

References

1. **Luchkov N. V.** Analiz obyedineniya dannikh RLS, ikh vremennaya i prostranstvennaya privyazki, *Avtomatizatsiya processov upravleniya*, 2015, no. 1, pp. 21–26.
2. **Dmitriev V. I., Solyakov O. V., Turecky N. V.** Avtomatizirovannoye rabochee mesto sudovoditelya — nastoyashee i budushee, *Vestnik gos. universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova*, 2014, no. 4, P. 42–47.
3. **Donderi D. C., Mercer C. R., Hong M. B., Skinner C. D.** Simulated Navigation Performance with Marine Electronic Chart and Information Display Systems (ECDIS). *Journal of Navigation*. 2004, vol. 57, pp. 189–202.
4. **Rostopshin D. Ya., Antonova D. A.** O problemakh ispolzovaniya dannykh avtomaticheskoy identifikatsionnoy systemy v zadachack upravleniya dvizheniya sudov, *Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravleniye*, 2007, no., 9, pp. 63–69.
5. **Dorozhko V. M.** Informatsionnaya tekhnologiya identifikatsii nachalnogo etapa razgona morskogo sudna, *Informatsionnye tekhnologii*, 2009, no. 10, pp. 65–70.
6. **Degtyarev O. V., Orlov V. S.** Algoritmy obnaruzheniya i detsekrizirovannogo razresheniya opasnykh sblizheniy samoletov v vozduhe (Broadcast algorithms for detection and decentralized resolution of unsafe approach of airborne aircraft based on the force field method), *Izvestiya RAN. Teoriya i sistemy upravleniya* (Journal of computer and systems sciences international), 2013, no. 5, pp. 764–782.
7. **Radar Processor RP5M**, URL: <http://www.ipmce.ru/custom/path3/> (01.09.2015)
8. **Dev'yat'silny A. S., Dorozhko V. M., Grinyak V. M.** Tekhnologiya komputernogo modelirovaniya radiolokatsionnogo ekhhsignala, *Informatsionnye tekhnologii*, 2002, no. 3, pp. 42–49.
9. **Safonov V. O.** Osnovy sovremennikh operatsionnykh system. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2011. 584 p.
10. **Dorozhko V. M.** Radiolokatsionnaya registratsiya nachalnogo etapa razgona morskogo sudna (Radar logging of the initial stage of acceleration of a vessel) // *Izmeritel'naya tekhnika* (Measurement techniques), 2010, no. 6, pp. 629–636.
11. **Grinyak V. M., Golovchenko B. S., Dev'yat'silny A. S.** Neyronechetkaya obuchaemaya sistema raspoznavaniya opasnogo sblizheniya sudov, *Informatsionnye tekhnologii*, 2014, no. 9, pp. 68–73.
12. **Grinyak V. M., Dev'yat'silny A. S.** Identifikatsiya vozdukhnykh objektov v sistemakh upravleniya dvizheniyem sudov, *Transport: nauka, tekhnika, upravleniye*, 2012, no. 8, pp. 38–40.

УДК 004.946

Р. Ю. Скоробогатов, аспирант, ассистент, e-mail: ro-m-a-n@yandex.ru,
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования "Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики", Новосибирск

Расширение интерактивности компьютерной модели в телевизионной среде

Рассматривается методика внедрения виртуального персонажа в среду виртуальной телевизионной студии с дублированием движений от реального актера. Рассматриваются методы создания видеоролика с трехмерным аватаром. Показано, что Kinect второго поколения имеет значительно более качественные характеристики по сравнению с первым поколением. Приведены параметры оборудования, которые отвечают современным требованиям телеиндустрии.

