

機関番号	研究種目番号	審査区分番号	細目番号	分割番号	整理番号
12102	05	1	1203		0001

平成25年度(2013年度)基盤研究(B)(一般)研究計画調書

平成24年10月24日
0版

新規

研究種目	基盤研究(B)	審査区分	一般				
分野	情報学						
分科	人間情報学						
細目	ヒューマンインタフェース・インタラクション						
細目表 キーワード	バーチャルリアリティ						
細目表以外の キーワード	裸眼立体ディスプレイ						
研究代表者 氏名	(フリガナ)	カケヤ ヒデキ					
	(漢字等)	掛谷 英紀					
所属研究機関	筑波大学						
部局	システム情報工学研究科(系)						
職	准教授						
研究課題名	精緻な作業を可能にする高精細裸眼立体ディスプレイの研究						
研究経費 (千円未満の 端数は切り 捨てる)		研究経費 (千円)	使用内訳(千円)				
	年度		設備備品費	消耗品費	旅費	人件費・謝金	その他
	平成25年度	6,851	780	4,063	1,018	500	490
	平成26年度	5,306	2,670	528	1,018	600	490
	平成27年度	5,454	276	3,070	1,018	600	490
	平成28年度	0	0	0	0	0	0
	平成29年度	0	0	0	0	0	0
	総計	17,611	3,726	7,661	3,054	1,700	1,470
開示希望の有無	審査結果の開示を希望する						
研究計画最終年度前年度応募	--						

研究目的

本欄には、研究の全体構想及びその中で本研究の具体的な目的について、冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述した上で、適宜文献を引用しつつ記述し、特に次の点については、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください。(記述に当たっては、「科学研究費助成事業における審査及び評価に関する規程」(公募要領 6 6 頁参照)を参考にしてください。)

研究の学術的背景(本研究に関連する国内・国外の研究動向及び位置づけ、応募者のこれまでの研究成果を踏まえ着想に至った経緯、これまでの研究成果を進展させる場合にはその内容等)

研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか

当該分野における本研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義

研究目的(概要) 当該研究計画の目的について、簡潔にまとめて記述してください。

本研究プロジェクトでは、**観察視点を選ばず観賞できるハイビジョンクラスの高解像度裸眼立体ディスプレイ**の実現を目指す。立体ディスプレイは、テレビのような受動的メディアでは有用性に乏しく、商品化はされているものの十分普及していない現状にある。しかしながら、作業シミュレータやロボット遠隔操作のようにインタラクティブな作業を伴う用途においては、リアルタイムでの奥行き知覚が要求されるため、立体ディスプレイはその威力を発揮する。本研究においては、**医療手術シミュレータ**のように**精緻な奥行き知覚と高精細な映像提示**が要求される分野を想定し、そこでの実用に耐えうる高品質の立体映像の提供を可能とするディスプレイシステムを構築することを目的とする。

研究の学術的背景

ここ数年、立体映像技術実用化の動きが顕著になっている。しかしながら、3Dテレビなどの家電製品は商業的な成功に結びついていない。その主な理由として、テレビのような受動的なメディアにおいては、立体視は必ずしも必要とされていないことが挙げられる。遠近法、陰影、隠蔽関係など、2次元画像から奥行き感を得るための心理効果は多数あり、人間はそれによって映像中の物体の奥行き情報がある程度得ることは可能である。そのため、両眼立体視による立体感の増強は要求されないことが多い。

一方、作業シミュレーションや遠隔操作など、映像中の物体の奥行き情報を精緻に把握することを要する分野においては、作業者が正確な奥行き知覚を得るために立体映像を提示することが必要不可欠になる。これまで、立体映像を用いることによる奥行き知覚精度の向上に関する基礎研究は、申請者自身による研究も含め、数多くある。さらに、そうした知見をもとに、より正確な奥行き知覚を実現する3次元ディスプレイの開発も、申請者自らこれまで行ってきた。しかしながら、立体映像を用いた作業シミュレータや遠隔操作システムとして、商業ベースに乗って成功しているものは少ない。その理由として、この分野におけるこれまでの研究開発の多くがニーズからの発想で、ニーズから構想されたものでないことが考えられる。たとえば、眼鏡式の立体ディスプレイは、映像を見ている人々の間のアイコンタクトがとれないため、チームとして作業する環境には適さない。一方、裸眼立体ディスプレイについては、提示できる映像の品質が現場の要求を満たさないことが多い。そこで、本研究では、開腹手術の教育用手術シミュレーションを題材に、利用者のニーズをもとに裸眼立体ディスプレイを構成することで、実用性のあるシステム構築を行うことを目指す。

医療用途を想定する場合、当然ながら高解像度の立体映像を表示することが要求される。裸眼立体視の実現方法として歴史のあるレンチキュラレンズ方式やパララックスバリア方式では、提示画像の解像度はディスプレイパネルの解像度よりも低下することが知られている。最近では、ディスプレイパネルの解像度をフルに生かせる裸眼立体ディスプレイとして、時分割式の指向性バックライトを用いる方式が注目を集めている(Shultz et al. 2009, Travis et al. 2010, Hayashi et al. 2010)。そのうち、導光フィルムを用いる方法は、観察位置が正面に限定されるため、観察者に動きがあるシステムには応用できない。もちろん、観察位置について自由度をもたせた指向性バックライト構成方法もいくつか知られている(Ting et al. 2011, Kwon & Choi 2012)。しかしながら、これらの方式は複数のスイスポット(観察に適した位置)を有するものの、観察位置が連続的に変化するとき、クロストーク(右目用画像と左目用画像が混ざる状態)や逆視(それぞれの目に反対の目に入るべき画像が入射する状態)の問題が発生するため、常に適切な立体視を維持できる環境は実現できない。

