



Title	Adaptive Display of Virtual Content for Improving Usability and Safety in Mixed and Augmented Reality
Author(s)	Orlosky, Jason
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/55854">https://doi.org/10.18910/55854</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏 名 (Jason Edward Orlosky)	
論文題名	Adaptive Display of Virtual Content for Improving Usability and Safety in Mixed and Augmented Reality (ウェアラブルディスプレイのための適応的情報提示手法に関する研究)
論文内容の要旨	
<p>In mobile augmented reality, a number of barriers still exist that make head worn devices unsafe and difficult to use. One of these problems is the display of content in or around the user's field of view, which can result in occlusion of physical objects, distractions, interference with conversations, and a limited view of the user's natural environment. This thesis proposes the use of dynamic content display and field of view manipulation techniques as a step towards overcoming these safety and usability issues. More specifically, I introduce novel strategies for dynamic content movement, gaze depth tracking techniques for automated content management, and hands-free spatial manipulation of the user's field of view.</p> <p>In order to conduct an initial comparison of standard mobile interfaces to head mounted displays, I first conduct experiments that study smartphone and head mounted display use. Results show that head mounted displays already have some advantages in terms of environmental awareness, but more importantly, users would prefer text that is affixed to visible locations in the background. Consequently, I propose the use of a new dynamic text management system that actively manages the appearance and movement of text in a user's field of view. This strategy utilizes camera tracking to find dark, uniform regions along the route on which a user is travelling to maximize readability. Because interpersonal interactions such as conversations and gestures are of particular importance, I also integrate face detection into the movement strategy to help prevent virtual content from interfering with a user's conversation space.</p> <p>Even though this automated movement improved the visibility and readability of content, users still often needed to switch gaze from virtual content to the real world in order to clearly view hazards or obstructions. To deal with this need, I propose a novel focal-plane based interaction approach with several advantages over traditional methods. By constructing a prototype that combines a monoscopic multi-focal plane head mounted display and stereo eye tracker, interaction with virtual elements such as text or buttons can be facilitated by measuring eye convergence on objects at different depths. This can prevent virtual information from being unnecessarily overlaid onto real world objects that are at a different depth, but in the same line of sight.</p> <p>While depth based eye tracking provides a good solution for reducing distracting content in optical see-through displays, similar problems still remain for video see-through augmented reality. For example, most video see-through displays with a wide field of view are either bulky, have a limited field of view, or must be manipulated manually. To address these problems, I propose a modular hardware framework that allows for on demand reconfiguration of vision augmentations and engagement through integrated eye tracking. Three major iterations of vision augmentation prototypes are implemented to provide one to one see-through augmented reality capability, peripheral vision expansion, and binocular telescopic functionality.</p> <p>In addition to contributions in both hardware and software, experiments are also conducted and analyses carried out to verify the effectiveness of each system. New information about the human eye, brain, and perception of virtual content are also revealed and discussed.</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Jason Edward Orlosky)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	竹村 治雄
	副 査	教授	尾上 孝雄
	副 査	准教授	清川 清
	副 査	准教授	伊藤 雄一

## 論文審査の結果の要旨

本論文はヘッドマウントディスプレイ (HMD: Head Mounted Display) を用いた拡張現実 (AR: Augmented Reality) や複合現実 (MR: Mixed Reality) において、その利便性や安全性を向上するための一連の研究を取りまとめたものである。ARやMRは計算機情報を実環境の情景に重畳表示して様々な作業支援を行う技術であり、近年注目されている。しかしながら、背景となる実環境の影響で提示情報の視認性が低下して利便性が損なわれたり、逆に実環境の視認性が低下して差し迫る危険を察知できなかったり、といった問題が発生し得る。本論文では、光学シースルー (OST: Optical See-through) HMDやビデオシースルー (VST: Video See-through) HMDを用いてユーザの目の前に情報を提示する際に、周囲の状況やユーザの様子を察知して、適応的に提示情報の配置や表示・非表示の切替え等を行う手法を提案している。本論文の主な成果として次の三点が認められる。

第一に、実環境の画像特徴を用いた適応的な情報配置手法を提案している。本手法では、背景となる実環境を撮影するカメラ映像から、各座標近傍の平均輝度と輝度の分散を求める。ここで、平均輝度が低く（暗く）かつ輝度の分散が小さい（一様な）エリアが情報提示に優れるとみなし、これに対応する最適なHMDスクリーン座標を実時間で算出する。被験者実験を通じて、提案手法で算出した座標とユーザが適すると判断した座標を比較し、様々な背景に対して提案手法が手動で選択した表示位置に近い座標を与えることを示している。また、本成果に関連して様々な予備実験、追加実験を実施しており、例えばOST-HMDはスマートフォンに比べて情報閲覧時に周囲の実環境に注意を向けやすいことを明らかにしている。

第二に、視線を活用した提示情報の表示・非表示の切替え手法を提案している。本手法では前後方向に三層重ねた特殊な単眼のOST-HMDに加えて両眼用の視線追跡装置を用いる。本手法では、これを装着したユーザが三層のスクリーンのそれぞれを注視する場合、および背後の実環境を注視する場合の4種類の注視状況を、サポートベクトル回帰を用いて高い精度で識別できる。この結果、例えば注視していない情報を自動的に非表示にすることで、より直感的で安全性の高い情報提示を実現できる。

第三に、柔軟かつ直感的に視界を切替え可能なVST-HMDシステムを提案している。VST-HMDではカメラの焦点距離によって広角や望遠など様々な効果が得られるが、既存のシステムはカメラが固定的であり柔軟な要求に応えることができないという問題があった。提案システムは多種多様なカメラを目的に応じて着脱できる再構成可能な設計となっていることが最大の特徴である。さらに、視線追跡装置を内蔵し、視線方向だけでなく撮影した眼画像から眼を細める、眉をひそめるといった動作を認識する。これにより、眼を凝らすことで注視した方向をズームするといった直感的な視界の切替えを実現している。

これらの成果は、それぞれ専門学術論文誌に掲載されている。

以上のように、本論文は今後さらに利活用が進むと期待される拡張現実技術・複合現実技術の進展に重要な成果を挙げた研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。