Ключевые слова: Kinect, 3D, виртуальная телевизионная студия, рендер, виртуальная реальность, дополненная реальность

Введение

В последнее время телевидение переживает бурный рост. Трансляции таких важных событий, как зимняя Олимпиада 2014 г. в Сочи, чемпионаты мира по футболу и хоккею, которые пройдут в России в ближайшем будущем, требуют не только всестороннего обзора от команды работников, осуществляющих непосредственную трансляцию во время проведения матчей и соревнований, но также дополнительную работу в телевизионной студии: освещение состояния игроков, разбора матчей и многое другое, связанное с основным событием. Также для каждого крупного спортивного мероприятия разрабатывается свой персонаж-талисман, кото-

рый создается как в графическом исполнении — двухмерный рисунок, так и в 3D-формате.

Для ускорения и удешевления решения этих задач были разработаны виртуальные телевизионные студии (ВТС) [1] с интерактивной составляющей (смена декораций, появление дополнительных предметов и графиков в соответствии с событиями в студии). Однако при появлении виртуального персонажа в студии телеведущий взаимодействовать с ним не может, что делает показ телевизионной картинки "искусственным" для зрителя.

В качестве решения данной проблемы была разработана методика дополнения виртуальной студии компании СофтЛабНск "Фокус" [2] управляемым виртуальным персонажем.

Постановка задачи

В настоящее время существует два основных метода персонажной анимации.

1. *Keyframe animation* (анимация по ключевым кадрам) [3] — оперирует не только значением анимированного параметра, но и моментом времени. Все ключи анимации одного типа располагаются на отдельном треке анимации. Таким образом, для каждого объекта имеется минимум семь треков — три для положения объекта по координатным осям X , Y , Z , три для поворота и один для изменения масштаба объекта. Для каждого параметра устанавливается трек с соответствующим параметром: длина, ширина, высота, радиус и др.

Представленный тип анимации требует высокой квалификации от сотрудника и, следовательно, имеет высокую стоимость при производстве. Также требуется довольно длительное время для придания объекту плавности и реалистичности в движениях.

2. *Motioncapture* (захват движения) [4] создает анимацию посредством размещения на теле человека датчиков отслеживания движения и считывания их параметров сенсорами [5], установленными по краям площадки, либо с применением технологии "компьютерное зрение" [6].

Такая технология позволяет создавать максимально приближенные к реальности движения. Необходимое специальное оборудование и малое число специалистов в этой области делают производство слишком дорогостоящим и подходит, как правило, только крупным киноконцернам.

В данной работе рассматривается возможность персонажной анимации с использованием Kinect второго поколения, а также рассматривается возможность внедрения полученного результата непосредственно в телевизионную трансляцию.

Основная часть

Kinect первого поколения [7] предоставил возможность отслеживать реального актера и совмещать его с движением виртуального персонажа. Однако устройство имело ограниченные технические параметры, которые не давали высокой точности передачи движения и, следовательно, качественного выходного изображения.

Второе поколение Kinect позволяет [8] уменьшить артефакты при передаче движений, а новая версия SDK (Software Development Kit — комплект разработки программного обеспечения) дает возможность реализации более производительных алгоритмов для обработки сигналов, получаемых с сенсоров.

На рис. 1 представлены изображение Kinect второго поколения с отображением датчиков, имеющихся в представленном устройстве, и их расположение.



Рис. 1. Сенсоры и датчики Kinect второго поколения

Слева располагается Color Camera — RGB-видеокамера с разрешением 1080 p. Далее идет Depth Sensor (датчик глубины), состоящий из инфракрасной камеры (IR Camera) и инфракрасного излучателя.

ИК излучатель сканирует пространство перед собой, а ИК камера принимает искаженный сигнал и на расхождении между идеальным сигналом, заложенным программно, и принимаемым сигналом создает трехмерную картину окружающего пространства. Снизу располагается массив микрофонов, который позволяет записывать качественный звук, совпадающий с движением губ персонажа.

В Kinect второго поколения добавлено несколько новых режимов просмотра:

а) режим "Инфракрасное зрение", который совместно с новыми инструментами моделирования человеческого тела можно использовать для отслеживания движений мышц и взаимной ориентации частей тела;

б) режим "Глубокое изображение", действующий как радар, где каждый из 220 тыс. пикселей сенсора записывает данные независимо, позволяя создавать точное и детализированное отображение комнаты.

