

УДК 343.98

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СУДЕБНОЙ БАЛЛИСТИКИ В СВЕТЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ФИКСАЦИИ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

© 2019

А. В. Полякова

Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Статья посвящена перспективным направлениям использования методов трехмерного сканирования и моделирования в ходе осмотров мест происшествий, связанных с применением огнестрельного оружия, а также при производстве судебно-баллистической экспертизы. Проанализирован зарубежный опыт в данной области, приведены разработки по использованию компьютерного моделирования, систем конечно-элементного анализа при производстве баллистической экспертизы.

Ключевые слова: 3D-моделирование, компьютерная модель, автоматизированные баллистические идентификационные системы, конечно-элементный анализ, судебно-баллистическая экспертиза.



А. В. Полякова

Аспирант кафедры судебной экспертизы
юридического факультета
Национального исследовательского
Нижегородского государственного университета
им. Н.И. Лобачевского

Разработка и совершенствование средств, методов и методик экспертной деятельности не только относится к задаче общей теории судебной экспертизы, но и касается каждой теории отдельного рода и вида судебной экспертизы. Современные компьютерные технологии по моделированию объемных объектов в трехмерном пространстве и их дальнейшей печати находят все более широкое применение при фиксации и исследовании объектов судебной экспертизы как в России, так и за рубежом.

Имеется большое количество отечественных и зарубежных исследований, касающихся применения трехмерных технологий не только в рамках антропологических и судебно-медицинских исследований, но и их использования при фиксации следов человека на месте происшествия. Подчеркивается эффективность технологий лазерного 3D-сканирования при фиксации различных следов: следов обуви, босых ног, рук, зубов¹. Кроме того, имеются зарубежные исследования, посвященные использованию 3D-технологий при работе со следами протекторов шин и другими следами на мягких, хрупких поверхностях, изъятие следов с которых в силу возможного разрушения их вызывает значительные затруднения при применении традиционных технико-криминалистических приемов и методов.

Второе направление представляет собой использование методов, основанных на 3D-технологиях, в практике производства судебных экспертиз для

проведения сравнительных исследований, ситуационного моделирования и иллюстрации выводов эксперта². Анализ и реконструкция криминалистически значимых событий, таких как дорожно–транспортные происшествия, нападения и убийства, основаны на изучении внешних и внутренних морфологических признаков повреждений на различных поверхностях. Для реализации этого подхода высокотехнологичные методы приобретают все большее значение в судебной экспертизе.

К такого рода методам можно отнести компьютерное моделирование. Существует несколько точек зрения на содержание дефиниции «компьютерная модель». Компьютерную модель рассматривают:

1) как условный образ объекта или некоторой системы объектов (или процессов), описанный с помощью взаимосвязанных компьютерных таблиц, блок-схем, диаграмм, графиков, рисунков, анимационных фрагментов, гипертекста и т. д. и отображающий структуру элементов объекта и взаимосвязи между ними. Компьютерные модели такого вида называются структурно–функциональными³;

2) как программу или программный комплекс, позволяющий с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов воспроизводить (имитировать) процессы функционирования объекта, системы объектов при условии воздействия на объект различных, как правило, случайных, факторов. Такие модели называются имитационными⁴.

Моделирование объекта включает в себя следующие категории: геометрию (техники построения моделей); материалы (информация о визуальных свойствах моделей); источники света (настройка направления и мощности освещения); виртуальные камеры (выбор точки и угла построения проекции); силы и воздействия (анимация), дополнительные эффекты.

В программах 3D–моделирования существует несколько различных типов построения трехмерной модели:

1. Моделирование на основе примитивов. Под примитивами понимают простейшие геометрические формы (например, куб, сфера, пирамида). При визуализации такие объекты преобразуются в многоугольники, при этом получаемая поверхность выглядит намного более гладкой за счет специальных алгоритмов закраски.

2. Моделирование на основе сечений. Сечения представляют собой двухмерные объекты, плоские

формы. Построение объектов на основе сечений заключается в «натягивании» поверхности на произвольные сечения.

3. Моделирование на основе использования булевых операций. Модели создаются путем добавления, вычитания и пересечения перекрывающихся друг друга поверхностей.

