

Real oriented Virtuality: 現実に基づく仮想空間没入ゲーム

山田 献二郎^{†1} 伊澤 嘉峻^{†2} 兼島 雄史^{†2}
實廣 貴敏^{†2} 加藤 真平^{†3} 武田 一哉^{†3} 石黒 祥生^{†4}

概要: 本研究は Real oriented Virtuality を用いることにより、自動運転車の状況を楽しみながら理解するシステムを提案する。Real oriented Virtuality は現実空間と仮想空間を同期させ、双方の間でやり取りする情報を取捨選択することで、より高く幅のある表現を生み出す技術である。本稿ではその一例として、自動運転車両において、現実を実時間で反映した仮想空間内での体験により、車両の状態・周囲の状況を楽しみながら理解することが可能なシステムを提案する。また、このシステムの詳細とデモンストレーションについて述べる。

Real oriented Virtuality: Immersive Game with Real oriented Virtuality

KENJIRO YAMADA^{†1} YOSHITAKA IZAWA^{†2} YUSHI KANESHIMA^{†2}
TAKATOSHI JITSUHIRO^{†2} SHINPEI KATO^{†3}
KAZUYA TAKEDA^{†3} YOSHIO ISHIGURO^{†4}

Abstract: This paper presents a system that enables the autonomous vehicle to perceive environment situation and provides a form of entertainment taking advantage of the "Real oriented Virtuality." With its function to synchronize the real and virtual scenes, the "Real oriented Virtuality" provides a way to exchange information between them, so as to produce high quality and various types of virtual representation of a real environment. Therefore, its application in the autonomous vehicle can present the enjoyable experience in a virtual space for drivers to understand the surrounding situation. In this paper, we present our immersive game system and utilize our autonomous vehicle to demonstrate its performance in some real experiments.

1. はじめに

本研究は Real oriented Virtuality (RoV) を活用することにより、自動運転車現実空間の情報を仮想空間の表現に変換し、自動運転車の状態を理解するシステムを提案する。本稿で提案する RoV は、現実環境をあたかも仮想空間の中にいるように感じさせることで、情報量の操作や周辺状況の的確な理解などに繋がるのではないかと仮説のもとで研究を行っているシステムであり、これにより現実に基づきながらも、仮想環境のように高い表現力と自由度を持つ環境を生成することを目指している。

その適用例として自動運転車両におけるインタフェースとしてデモシステムを作成した。自動運転車(図 1)には多くのセンサが搭載されている。これらのセンサ情報をもとに自動運転システムは認知・判断・操作を行う。物体認識、自己位置推定、経路計画など、膨大なセンサ情報をリアル



図 1 自動運転車両

タイムに処理することで安全な自動運転を実現している[1][2][3].

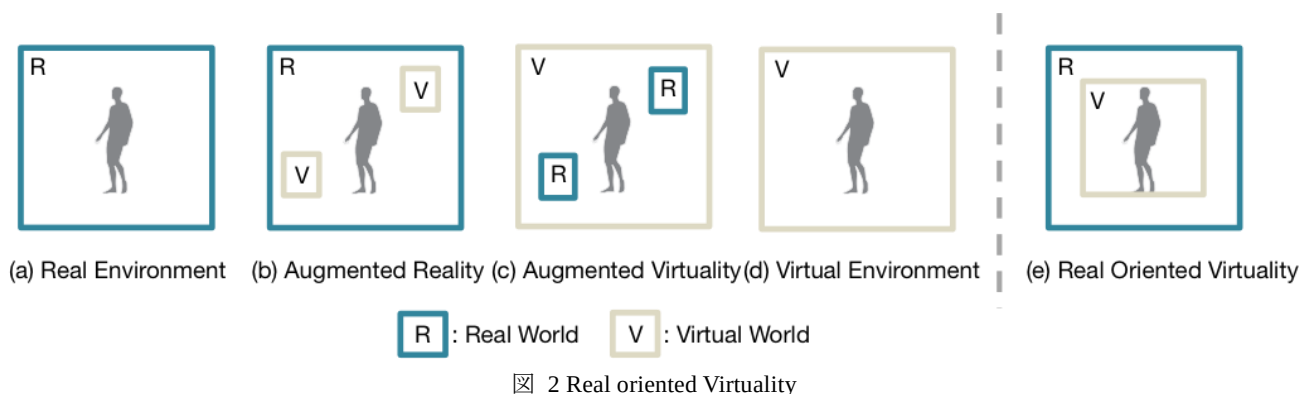
そこで本稿ではこれらの情報に基づいた仮想空間を構築し、「止まる」「曲がる」「走る」などの自動運転車両の情報を楽しみながら理解できるシステムを提案する。