研究機関名 筑波大学

研究代表者氏名 掛谷英紀

研究目的(つづき)

そこで、本研究では、クロストークと逆視の発生を抑制した高精細かつ高品質の立体映像を提示する裸眼立体表示の実現を目指す。これにより、医療手術シミュレーションのように、奥行き情報を精緻に把握することができ、かつ観察者への眼の負担が少ない高精細裸眼立体ディスプレイの構築が可能となる。

研究期間内に明らかにすること

クロストークや逆視の発生を抑制する高精細かつ高品質の立体映像を実現する裸眼立体ディスプレイとして、申請者の研究グループが提案し、基礎実験でその有効性を確認している

- ・ **観察者位置に追従可能な時分割指向性バックライトを用いる方式**
- ・ **時分割アナグリフを用いた4時分割バラックスバリア方式**

の2つを本格的に実装するとともに、それを医療手術シミュレーションのテストベッドに組み込んで操作性を測定することで、提示される立体映像の品質を評価する。さらに、観察者の奥行き知覚精度を向上させる方法として、上記方式に体積表示を導入した拡張システムを製作し、その有効性を同じく医療手術シミュレーションのテストベッドで検証する。

本研究の学術的な特色

最近、新たな裸眼立体ディスプレイが次々提案されているが、その多くは観察位置が固定されるシステムである。一方、一部で提案されている複数の観察位置が許容されるシステムについても、観察位置が連続的に変化するとき、クロストークや逆視の問題が顕著で十分な品質の立体映像を提示できないという問題があった。本研究では、それらの問題を克服する手段を1つだけでなく2つ新たに提案し、それらを並行して実装・評価することで研究の厚みを持たせて成功確率を高める工夫をしている。

本研究の特徴は、医療手術シミュレータという具体的テストベッドを用いることで、ニーズを見据えたシステム設計を行う点にある。福島第一原発の事故において、日本のロボットが全く使えず、外国産のロボットに頼らざるを得なかった最大の要因は、米国のロボットが米軍の実働部隊と連携して研究を進めていたのに対して、日本のロボット研究者は自衛隊などの実働部隊とのコミュニケーションを全くとってこなかったことである。こうした現場と乖離した研究プロジェクトは、ロボット分野に限らず、他の工学分野でも多く存在する。そこで、本研究では、医療手術シミュレータという具体的用途を想定して、利用者側とのコミュニケーションを密にとりながら研究開発を進めることで、「研究のための研究」ではなく、現場で実際に使えるシステムの構築を目指す。

本研究の有用性としては、**教育用手術シミュレーション実現による外科医育成期間の短縮**がある。現在、医療の現場では、外科医の絶対数の不足が深刻な問題になっている。その要因として、外科希望の医学生数の減少と外科医を養成するまでに必要な教育期間の長さがある。計算機科学の最新の技術を導入し、手術シミュレーションによる訓練の機会を増大させることで、外科医育成期間の短縮に成功すれば、外科医不足の問題を緩和することが可能になると期待される。また、将来的には、医療教育においてだけでなく、実際の医療現場において**3D内視鏡手術用のモニタ**として利用できる可能性がある。さらに、医療分野における有用性が確認された場合、手術以外の他の作業シミュレーションや遠隔操作システムにおける応用の可能性も広がることが期待される点で、その効用は大きいと考えられる。

また、本研究で提案する方法のうち、新方式の時分割バックライトを用いる方法は、**フルハイビジョンで同時に複数人が観賞できる裸眼立体テレビを薄型で実現する目的にも応用可能**である。最近、東芝が裸眼立体テレビを商品化したが、3次元映像提示時における解像度は1280×720画素で、フルハイビジョンには及ばない。ここで導入する新規技術は、3Dモードにおいてもフルハイビジョンの解像度で画像提示が可能な裸眼立体テレビの実現にも活用できる点に独自の新規性がある。

研究計画・方法

本欄には、研究目的を達成するための具体的な研究計画・方法について、冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述した上で、平成25年度の計画と平成26年度以降の計画に分けて、適宜文献を引用しつつ、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください。ここでは、研究が当初計画どおりに進まない時の対応など、多方面からの検討状況について述べるとともに、研究計画を遂行するための研究体制について、研究分担者とともに行う研究計画である場合は、研究代表者、研究分担者の具体的な役割(図表を用いる等)、学術的観点からの研究組織の必要性・妥当性及び研究目的との関連性についても述べてください。

また、研究体制の全体像を明らかにするため、連携研究者及び研究協力者(海外共同研究者、科研費への応募資格を有しない企業の研究者、大学院生等(氏名、員数を記入することも可))の役割についても必要に応じて記述してください。

なお、研究期間の途中で研究環境が大きく変わる場合は、研究実施場所の確保や研究実施方法等についても記述してください。

研究計画・方法(概要) 研究目的を達成するための研究計画・方法について、簡潔にまとめて記述してください。
 クロストークや逆視の発生しない高精細かつ高品質の立体映像を提示する裸眼立体ディスプレイの実現方法として、**申請者の研究グループが提案**している

