

3次元仮想空間における Car-Parrinello 法に基づく自動視点決定法

横井 太一[†] 山本 千恵[†] 高丸 尚教[†]

[†] 中部大学大学院工学研究科情報工学専攻

1 はじめに

近年、3D シアターや 3D テレビなど 3次元空間上を一面上に投影するインターフェースする技術が盛んである。企業や研究のみだった 3D 投影用プロジェクターや周辺機器も一般家庭に普及しつつあり、今後も著しい発展が見込まれる分野となっている。現在、3次元投影に関しては、決められた視点位置からの投影であり、ユーザーが自由に 3次元仮想空間を移動させることは少ない。しかし、今後は大容量の記憶媒体の開発により、すべての 3次元仮想空間を自由に視点を変化させることが可能になるものと予測される。自由に視点を変えることが可能となると、逆にユーザーが思い通りに視点を対象物体の最適領域に同定、比定することが難しくなる問題が発生する。

そこで、本研究では視点の位置を自動で提供する手法を提案する。本研究は、対象となるモデルの特徴点を決定し、求めた特徴点を注視点と定め、視点移動開始点より、注視点までの移動経路を Car-Parrinello 手法によって逐次収束させながら求める手法を提案する。また、3次元状態空間に存在する特徴点の移動速度が視点移動速度と同程度と仮定し、その環境を実装、その性能評価を行う。本手法の提案により、静的な状態に対しての視点移動経路ではなく、状態量の動的な変化に対して追従するモデル構築も目指す。

2 提案手法

提案する手法は 2 段階に分かれる。

2.1 手法 1

最初に、視点決定の対象物体が単一の場合について考える。対象物体が単一の場合は、単純に単一物体の特異点(密度が高い、構造が複雑)自体、または周囲の構造を観察することが出来れば、一般的なオーダーは

満たすことが出来る。そこで、対象物体を切頂二十面体で囲い、すべての特徴点を内部に閉じ込める。視点位置が切頂二十面体の外部にある場合は、切頂二十面体の各面上から法線ベクトルを伸ばし、法線ベクトルから徐々に視点を切頂二十面体の内部へ近づけさせていく。視点が内部へ入ったのちにすべての特異点を観察する視点経路を決定する。

次に、視点移動に対する制限に関してである。このままでは、領域毎に速度が変わるなど不自然な動きが起こり得る。そのため、視点移動の領域内に制限をかけ、不自然な視点の移動を防ぐ必要がある。そこで本研究では、万有引力による視点移動を採用する。

次に、視点移動決定における視点の軌道についてである。視点の動作において、直線と曲線のどちらが有効性があるのかを考えると曲線の場合は曲線によっては全体の構造の変化に対しても観察しやすく、激しい変化のある箇所でも緩やかな曲線の場合、見逃さずに観察することが出来る。よって、本研究では曲線を採用する。

また、使用する曲線においては、制御点を通過する曲線である Catmull-Rom-Spline 曲線の精度を拡張した TCB-Spline 曲線 [3] を採用する。以上の条件によって構築した結果は以下の図になる。

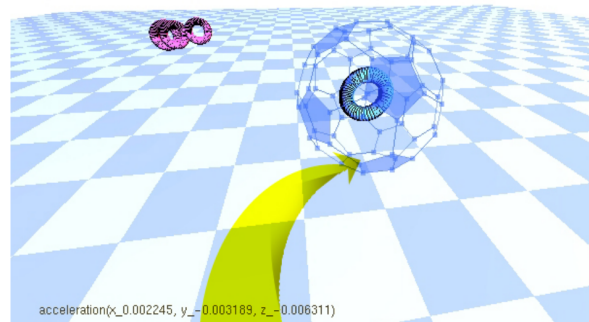


図 1: 手法 1 による実行結果

A Automatic viewpoint determination based on Car-Parrinello in 3-D Virtual space

Taichi YOKOI[†], Chie YAMAMOTO[‡] and Hisanori TAKAMARU[†]

[†] Graduate School of Engineering, Chubu University
Kasugai-shi, 487-8501, Japan
yokoi@ss.cs.chubu.ac.jp