2. Real oriented Virtuality

2.1 Real oriented Virtuality

Real oriented Virtuality (RoV) は仮想現実感 (Virtual Reality), 複合現実感 (Mixed Reality), 拡張現実感 (Argument Reality) を組み合わせたものである[4][5]. RoV では高精度なセンサによる計測データをもとに、高精度実時間での環境認識を行い、目的に応じた情報のみを抽出、仮想空間に反映させ

^{†1} 名古屋大学工学部電気電子情報工学科
Department of Electrical, Electronic Engineering and Information Engineering, Information Engineering Course, School of Engineering, Nagoya University
^{†2} 愛知工科大学工学部情報メディア学科
Department of Media information, School of Engineering, Aichi University of Technology
^{†3} 名古屋大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University
^{†4} 名古屋大学未来社会創造機構
Institute of Innovation for Future Society, Nagoya University



る。このため現実に基づきながらも、仮想環境のように高い表現力と自由度を持つ環境を生成する。

現実環境から切り離された仮想環境では、現実では不可能なシミュレーションや体験を可能にするが、仮想空間内での行動は現実には直接反映されない。複合現実環境では、現実環境に対し、CG 画像などの情報を付加することで現実空間を拡張することが可能であるが、人は現実環境にいると感じるように設計される。RoV ではこれとは異なり、人を仮想環境に没入させる。(図 2)

高精度センサによって収集される情報量は人間の認知の限界を超えるため、どのように情報を削減、変換するかが重要である。また、この削減変換方法は目的に応じて異なると考えられる。さらに仮想環境内で行ったユーザ操作のフィードバック情報を、

1. 仮想環境でのインタラクションにのみ必要な情報
2. 現実には反映させる必要がある情報

の 2 つに分類し、必要な情報のみを現実環境に出力するという識別も必要である。このように得られる情報に対し、

- a. 目的達成のために必要な情報
- b. 環境構築における演出として追加可能な情報
- c. 無視して良い情報

という、カテゴリ分類及び変換ルールが必要である。これらが一般化できれば、この現実環境仮想化技術の汎用性を高めることができる。今後増えると予想される高性能な知能システムの出力を現実環境と混ぜ合わせ、仮想空間として自在にデザインし提示することで、利用するユーザの負荷を低下させることが可能になると期待できる。

2.2 Autonomous Driving with RoV

自動運転車は乗員が運転する必要がないので、睡眠、読書、仕事など自由な行動を取ることができる。一方で、自動運転車が判断することができない緊急事態に備える必要や、自動運転車が何を考えているかわからない状況がある。人間の判断を必要とする状況もあり、その行動が制限されてしまう。そこで RoV を用いた解決方法を提案する。RoV は現実に基づいているので、仮想空間を通して実際の周辺状況を判断することが可能である。今回は自動運転車内用

