

Metoda analizy danych pomiarowych reprezentujących geometrię ciała człowieka w ruchu do zastosowań w animacji trójwymiarowej

Streszczenie

Niniejsza praca została poświęcona metodzie generowania animacji komputerowej wirtualnej postaci na podstawie analizy sekwencji skanów 3D ciała człowieka w ruchu. Opracowana metoda pozwala na uzyskanie animacji zawierającej zarówno ruch szkieletu jak i szczegółowe deformacje geometrii ciała, wynikające z aktywności mięśni, dynamiki ruchu oraz inercji tkanek. Przedmiotowy algorytm operuje na sekwencjach skanów 3D o wysokiej rozdzielczości przestrzennej i czasowej, w formie chmur punktów 3D bądź siatek trójkątów. Koncepcja opiera się na trzech etapach: śledzeniu szkieletu animacyjnego w sekwencji skanów 3D, obliczeniu map kształtu dla segmentów odpowiadających poszczególnym kościom szkieletu oraz deformacji siatki bazowej na podstawie uzyskanych map. Jedną z kontrybucji tej pracy jest zaaplikowanie metody Iteracyjnego Najbliższego Punktu wraz z ograniczeniami ruchu do problemu śledzenia pozy w sekwencji, co w dotychczasowych pracach było problematyczne. Wprowadzono pojęcie map kształtu, jako narzędzia reprezentującego lokalne deformacje segmentu ciała poprzez dwuwymiarową mapę odległości powierzchni postaci od środka przekształcenia parametrycznego. Przedstawiono dwa warianty konstrukcji map kształtu, poprzez uśrednianie oraz przez aproksymację za pomocą radialnych funkcji bazowych i porównano efekty uzyskane obydwoma metodami. Istotną właściwością przedstawionej koncepcji jest możliwość zmiany topologii i rozdzielczości siatki wyjściowej oraz topologii szkieletu animacyjnego dla poszczególnych sekwencji, bez konieczności czasochłonnego ponownego uczenia modelu. W pracy zawarto porównanie numeryczne i jakościowe obydwu wariantów metody w odniesieniu do obecnie wiodącej metody D-FAUST. Zaprezentowany algorytm uzyskuje niemal dwukrotnie mniejszy błąd odwzorowania geometrii niż konkurencyjna metoda.

Słowa kluczowe: skanowanie 3D, animacja komputerowa, śledzenie szkieletu, deformacja geometrii

Abstract

This thesis is dedicated to the method for generation of character computer animation based on an analysis of 3D scanning sequences of human bodies in motion. The method developed allows to obtain an animation containing both skeleton motion and high-detail deformations of the body surface geometry, resulting from muscle activity, the dynamics of the motion, and tissue inertia. The subject algorithm operates on a sequence of 3D scans with high spatial and temporal resolution, in the form of either 3D point clouds or triangle meshes. The conception consists in three stages: skeleton tracking in 3D scans sequence, computation of the shape maps for the segments corresponding to the respective skeleton bones, and template mesh deformation based on the shape maps obtained. One of the contributions of this work is the use of the Iterative Closest Point algorithm with motion constraints for pose tracking, which has been problematic so far. The term of shape maps was introduced, as a tool representing local deformations of the body segment using two-dimensional map of the distance from the surface to the center of a parametric mapping. Two variants of the algorithm for shape map construction were presented, the first one using value averaging, and the second one using radial basis function approximation. An important feature of the method is the possibility to change the topology and resolution of the output mesh and the topology of the animation skeleton in individual sequences without requiring time-consuming retraining of the model. The thesis includes a numeric and visual comparison of both variants with respect to the state-of-the-art method D-FAUST. The presented algorithm yields almost twofold better accuracy in shape mapping than the competing method.

Keywords: 3D scanning, computer animation, pose tracking, geometry deformation