

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：32714
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2013～2015
 課題番号：25330440
 研究課題名(和文) 多重化隠蔽映像技術による新たな情報共有空間の創出のための映像制作手法の確立

 研究課題名(英文) Establishment of the video production techniques for the creation of new information shared space by multiplexing hiding imagery

 研究代表者
 白井 暁彦 (SHIRAI, Akihiko)

 神奈川工科大学・情報学部・准教授

 研究者番号：80589937

 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：「多重化隠蔽映像技術による新たな情報共有空間の創出のための映像制作手法の確立」は立体映像技術と互換の映像ディスプレイ技術として、偏光フィルタを用いたExPixel方式の多重化技術における画質向上技術について詳細は「多重化不可視映像技術(第3報) 普及型ディスプレイにおける視聴特性評価」において報告している。またFPGAによるハードウェア化に加え、偏光フィルタ等が必要ない方式についての実験的成功に至った。これらの基礎技術は次世代の多重化映像技術となる裸眼視聴可能な多重化映像技術「ExField」のベースとなっており、今後も幅広い研究応用性が期待できる。

研究成果の概要(英文)：This project, Establishment of the video production techniques for the creation of new information shared space by multiplexing hiding imagery, had tried to enhance quality of multiplex hidden imagery. As a result, it realizes several method for quality enhancement for polarized displays, contents design and tools for multiplex image generation "ExPixel" which includes Unity shader, ExPixel FPGA blackbox and PowerPoint add-ins. At the end of term, we had tried to realize the prototype of next generation of spatial augmented reality which can be useful in the public. Audiences can watch their preferred images and audios on the public signage. It can enlarge virtuality, without any glasses and/or developmental hardwares for user side, into the public space like stadiums, parks, public halls and restaurants and used for displaying various contents such as sports games and concerts by audience's movement.

研究分野：エンタテインメントシステム

キーワード：多重化映像 多重化不可視映像 3Dディスプレイ 光線空間 付加価値創出 拡張現実感 エンタテインメントシステム バーチャルリアリティ

1. 研究開始当初の背景

本研究の基盤にある技術「多重化・隠蔽映像技術」とは、異なる視聴者に対して電氣的な装置を必要とせず異なる画像を視聴させるディスプレイ装置および映像生成アルゴリズムに関する技術である。

研究開発当初の背景として、立体ディスプレイの需要と市場拡大は世界的な成長傾向にあった。一方で立体ディスプレイにおける付加価値は、奥行きや飛び出しといった知覚現象だけに注目されており、より一層の付加価値を研究する必要があったことは間違いない。我が国においては、地上波デジタル放送の本格化と並行して、家庭用ディスプレイデバイスは、大画面・高精細・薄型化、そして3D化の進歩が目覚ましく、大型高精細立体ディスプレイデバイスも、一般の家電製品としてリビングルームでのテレビジョンとして普及し、また、産業面においては眼鏡なし立体ディスプレイによるデジタルサイネージといった環境において、利用されはじめていた。

メディア情報学分野／コンテンツ制作者、情報デザインの視点における本質的な課題として、「チャンネル争い」すなわち「大画面を複数の視聴者とどうやって共有するか？」という問題に対する解決は、複数のデバイスを利用するという解しかない状況であった。手案手法の中心である「多重化・隠蔽映像」が一般化すれば、複数人がひとつの大画面を視聴する環境(リビングルーム、教室、会議室、ミュージアム、パブリックビジョン等)において、大画面を共同視聴し、複数のチャンネルを「ゆるく共有」し、選択的に異なる情報を見ることができる。これにより映像メディアの可能性を大きく広げることができると考えた。

2. 研究の目的

本研究『多重化隠蔽映像技術による新たな情報共有空間の創出のための映像制作手法の確立』は、急速に普及しつつある立体ディスプレイをベースに、「奥行き・飛び出し」以外の新しい付加価値を与えることを研究の目的としている。

提案では特に、技術的な基盤が完成しつつある多重化隠蔽映像を、幅広いコンテンツ開発者と協力しながら、「多重化」と「隠蔽」を利用した情報デザイン上の付加価値の提案、およびそれを実現する具体的な映像表現手法を確立し、デモコンテンツを広く発信することで評価することにより、新しい映像表現を社会に浸透させる。

