

Построение параметрической модели головы человека по полигональному представлению

Максим Федюков, Александр Соболев
Факультет вычислительной математики и кибернетики
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
{mfedyukov, asobolev}@graphics.cs.msu.ru

Научный интерес к задаче компьютерного моделирования человеческого лица появился еще в 70-х годах прошлого века [1]. В последние годы с развитием сетевых сред виртуальной реальности становится актуальной задача параметрического моделирования лица человека.

Здесь и далее под *параметрической моделью лица* мы будем понимать набор числовых характеристик, определенным образом описывающих особые точки и/или черты лица и связи между ними.

На сегодняшний день основными используемыми параметрическими моделями, содержащими описание лица человека [2], являются:

- модели описания и анимации лица MPEG-4 FDP (face definition parameters) и MPEG-4 FAP (facial animation parameters) [3];
- стандарт анимации гуманоида H-Anim (ISO/IEC 19774 — Humanoid Animation) [4];
- язык разметки виртуального человека VHML (Virtual Human Markup Language) и, в частности, его подмножество — язык разметки анимации лица FAML (Facial Animation Markup Language) [5];
- модель телосложения человека LAD (Lindem avatar definition) [6].

Модели MPEG-4 FDP и H-Anim Joints описывают расположение особых точек лица. MPEG-4 FAP, H-Anim и FAML описывают анимацию особых точек лица. При этом, стоит отметить, анимация в FAML может основываться, например, на точках, описанных в стандартах MPEG-4 FDP или H-Anim.

Формат LAD же описывает черты лица, такие как ширина скулы, высота лба, разрез глаз и т. п. Каждый такой параметр представляет собой вещественное число от 0 до 1. С каждым параметром связан набор N вершин полигональной модели и набор N векторов смещения для каждой вершины.

В данной работе описана задача преобразования полигональной модели головы человека в параметрическую модель, описывающую черты лица. В экспериментах в качестве такой модели использовалась модель LAD.

При решении задачи получения параметрической модели, описывающей черты лица, полагаем, что у нас есть внешняя система, устройство которой неизвестно, но известна реакция на сигналы (т. н. «черный ящик») Ξ , которая берет на вход K параметров и выдает соответствующую им полигональную модель головы.

Мы же решаем обратную задачу: по полигональной модели получаем описывающий ее набор из K параметров для системы Ξ .

Таким образом, общая схема предлагаемого решения выглядит следующим образом.

На вход внешней системы Ξ подаются нулевые параметры. Сгенерированную таким образом полигональную модель будем называть *оригинальной моделью* \mathcal{O} .

Модель \mathcal{O} используется как базовая модель в системе моделирования полигональной головы человека по набору фотографий. Получаемую в результате полигональную модель будем называть *откалиброванной моделью* \mathcal{C} .

Проводится перебор параметров, каждый набор которых подается на вход системы Ξ . Получаемая в результате *трансформированная модель* \mathcal{T} сравнивается с откалиброванной моделью \mathcal{C} , и аргументы, соответствующие минимальному отклонению принимаются за искомым набор параметров $\alpha_1.. \alpha_K$.

Подбор параметров осуществляется методом градиентного спуска. Отклонение вычисляется с помощью взвешенного функционала невязки $F_{loss}(\alpha_1.. \alpha_K) = \sum_{i=1}^N \omega_i \|r_i^C - r_i^T\|$, где N — количество вершин моделей, $\omega_i = \nu_i \phi_i$ — вес или значимость соответствующей вершины, r_i^C — радиус-вектор, или вектор координат i -ой вершины откалиброванной модели \mathcal{C} , а r_i^T — радиус-вектор соответствующей вершины полигональной модели, полученной для данных параметров $\alpha_1.. \alpha_K$.

Результатом данной работы является реализованный алгоритм построения параметрической модели головы человека по полигональной. Веса ν_i , характеризующие важность вершины, позволяют избавиться от артефактов в наиболее значимых областях модели типа носа и менее чувствительно относиться к таким областям, как затылок. Веса ϕ_i , отражающие зависимость вершины от набора параметров $\alpha_1.. \alpha_K$, позволяют точно выставить те вершины, которые зависят от малого числа параметров. Данный подход применим к любым параметрическим моделям, обладающим описанными свойствами.

Список литературы

- [1] Frederic Ira Parke. Computer generated animation of faces. In *Proceedings of the ACM Annual Conference*, 1972.
- [2] Nadia Magnenat-Thalmann and Daniel Thalmann. *Handbook of Virtual Humans*, chapter Standards for Virtual Humans. John Wiley and Sons, 1998.
- [3] Jörn Ostermann. Animation of synthetic faces in mpeg-4. In *Computer Animation Proceedings*, 1998.
- [4] Iso/iec fcd 19774:2006, humanoid animation (h-anim) specification. http://www.h-anim.org/Specifications/H-Anim200x/ISO_IEC_FCD_19774/, 2006.
- [5] Simon Beard and Donald Reid. Metaface and vhml: A first implementation of the virtual human markup language. In *Autonomous Agents and Multi-agent Systems Proceedings*, 2002.
- [6] Avatar appearance description. https://209.221.141.68/wiki/Avatar_Appearance, 2008.