ドットマトリックス光源、デルタ配列された凸レンズアレイ、垂直拡散板からなる**新たな時分割指向性バックライト**を用いた方式

時分割アナグリフを用いた**4時分割パララックスバリア**方式

上記裸眼立体表示方式において、画像表示パネルを多層化した**体積表示**を組み合わせる方式

の3つの方式について実機を製作するとともに、それぞれの手法の有効性を医療手術シミュレータのテストベッドで評価する。

<平成25年度>

平成25年度においては、時分割指向性バックライト方式と4時分割パララックスバリア方式の2つの方式について、実機を製作しその評価を行う。

方式では、バックライトの指向性と液晶に提示する画像を120Hzで高速に切り替えることで裸眼立体ディスプレイを実現する。指向性バックライトは、凸レンズアレイの背後にあるドットマトリックス光源の発光位置を観察者に追従させて変化させることで実現するため、発光位置を増やすことで同時に多人数が立体像を鑑賞できるという利点をもつ(図1)。この基本方式は古くから知られていたが(服部1996)、輝度ムラが激しく実用に耐える立体像の提示はこれまでできなかった。この問題を解決するため、筆者らのグループではデルタ配列されたレンズアレイと垂直方向拡散を組み合わせた方式(図2)を提案し、既にプロトタイプシステム(図3)を完成している(石塚 掛谷2012)。さらに、力覚システムと統合した手術シミュレーションとの統合も試みており(圓崎ほか2012)、既に研究は一定程度進んでいる。しかしながら、現時点で完成しているプロトタイプシステムでは、提示画像の輝度に若干のムラが残る、画像全体の輝度が低いといった問題があり、まだ十分な画質を実現できていない状況にある。そこで、平成25年においては、これら2つの問題を解決する方法を実機に実装することを計画している。

まず、画像ムラについては、申請者らが提案しているデルタ配列された正六角形凸レンズアレイと垂直拡散板の利用により、従来方法に比べて既に大きく改善されている(図3)。しかしながら、正六角形の地面に垂直な辺付近にノイズが残ることが確認されている。この問題を解決するため、凸レンズアレイを現状のものから若干傾けて配置する方法を試みることを計画している。最適な傾きについては既に計算済みであり、それを実機に適用してムラの低減を評価する予定である。次に、輝度の向上については、現在ドットマトリックス光源として一般の120Hz 駆動液晶ディスプレイを用いているが、まずは単純にこのディスプレイのバックライトを高輝度なものに取り替えることから始める予定である。

方式についても、その基本構想については既に学会発表済みである(Kakeya & Kodaira 2012)。そこで発表した内容は、周期4の時分割アナグリフによるパララックスバリアで4視点の画像を提示するものであり(図4)、4時分割パララックスバリアでクロストークのない2視点の立体像を提示する具体的方法については、まだ外部に発表していないのでここでは詳述しない。平成25年度においては、この未発表の方式を実装しその有効性を評価する計画である。この方式においては、RGBのカラーフィルタの光透過波長の重なりがクロストークをもたらすことになる。そこで、その重なる波長領域の光透過を抑制するノッチフィルタ(マルチバンドパスフィルタ)を用い、クロストークの低減を実現する予定である。

研究機関名 | 筑波大学

研究代表者氏名 | 掛谷英紀

研究計画・方法(つづき)

時分割アナグリフにおいては、まばたきやサッケードのときにカラーブレッキングが起きるといふ問題がある。特に、周期4の時分割アナグリフにおいては、リフレッシュレートが低下するため、カラーブレッキングによるちらつきは観察者の目に与える負担が大きくなる。そこで、周期4で2視点分の画像を提示する場合について、このちらつきの問題を特殊な光拡散効果(これも外部未発表なので詳細については説明を控える)で解決する光学設計を現在準備しており、これを実装してその効果を確認することを計画している。