3. 研究の方法

提案者は、2010年より、既存の3Dディスプレイと互換の方式、すなわち複数のプロジェクトを偏光フィルタ等を使って映像を多重化させる「多重化ディスプレイ:Scritter」についての研究を続けてきた。この多重化ディスプレイをより深め、裸眼視聴者とフィルタ使用視聴者の2者において、完

全に異なる像を提示することが可能になる「多重化・隠蔽画像ディスプレイ」の技術を発表し、世界的な反響を得ている。

本研究では、2010年から3年間で構築してきた多重化隠蔽映像生成技術を基盤技術として、情報デザイン上の付加価値の提案、およびそれを実現する具体的な映像表現手法を確立し、公開を通して評価することにより、新しい映像表現を社会に浸透させるという目的に対し、具体的なコンテンツ創出に必要な表現要素、(1)画質・色彩向上、(2)ストーリー手法、(3)インタラクティブ性、(4)教育・理解向上、(5)ユーザ間の関係デザインについて注目し、研究を遂行する。技術的な研究にとどまらず、幅広いコンテンツ開発者と協力しながら、「多重化」と「隠蔽」を中心に、各要素をわかりやすく伝えるデモコンテンツを制作という方法を採用。また一般的に芸術的な表現には「これで終わり」というものがない。本提案では科学研究として実施できるよう、具体的に3カ年で実施できる範囲と期間を区切り、デモコンテンツの制作及び、その背景にあるアルゴリズムやツール、ワークフローの公開を積極的に行なっていくことで、従来の研究プロジェクト同様、研究の区切りをつけ、方法論としてより幅広いコンテンツ制作者の表現向上に寄与することとした。

4. 研究成果

2013年度は既存の3Dディスプレイと互換方式である複数プロジェクトを使った映像多重化手法について、1.画質・色彩向上、2.ストーリー手法、3.インタラクティブ性、4.教育・理解向上、5.ユーザ間の関係デザインという要素について研究を続けてきた。従来不可能と考えられていたフラットパネルディスプレイでの多重化隠蔽映像の実現に成功した。

2013年度の成果として主なものは5つあり、(1)ニコニコ超会議2にて「ニコニコメガネ」を招待展示、(2)経産省 Innovative Technologies に採択、DCEXPO2013にて「2x3D」を展示、(3)研究成果2作品が先端技術館@tepiaで常設展示化、(4)



【図1: ニコニコ超会議2での発表資料】

テレビの多重化を可能にする汎用ソフトウェア「ExPixel」の開発に成功、(5)裸眼とメガネ装着で

全く異なる映像を見せられる「ExPixel」技術を発表した。

本研究は文字メッセージ以外にも、応用の幅が広く日本語と英語といった多言語の字幕や、デジタルサイネージ、携帯電話との連携、(電気的な接触デバイスの使用が難しい手術室などの)医療画像への応用などが考えられる点についても、具体的に研究成果を活用して製品・サービスに組み込みたい企業からも多く打診があった。特に(5)について、フラットパネルディスプレイによる多重化の実現およびその反響は大きく、また本研究テーマ「多重化隠蔽映像技術による新たな情報共有空間の創出のための映像制作手法の確立」におけるロードマップには変更なく研究成果をそのまま活かしていく見通しができたため、提案時点でのプロジェクターベースの研究を「第2・3世代」、新たに「第4世代」と定義してハードウェア側の開発ロードマップを再構築した。

2014年度は、3Dフラットパネルにおける多重化技術を「ExPixel」として一般理論化し、ニーズ収集、ハードウェア化、普及展開を中心に、科学的視点において研究を推進した。(1)画質・色彩向上について、標準的撮影機材の整備および、業務用映像機器の色調整に使用されるディスプレイ校正器 Datacolor 社製「Spyder HD」を導入した。(2)ストーリー手法、(3)インタラクティブ性、(4)教育・理解向上、(5)ユーザ間の関係デザインについては、国内でのユーザーテスト、展示発表、ヒアリングで調査を行った。

本研究で基盤技術を強化した多重化隠蔽映像技術は、文字メッセージ以外にも、応用の幅が広く、また具体的に本研究成果を活用して製品・サービスに組み込みたいとの企業からの問い合わせも多くあり、科学的な研究成果を整理して実験的プロトタイプから、研究開発基盤の構築や技術をツールに落とし込む整理が必要であることがわかった。