В Kinect второго поколения предусмотрены настройки камеры, инвариантные свету (остающиеся неизменными при изменении параметров источника света). При таких настройках Kinect дает одинаковый результат вне зависимости от освещения комнаты. На практике это означает, что можно использовать Kinect в темноте или помещении со световыми шумами. Например, прожектор, направленный прямо на датчик, не повлияет на производительность устройства. Описанная функция была протестирована в ряде тестов и оказалась работоспособной [9].

Ниже представлены технические характеристики Kinect второго поколения в сравнении с первым поколением устройства [10].

Основные характеристики Kinect второго поколения относительно первого поколения

Минимальное необходимое расстояние от Kinect	Снижено до 1,58 м
ИК сенсор	Сканирование помещения активным ИК лучом (в отличие от пассивного в первом поколении устройства)
Разрешение матрицы	Повышено до 1920 × 1080 пикселей (предыдущая версия — 640 × 480 пикселей)
Разрешение по глубине	512 × 424 (было 320 × 240)
Диапазон глубины	0,5...4,5 м (было 0,8...4,0 м)
Активное ИК разрешение	512 × 424 (раньше не было реализовано)
Углы обзора	Увеличины на 60 %
Частота кадров	30 кадров/с (ранее 25 кадров/с)
Распознавание людей	6 человек (ранее 2 человека)
Скорость отклика	33 мс

Приложение для Kinect второго поколения может создать сетку из более чем 1000 точек для более точного представления лица, что означает повышение разрешения в 20 раз.

На рис. 2 представлен процесс создания видеоролика с персонажной анимацией в виде схемы.

Первоначально актер перед Kinect совершает движение, после чего включается процесс записи в видеокамере и сканирования помещения датчиком глубины в ИК диапазоне. Когда датчик глубины начинает принимать искаженный сигнал, анализирующий модуль определяет, что перед устройством стоит человек. Далее запускается модуль, отвечающий за создание скелета, соответствующего скелету актера, и передачу его виртуальному персонажу. Как только произошла синхронизация по скелету, данные начинают записываться в программу в виде последовательности ключевых кадров. Данный метод позволяет программно устанавливать промежуток между ключевыми точками движений, следовательно, чем он больше, тем менее реалистично передаются движения, но в то же время снижается нагрузка на вычислительные мощности компьютера. В завершение последовательность движений сохраняется в видеофайл, в который отдельной дорожкой записывается звук с блока микрофонов, находящегося в устройстве.

Данный метод создания анимации может быть изображен в виде многократно повторяющейся циклической схемы (рис. 3).

Данная схема может быть продублирована для большего числа персонажей. Технические ограничения позволяют использовать до шести аватаров одновременно.

Программа начинает работать при выполнении следующего условия:

$$|S_1| = |S_2|, \quad (1)$$

где $|S_1|$ — трехмерная матрица, описывающая узлы (суставы) скелета реального актера; $|S_2|$ — трехмерная матрица, описывающая узлы скелета 3D-персонажа.

Таким образом, создание скелетной анимации происходит по следующей формуле:

$$|A_0| = |S_{10}| = |S_{20}|, \quad (2)$$

где $|A_0|$ — нулевое значение матрицы анимации, соответствующее моменту времени, когда программа синхронизировала значения матриц со значениями виртуального скелета и скелета реального человека; $|S_{10}|$ — трехмерная матрица, описывающая узлы скелета реального актера в начальный момент времени — 0-й кадр; $|S_{20}|$ — трехмерная матрица, описывающая узлы скелета 3D персонажа в начальный момент времени — 0-й кадр.

