

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 5月10日現在

機関番号：11301  
 研究種目：挑戦的萌芽研究  
 研究期間：2011～2012  
 課題番号：23650039  
 研究課題名（和文） 三次元実空間情報の完全取得再現に関する研究  
 研究課題名（英文） A study on complete acquisition and reproduction of 3 dimensional space information  
 研究代表者  
 青木 輝勝 (AOKI TERUMASA)  
 東北大学・未来科学技術共同研究センター・准教授  
 研究者番号：00302787

## 研究成果の概要（和文）：

本研究では、実用性（低コスト、簡便性）を考慮した上で、視聴者に可能な限り高密度 5 次元光線情報の再生を実現するためのシステムを構築することを目的とする。具体的には、はじめに視差間隔 1mm の超多眼ディスプレイを設計、試作する。これにより 5 次元情報のうち 4 次元情報を支援することができる。続いて、本システム上に提示するコンテンツを 3DCG 映像に限定した上で、無知覚視差法と呼ぶ方式に基づき、微量の運動視差をコンテンツ側で生成するソフトウェア技術を開発する。以上の技術を組み合わせることにより、1 視点限定、提示コンテンツが 3DCG 限定ではあるが、5 次元光線情報を完全再現することを可能とする。

## 研究成果の概要（英文）：

This project aims at constructing an innovative 3D displaying system which reproduces-3 dimensional light information as dense as possible under a practical conditions (low cost, simplicity etc.). In the first step, we design and prototype a super multiple view display, the parallax interval of which is less than 1 millimeter. After the first step, we develop a new presentation method for 3D content called no perceptive parallax method in the second step. By combining these two technologies, we will enable to reproduce 3 dimensional light information perfectly though the system has some limitation for the number of viewpoints (=1) and media (= only 3DCG content).

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：情報通信工学

科研費の分科・細目：情報学 ・ メディア情報学・データベース

キーワード：3D、 超多眼、運動視差

## 1. 研究開始当初の背景

我々が日常生活している 3D 実空間で光線は 5 次元情報  $f(x,y,z, \theta, \phi)$  として記述できるが、3D 映像技術においてこれまで検討されてきた技術は 3 次元もしくは 4 次元の光線情報を扱うのみであり 3D 実空間の 5 次元光線情報を完全に再現することができていない。

このような 5 次元交情報を完全に再現することができれば、3D 実空間そのものを別の場所で再現したり、博物館の展示物やデパートの商品等を世界中どこでも完全再現できたり、さらには、3DCG で制作された仮想空間を 3D 実空間上に完全再現したりすることが可能となる。

しかしながらその反面、5 次元交線情報を完

全に再現、すなわち取得し、配信し、遠隔地で表示するためには多くの課題が残されており、また、コスト面から考えても実用化への道のりは遠いのが実情である。

## 2. 研究の目的

本研究では、以上の背景のもと、実用性（低コスト、簡便性）を考慮した上で、視聴者に可能な限り高密度5次元光線情報の再生を実現するためのシステムを構築することを目的とする。具体的には、はじめに超多眼ディスプレイを設計、試作する。これにより5次元情報のうち4次元情報を支援することができる。本研究では予算的・時間的制約から簡易システムとして、1視点限定のシステムを構築する。

続いて、本システム上に提示するコンテンツを3DCG映像に限定した上で、無知覚視差法と呼ぶ方式に基づき、微量の運動視差をコンテンツ側で生成するソフトウェア技術を開発する。

以上の技術を組み合わせることにより、1視点限定、提示コンテンツが3DCG限定ではあるが、5次元光線情報を完全再現することを可能とする。

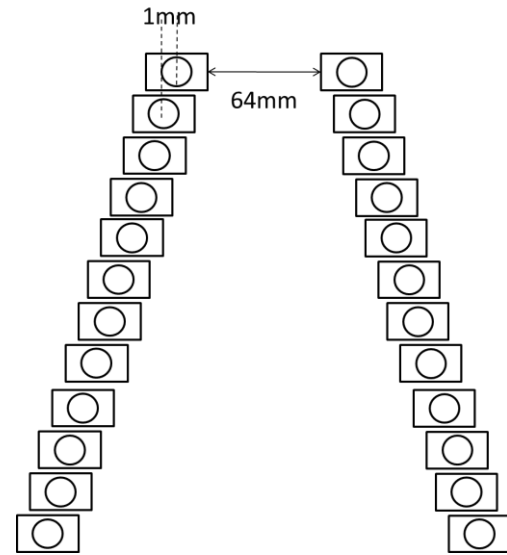
以上の成果は、教育、エンターテインメント、デジタルサイネージ等をはじめコンテンツ分野全体において多様な応用が可能とするものであり、実用性を考慮した超臨場感通信通信の基幹技術となりうるものである。