実験システム開発面では学部生(鈴木久貴、田口裕起、鈴木百合彩、津田良太郎、田口裕起、安藤歩美、岡本遼、中澤遥)および、コンテンツ制作面では阿部章仁氏(写真家)による協力により、急速に開発・検証面をすすめることができた。

研究成果の需要から、3Dフラットパネルでの研究を中心に進めていくべきと考え、研究計画の5項目のうち(3)インタラクティブ性、(4)教育・理解向上、(5)ユーザ間の関係デザインという要素について、ユーザの視線や表情を含めたセンシング技術および、動的な状態変化の計測技術を中心に、成果の普及周知活動を並列して進めた。研究成果を広く開発者に試していただき、方向性を確認するイベント「多重化クリエイソン」を2回開催した。



【図2:多重化クリエイソンによる研究成果の周知・普及・交流】

新しい情報メディアおよび情報デザインにおいて、(1)~(5)の各要素は複雑かつ密接に絡み合っており、実験方法を確立することが難しい。本研究の成果として、研究者が提案する「動的複合ペルソナ手法」により、ミュージアムを使ったフィールドテストを通して自然な体験状態を維持しながら観測し、体験者の状態を物理的なパラメータにおいて評価することが可能になった点が重要な進歩であるといえる。また開発者に向けた「多重化クリエイソン」を2回実施することにより、開発者が実際に検討するプロセスや、ソフトウェアやツールにおける現状の課題が明らかになった。これらの成果により、研究要素(2),(3),(4),(5)を向上させるための、特色ある方法が整理できた。

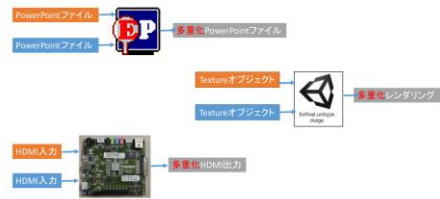
2014年度末に、米国 MIT Media Lab およびカーネギーメロン大学を訪問し、理論の検証および普及展開のための意見交流を行った。そのディスカッションから、最終年度となる2015年度は、3Dフラットパネルにおける多重化技術「ExPixel」の普及展開を中心にアプリケーション開発に力を入れることとした。PC不要で多重化不可視映像を生成可能とするFPGAハードウェア化を行い「ExPixel FPGA」としてコンテンツ開発者側で評価可能にするための多重化映像試験キットを作成し、データ取得した。(1)画質・色彩向上について:タイ Chulalongkorn University と鈴木久貴を中心に、実用的な様々な角度における特性について、画質改善を確立した。(2)ストーリー手法: Top-Bottom方式をサポート、既存のMPEG等のコンテンツを映像編集ツールを使い自由に再生可能に。(3)インタラクティブ性:複数のPCやハー

ドディスクレコーダー、ゲームコンソール等の Set-top-box から、自由に多重化不可視映像可能に。これにより既存の VR エンタテインメントシステムとデジタルサイネージを融合させた「MGV」を開発することが可能になり、DCEXPO 2015、SIGGRAPH ASIA 2015、「科学と技術のひろば」等の一般公開テストにおいて良好な結果を得た。(4)教育・理解向上:合理的配慮と健常者のための不要な情報の非表示を同時に達成する教育ユニバーサルデザインを開発。(5)ユーザ間の関係デザイン:本来1名同時プレイ可能なゲームシステムを、2名同時に同一ディスプレイにて体験できる関係デザインを提案、ニコニコ超会議2015「第8回ニコニコ学会βシンポジウム」(来場者15万人)にて展示発表を行い、会場投票で1位となる金賞を授与された。研究成果社会周知として、テレビ番組協力及びシンポジウムを2件開催した。

以下、「多重化不可視映像技術(第3報)―普及型ディスプレイにおける視聴特性評価―」より図解する。

図4~6は、多重化コンテンツの視聴のための、適切な視聴範囲、最適な輝度設定についての測定および最適化の結果であり、視聴者とディスプレイ

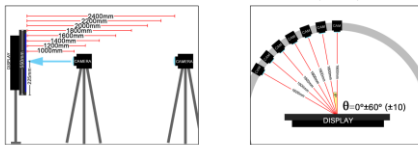
多重化コンテンツプラットフォーム



【図3：多重化コンテンツは PowerPoint、Unity 上の Texture、HDMI 機器から生成可能となった】

実験：輝度値の変化

- ディスプレイと観察者の距離 (L)
- ディスプレイに対する観察者の
 - 水平位置 (角度 θ)
 - 垂直位置 (角度 θ)

