

平成 30 年 6 月 20 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00286

研究課題名(和文) ボリュームディスプレイによる四元数 Julia 集合の可視化に関する研究

研究課題名(英文) Visualization of Quaternion Julia Set on Volumetric Display

研究代表者

山本 欧 (YAMAMOTO, ou)

東京電機大学・工学部・教授

研究者番号：20291700

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 600,000 円

研究成果の概要(和文)：本研究では、残像により立体を描画するディスプレイ(申請者が先行研究として開発)を用い、複雑な3次元形状を持つ四元数 Julia 集合を、鮮明な立体像として実空間に表示することを可能とした。動画も表示可能であるため、パラメタ変化による集合の複雑な変形の様子も立体像として観察できる。表示される立体像は幅4cm×縦2cm×奥行4cmと小さいものの、上下左右約170°の広い範囲から裸眼で観察可能であり、視点移動に伴う像の歪みもないため、実体感があるのが特徴である。

研究成果の概要(英文)：A volumetric display is a display device that draws 3D images directly in real 3D space. We developed a volumetric display that can be easily constructed from commercial component parts. Our display creates cross-sectional images of 3D objects in sequence on a vacuum fluorescent display (VFD) moving in a reciprocating motion, and 3D images of the objects appear due to the afterimage effect. In this paper, we propose visualization of Quaternion Julia fractals as an application of our display. Quaternion Julia fractals is a mathematically interesting subject. However, their shapes and process of their parameterized deformation are difficult to understand using only 2D images. Our application enables users to view a volumetric 3D animation of their deformation.

研究分野：可視化

キーワード：ボリュームディスプレイ

1. 研究開始当初の背景

ポリウムディスプレイは、立体を3次元空間内に直接描画し表示するディスプレイであり、視野角の範囲内であれば、立体視の生理的要因(両眼視差、輻輳角、焦点調節、運動視差)を満足する立体表示が可能である。これまでに様々な方式が提案されているが、液晶シャッターや回転スクリーンに立体の断面を順に投影し、残像により立体を描画するものが一部製品化されている。

ポリウムディスプレイは、自然な立体表示が可能であるため、3Dモデリングにおける複雑な形状の把握や、数学分野における曲面や立体の表示、教育用途など、様々なアプリケーションの可能性を持つ。しかしアプリケーションの研究者にとって、ポリウムディスプレイは製作に特殊な素子や部品が必要であり、製品も高価格であることから、これまで自作や入手が困難であった。

そこで申請者らは先行研究として、ポリウムディスプレイに必要な表示性能を備え、かつ入手の容易な市販の蛍光表示管(VFD)に注目し、アプリケーション研究者にも市販部品で安価に構成可能なポリウムディスプレイを提案し実装した。

本ディスプレイは、往復運動するVFDに立体の断面を位置に応じて表示する体積走査を行い、残像による立体表示を行う。図1に本ディスプレイの構成を、図2に体積走査機構の構造と外観をそれぞれ示す。

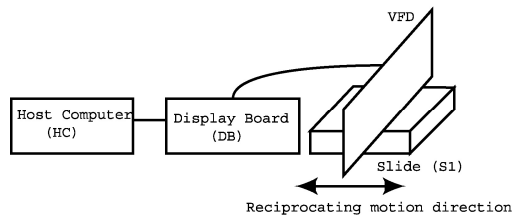


図1 本ディスプレイの構成

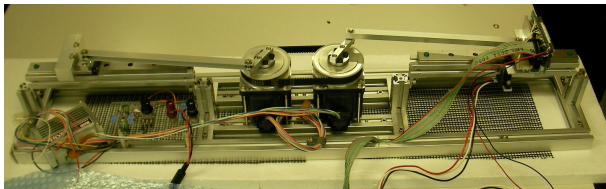
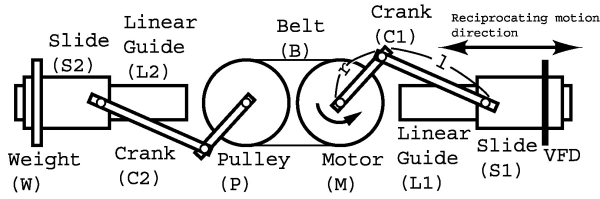