4. Поверхностное моделирование основано на создании произвольных поверхностей. При создании различных поверхностей используются следующие виды моделирования:

– многоугольные (полигональные) каркасы, редактируемые сетки – это сложные модели, созданные из множества многоугольных поверхностей, которые сглажены в процессе визуализации. В основе полигонального моделирования лежит манипулирование непосредственно вершинами, ребрами и гранями построений;

– лоскутки, которые строятся на основе сплайнов (гладких кривых) и могут изменяться с помощью контрольных точек. Образующие сплайны располагаются по краям создаваемой поверхности;

– неоднородные рациональные B–сплайны – вид моделирования, предназначенный для создания плавных форм и моделей на основе специального математического аппарата. С помощью управляющих вершин, в отличие от лоскутного моделирования, можно воздействовать на любую локальную область поверхности. Данный вид с успехом применяется для создания моделей животных и людей;

– моделирование поверхности по сплайновой сетке. В данном виде создается совокупность сплайнов, которая представляет собой своеобразный каркас, на основе которого в последующем формируется необходимая поверхность.

На этапе текстурирования поверхности модели получают вид реальных материалов. В любой программе 3D–моделирования существует так называемый редактор материалов, который содержит как готовые наборы материалов, так и инструменты, с помощью которых разрабатываются собственные материалы. В процессе создания материалов используются карты текстур, представляющие собой в простейшем виде растровые изображения реальных объектов. Данные карты находят применение при получении рельефа и объемности поверхности модели на основе создания разности яркости цветов.

Создание, направление и настройка виртуальных источников света предназначены для акцентирования на свойствах сцены, выполненной в результате мо–



Рис. 1. Построение предполагаемых положений «потерпевший – подозреваемый», которое показывает, каким образом мог быть произведен выстрел и как располагались участники события в этот момент. Реконструкция поможет визуализировать положение системы «потерпевший – подозреваемый» сбоку и сверху и тем самым установить их фактическое положение⁵

делирования и использования материалов. Одной из важнейших задач трехмерного моделирования является получение реалистичного конечного изображения. Визуализация является заключительным этапом работы над моделью. На данном этапе математическая модель превращается в форму, доступную для визуального восприятия, что получило название рендеринг. Только на данном этапе производится визуализация всех свойств материалов объекта, источников света, эффектов внешней среды, которые были внесены в состав сцены.

В зарубежной литературе указывается на применение в качестве подходящего средства фиксации и исследования поверхностей тела человека, нанесенных повреждений в целях установления орудия, оставившего следы, а также реконструкции хода события системы оптической бесконтактной 3D-оцифровки (сканирования). Дополнением к поверхностной фиксации используются методы визуализации внутренних повреждений в поперечных сечениях, полученных с помощью многослойной компьютерной томографии (МСКТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ). Эти данные затем объединяются в 3D-модель тела потерпевшего/умершего. Само место происше-

ствия также фиксируется трехмерным сканированием и фотограмметрической съемкой и включается в 3D-реконструкцию.

Трехмерные лазерные сканеры позволяют генерировать миллионы 3D-точек. Лазерный 3D-сканер посылает лучи в среду исследования, вращаясь по горизонтали под углом до 360° и по вертикали под углом до 310°. Объекты сканирования отражают лучи лазера, и сканер измеряет расстояния и углы и вычисляет 3D-координаты миллионов точек поверхности. В 3D возможно захватить до 500000 измерений в секунду. Дальность действия лазерных сканеров может составлять 300 м. С помощью фотограмметрии и лазерного сканирования создается 3D-модель геометрии места происшествия, с размещением всех объектов, имеющих значение для дела. В данную модель возможно импортировать модели внешних и внутренних повреждений на теле умершего, модель подозреваемого лица. При этом каждая модель может быть перемещена и двигаться в реконструкции. Перемещение и вращение трехмерных моделей позволяет сравнивать повреждения с предполагаемыми орудиями совершения преступления, устанавливая при этом возможные положения жертвы во время

удара, выстрела. В результате будет установлено фактическое положение тела жертвы во время нанесения повреждений.

В трехмерном месте происшествия создается виртуальная камера, которая имеет точно такое же фокусное расстояние, положение и направление визирования, как у реальной камеры. На реальную фотографию накладывается 3D-модель места происшествия. Теперь измерения можно произвести на фотографии, а также разместить на ней в соответствующих положениях 3D-модели лиц или участвующих объектов, что окажет содействие в проверке механизма совершения преступления.

Как и любая перспективная область компьютерных технологий, трехмерное моделирование представлено весьма обширным набором программного обеспечения. Разработаны пакеты программного обеспечения, которые ориентированы на узкую сферу использования трехмерной графики: от создания спецэффектов в кино- и телеиндустрии, анимации персонажей, создания компьютерных игр, фотореалистичной визуализации и производства полнометражных компьютерных фильмов до проектирования объектов инженерной сферы. Также существует программное обеспечение, обладающее универсальным характером. Так могут быть использованы такие универсальные пакеты 3D-моделирования и анимации, как Maya, Autodesk 3ds Max. Данные программы представляют собой полнофункциональные профессиональные программные системы для создания и редактирования трехмерной графики и анимации, разработанные компанией Autodesk. Они располагают обширными средствами для создания разнообразных по форме и сложности моделей с использованием разнообразных техник и механизмов: моделирование осуществляется с использованием встроенных библиотек стандартных параметрических объектов и модификаторов.

