主　論　文　要　旨

報告番号	㊙甲 乙 第　　　号	氏 名	市川 尋代

主論文題目：

空間表示3Dディスプレイにおけるコンテンツ描画に関する研究

（内容の要旨）

高出力レーザを用いて空間中にプラズマ発光体を生成する新しいデバイスが開発されている．このデバイスを用いることで，スクリーンを用いることなく，空間に光点列でコンテンツを描画する空間表示3Dディスプレイを実現することができている．

本ディスプレイは1kHzで発生/消滅を繰り返すプラズマ発光体を3次元のベクタスキャンで点列として描画し，人間が同時に観測できる発光体数は200個程度である．また，3Dスキャナには急激にスキャン方向を変更できないなどの制約がある．本論文ではこのような空間表示3Dディスプレイシステムの特徴と人間の視覚特性を考慮してコンテンツ描画を行うために必要となる要素技術の研究開発と，それらの有効性を検証する実験結果について述べるものである．

本論文では，まず，本ディスプレイの描画領域キャリブレーションについて述べる．デバイスの光学系の性質から，描画領域全体のプラズマ発光体の位置計測データを用いることなく，2点のプラズマ発光体の計測位置を用いて簡単にキャリブレーションする手法を提案し，有効性を示した．

次に，人間の3次元物体認識における情報取得について考察するため，さきに多面体像の情報量として定義されていた物体像エントロピーと人間の物体の認知しやすさの関係を参考にする．ここでは人間の認知しやすさを尺度化する手法を提案し考察を行った．

実際の描画手法としては，エッジで表現できる物体とエッジでは表現できない物体について本システムに適した物体の表現手法を提案する．エッジで表現できる物体については，多角形と多面体を対象とし，ディスプレイシステムのスキャナへの負担を考慮する描画手法を提案する．多角形では頂点付近におけるスキャナの加速度を滑らかにして，スキャナの負荷を軽減しながら頂点を強調して描画する．多面体では，スキャナの負担を考慮した最適化経路で描画手法を提案する．しかし，前述した人間の多面体に対する認知の特性を考慮し面を一つずつ描画する表現手法も合わせて提案し，両手法の比較を行い，主観評価実験により有効性を確認した．そして，エッジで表現できるコンテンツとして，文字／文字列の描画手法を提案する．文字表現では文字描画に適したプラズマ発光体の密度や文字の提示時間について実験から検証した．さらに，文字列の描画では，複数の文字を繰り返し描画して文字列描画を進めていく手法を提案し，その有効性を実験から示した．この手法により，長い文字列の認識ができるようになった．

エッジで表現できない物体については，らせんを用いて球体を表現する手法を提案する．らせんを用いた表現手法によって，本ディスプレイで初めて3次元物体の表面を描画することに成功した．さらに，一般的なCGコンテンツであるポリゴンモデルから，その断面を基に点列データを生成する手法を提案する．描画実験には，本ディスプレイと類似した技術を用いた小型，高速・高精細描画できるデスクトップ型の空間描画装置の試作機を用いた．結果として，本ディスプレイシステムで採用しているベクタスキャンを用いて3次元物体を描画できるデータが生成できることが示された．

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School	Student Identification Number	SURNAME, First name
Science for Open and Environmental systems		ICHIKAWA, Hiroyo

Title

A study of representing content for a spatial 3D display

Abstract

A new device which can generate plasma luminous bodies with a high power laser beam in midair has been developed. By using this device, a spatial 3D display can be created without any screens.

This display system draws plasma luminous bodies that appear and disappear one by one in 1 kHz in a light dot sequence. Human can see about 200 plasma luminous bodies simultaneously. There are some restrictions in the 3D scanner of this system, for example, 3D scanner cannot change the scanning direction instantly. In this paper, research and development of the basic techniques for displaying contents are described. These techniques are methods of creating or displaying contents in consideration of the characteristics of the spatial 3D display and human visual characteristics.

First, a calibration method for our display system is described. The author developed a system for calibrating an optical parameter by using stereo cameras.

Next, the information which a human acquires in 3D-object recognition is considered by testing the relation between the object image entropy and the ease of recognizing an object.

Then, some basic drawing methods are described. Some methods which are suited to this system for the primitive which can be represented with edges are proposed. A method that draws polygons by reducing the burden of the 3D scanner by smoothing the acceleration of corners of the scanner is proposed. For polyhedrons, a method that draws a polyhedron through an optimal route in consideration of the burden of the scanner is proposed. Additionally, a method that draws faces of a polyhedron one by one in consideration of the human visual characteristic for polyhedrons is proposed. The two methods are compared and the effectiveness of these methods was evaluated by the result of some psychological experiments. Furthermore, a method of drawing characters and strings which can be represented by edges is proposed. The density of plasma luminous bodies and display time are tested, and a method of displaying strings is proposed. In this method, a string is drawn repeating some characters. It can be seen that this method is effective in experiments.

Finally, some methods for the primitive which cannot be represented with edges are proposed. A method that draws a curved surface object using a spiral figure is proposed. It can be seen that this method is effective in experiments. The surface of a 3D object was drawn for the first time by the method of drawing a sphere. Furthermore, a method of drawing general polygon models used in CG contents is proposed. This method that generates a point sequence based on sections is proposed. A desktop spatial display device was used for experiments. This system is high definition and uses a similar technique as laser plasma. General polygon models can also be displayed by vector scanning in the system by using this method.