

平成 26 年 5 月 28 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23654054

研究課題名(和文)動く映像の特徴抽出空間の構成

研究課題名(英文)Moduli space of motions of geometric objects

研究代表者

落合 啓之(Ochiai, Hiroyuki)

九州大学・マス・フォア・インダストリ研究所・教授

研究者番号：90214163

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円、(間接経費) 660,000円

研究成果の概要(和文)：コンピュータグラフィクスによる映像は大きなデータが時間とともに変動するものであり、映像の全体の集合に何らかの空間構造を入れることができれば、その構造に基づいて映像の制御や制作に活かすことができると考えられる。3次元空間内に置かれた2次元の曲面の変形可能空間の座標構造を3次元の中で実現した場合と、2次元で内在的に記述した場合の比較を行い、内的な座標の変換測を見つけた。運動群や一般線形群における群の分解と分解を利用した補間に関して、計算速度や操作性を合わせた観点から、さまざまな編集手法の比較を行った。これらの群の作用する糖質空間の軌道の分類や有限性に関する研究を行った。

研究成果の概要(英文)：Computer Graphics produces a scene. It is a collection of large data, depending on the time variable.

In this research, we study the structure of the space of scenes, in terms of geometry and Lie theory. The groups acting on the objects are the central role of this study. The example of such groups are Euclidean motion groups, orthogonal groups, rotation groups, and affine transformation groups. We give an interpretation of these groups into several subgroups or the matrix exponential image of subspaces as a basic tool of interpolation and blend in the graphics, such as SLERP (spherical linear interpolation) and ARAP (as rigid as possible). This analysis enables us to understand the previous method as well as to generalize and to improve the quality and speed of the interpolation.

研究分野：数学

科研費の分科・細目：基礎解析学

キーワード：変形 リー群 補間 運動群 離散微分幾何 映像 曲面 曲線

1. 研究開始当初の背景

コンピュータグラフィクスによる映像は大きなデータが時間とともに変動するものであり、それを点集合と捉えて統制することはデータの大きさやデータの可視性、コントロール可能性のいずれの点からも現実的ではない。映像の全体の集合に何らかの空間構造を入れることができれば、その構造に基づいて映像の制御や制作に活かすことができると考えられる。

2. 研究の目的

この研究は動く映像の特徴を抽出する空間を構成し、解析・応用することを目指している。動く映像の集まりを数学的に定式化する枠組みを模索し、それを与える。具体的にはさまざまなクラスの映像の全体に付加的な構造を入れること、ならびに、それらに共通の性質とそれぞれの構成を見いだすことを目的とする。別の言い方として、抽象化あるいは公理化ともいうことができる。

3. 研究の方法

(1) データからの解析：映像の全体に入るべき座標構造をデータ構造から考える。

(2) 幾何学的形状からの解析：3次元空間に埋め込まれた曲面の内在的な座標と外部座標の関係性をデータ構造に活かす。

(3) 対称性からの解析：空間に作用するさまざまな群（運動群、回転群、一般線形群）に関するデータの応答と記述に注目して、曲面を記述する。

(4) 時間に依存した曲面の変形と補間を上記の(1)-(3)の手法の適用例として考察する。

(5) 変形の応用として、曲面の編集のさまざまな手法を吟味し、新しい手法の開発を目指す。

4. 研究成果

(1) 3次元空間内に置かれた2次元の曲面の局所モデルを取り扱った。曲面の変形可能性を空間と見なしてその局所的な構成を行い、その空間の座標構造を3次元の中で実現した場合と、2次元で内在的に記述した場合の比較を行い、内在的な座標の変換測を見つけたことができた。

(2) 運動群やその部分群である回転群、あるいはそれを含む一般線形群における群の分解と分解を利用した補間に関して、計算速度や操作性を合わせた観点から、さまざまな編集手法の比較を行った。これらの業績の一部は、国際会議 SIGGRAPH ASIA 2013 で、コース(3時間超のまとまった講演)を行うなど、広く公開している。

(3) これと合わせて、ユークリッド空間の運動群や回転群、一般線形群の作用する等質空間の軌道の分類や有限性に関する研究を行った。これらの進展は、軌道全体が次元を持つ場合にはモジュライ空間的な記述を持つことと相まって、上記の局所モデルの構築につながっている。

(4) また、離散微分幾何的なアプローチとし

て、DMB(Direct manipulation blendshape)による編集の関数空間による定式化を通じて、離散微分幾何的な意味を考察する作業を進めた。

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 12 件)

Nobushige Kurokawa and Hiroyuki Ochiai, Zeros of Witten zeta functions and absolute limit. Kodai Math. J. 36 (2013), no. 3, 440--454.