Преимущества использования 3D-методов в судебной баллистической экспертизе при решении задач идентификации огнестрельного оружия по следам на снарядах и гильзах нельзя отрицать. Качество изучаемых в ходе экспертизы общих и частных признаков, а также дальнейшего сравнительного исследования детерминировано характеристиками сканирующего устройства, реализованного в автоматизированных баллистических идентификационных комплексах. АБИС последнего поколения имеют возможность получения 3D-изображений, что позволяет не только повысить информативность и качество

полученных изображений, но и более точно производить поиск объектов с идентичными признаками. К существующим системам трехмерной баллистической визуализации относятся АБИС Trax3D, EvoFinder и ALIAS, которые содействуют экспертам в объективизации и эффективности сравнения признаков в следах наряду с использованием сравнительного микроскопа. Подчеркивается возможность работы в более широком поле зрения, с анализом профилей и глубины оцениваемых следов, их сравнение с цифровыми данными. Ранее мы уже касались исследований в области использования современных автоматизированных баллистических идентификационных систем, позволяющих производить запись 3D-разверток пуль и гильз⁶.

Исследование деформаций пуль при прохождении канала ствола может быть обеспечено при использовании программных систем конечно-элементного анализа (ANSYS, COSMOS, ABAQUS, NASTRAN), которые могут использовать модели, построенные в таких CAD-программах, как «Компас-3D», AutoCAD, Autodesk 3ds Max. Использование данных систем позволяет изучать условия конкретного выстрела и делать выводы о состоянии канала ствола. Аналитические методы решений задач с помощью ANSYS представляют широкий спектр изучения физических характеристик: напряжение, деформации, вибрационные процессы, реакции от усилий, остаточные деформации. Для получения точных ответов моделирование должно учитывать все аспекты взаимодействия между различными частями рассматриваемой модели. Удобная библиотека материалов позволяет работать с любой моделью, включая сложные композиционные материалы. Расчетные инструменты ANSYS позволяют работать со сложными многокомпонентными сборками и оценивать влияние каждого компонента на работу узла в целом с учетом различных типов контактных элементов. ANSYS предоставляет широкий выбор нагрузок и граничных условий, что позволяет с высокой степенью точности прогнозировать работу изделия в реальных условиях эксплуатации.

Серьезные работы по использованию данных систем были проведены в Санкт-Петербургском национальном исследовательском университете информационных технологий, механики и оптики. В работе Т.А. Додашвили приведены вычисления и процесс моделирования деформации пули в канале ствола нарезной пружинно-поршневой винтовки и деформации пули стрелкового огнестрельного оружия (на примере пули калибра 7,62 мм к пистолету конструк-

ции Токарева ТТ обр. 1930 г.) на основании имеющихся корреляционных зависимостей деформаций пули и характеристик, сопровождающих выстрел в канале ствола.

Также программные системы конечно–элементного анализа могут быть использованы в случае, если на экспертизу не поступает само оружие, в силу чего возможно построение моделей образования следов канала ствола с целью выявления наиболее вероятной. В частности, указанные исследования могут быть применены и будут иметь важное значение в моделировании выстрела из самодельного и переделанного оружия.

За рубежом появилось такое понятие, как 3D Printed Evidence, то есть изготовление точных копий или масштабированных моделей доказательств, которые также помогают сотрудникам правоохранительных органов в процессе раскрытия и расследования преступлений для установления картины произошедшего⁷. Данные модели послужат отличным иллюстративным материалом заключения эксперта при демонстрации своих выводов и дачи ответов на интересующие стороны и суд вопросы. Распечатанный макет места происшествия способствует объективизации восприятия информации в судебном заседании о произошедшем преступлении и приведет к установлению всех его элементов, механизма и взаимосвязей отдельных обстоятельств.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что высокие темпы математизации и компьютеризации судебно–экспертной деятельности открывают широкие возможности для применения программного и технического потенциала сканирующих устройств и программного обеспечения получения трехмерных изображений различных объектов, например огнестрельного оружия, следов его применения на месте происшествия в целом и на отдельных его элементах. Использование лазерного сканирования предельно просто и позволяет провести первоначальные исследования трехмерных данных непосредственно в ходе осмотра места происшествия. Полученные изображения и модели могут быть вовлечены в процесс решения идентификационных и диагностических задач судебно–баллистической экспертизы. Однако его применение связано с необходимостью обладания сотрудников правоохранительных органов знаниями, умениями и навыками

работы с различными компьютерными программами и техническими средствами получения трехмерных изображений.

