

Использование 3D-моделей для обучения операторов РТУ навыкам обнаружения опасных предметов и веществ



Ю. М. Волынский-Басманов,
канд. техн. наук,
профессор, директор
НУЦ «АБИНТЕХ»



А. Ю. Федоров,
старший научный
сотрудник,
НУЦ «АБИНТЕХ»

Операторы, занятые на рентгено-телевизионных установках (РТУ), нуждаются в развитии специфического восприятия, позволяющего им обнаруживать опасные предметы и вещества, недопустимые к проносу или провозу. Тренировка таких навыков, опирающихся на восприятие трёхмерных объектов, более эффективна, чем простое запоминание двумерных изображений. К тому же в последнее время появилась аппаратура, позволяющая воспринимать несколько проекций теневого изображения. Новый подход к обучению операторов РТУ основан на базовых положениях теории восприятия.

В настоящее время обучение операторов интроскопов основано на выявлении характерных особенностей плоского теневого изображения на экране предметов, не предназначенных для провоза (проноса). Ввиду плоскостного характера изображения на экране воспринимать структуру просвечиваемого предмета довольно затруднительно. Использование же в обучении объёмных теневых моделей просвечиваемых предметов, на наш взгляд, значительно повышает способность к различению опасных и неопасных предметов.

Наше восприятие окружающего мира почти на 90 % формируется зрением – теми образами, которые мы видим. Большею частью эти образы объёмны; именно это позволяет нам замечать взаимные положения предметов, их сравнительные масштабы, оценивать дистанции и т. д. Особенность объёмного зрения – бинокулярность – стала основой искусства, науки, инженерных приложений и самой обыденной практики.

Подавляющая часть хранимого визуального фонда – графика (картины, рисунки, фотографии и пр.), кино/видео, игры и другие продукты мультимедиа – представлена плоскими/двумерными образами: наблюдение такого контента не воспринимается ёмкой сценой, не сопровождается сенсорными признаками зримой глубины (стерео)изображения. В настоящее время использование

анаглифической технологии (стереоочков), бирастровых пластинок, SS-пластин проекта StereoStep, методов голографии позволяет создавать стереоизображения объёмных предметов.

Под 3D-технологиями в обобщённом смысле будем понимать как создание и использование анимированных компьютерных 3D моделей на плоском экране, так и стереоэффекты объёмного изображения неподвижных и движущихся предметов. Возможно также использование стереопоказа анимированных 3D моделей. Для обучения операторов РТУ такого рода стереопоказ обладает как преимуществом – глубиной, так и существенным недостатком – нечеткостью показа цветов на теневом изображении. Попробуем выявить преимущества показа объёмных предметов без стереоэффекта, но с учетом динамических возможностей 3D-моделей.

Рассмотрим целесообразность использования объёмных 3D-моделей для обучения эффективному распознаванию, учитывая психофизиологические механизмы зрения человека. Обучение распознаванию включает в себя развитие объёмной памяти для изучения, осмысленного запоминания элементов структуры строения объекта и идентификацию предмета в случайном контексте. Здесь цель – не зрелищность преподнесения объектов, а постижение структуры, что не соответствует основной задаче стереопоказа. Обучение должно включать в себя элементы ин-

терактивности и анимации, чтобы на плоском экране проективное изображение отвечало достоинствам объёмного показа. Анимированная модель (допустим, просто вращение и удаление-приближение) уже даёт объёмное восприятие с адекватным показом цветов.

В зависимости от задания моделью можно манипулировать (например, разбирая и собирая по деталям, показывать срезы и т. д.). Наличие большого числа моделей, возможность в любой момент перейти к плоскому 2D-изображению, адекватность подхода психофизиологическим особенностям зрения человека позволяют надеяться на эффективность метода.

Обоснование метода

Сформированная цель обучения – путём тренировочных упражнений развить зрительное восприятие оператора, чтобы от плоскостного черно-белого и цветового зрения перейти к объёмному восприятию, активизировать те нейронные сети его мозга, которые до сих пор не принимали большого участия в усвоении воспринятой информации.

Окружающий мир отражается на поверхности сетчатки глаза, поэтому зрение основано на плоскостных образах, восприятие же объёмности окружающего мира (модели на экране) является результатом работы воображения, визуального мышления и свойством адаптации к окружающей среде. В трехмерных средах, которые показаны на плоских двухмерных экранах, мы видим только двухмерные проекции трёхмерных образов. Пользователь сам должен выводить геометрические свойства и пространственные отношения. Статические образы могут быть трудны для понимания. Стереобозрение помогает глубинному восприятию, но для полного охвата сложного экранного изображения лучше дать возможность пользователю свободно двигаться зрительно вокруг объектов путём манипулирования виртуальной камерой. Поэтому в учебном процессе необходима реализация соответствующего пользовательского интерфейса.