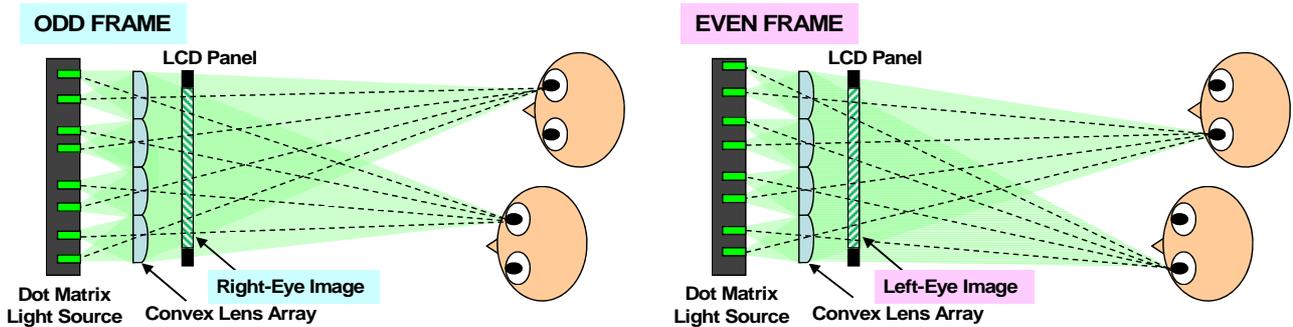


図1 凸レンズアレイを用いた指向性バックライトによる裸眼立体ディスプレイ

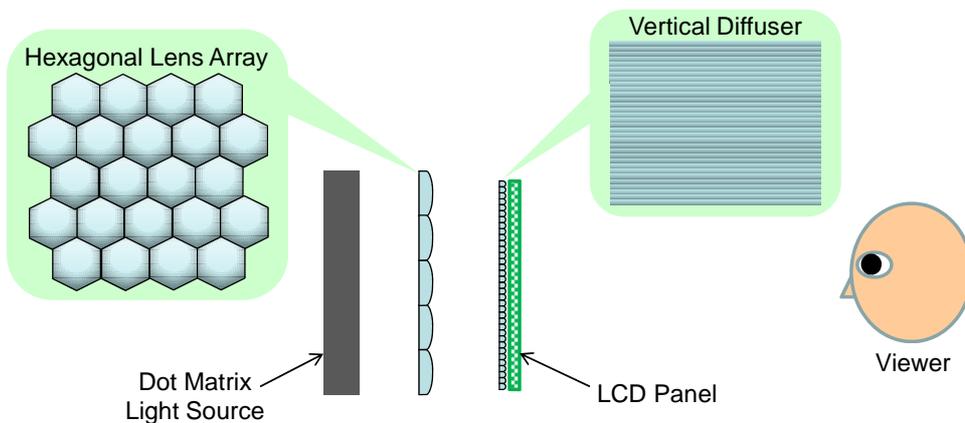


図2 六角レンズアレイと垂直方向拡散板を組み合わせた設計



図3 製作した縦型 23 インチ裸眼立体ディスプレイ装置(左)、垂直方向拡散がない場合の立体像(中)、および垂直方向拡散を加えた場合の立体像(右)

研究計画・方法（つづき）

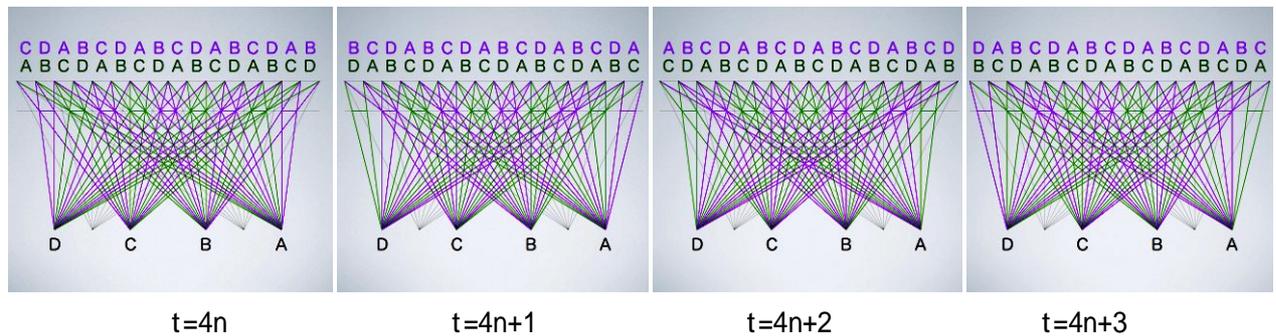


図4 4時分割アナグリフによる4視点画像提示の原理

本研究で開発する立体ディスプレイ評価用のテストベッドである医療手術シミュレーションは、本研究の連携研究者である**筑波大学消化器外科の大河内信弘教授と大城幸雄助教の研究グループが開発中の肝臓をはじめとする臓器の3次元物理モデル**と、同じく本研究の連携研究者である筑波大学の**岩田洋夫教授と矢野博明准教授が開発している医療手術シミュレーション用力覚呈示装置**を組み合わせたものである。このシステムの映像提示装置部として本研究で開発する立体ディスプレイを組み込むことで、その有用性を評価する予定である（平成26年度以降も同様）。

<平成26年度以降>

平成26年度においては、指向性バックライト方式と4時分割パララックスバリア方式について、表示面を多層化する体積表示（方式）を導入することで、奥行き知覚精度の向上を図る。これまで、申請者のグループでは、多視点方式と体積表示方式を組み合わせた裸眼立体ディスプレイを多数提案・製作してきた（Takeya 2008, Takeya 2009, Sawada & Takeya 2011, Kurokawa & Takeya 2011, Ueda & Takeya 2011 など）。中でも、2011年のCEATECに出展した装置は、**日刊工業新聞やインターネットメディアDigInfo TVでも取り上げられ、YouTubeでは日本語サイトで約7万、英語サイトで約2万のアクセスを集めている**（この立体ディスプレイを使って空中像の断面をインタラクティブに表示するシステム Floating Volume Viewer は2012年 SIGGRAPH ASIA の Emerging Technologies に採択されている）。また、視覚心理実験等を通じて、多視点方式に体積表示方式を組み合わせることで、目の焦点調節と両眼輻輳角の間の矛盾が低減され、より精度の高い奥行き知覚が実現することを確認している（Takeya 2010, Takeya & Sawada 2011）。しかしながら、これまで構築したシステムでは、同時に多人数から固有視点から観察できるという目的を達するため、それぞれの視点で観察できる立体像の解像度は低かった。そこで、観察者を限定することで、指向性バックライト方式と4時分割パララックスバリア方式と体積表示を組み合わせた高精細立体像の提示を実現するとともに、その有効性を手術シミュレーションのテストベッドで評価する計画である。

平成27年度においては、提案手法をより実用性のあるものにするための改善を行う。平成25年度の研究計画に記したように、時分割指向性バックライト方式における提示画像の輝度向上の方法として単純に液晶のバックライトを高輝度化する場合、装置の消費電力が著しく大きくなるという問題が発生する。しかしながら、もともとこの方式においては、ドットマトリクス光源のうち同時に光らせる部分はごく限定的であるため、自発光型の高輝度ドットマトリクス光源を用いることで、消費電力を大幅に減少させ、かつ装置の発熱を抑制できると期待される。そこで、バックライト光源として、業務用の高輝度プラズマディスプレイを用いることで、高輝度画像の提示と消費電力の抑制を同時に実現するシステムを構築することを計画している。この方式を機能させるためには、異種のディスプレイパネル間の同期の問題を解決する必要があり、この点が主な研究要素となる。さらに、凸レンズアレイの収差による視野角の制限の問題を解消するため、偏心レンズアレイの利用および大口径凸レンズと凸レンズアレイの併用についても具体的に実機で検証し、その有効性を評価する予定である。