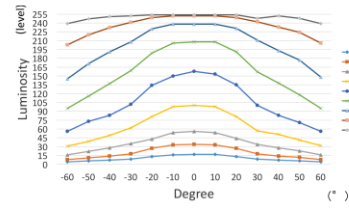


実験環境

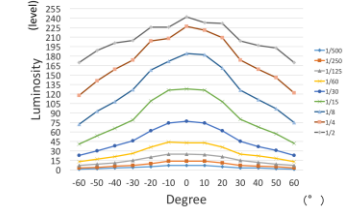
- 暗室
 - 自然光およびディスプレイの反射を抑えるため
- 撮影デバイス
 - Nikon D750 (ISO=400, F=1/16, シャッタースピード=1/30)
 - 点光源の輝度ではなく、面光源の輝度として捉える
- ディスプレイ中央にマスクを施し、25cm内の領域の輝度値を測定
 - 各位置におけるマスク内の輝度値の平均をその位置の輝度値とする
- 角度計測手法
 - レーザー距離計 MK-LAK (ピタゴラス定理モード) (株)サムライマーケティング社

【図4：輝度に対する実験環境】

結果：水平角度(角度 θ) (偏光フィルタ無し)



結果：水平角度(角度 θ) (偏光フィルタ有)



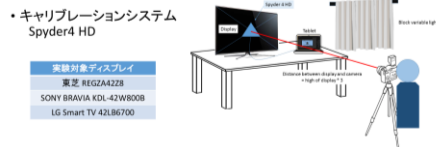
考察：水平角度 (角度 θ)

- 水平角の視聴角度は $\theta = \pm 30^\circ$ の許容角度
- 垂直角の視聴角度は $\theta = \pm 20^\circ$ まで緩やかな輝度減衰
- 垂直角の視聴角度は $\theta = \pm 20^\circ \sim \theta = \pm 30^\circ$ で急激な輝度減衰

【図5：輝度に対する実験／結果】

実験： γ キャリブレーション

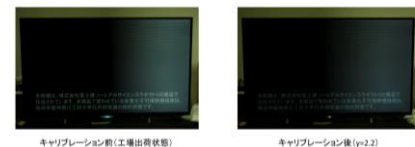
- 工場出荷状態のディスプレイと γ キャリブレーション2.2のディスプレイでの見え方を比較する



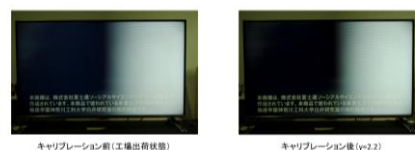
結果：東芝 REGZA42Z8



結果：SONY BRAVIA KDL-42W800B



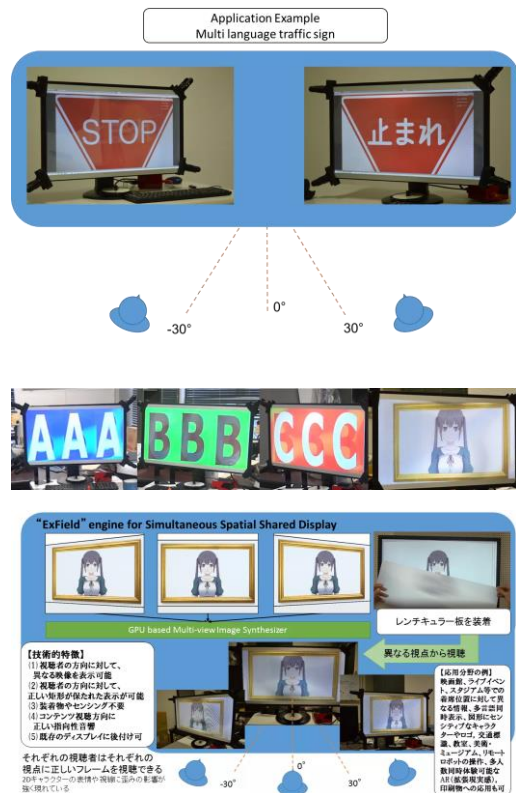
結果：LG Smart TV 42LB6700



【図6： γ キャリブレーション】

プレイの距離間は輝度値に影響を与えないこと、水平方向に $\theta = \pm 30^\circ$ 、垂直方向に $\theta = \pm 30^\circ$ の視聴許容角度があること、 γ キャリブレーションによる、複数のデバイス間の色の統一化が可能といった特性について明らかにした。