По Гибсону, зрительную фиксацию нельзя сравнивать со снимком [4]. У глаза нет затвора, он сканирует всё поле обозрения. Из потока оптической стимуляции зрительная система осуществляет выборку объекта. Воспринимаются места, объекты, вещества, события, которые представляют собой изменения, происходящие с объектами.

Воспринимающий извлекает инварианты структуры из потока оптической стимуляции, не переставая в то же время замечать сам поток. То, что мы видим, не ограничивается только тем, что мы видим сейчас. Перспективный облик внешнего мира в данный момент времени просто задан местом наблюдателя, в котором он сейчас находится.

Состояние воспринимающей системы изменяется, когда она настраивается на информацию определённого рода. Система становится более чувствительной, различия, которые раньше оставались незамеченными, теперь отчетливо видны, неясные прежде детали становятся ясно различимыми, отчетливыми. Вообще зрительно воспринимать – значит осознавать поверхности окружающего мира и себя в этом мире. Существенной для процесса осознания является взаимосменяемость скрытых и открытых поверхностей (это особенно актуально для оператора РТУ). Процесс полного осознания поверхностей распространяется на их компоновку (структуру), на вещества, из которых они состоят (в нашем случае – теневое изображение), на события, в которых они участвуют (в нашем случае – движение виртуальной камеры или самого предмета).

Восприятие неразрывно связано с постижением. Зрительное восприятие – это осознание устойчивой структуры. Познание – это прежде всего расширение процесса восприятия. Понимание, расширенное за счёт дополнительных средств (технических, программных), включает все способы извлечения информации из стимульного потока. Обучающийся должен слышать речь, чтобы извлечь содержание сообщения, видеть рисунок или надпись, манипулировать инструментами, чтобы извлечь информацию.

Зрительные ощущения воспринимаются человеком «крупными блоками», в терминах инвариантов, устойчивых к определённым преобразованиям. Целостная непрерывная «фотографическая» картина генерируется при этом уже из такого инвариантного восприятия, из сенсорного потока («распознаются образы»). Именно поэтому не соответствующие реальности художественные картины легко распознаются глазом как вполне соответствующие, ибо глаз (зрительная система) в этих случаях воспринимает непосредствен-

но инварианты изображения, которые уцелели в преобразованиях.

Следует отметить, что стереоизображение при всей выигрышности в зрелищности показа предметов накладывает ограничения на его использование в учебном процессе. При некоторых технологиях глаза быстро утомляются, а при длительном просмотре существует опасность снижения бинокулярности зрения. К неудобству использования анаглифических очков добавляется также нечёткость выявления цветовых оттенков. По мере развития 3D-технологий можно надеяться на уменьшение таких неудобств. Современные технологии позволяют переводить 3D-формат на экране в анаглифическое и растровое стереоизображение.

Особенности обучения операторов РТУ

Сознательное и бессознательное использование тренируемой избирательности зрительной памяти позволит существенно экономить силы и здоровье оператора. Часто оператор не может определить подозрительный предмет только потому, что он повернут (случайно или намеренно) под определённым углом. Операторам приходится пропускать багаж (кладь) заново, пассажиропоток тормозится, создаётся обстановка нервозности. Даже обученный на двумерных образцах человек может допустить ошибку и пропустить нежелательный объект.

Следовательно, компьютерный тренажёр должен сначала знакомить слушателей с плоскими теневыми изображениями опасных предметов на экране, затем обучать запоминать характерные особенности теневого изображения оружия, боеприпасов, штатных и самодельных взрывных устройств. После обучения с постоянной проверкой способности слушателя к распознаванию следуют экзаменационные тесты, позволяющие оценить навыки оператора и закончить (или продолжить) его обучение. Интересно было бы смоделировать внутреннее строение объекта, имитировав рентгено-телевизионное изображение, опираясь исключительно на снятые ранее под разными углами теневые изображения. База плоских теневых изображений здесь дополняется базой теневых объёмных моделей. Предметность и наглядность показа прототипа достигается возможностью манипуляции положением предмета



Рис. 1. Пистолет ГЛОК-17



Рис. 2. Тот же пистолет ГЛОК-17, повернутый под углом



Рис. 3. Фотоаппарат. По теневому изображению видно, что линзы содержат ионы тяжелых металлов, в результате получается экранирующий эффект



Рис. 4. При повороте модели линзы переходят в горизонтальную плоскость, маскирующий эффект значительно уменьшается