2.2 手法 2

視点決定の対象物体が複数の場合について述べる。対象物体が複数の場合、視点の経路の決定に Car-Parrinello 法 [1] に基づいて導出する。Car-Parrinello 法では、エネルギー束の曲面を追うことができる。物体と物体の衝突を例にあげると、衝突した瞬間、大きなエネルギーの反応が発生する。自然科学者などが求める注視点、視点はまさに衝突した瞬間の領域であり、一般的にもユーザーが求めるとされる部分も同じことが言える。

Car-Parrinello 法のみでの最適化を行った場合、最適となる経路を辿り、収束していく。そのため、ユーザーが求める必要制御点を通過せずに収束する可能性がある。これを防ぐ手段として Voronoi 分割領域を使用する。対象物体の周囲に設置した重心から導出できる Voronoi 点と Voronoi 境界を用いて、最適解への収束の際に補正を掛ける。重心はユーザーが自由に配置出来るものとする。また、この時ユーザーが設置した重心の位置は今後集計し、学習を用いて学習率を導出する。

3 評価実験

本研究の有効性を評価するために、比較実験を行う。

Car-Parrinello 法では計算時間の大幅な向上が期待される。そのため、中川等の研究 [2] では計算時間計測を行っており、本研究との計測比較を行う。

Car-Parrinello 法においては波動関数を最急降下法にて逐次最適化しているが、この最適化部分を共役勾配法したものや、RMM-DIIS 法 [4] との性能比較も行っていく。また、Voronoi 分割によるユーザーの学習率の収集のため、複数のユーザーから実験を行う。今後は収集した重心の座標データから学習し、自動視点決定に組み込んでいく。

4 まとめ

図 2 は本研究の概要図である。本研究をまとめると以下となる。

1. 曲線による視点移動により、滑らかな視点移動が可能
2. 万有引力の法則により、対象物体間の領域移動を自然に移動が可能
3. Car-Parrinello 法により、エネルギー束の流れを

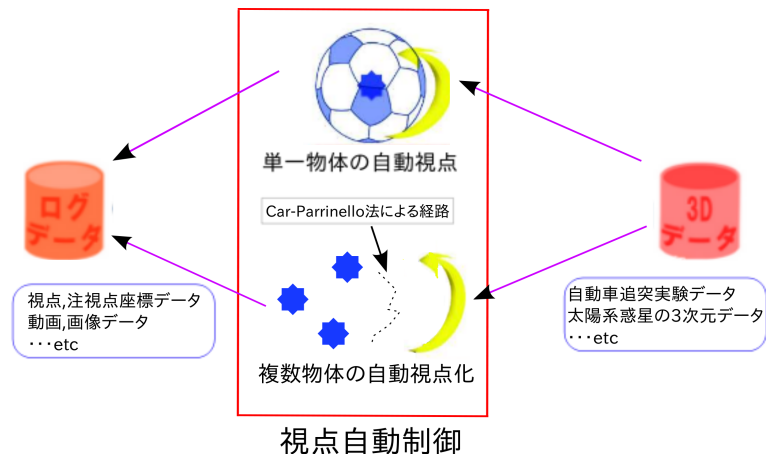


図 2: 本実験の概要図

辿り、自然物理上重要と思われる視点位置を決定する

4. 複数の対象物体においても視点位置を決定することが可能
5. ユーザーによって設置された重心の Voronoi 分割によって、ユーザー独自の感性を数値化、補正を掛けることにより表現する

以上のことから自然科学者が持つ情報量認識に対する感性を模すために、3次元スカラー場として空間状態量が表現される場合の Car-Parrinello 手法に基づく視点移動経路決定手法を提案し開発をおこなった。

参考文献

- [1] R. Car and M. Parrinello: "Unified Approach for Molecular Dynamics and Density-Functional Theory", Physical Review Letters, vol.55 (1985) 2471
- [2] 中川 真知子: 3次元可視化における汎用的な視点の自動選択手法 奈良女子大学 人間文化研究科 情報科学専攻 博士前期課程 修士論文
- [3] Doris H. U. Kochanek and Richard H. Bartels: "Interpolating Splines with Local Tension, Continuity, and Bias Control." Computer Graphics Vol.18 (1985) 1984
- [4] J. Furthmuller and G. Kresse: "Efficient iterative schemes for ab initio total-energy calculations using a plane-wave basis set", Physical Review B, vol.54 (1996) 11169