

Example-based Deformation Techniques for 3D Character Animation

March 2013

Yusuke Yoshiyasu

主 論 文 要 旨

報告番号	甲	第	号	氏 名	吉安 祐介
主 論 文 題 目： Example-based Deformation Techniques for 3D Character Animation (3Dキャラクターアニメーションのための事例ベース変形技術)					
(内容の要旨) 3Dキャラクターアニメーションは、現代の映画産業において、新たな映像表現の創出のために不可欠な技術となっている。しかし、現在のアニメーション制作では、キャラクターモデルの姿勢の変化から表面の変形に至るまで、ほぼすべての挙動生成を3DCG専用のソフトウェアを用いて手作業で行うため、膨大な手間と時間がかかっていた。 本論文では、キャラクターアニメーション制作過程を簡素化し、手間を軽減する方法を研究した。これを実現するためには、キャラクターアニメーション制作過程に、(1)「変形のための準備の簡素化」、(2)「姿勢編集過程の簡素化」、(3)「作成したアニメーションの再利用」の3点を反映させる必要があると考えた。このため、複数の基本姿勢モデル群(事例モデル)を用意することで、リアルなアニメーションを効率的に作成できる事例ベース変形技術を核とし、(1)については、異なる姿勢や表情のスキャンデータから事例モデルを生成するテンプレートフィッティング手法を、(2)は、インタラクティブ編集と局所変形が可能な事例ベース変形手法を、(3)については、複数の身体パーツで構成されたキャラクターモデルに適用可能な変形転用手法を提案することで問題の解決を試みた。 第1章では、研究の背景と目的を述べ、従来技術の問題分析を行った。 第2章では、アニメーション分野の関連研究と本研究の位置づけを示した。 第3章では、(1)「変形のための準備の簡素化」を実現するために、異なる姿勢や表情のスキャンデータから事例モデルを生成する方法を提案した。この方法は、テンプレートと呼ばれるあらかじめ用意したメッシュモデルをスキャンデータにフィッティングする際に、等角写像に基づくスティフネス項を導入することで、変形時の三角メッシュの角度変化を最小化する。これにより、姿勢や表情が大きく異なるスキャンデータへのフィッティングのように、テンプレートが大きく変形する際にも、三角メッシュの形を維持でき、メッシュの折り重なりや極端なせん断変形を防ぐことができる。また、この特性から、出力モデルに対して、テクスチャマッピングも容易に実現できる。さらに、メッシュをスキャンデータに対して引き付けるための最近傍点の探索を、スキャンデータからテンプレートおよびテンプレートからスキャンデータの両方から行うことで、スキャンデータの凹みを捕らえ、スキャンデータの特徴をより忠実に再現できるようにした。 第4章では、(2)「姿勢編集過程の簡素化」を実現するために、インタラクティブ編集と局所変形が可能な事例ベース変形手法を提案した。表面のディテール再現性と計算効率を両立する多重解像度メッシュ表現を用いることで、頂点数の多いモデルでも、ユーザーのドラッグのみでキャラクターモデルをインタラクティブに変形できるようにした。また、ドラッグする頂点から離れるほど、滑らかに減衰するような重み付けを算出できるバイハーモニックウェイト法を用いて事例モデルの影響を局所的にとどめることで、ユーザーが望む部分のみ滑らかに変形できるようにした。さらに、隣接する三角形の相対回転行列を用いて事例モデルの曲率を表現することで、1回転以上のねじれにも対応できる大変形を可能にした。 第5章では、(3)「作成したアニメーションの再利用」を実現するためのハイブリッド変形転用手法を提案した。具体的には、ケージと呼ばれる疎なメッシュの内部空間を滑らかに変形できる空間変形法により、衣服など、身体に付随して動く複数パーツモデルを同時に疎変形し、その後、表面のディテール操作が可能な曲面変形法により各部を微調整する段階的変形手法を提案した。この方法を用いれば、既存のメッシュアニメーションの変形データを様々なパーツから成るキャラクターモデルに転用して、新たなアニメーションを簡便に作成できる。 第6章では、本論文の結論を述べ、今後の研究の展開について言及した。					

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Integrated Design Engineering	Student Identification Number 80745964	SURNAME, First name YOSHIYASU, Yusuke
Title Example-based Deformation Techniques for 3D Character Animation		
Abstract Three-dimensional character animation is vital in the current film production for creating novel visual effects. However, a large amount of labor and time has been required for this task, because most of the character's behaviors, ranging from facial expressions to body movements, are generated manually using 3D CG software. This dissertation studies methods for simplifying and reducing efforts that required for creating a character animation. To this end, it is necessary to incorporate the following three points to character animation: (1) simplification of preparation for deformation, (2) simplification of a posing process and (3) reuse of animation. This dissertation proposes deformation techniques to solve these problems based on the example-based animation approach that can generate realistic animation efficiently, by providing example models edited in believable poses prior to deformation. Chapter 1 describes the background and goal of this study and analyzes the problems of previous techniques. Chapter 2 surveys previous work in the computer animation field and shows the position of this dissertation in the field. In Chapter 3, to achieve (1) "simplification of preparation for deformation", the conformal template fitting technique is proposed to create example models from scanned data of different expressions and poses. The proposed conformal stiffness term can maintain shape of a triangle mesh and avoid self-intersections, even when the template is fitted to different expressions/poses, which requires large deformation. Also, from this characteristic, texture mapping to output models can be performed easily. In addition, by constructing the closest point term based on the scan-to-template and template-to-scan distance, concavities and features of scanned data are captured faithfully. In Chapter 4, to achieve (2) "simplification of a posing process", a character posing technique is introduced to achieve interactive editing and local deformation of the model, by just dragging a few vertices of the model called handles. By combining a linear surface deformation method that is able to manipulate surface details and a skinning approach that can achieve efficient deformation, edits on the model with a large number of vertices can be achieved at interactive rates. In addition, the proposed posing technique can confine the influence of example models to the region near the handle, using the bounded biharmonic weight computation algorithm that computes a weight whose magnitude falls off as the distance from the handle gets larger. Further, the proposed technique allows the user to achieve large deformation of the model by encoding example deformations using the relative rotation of adjacent triangles. In Chapter 5, to achieve (3) "reuse of animation", a hybrid deformation transfer method is proposed to transfer fine-scale deformations to multi-part character models. This technique combines a linear surface deformation method that is able to manipulate surface details and space deformation that can smoothly deform the space inside a coarse mesh called cage. This allows for the transfer of subtle deformation effects, such as muscle bulging and motions of clothing, to multi-part models. Chapter 6 concludes this dissertation and discusses future work.		