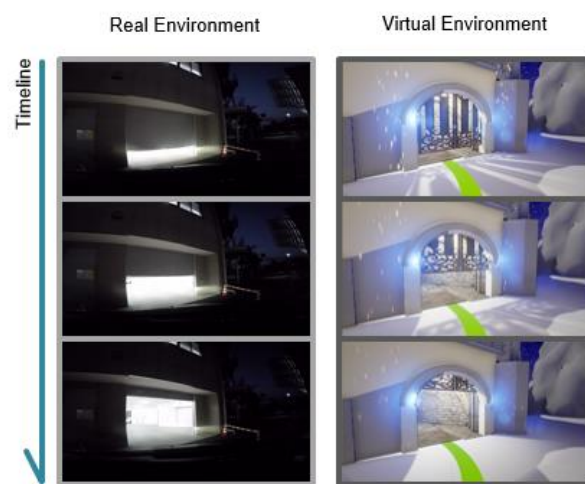


図 3 現実空間と仮想空間の同期

没入型ゲームのシステムを構築した。ゲームをプレイすると、ゲームを自由に楽しみながら自動運転車の判断・行動を理解することができる。

2.3 現実環境仮想化処理の流れ

この自動運転車用ゲームを作成するにあたり、現実を仮想空間に反映させる。このために

1. 周辺環境計測
2. 現実環境情報の変換
3. 情報提示とユーザフィードバックの取得

の 3 つが必要である。

まず 1.周辺環境計測では、自動運転車に設置された PC がセンサの情報を解析し、自動運転の判断に必要なデータに変換する。本システムはこれらのリアルタイムな現実空間の情報に基づく仮想空間を構築する。

さらに 2.現実環境情報の変換では、現実に基づく仮想空間を構築する上で、双方の同期が重要である。例えば、仮想空間内で壁が目の前に現れると、止まらなければならないという心理が働く。HMD を外して現実の世界を見てみると信号が「赤」であることに気づく。このように、ゲームをプレイしているだけで自然に現実の行動に結びついている。つまり、現実空間と仮想空間が同期しているというこ

とである(図3)。これにより意識せずに現実の状況把握をすることができ、自動運転の状況に注意を向けるという制限に縛られない空間を演出することが可能である。

現実環境の情報をいかに適切に仮想空間に結びつけるかが本システムの中核である。そこでまずは自動運転車がどのような現実環境の情報を扱うのかをまとめ、走行に関わる情報を大きく4つの分類に分ける(図4)。

次にこれらの現実空間の情報を仮想空間に反映させる方

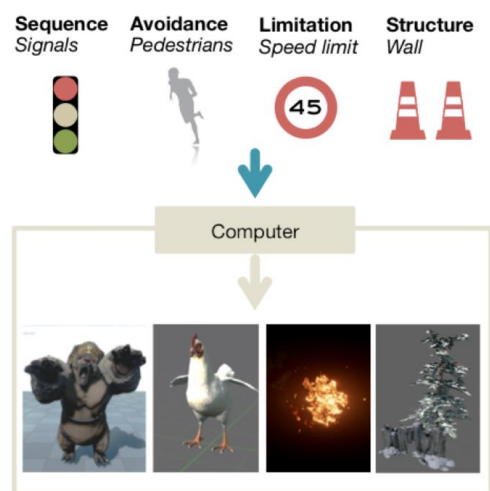


図4 自動運転車が扱う現実空間の情報とそれを反映した仮想空間

法を示す。地形・建物(Structure)や路面表示・交通標識(Limitation)などの静的な情報は、自動運転システムで使用されている高精度3次元地図情報に内包されている。このため、反映した仮想空間を作成しておくことが可能である。今回作成したデモ用ゲームでは地形・建物はゲームにおけるマップに変換し、路面標示・交通標識はゲームのルールに変換した。

信号表示(Sequence)や歩行者(Avoidance)など動的な情報はリアルタイムに仮想空間に反映しなければならない。これらの情報は多様で複雑であると考えられるので、抽象化してそれぞれに変換規則を設ける。

自動運転車の挙動は「止まる」・「曲がる(避ける)」・「進む」に抽象化した。また、それらの操作を引き起こす要因が、規則に基づいた予測や判断が容易かどうかにおいても区別する。予測が容易な要因においては、その予想に即した状況が発生させることが可能である。例えば、信号機の変化はある程度の予測が可能であるので状況の開始・終了時間を決めることができるが、歩行者は予測できない行動を取るため、状況を終了させるには自動運転車の判断が必要である(表1)。