## 3. 研究の方法

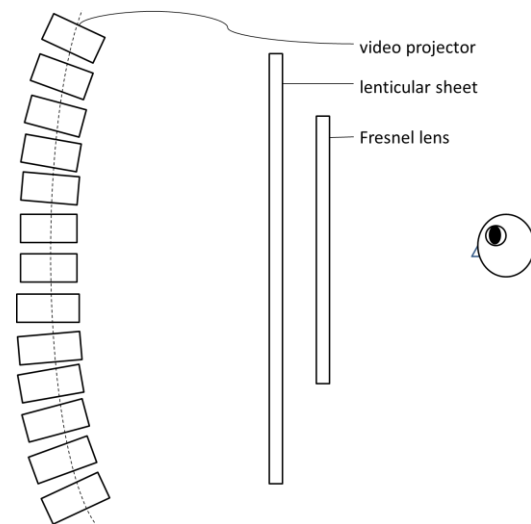
2. で述べた通り、本研究では研究基盤としてまず超多眼ディスプレイを設計、試作した。これにより5次元情報(x,y,z,θ,φ)のうち4次元情報(x,y,θ,φ)を支援できる。超多眼ディスプレイの実現例はこれまでにいくつか存在するが、いずれも特別な光学設計に基づき実現しているものであり極めて高価である。本研究では予算的・時間的制約からこのようなシステムの実現は困難であることから、1視点限定のシステムを構築した。

図1に試作ディスプレイの模式図を示す。試作した超多眼ディスプレイは市販小型プロジェクタ24台を用いて構成しており、単眼あたり12台のプロジェクタを用いている(図1(a))。12台のプロジェクタを超多眼条件を満足するように1mm間隔で配置させるため、各プロジェクタを図1(b)に示すように扇状に並べ、プロジェクタの焦点位置にレンチキュラシートを配置させる。レンチキュラシートは扇状のプロジェクタ光を主著く方向に一方向拡散させるために用いるもので

ある。また、視野レンズには大口径フレネルレンズを用い、レンズ中心に多重像を結像させることにより視差を保つ。



(a) 正面図



(b) 側面図

図1 試作システム模式図

続いて、本システム上に提示するコンテンツを3DCG映像に限定した上で、無知覚視差法と呼ぶ方式を研究開発した。本方式は微量の運動視差をコンテンツ側で生成するソフトウェア技術である。

本方式を実現するにあたり、3DCGコンテンツを対象とする場合にはスケルトニゼーション(skeletonization)と呼ぶ技術が基盤となる。スケルトニゼーションとは3DCGモデルのボーン構造を自動的に抽出する技術であるが、一般に3DCGモデルにモーションを与える場合スケルトン(ボーン)を動かすこ

とにより行うためである。本研究における見知覚視差法においても既存 3DCG アニメーションと同様にスケルトンを微移動させることとした。スケルトンゼーションについてはこれまでも多くの提案がなされているが、いずれも 3DCG アニメーションには利用しにくいスケルトンが生成されてしまうという共通の問題点があった。その理由は、骨と関節から定義されるスケルトン構造を自動抽出するにあたり、骨の正確な検出のみに力点を置いているため関節位置が正確に検出できないからである。そこで本研究では、関節の自動抽出を実施し、最後に関節と関節をつなぐことにより骨を導出することにより、この問題を解決する。まず頂点ガウス球表現を用いた新しい表現形式を定義する。頂点ガウス球表現は、3DCG モデルの形状情報には依存しにくく、姿勢情報には依存する性質を持つからである。そして、あらかじめ用意された教師用姿勢データとのマッチングを行うことにより、3DCG モデル内の関節位置の自動抽出を行う。その後、関節と関節をつなぐことにより骨を導出する。以上の提案手法により、モーションキャプチャ等で取得された既存の動きデータをそのまま 3DCG モデルにあてはめることができ、容易に 3DCG アニメーションが生成できるようになる。図 2 に提案方式の全体図を示す。