今回の研究計画を実施するに当たっての準備状況及び研究成果を社会・国民に発信する方法

本欄には、次の点について、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください。
 本研究を実施するために使用する研究施設・設備・研究資料等、現在の研究環境の状況
 研究分担者がいる場合には、その者との連絡調整の状況など、研究着手に向けての状況（連携研究者及び研究協力者がいる場合についても必要に応じて記述してください。）
 本研究の研究成果を社会・国民に発信する方法等

研究申請者は、これまで数多くの裸眼立体ディスプレイの研究開発に携わってきた実績があるので、研究施設・設備・研究資料・環境面は十分整っている。連携研究者とは、既に研究協力体制を確立しており、定期的な打ち合わせ、および手術シミュレータのプロトタイプシステム製作まで共同で行っている実績がある。

成果の発信方法については、本研究プロジェクトを責任をもって遂行し、その成果を社会に還元するため、研究代表者は本申請内容について言論責任保証を行う。言論責任保証とは、昨今常態化している研究予算申請の誇大広告を防止するため、給与から預託金を供出した上で、研究期間終了後研究申請書・報告書を広く一般に情報公開して評価を受け付け、低評価を受けた場合は預託金が没収される仕組みである。本研究申請者は、**本研究提案について自らの給与から本研究費3%相当額を預託金として差し出す言論責任保証を行う**。なお、保証内容の詳細については言論責任保証協会のHP (<http://www.genseki.org>)に掲載される。

研究計画最終年度前年度の応募を行う場合の記入事項（該当者は必ず記入してください（公募要領18頁参照））

本欄には、研究代表者として行っている平成25年度が最終年度に当たる継続研究課題の当初研究計画、その研究によって得られた新たな知見等の研究成果を記述するとともに、当該研究の進展を踏まえ、今回再構築して本研究を応募する理由（研究の展開状況、経費の必要性等）を記述してください。（なお、本欄に記述する継続研究課題の研究成果等は、基盤A・B(一般)-10の「これまでに受けた研究費とその成果等」欄には記述しないでください。）

研究種目名	審査区分	課題番号	研究課題名	研究期間
				平成 年度～ 平成25年度

当初研究計画及び研究成果等

応募する理由

研究業績

本欄には、研究代表者及び研究分担者が最近5カ年間に発表した論文、著書、産業財産権、招待講演のうち、本研究に関連する重要なものを選定し、現在から順に発表年次を過去にさかのぼり、発表年(暦年)毎に線を引いて区別(線は移動可)し、通し番号を付して記入してください。なお、学術誌へ投稿中の論文を記入する場合は、掲載が決定しているものに限ります。
 また、必要に応じて、連携研究者の研究業績についても記入することができます。記入する場合には、二重線を引いて区別(二重線は移動可)し、研究者毎に、現在から順に発表年次を過去にさかのぼり記入してください(発表年毎に線を引く必要はありません。)

発表年
 研究代表者・分担者氏名

発表論文名・著書名 等
 (例えば発表論文の場合、論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年(西暦)について記入してください。)
 (以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。著者名が多数にわたる場合は、主な著者を数名記入し以下を省略(省略する場合、その員数と、掲載されている順番を 番目と記入)しても可。なお、研究代表者には二重下線、研究分担者には一重下線、連携研究者には点線の下線を付してください。)

2012 以降
 研究代表者
 掛谷英紀

(査読付き雑誌論文)

1. Sawada, S. and Takeya, H. (掲載確定): Integral volumetric imaging using decentered elemental lenses, to appear in Optics Express.
2. Sawada, S. and Takeya, H. (2012): Coarse Integral Volumetric Imaging with Flat Screen and Wide Viewing Angle, Journal of Electronic Imaging, Vol. 21, Issue 1, pp. 0110004.1-7.
3. Takeya, H., Sawada, S., Ueda, Y. and Kurokawa, T. (2012): Integral volumetric imaging with dual layer fly-eye lenses, Optics Express, Vol. 20, Issue 3, pp. 1963-1968.

(査読付き国際会議論文)

4. Zhang, Q. and Takeya, H. (掲載確定): An autostereoscopic display system with four viewpoints in full resolution using active anaglyph parallax barrier, to appear in Proc. SPIE 8648.
5. Ishii, Y. and Takeya, H. (掲載確定): Image Pickup System for Multiview Volumetric 3D Displays Using Kinect, to appear in Proc. SPIE 8648.
6. Ueda, Y. and Takeya, H. (掲載確定): Reduction of Moiré in Multilayer Integral Imaging Display, to appear in Proc. of International Display Workshop 2012.
7. Sawada, S. and Takeya, H. (2012): Fast Rendering of Integral Volumetric Imaging Using GPU, Proc. of 3DSA 2012, pp. 110-113.
8. Zhang, Q. and Takeya, H. (2012): Quadruple Time-division Multiplexing Anaglyph, Proc. of 3DSA 2012, pp. 171-174.
9. Ueda, Y. and Takeya, H. (2012): Influence of Additional Fine Fly-eye Lens on Focusing Distance, Proc. of 3DSA 2012, pp. 355-358.
10. Takeya, H. and Kodaira, H. (2012): Full color stereoscopy with little flicker at low refresh rate by time-division multiplexing anaglyph, Proc. SPIE 8288, pp. 82880K.1-8
11. Sawada, S. and Takeya, H. (2012): Integral volumetric imaging with high resolution and smooth motion parallax, Proc. SPIE 8288, pp. 82881R.1-10 .

