

ние энергии удара при приземлении, функцию жесткого рычага для передачи вращательного момента вышележащим сегментам, перераспределение и смягчение ротационных усилий вышележащих сегментов.

Механика подошвы и функции подошвы в различные фазы шага – различны. Если в фазу амортизации основная задача подошвы – смягчение удара при контакте с поверхностью, то в период опоры на всю подошву – ее задача – перераспределение энергии для эффективно-го выполнения следующей фазы – отталкивания от опоры. Эта фаза ставит перед подошвой задачу передачи лежащим выше сегментам силы реакции опоры.

Рассматривая процесс ходьбы, мы видим, что первый пик нагрузки получается из контакта наружного отдела пятки с опорой, этот пик находится в первой фазе, в фазе переднего толчка. По мере переката через пятку нагрузка перемещается более на медиальный отдел пятки. Затем, нагрузка перемещается последовательно на 5, 4, 3 и затем вторую плюсневую кость. Это характерно для фазы опоры на всю стопу. И в фазе отталкивания, в фазе опоры на передний отдел, нагрузка перемещается на первую плюсневую кость и большой палец ноги. Подгибание первого пальца и отталкивание от опоры завершает опорную фазу шага. Подошва отрывается от опоры. Результирующая, полученная при сложении всех сил, которые формируются при приземлении, опоре и отталкивании, выглядит в виде двугорбой кривой. Здесь следует отметить, что силы, определяющие реакцию опоры, имеют различное направление. Если при приземлении, силы гравитации и инерции направлены вниз, то при отталкивании сила активного сокращения мышц и инерции тела – вверх. При приземлении ноги мышцы работают в уступающем режиме и гасят энергию удара. Для реализации этого механизма необходима трансформация поступательного движения во вращательное.

Исходя из сказанного выше, можно сделать следующие выводы:

- в процессе эксплуатации обуви подошва подвергается значительным динамическим воздействиям, которые в некоторые моменты могут в 2,5 раза превышать массу тела человека;
- в течение дня подошва выдерживает от 2 000 до 6 000 циклов нагружений;
- с точки зрения биомеханики подошва выполняет функции адаптации к неровностям поверхности, поглощения энергии удара при приземлении, перераспределение и смягчение ротационных усилий вышележащих сегментов, а так же функцию жесткого рычага.

УДК 685.34.016:004

### **ПОСТРОЕНИЕ 3D-МОДЕЛИ КОЛОДКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЕЁ БЕСКОНТАКТНОГО ОБМЕРА**

*А.А. Лаптев, аспирант, С.В. Родэ, профессор  
Московский государственный университет дизайна и технологии,  
г. Москва, Российская Федерация*

Для бесконтактного обмера тел со сложной формой поверхности была создана специальная установка, состоящая из лазерного планшета, подставки для колодки, цифровой фотокамеры и источника постоянного тока. С помощью этой установки получили фотографии обувной колодки с разных сторон ее наблюдения. В результате специальной программной обработки фотографий была воспроизведена пространственная модель объекта исследования.

Конструкция установки позволяет изменять геометрию лазерных лучей (сферическая, линейная, плоскостная), однако, наряду с достоинствами такая возможность имеет и некоторые недостатки. При использовании сферической геометрии лучей мы столкнулись с ограниченной областью исследования объекта, зафиксированной на снимке. Возможно решение этой задачи путем изменения расстояния между объектом и планшетом, но в этом случае мы наблюдаем не-

большое количество световых пятен на объекте, что непосредственно сказывается на точности воспроизведения готовой модели.

Нами были предприняты попытки найти дополнительные программные методы получения трёхмерной модели колодки. Во внимание были приняты программные продукты, имеющие возможности внутренней калибровки цифровой фотокамеры, достаточно обширный интерфейс для работы с полученными изображениями, поддерживающие импортирование в графические оболочки.

В результате проведения краткого анализа программного обеспечения для создания трёхмерных моделей из фотографий были выявлены два класса программ.

Первый класс включает в себя программы, позволяющие создавать так называемые псевдо-трёхмерные модели.

Другой подход обеспечивает создание настоящих трёхмерных моделей, которые можно экспортировать в популярные 3D-форматы и в дальнейшем продолжить их обработку в программах трёхмерного моделирования.

В обоих случаях основой моделей является набор фотографий (количество снимков, как правило, не меньше восьми) и зависит от используемого программного обеспечения и желаемого результата.

Настоящие трёхмерные модели могут быть созданы совершенно иным способом: с помощью особых встроенных алгоритмов преобразуют двумерную информацию, содержащуюся в фотографиях, в точно рассчитанные трёхмерные точки, линии и плоскости и генерируют полигональную модель, а затем осуществляют ее текстурирование. При этом далеко не все операции полностью выполняются в автоматическом режиме, нередко требуется подключение пользователя. Однако удобнее и быстрее получить их в более узкоспециализированных приложениях, таких как 360 Degrees Of Freedom 3D, 3D Photo Builder Professional, Easypano Modelweaver и т.п. Генерация псевдотрёхмерных моделей процесс достаточно быстрый, простой и не требующий какой-то специальной подготовки.

Для построения сеточной модели достаточно 15-20 фотоснимков исследуемого объекта, при этом камера не должна менять своего положения, а объект должен находиться в фокусе фотокамеры. После загрузки фотографий как в автоматическом, так и ручном режиме, необходимо указать маску для каждого снимка, т.е. отделить объект от фона.

Генерация сеточного каркаса объекта не занимает много времени и обычно длится не более 2 мин, по желанию оператора есть дополнительные функции по наложению текстуры, добавлению теней, изменению освещения. Для дальнейшей работы полученную модель можно импортировать в 3D Studio Max, 3D Som Java Viewer, 3D Som Flash Viewer и многие другие приложения.

Проведя серию экспериментов нам удалось воспроизвести сеточную модель колодки.

Таким образом, нами найдена возможность воспроизведения пространственной формы объекта со сложной поверхностью при её бесконтактном обмере.

Полученные результаты дают возможность определения геометрических параметров (длину контура, периметр) выбранного сечения объекта.