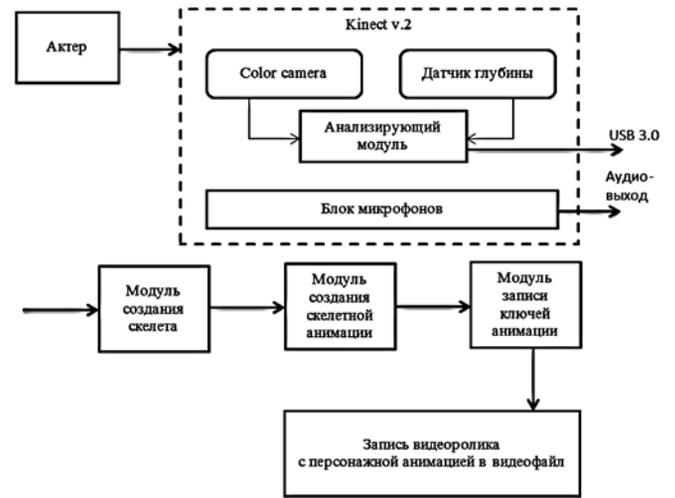


Рис. 2. Блок-схема создания видеоролика с персонажной анимацией



Рис. 3. Цикл создания скелетной анимации

Цикл получения матрицы для первого кадра анимации происходит по формуле

$$|A_1| = |S_{20}| + \Delta|S_{11}|, \quad (3)$$

где $|A_1|$ — матрица анимации для первого кадра анимации; $|S_{11}|$ — трехмерная матрица, описывающая узлы скелета реального актера в первом кадре.

В результате получаем:

$$|A_1| = |S_{21}|, \quad (4)$$

где $|S_{21}|$ — трехмерная матрица, описывающая узлы скелета 3D-персонажа в первом кадре.

Данный цикл может быть повторен для n движений, при условии достаточного количества места на жестком диске компьютера, по следующей формуле:

$$|A_n| = |S_{2n}| + \Delta|S_{1(n+1)}|, \quad (5)$$

где n задает номер кадра.

Таким образом, качество анимации зависит от величины Δ , которую можно программно увеличивать или уменьшать в соответствии с требуемым качеством и возможностями вычислительных мощностей оборудования, используемого для просчета входных данных.

Удешевление производства видеороликов с персонажной анимацией происходит благодаря использованию Kinect второго поколения и разработанного для его применения современного SDK 2.0 (Softwaredevelopmentkit — набор средств для разработки программ) [11]. Стоимость самого устройства составляет 7999 руб. [12]. Это значительно дешевле среднерыночной цены программного обеспечения для создания трехмерной персонажной анимации, например, для такого как 3dsmax 2016 от компании Autodesk, — его стоимость составляет порядка 140 000 руб. за одну лицензию [13]. Стоимость систем Motioncapture варьируется в довольно широком диапазоне, начиная от 50 000 руб. за лицензию на ПО за один год [14]. Таким образом, описанный в данной статье метод значительно дешевле существующих на рынке аналогов, при этом он предоставляет высокое качество итоговой анимации.

Заключение

На основе проведенного структурного анализа процессов создания персонажной анимации с при-

менением Kinect второго поколения получены следующие результаты:

- рассмотрены условия функционирования процессов создания скелетной анимации в виртуальном пространстве;
- для предложенного цикла создания скелетной анимации показаны соответствующие самоопределяющиеся структуры и дана их краткая характеристика.

Дополнительным преимуществом описанного метода является отсутствие длительного обучения персонала для начала работы. Большинство операций, такие как соединение предварительно загруженного фона с виртуальным персонажем, запись и сведение аудио- и видеодорожки, выполняются автоматически средствами вычислительных мощностей ПК. Данный алгоритм позволяет обогащать видеоряд без привлечения дополнительных сотрудников в компанию, так как программа проста в использовании и не требует специализированных навыков работы.

Таким образом, представленный метод соединяет в себе преимущества анимации, создаваемой по ключевым кадрам, и анимации, создаваемой по средствам захвата движения, но имеет низкую стоимость производства видеороликов при возможности работы в режиме реального времени.

