

光学シースルー型 HMD を用いた自車体透過システムの検討

長尾 拓実[†] 堺 亮太[‡] 矢野 永真[‡] 中村 文彦[†] 木村 朝子[†] 柴田 史久[†]

立命館大学 情報理工学部[†] 立命館大学大学院 情報理工学研究科[‡]

1. はじめに

自動車運転時の安全確保のためには、運転者が自車両の周辺を認知できる状況が望ましい。しかし、自車両の車体（自車体）による遮蔽によって運転者の視界が制限される。特に、自車両近傍領域は自車体によって大部分が遮蔽されており、安全運転の妨げとなっている。車体に搭載されたカメラを用いて、遮蔽された部分を運転者が車内モニターで視認できる機能があるが[1]、モニター上の空間と実際の車両の空間の位置関係を運転者が理解する必要がある。

情報の提示位置と実際の位置の関係を運転者が直感的に理解できるように、実空間の物体に映像情報を重畳することで物体を透過できる隠消現実感（Diminished Reality; DR）[2]による可視化手法が研究されている。Tachi らは、床・ドア・ピラー等の自車体の内壁に再帰性反射材を貼付し、車体外部の映像をプロジェクタによって自車体の内壁に投影することで自車体を透過した[3]。Sasai らは、自車体のダッシュボード部に設置したスクリーンに対して、車両前方のカメラ映像に推定した車輪の軌跡を重畳した映像をプロジェクタで投影することで、車両前方を透視する運転支援システムを構築した[4]。しかし、車内にプロジェクタやスクリーンを配置するシステムの場合、車両搭乗者による投影映像の遮蔽や、車内の物体移動による環境変化による影響を受けると考えられる。また、車内への装置の大掛かりなセットアップが必要になる。

2. 提案システム

本研究では、プロジェクタの投影に関する制約や車内環境による影響が少なく、車内への装置のセットアップが不要な光学シースルー型頭部装着型ディスプレイ（Optical See-Through

Head-Mounted Display; OST-HMD）を用いた自車体透過システムを試作・検討する。

自車体透過システムの構成図を図1に示す。初めに、車体に取り付けたカメラから車体周囲の地面の画像を ROS2 のトピック通信を用いて PC で受け取る。カメラには、車体周囲の画像を広く撮影するために全天球カメラや魚眼カメラなどを用いる。使用するカメラは、平らな場所に車両を置き、車体周囲の地面にチェスボードを配置するなどして、事前にキャリブレーションするものとする。取得した画像は PC で射影変換し、真上から見たような俯瞰画像に変換する。変換した画像を IP 通信によって OST-HMD に接続したスマートフォンの Unity アプリに送信し、バーチャル空間上の地面に対応する平面に描画する（図2）。OST-HMD の位置・姿勢を実時間で取得することによって、バーチャル空間上の地面は、現実世界の地面と同じ位置に描画される。運転者は、OST-HMD を装着することによって、実空間に重畳されたバーチャル空間上の地面を視認することができる（図3）。

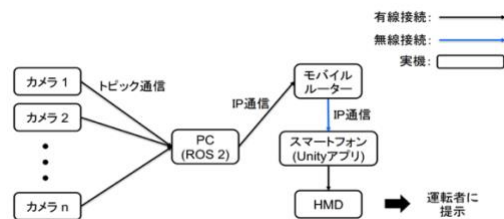


図1：システム構成図

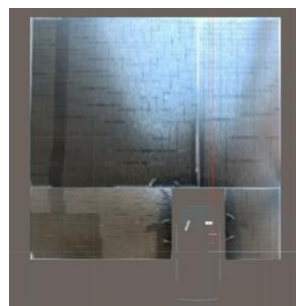


図2：バーチャル空間上に俯瞰画像を配置した様子



図3：運転者視点からバーチャル空間の地面を観測した様子

Exploring a self-vehicle transparentizing system with an optical see-through head-mounted display

[†]College of Information Sci. and Eng., Ritsumeikan University

[‡]Graduate School of Information Sci. and Eng., Ritsumeikan University

3. 実行結果

自車体透過システムを試作し、動作を確認した。OST-HMDはXREAL Lightを使用した。カメラは全天球カメラであるInsta360 ONE X2を4台、モバイルルーターはNTT docomo Wi-Fi STATION SH-52A, スマートフォンはSamsung Galaxy S20 5Gを使用した。スマートフォン向けに作成したUnityアプリのバージョンはUnity 2022 3.8f1だった。動作確認を行った際に使用した車両は、ダイハツムーヴであった。