これらの基礎技術は、次世代の多重化映像技術となる裸眼視聴可能な多重化映像技術「ExField」のベースとなっており、今後も幅広い研究応用性が期待できる。



【図7：裸眼多重化映像技術 ExField】

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 15 件)

1. 白井暁彦, “Scritter”, A futuristic AR technology which extends current 3D display, 2014/2/7, 5th ASIAN FORUM ON SMART MEDIA AND AUGMENTED REALITY, JPEG Augmented Reality, Joint Photographic Experts Group and Augmented Reality Adhoc Group,早稲田大学.
2. 白井暁彦, 3D ディスプレイに付加価値を与える多重化隠蔽映像技術, 2014/3/5,応用物理学学会・日本光学会・微小光学研究グループ, 第131回微小光学研究会招待講演, 早稲田大学.
3. 藤村航, 小出雄空明, 國富彦岐, 田口裕起,

鈴木久貴, 白井暁彦, 直線偏光による多重化隠蔽型ハイブリッド 3D ディスプレイにおける画質評価, 2014/3/5,映像情報メディア学会 立体映像技術研究会「立体映像における人間工学的研究, 及び立体映像技術一般」,東京農工大学.

4. 小出雄空明, 藤村航, 國富彦岐, 田口裕起, 鈴木久貴, 白井暁彦, 液晶フラットパネルにおける多重化隠蔽映像の試行と実現, 2014/3/5-5,映像情報メディア学会 立体映像技術研究会「立体映像における人間工学的研究, 及び立体映像技術一般」,東京農工大学.
5. Yannick Littfass, Hisataka Suzuki and Akihiko Shirai, “Scritter” to “1p2x3D”: application development using multiplex hiding imaging technology, 2014/4/9-13, VIRTUAL REALITY INTERNATIONAL CONFERENCE, Laval, France
6. Familink: expanding the social value of the living room with multiplex imaging technology, Hisataka Suzuki, Yannick Littfass, Rex Hsieh and Akihiko Shirai, 2014/4/9-13, VIRTUAL REALITY INTERNATIONAL CONFERENCE, Laval, France
7. 田口裕起, 鈴木久貴, 白井暁彦, 多重化不可視映像技術(第2報)—FPGAを用いたハードウェア化—, 電子情報通信学会 SIS 研究会, 2014/12/18-19, 京都市(京都市)
8. Yuria Suzuki, Ayumi Ando, Ryotaro Tsuda, Akihiko Shirai, “Face à la mode: A new immersive entertainment system that can train body and facial expressions”, Virtual Reality International Conference - ACM VRIC 2015 Proceedings, 2015/4/8, Laval, France
9. Hisataka Suzuki, Yuria Suzuki, Ayumi Ando, Akihiko Shirai, “ExPixel FPGA: multiplex hidden imagery for HDMI video sources”, Virtual Reality International Conference, Laval Virtual ReVolution 2015, 2015/4/8, Laval, France
10. Hisataka Suzuki, Rex Hsieh, Ryotaro Tsuda, Akihiko Shirai, ExPixel FPGA: Multiplex Hidden Imagery for HDMI Video Sources, SIGGRAPH 2015 Posters, 2015/8/10, Los Angeles Convention Center, U.S.A.
11. Akihiko Shirai, “ExPixel: Multiplex hidden imagery, research in entertainment beyond 3D”, ACM SIGGRAPH 2015 International Resources, 2015/8/10, Los Angeles Convention Center, U.S.A.
12. 鈴木久貴, 鈴木百合彩, 津田良太郎, Vimuktalop Pinyapach, Jaruthien Nine, 白井

暁彦, 多重化不可視映像技術(第3報) — 普及型ディスプレイにおける視聴特性評価 —, 第20回日本バーチャリアリティ学会大会, 2015/9/9, 東京.