(特許出願)

12. 特許出願 2012-25010 裸眼立体映像表示装置(発明者: 掛谷英紀、石塚脩太)

研究業績(つづき)

2011
研究代表者
掛谷英紀

- (査読付き雑誌論文)
13. Takeya, H. (2011): Realization of undistorted volumetric multiview image with multilayered integral imaging, Optics Express, Vol. 19, Issue 21, pp. 20395-20404.
 14. 間野裕一郎, 掛谷英紀 (2011): シリンダーレンズを用いた輻輳調節矛盾の低減による奥行き知覚精度の向上, 映像情報メディア学会論文誌, Vol. 65, pp. 84-90.
- (査読付き国際会議論文)
15. Ueda, Y. and Takeya, H. (2011): Multilayered Integral Imaging with Improved Image Clarity, SID ' 11 Digest of Technical Papers, pp. 1116-1119.
 16. Kurokawa, T. and Takeya, H. (2011): Coarse integral imaging without pseudo image, Proc. SPIE 7863, pp. 78631M.1-9.
 17. Sawada, S. and Takeya, H. (2011): Coarse integral volumetric imaging with flat screen and wide viewing angle, Proc. SPIE 7863, pp. 78631L.1-11.
- (国際会議招待講演論文)
18. Takeya, H. and Sawada, S. (2011): Realization of precise depth perception with coarse integral volumetric imaging, Proc. SPIE 8043, pp. 80430B.1-10.
- (特許出願)
19. 特許出願 2011-219527 立体画像表示装置(発明者: 掛谷英紀、澤田進平)
 20. 特許出願 2011-218909 立体画像表示装置(発明者: 掛谷英紀、澤田進平)
 21. 特許出願 2011-20650 立体画像表示装置(発明者: 掛谷英紀)

2010
研究代表者
掛谷英紀

- (査読付き国際会議論文)
22. Kodaira, H., Nakao, A., Mano, Y. and Takeya, H. (2010): Distortion correction of coarse integral volumetric imaging with large lens," Proc. of 3DSA 2010, pp. 205-208.
 23. Takeya, H., Kurokawa, T. and Mano, Y. (2010): Electronic realization of coarse integral volumetric imaging with wide viewing angle," Proc. SPIE 7524, pp. 752411.1-10.
- (著書)
23. Takeya, H. (2010): 3D Imaging System for Tele-Manipulation, Robot Manipulators New Achievements, pp. 663-678.
- (特許出願)
24. 特許出願 2010-155228 3次元画像の表示装置(発明者: 掛谷英紀)

2009
研究代表者
掛谷英紀

- (査読付き国際会議論文)
25. Takeya, H. (2009): Improving image quality of coarse integral volumetric display, Proc. SPIE 7237, pp.723726.1-9.
- (特許出願)
26. 特許出願 2009-179809 3次元画像表示装置(発明者: 掛谷英紀)
 27. 特許出願 2009-179808 3次元画像表示装置(発明者: 掛谷英紀)

研究業績(つづき)			
2008 研究代表者 掛谷英紀	(査読付き国際会議論文) 28. <u>Takeya, H.</u> (2008): Coarse integral imaging and its applications, Proc. SPIE 6803, pp.6803171.1-10. 29. Mano, Y. and <u>Takeya, H.</u> (2008): Optical analysis on induction of focal accommodation using cylindrical lenses, Proc. SPIE 6803, pp. 68030D.1-8.		
連携研究者 大河内信弘 大城幸雄	(査読付き雑誌論文) 1. Kobayashi, A., Oda, T., Fukunaga, K., Sasaki, R., Minami, M., <u>Ohkohchi, N.</u> (2011): MR Imaging of Reactive Lymphoid Hyperplasia of the liver. Journal of Gastrointestinal Surgery. 15(7): pp.1282-1285. 2. <u>Ohshiro, Y.</u> , Sasaki, R., Kobayashi, A., Murata, S., Fukunaga, K., Kondo, T., Oda, T., <u>Ohkohchi, N.</u> (2011): Prognostic relevance of the lymph node ratio in surgical patients with extrahepatic cholangiocarcinoma. European Journal of Surgical Oncology. 37; pp. 60-64. 3. Sasaki R, Kondo T, Oda T, Murata S, Wakabayashi G, <u>Ohkohchi N.</u> (2011): Impact of three-dimensional analysis of multidetector row computed tomography cholangioportography in operative planning for hilar cholangiocarcinoma. BMC Med Genomics. 16;4:42. 4. Sasaki, R., Murata, S., Oda, T., <u>Ohkohchi, N.</u> , Takeda, Y., Wakabayashi, G. (2010): Evaluation of UICC-TNM and JSBS staging systems for surgical patients with extrahepatic cholangiocarcinoma. Langenbecks Arch Surg"395: pp. 615-623. 5. Takahashi, K., Sasaki, R., Kondo, T., Oda, T., Murata, S., <u>Ohkohchi, N.</u> (2010): Preoperative 3D volumetric analysis for liver congestion applied in a patient with hilar cholangiocarcinoma. Langenbecks Archives of Surgery. 53(4); pp. 648-654.		
連携研究者 岩田洋夫 矢野博明	(査読付き雑誌論文・査読付国際会議論文) 1. <u>Yano, H.</u> , Tamefusa, S., Tanaka, N., Saito, H. and <u>Iwata, H.</u> (2012): Interactive Gait Rehabilitation System with a Locomotion Interface for Training Patients to Climb Stairs, Presence, Vol. 21, No. 1, pp. 16-30. 2. <u>Yano, H.</u> , Aoki, T. and <u>Iwata, H.</u> (2012): Handheld Haptic Interface for Touching Remote Objects with Visual Display, Proceedings of IEEE Haptics Symposium 2012, pp.349-354. 3. 圓崎祐貴, 矢野博明, 岩田洋夫 (2011): 直動アクチュエータと空気圧バルーンを用いた体積型ハプティックディスプレイ "Volflex+" の開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.16, No.3, pp.327-334. 4. <u>Yano, H.</u> , Miyamoto, Y. and <u>Iwata, H.</u> (2009): Haptic Interface for Perceiving Remote Object Using a Laser Range Finder, Proceedings of World Haptic Conference 2009, pp. 196-201.		
研究機関名	筑波大学	研究代表者氏名	掛谷英紀