また運転操作には直接関与しないと判断されている情報

表1 自動運転に必要な現実環境情報と予測可能性

操作 予測	止まる	曲がる (避ける)	進む
容易	(a) 信号 踏切	(c) 道路工事 路上駐車	(e) 制限速度
困難	(b) 歩行者 他車	(d) 歩行者 他車	—

も使うことができる。例えば、歩道を歩く人や分離帯向うの対向車線にいる車などである。

これらの分類にそれぞれ適した仮想空間内の状況を考える必要がある。3.情報提示とユーザフィードバックの取得のために、今回のゲームで考えた状況の例を図5にまとめた。図5の(a-d)は表1と一致している。これらの例はそれぞれ下記の状況を想定し、適切な変換を行う。

- (a) 進路を防がれ止まる必要がある状況を表現するために、壁を出現させて進めないようにする。
- (b) 飛び出してきた歩行者を岩に見立てて、急停止する状況を演出する。
- (c) 障害物(人や物)を避ける状況を、地面に穴が開くことで回避させるようにする。
- (d) 歩行者を避ける状況を、敵に変換している。

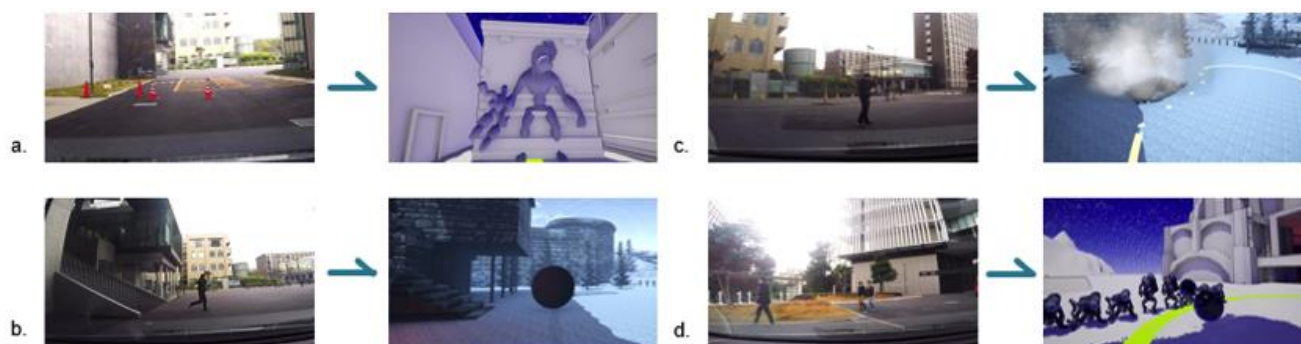


図5 現実空間の状況と仮想空間の状況の実時間での対応の様子

3. システム概要

3.1 自動運転用機器

- a) 車両 (RoboCar ZMP)
- b) 全方位レーザーライダー (HDL-64e Velodyne)
- c) 単眼カメラ (Grasshopper3 PointGrey)
- d) 自動運転ソフトウェア (Autoware NagoyaUniversity)

a) はコンピュータによりステアリング、アクセル、ブレーキが制御できる車両である。b) は全方位をスキャンし三次元点群イメージを提供する。自己位置推定や高精度三次元地図作成に用いられる。c) は車の前方を撮影し、画像認識による物体検知によって、歩行者・他車・信号といったデータを取得する。d) は自動運転システムのソフトウェアであり、b), c) のセンサから得た情報を解析し、自動運転の判断に必要なデータに変換する。そして、判断データを用いて自動運転車両の操作・制御を行う。

3.2 RoV システム

RoV システムの没入型仮想空間は、主にゲームエンジン(UnrealEngine4)を導入したPCで実装した。プレイヤーは仮想空間に没入するためにヘッドマウントディスプレイ(Oculus Rift DK2)を装着し、頭部の姿勢とキー入力によりゲーム操作を行う。