各カメラの内部パラメータと姿勢は、事前に、一辺が30cm、厚さが4mmの白と黒のタイルを組み合わせて作成したチェスボードによるキャリブレーションによって計算した。その後、4つのカメラを車両のサイドミラー下(図4)とヘッドライト横(図5)の位置に配置した(図6)。サイドミラー下のカメラは地面から1.10mの位置に、ヘッドライト横のカメラは地面から0.90mの位置に配置した。また、実行時にカメラが取得した車体周辺領域の大きさを図7に示す。各カメラは車体左右の前方・側面の領域の画像を取得した。車体右前(図7中a)の領域は縦5.50m、横2.60mだった。車体左前(図7中b)の領域は縦5.50m、横4.60mだった。車体右側(図7中c)の領域は縦2.40m、横1.80mだった。車体左側(図7中d)の領域は縦2.40m、横3.70mだった。また、各領域は図6中の対応する記号のカメラによって取得された。

運転者が運転席からOST-HMDを装着した状態で車体右側を見た際の結果を図8に示す。チェスボードを車体周囲の地面に配置し、バーチャル空間上の地面を実空間の地面に投影した際の位置の誤差を確認した。赤枠内の領域がバーチャル空間の地面であり、赤枠外が実空間の地面を示す。バーチャル空間上の地面と実空間の地面との継ぎ目が気にならずに接続されていることが確認できる。しかしながら、提示されたバーチャル空間の地面に対する奥行き感は感じられなかった。



図4: サイドミラー下に配置したカメラ
図5: ヘッドライト横に配置したカメラ

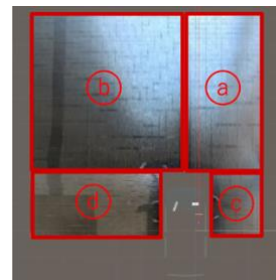
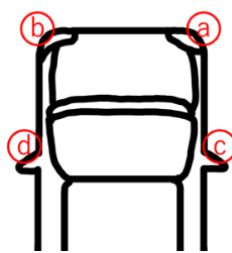


図6: 車体周囲のカメラ配置
図7: 車体周囲の各カメラの画像取得領域

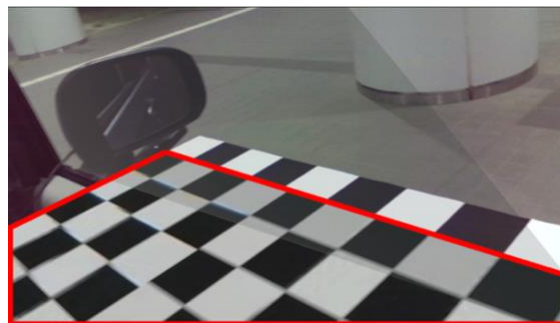


図8: バーチャル空間の地面と実空間の地面の投影誤差

4. まとめ

本研究では、OST-HMDを用いた自車体透過システムを提案した。実行結果より、運転席から自車体を透過して周辺状況を視認できることを示した。今後の課題としては、透過した際の奥行き感の提示、車体周辺画像の提示範囲の拡大などが挙げられる。

謝辞 本研究の一部は科研費 21H03487 の支援を受けた。

参考文献

- [1] LEXUS: Lexus ES300h 取扱説明書 パノラミックビューモニターの機能とはたらき, https://manual.lexus.jp/es/2207/hev/ja_JP/contents/nvch08se020401.php (2023年1月10日)
- [2] 森尚平, 一刈良介, 柴田史久, 木村朝子, 田村秀行: 隠消現実感の技術的枠組と諸問題~現実世界に実在する物体を視覚的に隠蔽・消去・透視する技術について~, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 16, No. 2, pp. 239 - 250, 2011.
- [3] S. Tachi, M. Inami and Y. Uema: The transparent cockpit, IEEE Spectrum, Vol. 51, No. 11, pp. 52 - 56, 2014.
- [4] S. Sasai, I. Kitahara, Y. Kameda, Y. Ohta, M. Kanbara, et al.: MR visualization of wheel trajectories of driving vehicle by seeing-through dashboard, IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Workshops, pp. 40 - 46, 2015.