これまでに受けた研究費とその成果等

本欄には、研究代表者及び研究分担者がこれまでに受けた研究費（科研費、所属研究機関より措置された研究費、府省・地方公共団体・研究助成法人・民間企業等からの研究費等。なお、現在受けている研究費も含む。）による研究成果等のうち、本研究の立案に生かされているものを選定し、科研費とそれ以外の研究費に分けて、次の点に留意し記述してください。

それぞれの研究費毎に、研究種目名（科研費以外の研究費については資金制度名）、期間（年度）、研究課題名、研究代表者又は研究分担者の別、研究経費（直接経費）を記入の上、研究成果及び中間・事後評価（当該研究費の配分機関が行うものに限る。）結果を簡潔に記述してください。（平成23年度又は平成24年度の科研費の研究進捗評価結果がある場合には、基盤A・B（一般）-11「研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性」欄に記述してください。）

科研費とそれ以外の研究費は線を引いて区別して記述してください。

科学研究費（若手B）2006～2007年度「眼に優しい立体ディスプレイの研究」研究代表者、直接経費総額 3600 千円（中間・事後評価なし）

この研究プロジェクトでは、立体視特有の眼の疲労の原因となる輻輳調節矛盾を低減することを目的として、多視点方式と体積表示方式を組み合わせた裸眼立体装置のプロトタイプシステムを製作・評価した。このプロジェクトの前半では、35視点の色情報提示用多視点ディスプレイと8枚のモノクロ液晶からなるエッジ情報提示用ポリウムディスプレイを組み合わせた17インチ相当の実機を製作した。しかし、この方式では、モノクロ液晶パネルの増加に従い画質劣化が見られ、現状のディスプレイ材料を使うと、それ以上の枚数増加は難しいことが分かった。そこで、色情報・エッジ情報を分離せず、ポリウムディスプレイそのものを多視点化する方法として、レンズピッチの粗いインテグラルイメジング（粗インテグラルイメジング:CII）の表示パネルを多層化する手法（粗インテグラルポリウムイメジング:CIVI）を提案した。この実装には透過性のフルカラー多層パネルが必要であり、その電子的実現は現時点では難しいため、透明フィルムへの印刷による静止画提示を実現した。実機製作の結果、極めて高画質の立体像が実現されることが確認された。さらに、リフラクトメータを用いた計測により、提案する方式が輻輳調節矛盾を低減することを確認した。また、視覚心理実験によって、提案手法がより精度の高い奥行き知覚を実現する裸眼立体ディスプレイの初期モデルを作成・評価している。本研究プロジェクトにおいても、体積表示を組み合わせたシステムの構築を予定しているが、これは当時の成果をもとにした着想である。

科学研究費（若手A）2010～2012年度「CIVI方式3次元テレビジョンシステムの構築と遠隔操作への応用」研究代表者、直接経費総額 9400 千円（中間・事後評価なし）

この研究プロジェクトでは、上記プロジェクトでは実現できていなかったCIVI方式の動画表示を実現するとともに、それを利用した遠隔操作作用のテレビジョンシステムの構築を目指している。この研究は撮像系と表示系の研究からなるが、そのうち表示系については主に以下の3つの成果があった。1つ目の成果は、薄型CIVI装置において、パネル重畳により発生するモアレを低減するとともに輝度向上を実現したことである。具体的には、モノクロパネルの積層においてパネル間の偏光板を取り除いた構成をとり、その光学系で正しい立体像が観察可能な描画方法を確立した。2つ目の成果は、像面生成位置付近に目が細かく要素レンズの焦点距離の長いフライアイレンズを挿入する構成の提案である。これにより、モアレの除去と滑らかな運動視差提示が実現された。3つ目の成果は、レンズアレイの要素レンズとして偏心レンズを用いる方法の提案である。従来のCIVIにおいては、パネルの解像度を高めない限り、多視点画像の視点数と提示画像の解像度の間にあるトレードオフを解消することができなかった。要素レンズに偏心レンズを用いることで、より広面積のパネルから歪みのない要素画像を取り込むことが可能となり、ベゼル幅を大きくすれば、視点数（運動視差の滑らかさおよび視野角の広さに寄与）を犠牲にせず提示画像を高解像度化することが可能となった。撮像系については、フォーカスによる奥行き推定とステレオマッチングによる奥行き推定を用いる方法とKinectセンサを用いる方法について研究を行っている。このうちKinectセンサを用いる方法は、CIVIに実写立体像をリアルタイムに表示できることを確認している。また、マルチカメラによるステレオマッチングについては、シミュレーションレベルでその有効性を確認し、表示系と組み合わせて自然な立体像を提示できることを確認している。このプロジェクトでのディスプレイは、今回提案のプロジェクトのものとは直接的なつながりはないが、いずれも凸レンズアレイを用いた光学設計である点で、今回の研究計画を進める上での道具立ての面で寄与している部分はある。