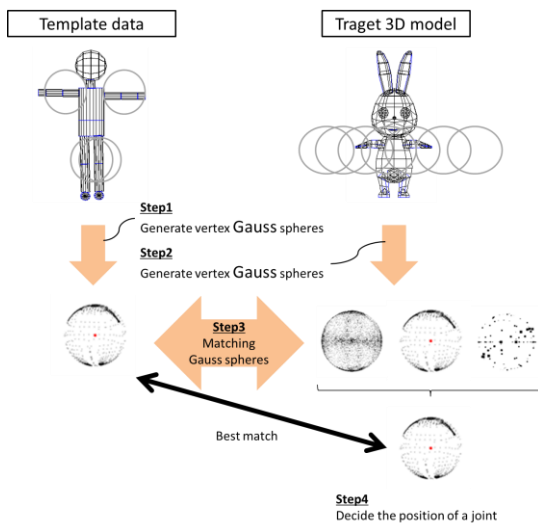


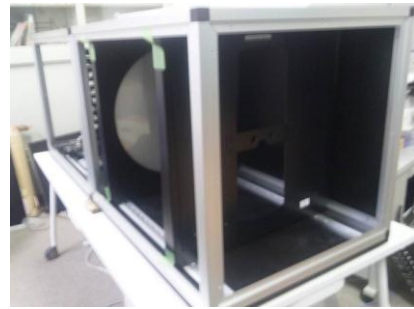
図 2 頂点ガウス球を用いたスケルトンゼーション技術

#### 4. 研究成果

本研究にて試作した超多眼ディスプレイを図 3 に示す。

また、スケルトンゼーション技術について図 2 の提案方式を実装し、評価実験を行った。この結果の一例を図 4 に示す。図 4 は実験結果の一例であるが、15 モデル、30 ポーズ

ズを対象とした総合評価実験の結果、ポーズ推定の精度は 90.4% (=407/450)、関節位置推定の精度は 73.0% (=6242/8550) を実現した。



(a) 試作システムの全体図



(b) 試作システムのプロジェクタアレイ部

図 3 試作システム

(a) model 05 vs model 09

		model 05 (pose 01)			model 05 (pose 11)			model 05 (pose21)		
		shoulder	hand	knee	shoulder	hand	knee	shoulder	hand	knee
model 09 (pose 01)	shoulder	0.295	0.522	0.426	0.441	0.453	0.502	0.31	0.382	0.441
	hand	0.453	0.289	0.558	0.61	0.485	0.587	0.492	0.465	0.523
	knee	0.507	0.566	0.219	0.435	0.507	0.246	0.364	0.433	0.202
model 09 (pose 11)	shoulder	0.41	0.443	0.31	0.107	0.361	0.467	0.179	0.284	0.419
	hand	0.399	0.265	0.48	0.418	0.201	0.567	0.375	0.251	0.521
	knee	0.522	0.536	0.264	0.486	0.531	0.207	0.399	0.457	0.253
model 09 (pose 21)	shoulder	0.342	0.349	0.308	0.268	0.341	0.412	0.127	0.246	0.349
	hand	0.433	0.417	0.454	0.479	0.37	0.497	0.393	0.245	0.446
	knee	0.444	0.461	0.224	0.404	0.466	0.281	0.319	0.384	0.152

(b) model 09 vs model 13

		model 13 (pose 01)			model 13 (pose 11)			model 13 (pose21)		
		shoulder	hand	knee	shoulder	hand	knee	shoulder	hand	knee
model 09 (pose 01)	shoulder	0.327	0.522	0.413	0.408	0.542	0.477	0.352	0.467	0.394
	hand	0.551	0.289	0.623	0.552	0.59	0.559	0.503	0.529	0.486
	knee	0.512	0.566	0.194	0.43	0.57	0.27	0.417	0.491	0.273
model 09 (pose 11)	shoulder	0.412	0.443	0.375	0.157	0.396	0.429	0.193	0.355	0.353
	hand	0.434	0.265	0.48	0.322	0.179	0.529	0.286	0.161	0.478
	knee	0.537	0.553	0.296	0.468	0.604	0.142	0.449	0.469	0.251
model 09 (pose 21)	shoulder	0.374	0.37	0.358	0.228	0.405	0.36	0.201	0.336	0.278
	hand	0.667	0.465	0.443	0.505	0.381	0.44	0.5	0.25	0.371
	knee	0.56	0.5	0.551	0.484	0.656	0.432	0.476	0.465	0.114