Рис. 5. Модель сотового телефона. Видны аккумуляторы, динамики и антенна



Рис. 6. Та же модель сотового телефона, повернутая под углом. На теневом изображении выделяются элементы на плате и антенна

с помощью компьютерной мыши или клавиатуры. Приближая и удаляя, поворачивая объект наблюдения во все стороны, обучаемый усваивает как общее объёмное визуальное изображение, так и детали внутреннего строения объекта по теневой модели. Связывая при повороте внешний вид объекта с его теневым представлением, обучаемый может гораздо легче уяснить конструктивные особенности его строения под разными углами наблюдения. Объяснение преподавателем особенностей внутреннего строения объекта сопровождается не разрезами, как ранее, а объёмным теневым изображением внутренних частей с различной степенью прозрачности.

На первом этапе решено было для наглядности показывать обучаемым пары объёмных объектов в натуральном виде и их объёмный теневой эквивалент, начиная с простых бытовых предметов и заканчивая электроникой и другой аппаратурой. При этом выявляются основные особенности теневого изображения, обусловленные формой и составом материалов, объясняются экранирующие свойства деталей, их конструктивная необходимость для данного устройства или изделия.

Далее для обучения предлагается предъявлять простые теневые модели образцов багажа и ручной клади. Можно организовать тестирование следующим образом: преподаватель целенаправленно или случайным образом показывает обучаемым срезы объёмных изображений под разными углами, предлагая определить, присутствует ли здесь запрещённый предмет.

Следует отметить, что моделирование предметов – процесс довольно трудоёмкий, и каждая модель должна сопровождаться несколькими плоскими теневыми изображениями. Возникают трудности и при моделировании вложений в ручную кладь и багаж. Для сложных изображений при наложении предметов их цветность будет меняться, а прозрачность не удаётся сделать распределённой, поэтому возникают дополнительные трудности при моделировании, существенно возрастает количество деталей, которые необходимо окрасить. Таким образом, необходимо учитывать, что в использовании 3D-моделирования для полноценной имитации объёмной картины теневых изображений существуют ограничения. Естественно, моделирование отдельных простых предметов не будет



Рис. 7. Самодельное взрывное устройство (СВУ) в книге. На теневом эквиваленте виден источник питания, заряд ВВ с детонатором, замедлитель (часы наручные), тумблер, медные провода



Рис. 8. То же самое СВУ (вытащено из книги). На теневом изображении СВУ не так чётко читается, как на предыдущем рисунке, хотя провода видны хорошо



Рис. 9. Слева – фото и теневое изображение зонта – предмета, очень часто встречающегося в багаже и в ручной клади. Справа – фото и теневое изображение самодельного стреляющего устройства, замаскированного под авторучку

особенно трудоёмко и имитационная модель более всего соответствует теневым изображениям, полученным на аппаратуре досмотра.

На рис. 1–9 показаны пары изображений объектов в натуральном виде и их теневых эквивалентов.

Разъясняя и показывая на примерах детали электронных устройств, преподаватель формирует у слушателей осмысленное восприятие теневых изображений. После хорошо проведённого тренинга оператор сможет по отдельной детали угадывать предметы и их взаимосвязи. ■

Литература

1. Авиационная безопасность: учеб. пособие / под ред. Ю. М. Волынского-Басманова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: НУЦ «АБИНТЕХ», 2009.
2. Адам Г. Восприятие, сознание, память. М.: Мир, 1983.
3. Арнхейм Р. М. Визуальное мышление // Хрестоматия по общей психологии. М.: Изд-во МГУ, 1981.
4. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988.
5. Поляков А. Ю. Цифровое объёмное телевидение 3DTV // Телемультимедиа: интернет-журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям. 12.03.2009. URL: <http://telemultimedia.ru/art.php?id=346&rid=17>
6. Резник Н. А. Визуализация учебного контента в современном информационном пространстве // Материалы Междунар. науч.-практич. конф. «Информационно-образовательная среда современного вуза как фактор повышения качества образования», 01–03 ноября 2007 г., Мурманский гос. педагогич. ун-т. URL: <http://www.vischool.rxt.ru/texts/rez07mgpu.htm>
7. Хакен Г., Хакен-Крелль М. Тайны восприятия. Синергетика как ключ к мозгу. Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2002.

ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ЖУРНАЛ
О НАУКЕ,
ЭКОНОМИКЕ,
ПРАКТИКЕ

www.rotransport.com



ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ ИЗДАНИЯ:

- ◆ способствовать объединению всех направлений транспортного комплекса России;
- ◆ детально освещать проблемы развития транспортной системы России;
- ◆ продвигать достижения отечественной науки в транспортном комплексе России.