性がある。

今後、さらに視覚認知行動、駆動方式や操舵方式の研究を行い、普段ドライバーが体験できない景色を疑似体験するツールを制作していきたい。

## 参考文献

- 1) 成澤慎平, マーカーを動的に使ったARによるインタラクティブツール, 日本デザイン学会第57回研究発表大会, (2010)
- 2) 次世代インターネット・アプリケーション IPコントロールカー  
<http://www.nxs.co.jp/ipcar.html>

- 3) Parrot, AR.Drone, <http://ardrone.parrot.com/parrot-ar-drone/jp>
- 4) 三浦利章, 行動と視覚的注意, 風間書店, (1996)
- 5) 橋本直, 3Dキャラクターが現実世界に誕生! ARToolKit 拡張現実感プログラミング入門, アスキーメディアワークス, (2008)
- 6) 谷尻豊寿, 拡張現実感を実現する ARToolKit プログラミングテクニック, カットシステム, (2008)

## 著者紹介



平本磨音  
拓殖大学大学院



古屋繁  
拓殖大学工学部工業デザイン学科