Hiroyuki Ochiai, Non-commutative harmonic oscillators. Symmetries, integrable systems and representations, 483--490, Springer Proc. Math. Stat., 40, Springer, Heidelberg, 2013.

Hiroyuki Ochiai and Uganbayar Zunderiya, A generalized hypergeometric system. J. Math. Sci. Univ. Tokyo 20 (2013), no. 2, 285--315.

Xuhua He, Hiroyuki Ochiai, Kyo Nishiyama and Yoshiki Oshima, On orbits in double flag varieties for symmetric pairs. Transform. Groups 18 (2013), no. 4, 1091--1136.

Nobushige Kurokawa and Hiroyuki Ochiai, Dualities for absolute zeta functions and multiple gamma functions. Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. 89 (2013), no. 7, 75--79.

Dominic Lanphier and Howard Skogman, Appendix by Hiroyuki Ochiai, Values of twisted tensor L-functions of automorphic forms over imaginary quadratic fields, Canadian J. Math. 2014.

<http://dx.doi.org/10.4153/CJM-2013-047-5>.

Hiroyuki Ochiai, Alpha-determinant for rank-two matrices. in Geometry, Number Theory and Representation Theory, 93--112, KM Kyung Moon SA, Seoul, 2013.

Shizuo Kaji, Sampei Hirose, Hiroyuki Ochiai and Ken Anjyo, A Lie theoretic parameterization of affine transformation, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol. 50, Kyushu University, 134--140, 2013.

Genki Matsuda, Shizuo Kaji and Hiroyuki Ochiai, Anti-commutative dual complex numbers and 2D rigid transformation, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol. 50, Kyushu University, 128--133, 2013.

Hiroyuki Ochiai and Ken Anjyo, Mathematical formulation of motion/deformation and its applications, Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis, MI Lecture Note Vol. 50, Kyushu University, 100--103, 2013.

Tomoyoshi Ibukiyama, Takako Kuzumaki, Hiroyuki Ochiai, Holonomic system of Gegenbauer type polynomials, Journal of Mathematical Society of Japan, 64 (2012), 273--316.

Kyo Nishiyama and Hiroyuki Ochiai, Double flag varieties for a symmetric pair and finiteness of orbits, Journal of Lie Theory, 21 (2011), 79--99.

[学会発表](計 22 件)

落合啓之、チーム発表1「安生チーム」第1回 JST CREST「数学」領域横断若手合宿～冬の学校@指宿～, 2014.1.31--2.2.

<http://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/~nakan/cmryc/2013/>

落合啓之「math for CG、映像制作に使われる数学」城西大学理学部数学科講演会、招待講演、学部3年生対象。2013.12.18.

Hiroyuki Ochiai and Ken Anjyo, Mathematical Description of Motion and Deformation --- From Basics to Graphics Applications ---, SIGGRAPH Asia 2013 Course, Hong Kong Convention and Exhibition Center, 2013.11.19--23.

Hiroyuki Ochiai, Mathematical Formulation of Motion/Deformation and its Applications, 研究集会「Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis」九州大学百年記念講堂, 2013.10.21--23.

<http://mcg.imi.kyushu-u.ac.jp/meis2013/>

落合啓之、非可換調和振動子とホインの微分方程式, Workshop on Accessory Parameters, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 群馬県沼田市, 2013.9.17--19.

落合啓之、CGを用いた映像制作に使われる数学技術, 応用数学会、正会員主催 OS: 数学テクノロジーのフロンティア、アクロス福岡, 2013. 9.9.