3.3 通信

本システムの通信の構成について図6に示す。自動運転システム用PCとRoVシステム用PCはUDPによる通信を行う。この通信では自己位置推定による車両の座標・姿勢や、歩行者などの障害物の情報、車の予定進路など本来自動運転車の制御に用いられる情報を送受信する。

4. 実際のデモの流れ

本システムの体験の流れは以下の通り。

1. 体験者は助手席または後部座席に座る。
2. HMD, ヘッドホン装着する。
3. 車両走行開始。現実を反映した仮想環境内でのゲームが始まる。
4. 現実空間情報が仮想環境に変換、反映される様子をゲームを通して体験する。
5. 規定のルートを走行後、終了する。

なお、本デモンストラレーションでは、デモスペースの制約等を考慮し、運転は手動で行う。運転手は決められたコースを走行する。その際自動運転システムは周辺環境のセンシングと位置姿勢推定のみを行い、RoVシステムの動作に必要な情報を収集する。

5. まとめ

自動運転車内で自由な空間を演出するために RoV 技術の活用を提案し、その一例としてゲームを作成した。仮想空間内に現実を反映させることで、体験者に楽しみながら自動運転車の判断・行動を知覚させるシステムを実現した。

自動運転システム

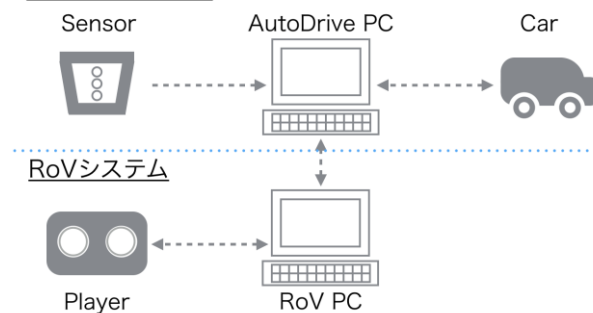


図6 本システムの通信構成

実際にデモをして気づいたことが、HMDを用いたVR体験で起こりやすいVR酔いが起きなかったことである。これは視点移動と実際の体の動きとのずれによって引き起こされると言われている。今回のRoVシステムでは仮想空間の身体動作や振動などの車両の動きが現実と同期されているので、酔いが起きにくいと推測できる。これについては評価実験をして定量的な評価を行う必要がある。

今後の展望として、RoVの体験を複数人や複数車両で共有し、より高い表現力を実現させる。自動運転の発達により検出可能な現実空間の情報の増加、精度の向上、これにより体験の幅の拡大、質の向上が可能になる。また一例としてゲームを作成したが、それ以外の魅力的な空間の実現も目指す。

参考文献

- 1) Christopher Urmson, Christopher R. Baker, John M. Dolan, Paul Rybski, Bryan Salesky, William (Red) L. Whittaker, David Ferguson, and Michael Darns, "Autonomous Driving in Traffic: Boss and the Urban Challenge," AI Magazine, Vol. 30, No. 2, pp. 17-29, June, 2009.
- 2) Manato Hirabayashi, Shinpei Kato, Masato Eda, Kazuya Takeda, Taiki Kawano, and Seiichi Mita. "GPU implementations of object detection using HOG features and deformable models". In Cyber-Physical Systems, Networks, 42 and Applications (CPSNA), 2013 IEEE 1st International Conference on, pp. 106-111. IEEE, 2013.
- 3) Peter. Biber and Wolfgang. Straßer. The normal distributions transform: A new approach to laser scan matching. In IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2003), pp. 2743-2748, 2003
- 4) Jun Rekimoto and Katashi Nagao. 1995. The world through the computer: computer augmented interaction with real world environments. In Proceedings of the 8th annual ACM symposium on User interface and software technology (UIST '95). ACM, New York, NY, USA, pp. 29-36
- 5) 1992. Research directions in virtual environments: report of an NSF Invitational Workshop, March 23-24, 1992, University of North Carolina at Chapel Hill. SIGGRAPH Comput. Graph. 26, 3 (August 1992), pp. 153-177