Список литературы

1. Shimoda S., Yamanouchi Y., Fukaya T. New Video Production Techniques for Virtual Studios // Broadcast Technology. 2005. N. 21. P. 6—9.
2. Сайт <http://d-graphica.ru/mediawiki/>.
3. Martin J. B. 3D Theory — Keyframe animation [Electronic resource] // 2015. URL: <http://www.euclideanspace.com/threed/animation/keyframing/>.
4. Реут Д. Использование Blender в короткометражном фильме "TheMessage" // Международная конференции по компьютерной графике "CGEvent-2012", М., Россия, 13—14 декабря 2012.
5. Макаров С. Vicon Motion Systems. Профессиональные решения для захвата движения // 625. 2013. № 10.
6. Телековский С. Прорыв в современных технологиях. Техника и технология кино // 625. 2010. № 5.
7. Barbaggio R. S. TUIO based multitouch Kinect (SDK V1.0) for Windows7. Catania, 2012. 2 p.
8. Сайт <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn785530.aspx>
9. Сайт <http://www.softrew.ru>.
10. Kinect for Windows — Human interface guidelines v2.0. California, Microsoft Corporation, 2014.
11. Сайт <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44561>.
12. Сайт <https://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/purchase/default.aspx>.
13. Сайт <http://store.softline.ru/autodesk/autodesk-3ds-max/>.
14. Сайт <http://www.syssoft.ru/iPi-Soft/iPi-Motion-Capture-Standard-Edition/>.

R. Yu. Skorobogatov, Postgraduate, Assistant of the Department CAD, e-mail: ro-m-a-n@yandex.ru
Federal State-Financed Educational Institution of Higher Professional Education
"Siberian State University of Telecommunications and Information Sciences", Novosibirsk

Introduction Virtual Characters in the Space of TV Studios

The article describes a technique for introducing a virtual character in a virtual television studio (VTS) with overlapping movements of real actors. Methods of creating video with a three-dimensional avatar. It is shown that the second generation Kinect has significantly better specifications compared to the first generation. The parameters of the equipment that meet modern requirements of the industry body.

Keywords: Kinect, 3d, virtual TV studio, rendering, virtual reality, augmented reality

References

1. **Shimoda S., Yamanouchi Y., Fukaya T.** New Video Production Techniques for Virtual Studios, *Broadcast Technology*, 2005, no. 21, pp. 6–9.
2. **Sajt.** <http://d-graphica.ru/mediawiki/>.
3. **Martin J. B.** *3D Theory — Keyframe animation* [Electronic resource], 2015. URL: <http://www.euclideanspace.com/threed/animation/keyframing/>.
4. **Reut D.** Ispol'zovanie Blender v korotkometrazhnom fil'me "TheMessage", *Mezhdunarodnaja konferencii po komp'yuternoj grafike "CGEvent—2012"*, Moscow, Rossija, 13–14 dekabnja 2012.
5. **Makarov S.** Vicon Motion Systems. Professional'nye reshenija dlja zahvata dvizhenija, *625*, 2013, no. 10.
6. **Telekovskij S.** Proryv v sovremennyh tehnologijah // *Tehnika i tehnologija kino*, *625*, 2010, no. 5.
7. **Barbagallo R. S.** *TUIO based multitouch Kinect (SDK V1.0) for Windows7*. Catania, 2012. 12 p.
8. **Sajt.** <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn785530.aspx>
9. **Sajt.** <http://www.softrew.ru>.
10. **Kinect** for Windows — Human interface guidelines v2.0 California, Microsoft Coloration, 2014.
11. **Sajt.** <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44561>.
12. **Sajt.** <https://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/purchase/default.aspx>.
13. **Sajt.** <http://store.softline.ru/autodesk/autodesk-3ds-max/>.
14. **Sajt.** <http://www.syssoft.ru/iPi-Soft/iPi-Motion-Capture-Standard-Edition/>.

Адрес редакции:

107076, Москва, Стромынский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5510

E-mail: it@novtex.ru

Технический редактор *Е. В. Конова*.

Корректор *З. В. Наумова*.

Сдано в набор 01.03.2016. Подписано в печать 22.04.2016. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 8,86. Заказ IT516. Цена договорная.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-15565 от 02 июня 2003 г.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз". Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз".

119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1.