Получение и хранение в электронном виде полученной информации в реальном масштабе и цвете служит длительному сохранению доказательств. Они могут быть изучены в любой момент расследования преступления. Виртуальная трехмерная реконструкция, которая является синтезом всех зафиксированных на месте преступления объектов, окажет помощь в получении новой информации о криминальном событии и более объективном представлении результатов в судебном заседании. ■

Библиографический список

1. Accident or homicide–virtual crime scene reconstruction using 3 D methods / Buck U., Naether S., Räss B., Jackowski C., Thali M.J. // Forensic Science International. 2013. Vol. 225. № 1/3. P. 75–84 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073812002587> (дата обращения: 12.06.2019).
2. Forensic uses of 3D printing // Forensic. On the Scene and in the Lab [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forensicmag.com/article/2013/06/forensic-uses-3d-printing> (дата обращения: 12.06.2019).
3. Komar D.A., Davy–Jow S., Decker S.J. The use of a 3–D laser scanner to document ephemeral evidence at crime scenes and postmortem examinations // Journal of Forensic Sciences. 2012. Vol. 57. № 1. P. 188–191.
4. Puentes K., Taveira F., Madureira A.J. et al. Three–dimensional reconstitution of bullet trajectory in gunshot wounds: a case report // J. Forensic Leg. Med. 2009. 16. P. 407–410.
5. Subke J., Haase S., Wehner H.D., Wehner F. Computer aided shot reconstructions by means of individualized animated three–dimensional victim models // Forensic Sci. Int. 2002. 125. P. 245–249.
6. Лузина Л.И. Компьютерное моделирование: Учебное пособие. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2001. 105 с.
7. Паничев В.В., Соловьев Н.А. Компьютерное моделирование: Учебное пособие. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. 130 с.
8. Юматов В.А., Полякова А.В. Возможности идентификации нарезного огнестрельного оружия по следам на деформированных пулях // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2018. № 6. С. 169–175.

¹ Komar D.A., Davy–Jow S., Decker S.J. The use of a 3–D laser scanner to document ephemeral evidence at crime scenes and postmortem examinations // Journal of Forensic Sciences. 2012. Vol. 57. № 1. P. 188–191.

² Puentes K., Taveira F., Madureira A.J., Santos A., Magalhaes T. Three–dimensional reconstitution of bullet trajectory in gunshot wounds: a case report // J. Forensic Leg. Med. 2009. 16. P. 407–410; Subke J., Haase S., Wehner H.D., Wehner F. Computer aided shot reconstructions by means of individualized animated three–dimensional victim models // Forensic Sci. Int. 2002. 125. P. 245–249.

³ Лузина Л.И. Компьютерное моделирование: Учебное пособие. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2001. С. 6.

⁴ Паничев В.В., Соловьев Н.А. Компьютерное моделирование: Учебное пособие. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. С. 6.

⁵ Accident or homicide–virtual crime scene reconstruction using 3 D methods / Buck U., Naether S., Räss B., Jackowski C., Thali M.J. // Forensic Science International. 2013. Vol. 225 № 1/3. P. 75–84 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073812002587> (дата обращения: 12.06.2019).

⁶ Юматов В.А., Полякова А.В. Возможности идентификации нарезного огнестрельного оружия по следам на деформированных пулях // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2018. № 6. С. 169–175.

⁷ Forensic uses of 3D printing // Forensic. On the Scene and in the Lab [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forensicmag.com/article/2013/06/forensic–uses–3d–printing> (дата обращения: 12.06.2019).

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF FORENSIC BALLISTICS IN THE LIGHT OF THE USE OF MODERN METHODS FOR RECORDING FORENSIC INFORMATION

A. V. Polyakova

Postgraduate student of the Department of Forensic Science at the Law Faculty
of the Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

This article discusses some promising areas of using the methods of three–dimensional scanning and modeling during inspections of crime scenes involving the use of firearms and during forensic ballistic examination. Foreign experience in this field is analyzed, examples of the use of computer modeling and systems of finite element analysis in ballistic examination are described.

Keywords: 3D–modeling, computer model, automated ballistic identification systems, finite element analysis, forensic ballistic examination.