

## Анимация мимики 3D-модели лица на основе скелетной маски

**Чудимов Константин Сергеевич, студент**  
Новосибирский государственный технический университет

Основной задачей при анимации лица человека является отображение мимики. Под термином "миимика" понимается выразительные движения лицевых мышц, которые являются одной из форм проявления тех или иных чувств человека. У человека за мимику отвечает часть мускулатуры лица, называемая мимическими мышцами. Каждая мышца или группа мышц выполняет свои функции. В процессе сокращения этих мышц происходит смещение определенных участков кожи (изменяется выражение лица).

Для воссоздания мимики лица применяется множество методов. На заре анимации трехмерных объектов художники вручную перемещали вершины модели в каждом кадре. На смену этому пришли инструменты, с помощью которых стало проще деформировать поверхность модели, к примеру, кости, кластеры и решетки. К ним на смену пришел метод "морфинга", он считается наиболее подходящим для контролирования мелких деталей мимики.

При помощи морфинга можно создавать очень сложную анимацию лица. Он позволяет преобразовывать форму исходного объекта в форму другого — целевого объекта. Можно смешивать целевые объекты для получения новых.

Описанный метод отлично работает для создания анимации одной модели. Однако если требуется анимировать несколько моделей, то для каждой приходится делать свои собственные целевые объекты, при больших масштабах этот процесс будет долгим, и этот процесс невозможно автоматизировать.

В связи с этим был разработан новый метод анимации мимики 3D модели лица. Он основан на скелетном методе анимации. Как у настоящего лица каждая мышца присоединяется к коже в определенном месте, и ее напряжение изменяет форму только части лица, так в разработанном методе к поверхности лица модели присоединяются кости скелета анимации, которые отвечают за изменение определенной зоны. Данный подход требует создание скелета анимации — набора контроллеров, который необходимо сконфигурировать для определения степени влияния их изменений на определенное место поверхности. Однако вместо традиционного иерархического скелета предлагается использование скелетной маски. Каждая кость будет влиять только на поверхность в небольшой области вокруг нее. Ближайшие кости могут быть соединены между собой, если это необходимо для правильного движения поверхности модели.

Для управления мимикой лица модели при таком подходе будет использоваться перемещение суставов между костями скелета, которое будет влиять сразу на все области захватываемые соединенными костями. Перемещение одного сустава не должно влиять на положение других суставов, это действие только растягивает или сужает закрепленные в нем кости, сдвигая один из их концов в необходимое положение, при этом другой конец кости остается неподвижным.

Для управления анимацией с помощью описываемого подхода следует придерживаться следующей иерархии контроля движений между объектами управления: управляемая поверхность модели, кость, сустав, контроллер.

Каждый последующий объект иерархии управляет предыдущими. Как следует из описанной иерархии, на самом верхнем ее уровне стоит контроллер. Контроллер — это абстрактный объект, который позволяет управлять движениями сразу группы суставов. Этот прием удобен тем, что при хорошо детализированном скелете количество суставов будет большим, и придется перемещать каждый, даже для создания простейшего движения.

Предлагаемый подход будет лучше учитывать различные положения лица, так как при создании описанного выше скелета предполагается использовать зоны поверхности лица человека, к которым прикрепляются мышцы, движения которых приводят к движению кожи. При использовании данного подхода есть возможность добавлять и убирать кластеры в зависимости от сложности создаваемой анимации.

Основной целью костей скелета анимации является управление движением поверхности модели, поэтому необходимо правильно расположить кости и их соединения, чтобы это соответствовало анатомическому положению мышц. Опираясь на расположение лицевых мышц, которые отвечают за формирование эмоционального выражения лица, были выделены следующие зоны, в которых должны проходить кости скелета: брови и область вокруг орбиты глаз, веки, скулы, губы.

На рисунке 1 приведена схема расположения ключевых костей и суставов между ними, а также возможные направления их движения. Все ключевые суставы обозначены крестиками в кругах. Как можно заметить, для век выделен лишь один сустав, хотя для плавного движения века необходимо больше одной кости. Это объясняется тем, что выделенный сустав является единственным, движением которого можно управлять, остальные будут двигаться в зависимости от него.