13. 森拓也, 岡本遼, 鈴木久貴, 白井暁彦, ミュージアムのための多重化サイネージシステムの提案, Entertainment Computing 2015, 2015/9/25, 札幌.
14. 裸眼立体視技術を応用した多重化映像技術の提案, 鈴木久貴, 白井暁彦, 谷中一寿, ITシンポジウム 2015, 2016/3/4, 厚木.
15. Akihiko Shirai, Hisataka Suzuki, Yuta Yamaguchi, Kazuhisa Yanaka, Glassless Augmented Display for Public Signage, VRIC 2016, March 23 - 25, 2016, Laval, France
<http://dx.doi.org/10.1145/2927929.2927930>

[図書](計1件)

著者:白井暁彦,白井博士の未来のゲームデザイン-エンターテインメントシステムの科学,出版者ワークスコーポレーション,2013/11, 200 ページ

[産業財産権]

○出願状況(計1件)

名称:映像多重化システム、画像処理装置およびプログラム

発明者:白井暁彦, 小出雄空明, 藤村航

権利者:学校法人幾徳学園

種類:特許出願

番号:特願 2014-091088 特開 2015-210349

出願年月日:2014/4/25

国内外の別:国内

○取得状況(計2件)

名称:情報表示装置

発明者:白井暁彦ほか

権利者:学校法人幾徳学園

種類:特許権

番号:5885227

取得年月日:2016/2/19

国内外の別:国内

名称:情報表示装置

発明者:白井暁彦ほか

権利者:学校法人幾徳学園

種類:特許権

番号:5904620

取得年月日:2016/3/25

国内外の別:国内

[その他]

ホームページ

<http://blog.shirai.la/projects/expixel/>

論文・外部発表リスト

<http://blog.shirai.la/publications/>

ニコニコ超会議 2 にて「ニコニコメガネ」を招待展示

<http://blog.shirai.la/blog/2013/04/choukaigi2/>
経産省 Innovative Technologies に採択, DCEXPO2013 にて「2x3D」を展示

<http://blog.shirai.la/blog/2013/10/dcexpo2013>
テレビの多重化を可能にする汎用ソフトウェア「ExPixel」の開発に成功

<http://blog.shirai.la/blog/2014/05/expixel/>
エンタテインメントと VR の融合を探求する。エンタテインメントシステム第一人者、神奈川工科大学准教授・白井暁彦 その1

<http://horiemon.com/talk/7346/>

研究成果 2 作品が先端技術館@tepia で常設展示化

<http://blog.shirai.la/blog/2014/04/tepia/>

神奈川工科大、裸眼とメガネ装着で全く異なる映像を見せられる「ExPixel」技術

<http://av.watch.impress.co.jp/docs/news/2014>

[0502_646850.html?fb_action_ids=10152399345058841&fb_action_types=og.comments](http://av.watch.impress.co.jp/docs/news/20140502_646850.html?fb_action_ids=10152399345058841&fb_action_types=og.comments)

第1回 多重化クリエイション - Multiplex Creathon,

<https://atnd.org/events/57236>

第2回 多重化クリエイション - Multiplex Creathon,

<https://atnd.org/events/57896>

TEPIA 先端技術館に多重化・不可視映像技術「ExPixel」を常設展示

<http://blog.shirai.la/blog/2015/08/pressrelease20150804/>

神奈川工科大学が“どこから見ても正面に見える”広告向けディスプレイ技術を開発 - AR や多言語表示に期待: プレスリリース(2016/2/19)

<http://blog.shirai.la/projects/exfield/>

テレビ東京「ワールドビジネスサテライト」2016年2月24日放映【トレンドたまご】角度で見え方変わるディスプレイ

[http://www.tv-](http://www.tv-tokyo.co.jp/mv/wbs/trend_tamago/post_106871)

[tokyo.co.jp/mv/wbs/trend_tamago/post_106871](http://www.tv-tokyo.co.jp/mv/wbs/trend_tamago/post_106871)

研究成果発表会「エンタテインメントシステム工学研究会」2016/3/1開催

<http://blog.shirai.la/blog/2016/02/20160301/>

Special Session “Real Virtuality” in Laval Virtual VRIC 2016

<http://aki.shirai.as/2016/03/special-session-real-virtuality-in-laval-virtual-vric-2016/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

白井 暁彦 (Akihiko SHIRAI)

神奈川工科大学・情報学部・准教授

研究者番号:80589937

以上