図 4 提案方式の評価結果の一例

## 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)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 17 件)

- (1) Terumasa AOKI, Vicky Sintunata, “Automatic Animation Skeleton Extraction Method based on Vertex Gauss sphere Representation”, Asia-Pacific Conference on Communications 2013 (APCC2013), Aug. 31<sup>st</sup> 2013, Bali, Indonesia.
- (2) 王国奇、青木輝勝、“映像内容の重要性を考慮した関心領域推定方式に関する研究”、情報処理学会第 75 回全国大会、2013 年 3 月 6 日、宮城県仙台市。
- (3) 王国奇、青木輝勝、“映像内容の重要性を考慮した関心領域推定方式に関する研究”、電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント (EMM) 研究会、2013 年 1 月 30 日、宮城県仙台市。
- (4) 青木輝勝、“3D 映像と次世代メディア”、東京電機大学未来科学部 (招待講演)、2012 年 12 月 10 日、東京都足立区。
- (5) 青木輝勝、“映像メディアの将来像”、東北ユニバーサイエンス (招待講演)、2012 年 10 月 10 日、新潟県小千谷市。
- (6) 相原和明、青木輝勝、“表面テクスチャを考慮した陰影情報入力型物体形状推定に関する研究”、IEEEJ Media Computing Conference 2012, 2012 年 6 月 23 日、東京都新宿区。
- (7) 松崎康平、青木輝勝、“人物被写体を対象とした光源推定方式に関する一検討”、映像情報メディア学会メディア工学研究会、2012 年 2 月 20 日、北海道札幌市。
- (8) 富士原正彦、青木輝勝、“食品写真を対象としたコンテンツ知覚特性の評価とその応用”、映像情報メディア学会メディア工学研究会、2012 年 2 月 20 日、北海道札幌市。
- (9) 富士原正彦、青木輝勝、“食品画像の高品質化に関する一検討”、映像情報メディア学会 2011 年冬季大会、2011 年 12 月 22 日、東京都江東区。
- (10) 飛澤健太、青木輝勝、“映像観察時における視線予測特性モデルの改良と評価”、映像情報メディア学会

2011 年冬季大会、2011 年 12 月 22 日、東京都江東区。

- (1 1) 松崎康平、青木輝勝、“人物被写体を対象とした三次元顔モデルを用いた光源推定方式に関する一検討”、映像情報メディア学会メディア工学研究会、2011 年 12 月 21 日、熊本県熊本市。
- (1 2) 富士原正彦、青木輝勝、“鏡面反射特性を手掛かりとした視覚情報による食品知覚の一検討”、電子情報通信学会第 4 回マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会 (EMM)、2011 年 11 月 14 日、宮城県仙台市。
- (1 3) 松崎康平、青木輝勝、“顔画像からの光源推定方式に関する一検討”、電子情報通信学会第 4 回マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会 (EMM)、2011 年 11 月 14 日、宮城県仙台市。
- (1 4) 飛澤健太、青木輝勝、“映像中のテロップの表示位置自動推定についての一検討”、電子情報通信学会第 4 回マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究会 (EMM)、2011 年 11 月 14 日、宮城県仙台市。
- (1 5) 富士原正彦、青木輝勝、“反射特性を手掛かりとした人間の食品知覚に対する一検討”、画像電子学会第 258 回研究会、2011 年 10 月 28 日、富山県富山市。
- (1 6) 飛澤健太、青木輝勝、“映像観察時の視線予測特性に関する仮説と評価”、画像電子学会第 258 回研究会、2011 年 10 月 28 日、富山県富山市。
- (1 7) 青木輝勝、“ネットワークコンテンツ技術の将来展望”、東北 IT ソリューション EXPO2011 (基調講演)、2011 年 10 月 18 日、宮城県仙台市。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

青木 輝勝 (AOKI TERUMASA)  
東北大学・未来科学技術共同研究センター・准教授  
研究者番号：00302787

### (2) 研究分担者

なし。

### (3) 連携研究者

なし。