図2 体積走査機構とその外観

体積走査機構は、VFDの固定されたスライド

S1と、VFDと同質量のカウンターウェイトWが固定されたスライドS2が、モータとプーリによりクランクを介して互いに反対向きにリニアガイドL1,L2上を往復運動する構造を持つ。これによりS1,S2による振動が相殺される。ただし完全な相殺は困難であることと、クランクの運動により、若干の振動が発生する。

本ディスプレイの表示エリアは横幅4cm×高さ2cm×奥行4cmと小さく表示色も単色2値である。しかしレンズ等の光学系を持たないため、上下左右約170°の視野角を持ち、視点移動に伴う画像の歪みも発生せず、3Dオブジェクトの静止画像とアニメーション画像を、約105万画素(横128dot×高さ64dot×奥行き128dot)の解像度と約24[Hz]の更新レートで鮮明に表示可能である。図3に、本ディスプレイによる楽器(ホルン)の3Dモデルの表示例を示す。

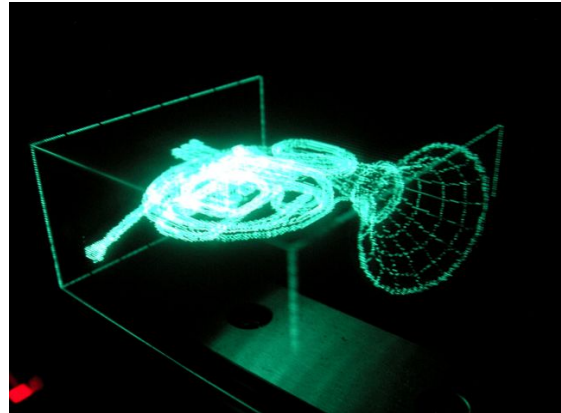


図3 本ディスプレイによる立体表示例

現在、ポリウムディスプレイ関連の研究は、その方式についてのものが大半であり、アプリケーションについての研究例はほとんどない。これに対し申請者らは、複雑な形状の数学図形に注目し、極小曲面、接線曲面と呼ばれる2種類の曲面を本ポリウムディスプレイ上で可視化する研究をこれまでに行い、等長変形と呼ばれる3次元的な変形の様子を歪みなく表示することに成功している。

2. 研究の目的

本研究において申請者らは、やはり複雑な構造を持つ数学図形である四元数 Julia 集合の可視化を試みることにした。

四元数 Julia 集合は、複雑な3次元フラクタル構造を持ち、パラメータの変化により複雑な変形を行う。このため、2D画像による可視化の研究例は多く存在する。四元数 Julia 集合の2D表示の1例を図4に示す。

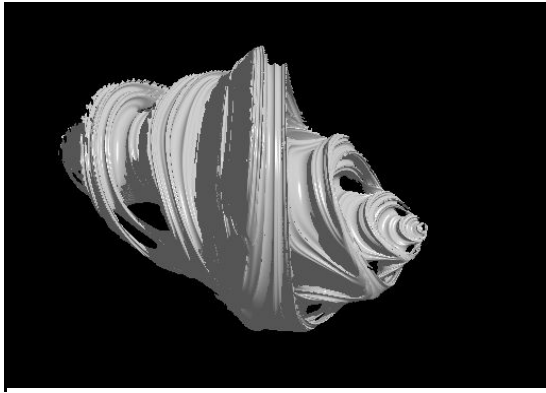


図 4 四元数 Julia 集合の例

しかし 2D 画像ではその立体的形状と変形の様子の把握は困難である。そこで申請者らは、四元数 Julia 集合とその変形をボリュームディスプレイ上に可視化するためのソフトウェアツールの開発、およびディスプレイハードウェアの高速化・小型化を本研究の目的とした。

3. 研究の方法

論文公表前につき非公開

4. 研究成果

論文公表前につき非公開

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 1 件)

山本 欧, 「3D フラクタル集合の体積走査による実空間表示」, ヒューマンインターフェース学会シンポジウム 2017

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 欧 (YAMAMOTO, ou)

東京電機大学・工学部・教授

研究者番号: 20291700

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()