<http://www.jsiam.org/annualmeeting/2013/>

落合啓之、行列の数理と運動の記述, 文科省共催 SMART 研究会「応用現代幾何学」東北大学情報科学研究科, 2013.9.3--5. <http://www.dais.is.tohoku.ac.jp/~amf/information/>

Hiroyuki Ochiai, Covariant differential operators and Heckman-Opdam hypergeometric systems, JSPS-NWO Seminar, Analysis, Geometry and Group Representations for Homogeneous Spaces, 名古屋大学多元数理科学研究科, 2013,

8.26--30

落合啓之、行列の数理と運動の記述, Computer Entertainment Developer Conference, CEDEC 2013, パシフィコ横浜, 2013.8.21.

Hiroyuki Ochiai, Hypergeometric Functions, CIMPA Research School ``Hypergeometric Functions and Representation Theory'', Ulaanbaatar, Mongolia, 2013.8.5--9.

Hiroyuki Ochiai, On orbits in double flag varieties for symmetric pairs, The second Pacific Rim Mathematical Association Congress, 上海交通大学、中国、2013.6.24--28.

落合啓之、ユニタリ表現の分類はそろそろできるだろうか?、企画特別講演、2013年度日本数学会年会、京都大学, 2013.3.22.

落合啓之、特殊関数の活用について、第6回多重ゼータミニセミナー、九州大学大学院数理学研究院, 2013.2.22-24.

Hiroyuki Ochiai, Alpha-determinant for rank-two matrices, ``International Conference on Geometry, Number Theory and Representation Theory'', 2012.10.10--12, Inha University, Korea.

Hiroyuki Ochiai, Double flag variety for a symmetric pair and spherical actions, Summer School and Workshop on Representation Theory and Harmonic Analysis, 2012.6.4-8, Chern Institute of Mathematics, Nankai University, China.

Hiroyuki Ochiai, Double flag variety for a symmetric pair and finiteness of orbits, Representation Theory of Chevalley Groups and Related Topics, 名古屋大学大学院多元数理科学研究科, 2012.03.15.

Hiroyuki Ochiai, Non-commutative harmonic oscillators and the connection problem for the Heun differential equation, Workshop on "Avoided Crossing of Eigenvalue Curves" -- Non-commutative Harmonic Oscillator, Special Functions and Number Theory--, 稲盛ホール, 九州大学, 2012.03.08.

Hiroyuki Ochiai, Positivity of alpha determinant, Geometric Analysis on Euclidean Homogeneous Spaces, Tufts university, 2012.01.08.

落合啓之、対称対の有限型二重旗多様体, 2011年度表現論シンポジウム, 国民宿舎紀州路みなべ, 2011.11.10.

Hiroyuki Ochiai, On Sekiguchi correspondence, Topics in the Theory of Weyl Groups and Root Systems, 関口次郎還暦研究集会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011.09.21.

21 Hiroyuki Ochiai, On non-commutative harmonic oscillators, Infinite Analysis 11, 東京大学大学院数理科学研究科,

2011.07.28.

22 Hiroyuki Ochiai, Mathematical consideration on visualization of complex objects, International Symposium on Plasma Turbulence, Imaging and Synergy, 伊藤極限プラズマ研究連携センター, 2011.06.07

〔図書〕(計 2 件)

Hiroyuki Ochiai and Ken Anjyo, Mathematical formulation of motion and deformation and its applications. In: Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, K. Anjyo ed., Springer-Verlag, Berline, Germany, 2014. Mathematics for Industry 4, DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_16, 部分執筆

Hiroyuki Ochiai, Mathematics --- as an infrastructure of technology and science, In: Mathematics for Industry, Vol 5, Nishii et al(Eds): A Mathematical Approach to Research Problems of Science and Technology, 978-4-431-55059-4, Springer-Verlag, Berline, Germany, 2014. 部分執筆

〔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
<http://user.math.kyushu-u.ac.jp/index.php?ochiai>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

落合 啓之(OCHIAI, Hiroyuki)
九州大学・マス・フォア・インダストリ研究所・教授
研究者番号：90214163

(2) 研究分担者 なし

()

研究者番号：

(3) 連携研究者 なし

()

研究者番号：