研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性

- ・本欄には、本応募の研究代表者が、平成23年度又は平成24年度に、「特別推進研究」、「基盤研究(S)」、「若手研究(S)」又は「学術創成研究費」の研究代表者として、研究進捗評価を受けた場合に記述してください。
- ・本欄には、研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性(どのような関係にあるのか、研究進捗評価を受けた研究を具体的にどのように発展させるのか等)について記述してください。

研究機関名 | 筑波大学

研究代表者氏名 | 掛谷英紀

人権の保護及び法令等の遵守への対応（公募要領5頁参照）

本欄には、研究計画を遂行するにあたって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取り扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など法令等に基づく手続きが必要な研究が含まれている場合に、どのような対策と措置を講じるのか記述してください。

例えば、個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査、提供を受けた試料の使用、ヒト遺伝子解析研究、組換えDNA実験、動物実験など、研究機関内外の倫理委員会等における承認手続きが必要となる調査・研究・実験などが対象となります。

なお、該当しない場合には、その旨記述してください。

該当しない。

研究経費の妥当性・必要性

本欄には、「研究計画・方法」欄で述べた研究規模、研究体制等を踏まえ、次頁以降に記入する研究経費の妥当性・必要性・積算根拠について記述してください。また、研究計画のいずれかの年度において、各費目（設備備品費、旅費、人件費・謝金）が全体の研究経費の90%を超える場合及びその他の費目で、特に大きな割合を占める経費がある場合には、当該経費の必要性（内訳等）を記述してください。

研究経費で購入予定の物品として次頁でリストアップしたものの多くは、その具体的用途を研究計画欄に記載しているため、ここでは研究計画欄では具体的に記載していない物品の使用用途についてのみ説明する。

1年目の購入予定のグラフィックワークステーションは、ディスプレイに表示する立体像のレンダリングに用いる。高価なグラフィックボードを搭載する理由は、2年目において製作予定の体積表示を組み合わせたディスプレイ上に立体像を表示するには、層状に配置する多層パネルそれぞれに対応するデータを作成・配信する必要があるためである。2年目で購入予定の透過率の高い液晶パネルは、多層化による体積表示において輝度の低下を最低限に抑えるために必要であり、高輝度モノクロ液晶モニタはそのバックライトとして用いる。なお、高輝度モノクロ液晶と透過率の高い液晶パネルは120Hz駆動ができず、時分割による左右両眼への異なる画像提示が実現できないため、右目用画像を提示する光学系と左目用画像を提示する光学系を用意し、それをハーフミラーで合成することで裸眼立体視の実現を図る。そのため、モノクロ液晶パネルと多層化する高透過率の液晶パネル群は2セット必要で、さらにハーフミラーの購入も必要となる。

物品購入以外の経費で金額が大きいものとして、国際学会参加旅費と論文投稿料がある。国際学会については、SIDはディスプレイ分野最大の学会で産業界からの参加も多く、ここで研究成果を発表することは研究成果の実用化を目指す上で必要である。また、SPIE Electronic Imagingは3D分野で最も歴史が古く、3D関係の研究発表が最も多い国際学会であり、研究申請者自身Committee memberであることから参加することを強く要請されている。論文投稿料が高額なのは主にOptics Expressへの投稿を予定していることによる。Optics Expressへの投稿の意義としては、オープンアクセスで多くの人が見覧できること、マルチメディアファイルを掲載できるため3Dディスプレイの研究成果を発表するのに適していることの2点が挙げられる。

基盤A・B(一般) - 13

(金額単位：千円)

設備備品費の明細			消耗品費の明細	
[記入に当たっては、基盤研究(A・B)(一般)研究計画調書作成・記入要領を参照してください。]			[記入に当たっては、基盤研究(A・B)(一般)研究計画調書作成・記入要領を参照してください。]	
年度	品名・仕様 (数量×単価)(設置機関)	金額	品名	金額
25	高輝度面光源 METAPHASE LED バックライト(1×275千円)(筑波大学)	275	狭帯域マルチバンドパスフィルタ 50枚	3,250
	グラフィックワークステーション Dell Precision T5600, グラフィックボード FirePro V7900 2枚構成 (1×505千円)(筑波大学)	505	3D液晶ディスプレイパネル 4枚	396
			凸レンズアレイ構成用六角レンズシート 15枚	225
			レンチキュラ拡散板 12枚	192
	計	780	計	4,063
26	高輝度モノクロ液晶モニター NEC MD215MG (2×1,335千円)(筑波大学)	2,670	高透過率カラー液晶パネル 6枚	438
			大型ハーフミラー1枚	90
	計	2,670	計	528
27	業務用高輝度プラズマディスプレイ Panasonic TH-50PF50J (1×276千円)(筑波大学)	276	凸レンズアレイ構成用偏心要素レンズ 600枚	3,000
			大口径レンズ	70
	計	276	計	3,070
研究機関名 筑波大学			研究代表者氏名 掛谷英紀	

研究費の応募・受入等の状況・エフォート(つづき)					
(2) 受入予定の研究費					
資金制度・研究費名(研究期間・配分機関等名)	研究課題名(研究代表者氏名)	役割(代表・分担の別)	平成25年度の研究経費(期間全体の額) (千円)	エフォート(%)	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由 (科研費の研究代表者(又は拠点リーダー等のようにプログラム全体の研究費の受入研究者)の場合は、研究期間全体(又はプログラム全体)の受入額を記入すること)
なし				0	
(3) その他の活動 〔上記の応募中及び受入予定の研究費による研究活動以外の職務として行う研究活動や教育活動等のエフォートを記入してください。〕				75	
合計 (上記(1)、(2)、(3)のエフォートの合計)				100 (%)	