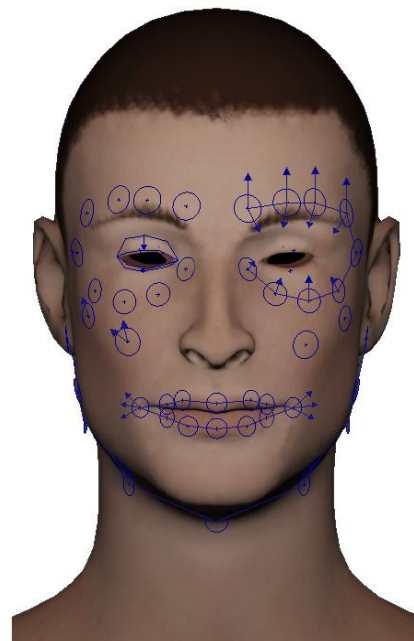


Рис. 1. Положение костей скелета анимации (вид спереди)

Стрелками указаны направления движения суставов. Например, брови у человека могут двигаться при сокращении, как лобных мышц, так и круговой мышцы глаза, поэтому движение суставов в районе брови показано вверх и вниз. Отдельное внимание стоит уделить уголкам губ. В мышечной системе лица реального человека к мышечным узлам, которые располагаются в уголках губ прикреплено более шести мышц, которые при сокращении могут двигать узел в свою сторону. Поэтому данный сустав является одним из самых подвижных во всем скелете.

Движение челюстью не является изменением положения только одно небольшого участка поверхности модели, помимо передвижения большого участка поверхности нижней челюсти в дополнение должна перемещаться нижнее содержимое полости рта. Поэтому для движения нижней челюсти необходимо создавать костный каркас, который будет охватывать всю нижнюю челюсть, начинаясь в точке "А", как показано на рисунке 2. Каркас огибает полностью всю челюсть и захватывает поверхность полости рта.

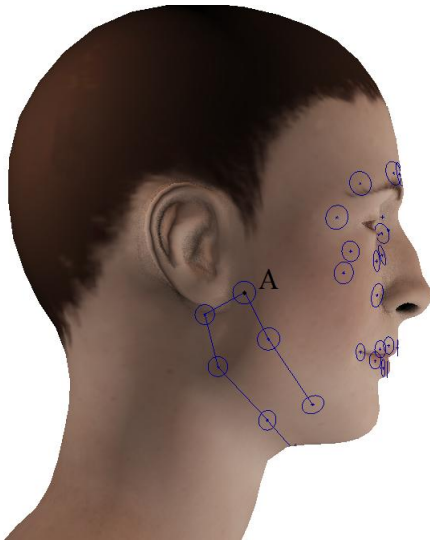


Рис. 2. Положение костей скелета анимации (вид справа)

Управление направлением взгляда модели предлагается не отдавать под управление скелета, так как в данном случае нет необходимости деформировать поверхность модели. Глаза в правильно построенных моделях являются отдельными объектами, поэтому есть возможность управлять направлением взгляда при помощи поворота объекта, представляющего собой глазное яблоко. Для этого можно использовать отдельные контроллеры, которые будут указывать направление взгляда каждого глаза. Для синхронного движения глаз возможно создание объединяющего контроллера, который будет представлять собой абстрактный объект, на который направлен взгляд модели.

К достоинствам предложенного подхода можно отнести подход к созданию скелета анимации модели отличного от традиционного иерархического скелета. Создание скелетной маски для мимики модели позволяет располагать кости в тех местах, где проходят мышцы, следовательно, имеется возможность задавать движение поверхности так, как это происходит при сокращении мышц. Поверхностный скелет позволяет добиться более реалистичного взаимодействия между соседними участками "кожи" модели посредством соединения соседних костей.

Подход предполагает использование базового скелета для различных моделей, это означает что количество костей в скелетах разных моделей одинаковое. Также примерно одинаковым будет и расположение скелетной маски на лице модели. Использование одинаковых базовых скелетов в перспективе развития предлагаемого подхода анимации позволит создать инструментарий для автоматизированного управления мимикой модели. В дополнение движения одного скелета будет возможно использовать для аналогичного скелета другой модели.

Одной из особенностей предлагаемого метода является возможность расширения скелета модели, если это необходимо для художника. Базовый скелет не учитывает всех возможных выражений лица, он хорошо отвечает только за положение бровей, глаз, век и губ. Художник может создать свои кости, задать их влияние на поверхность и соединить при необходимости с уже существующими суставами скелета.

#### Литература:

1. Методы анимации лица. Мимика и артикуляция / Флеминг Б., Доббс Д.: Пер. с англ. — М.: ДМК Пресс, 2002. — 336 с.
2. Human anatomy for artists: the elements of form / by Eliot Goldfinger: — Oxford University Press, 1991. — 359p.