

ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ АДАПТАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ

Кононова Владимира Евгеньевна^{1,2} (*mirakononova25@yandex.ru*), *Дюпин Владимир Николаевич*¹,
*Копейкин Артем Эдуардович*¹, *Савина Кристина Николаевна*¹

¹ СарФТИ НИЯУ МИФИ, г. Саров Нижегородской обл.

² ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь

Виртуальная реальность – сложная система объектов виртуального мира, процессы взаимодействия которых, погружены в цифровую модель окружающей действительности. В статье описан подход, который позволяет создавать адаптивные устройства для взаимодействия пользователей с виртуальной средой. Адаптивные устройства взаимодействия с виртуальной реальностью позволяют определить массогабаритные характеристики объектов виртуальной реальности. Адаптивные устройства определения массогабаритных характеристик системы виртуальной реальности позволяют определить множество элементов исходного изображения попадающего в контур объекта наблюдения. Адаптивные устройства определения массогабаритных характеристик обрабатывают входные изображения и извлекают информацию о контурах объектов. Одна из камер адапционных устройств обрабатывает фронтальный вид изображения, в то время как, вторая камера осуществляет синхронный захват бокового вида объекта наблюдения. На следующей итерации адаптивные устройства определения массогабаритных характеристик выделяют контуры объектов на каждом из входных изображений, и производят декомпозицию изображений на прямоугольные фрагменты. Проходя послойно по боковому изображению, система определения массогабаритных характеристик послойно наращивает трехмерный эквивалент виртуального объекта. Объем полученной трехмерной модели равен произведению количества трехмерных элементов на базовый размер трехмерного элемента. Проекция массогабаритных характеристик на каналы восприятия человека осуществляются путем подачи сигналов на сенсорную панель, расположенную на поверхности кожи субъектов виртуальной реальности.

Ключевые слова: адаптивные устройства, виртуальная реальность, моделирование, компьютерное зрение, стереопара

APPROACH TO BUILDING ADAPTIVE DEVICES FOR INTERACTION WITH VIRTUAL REALITY

Kononova Vladimira Evgenievna^{1,2} (*mirakononova25@yandex.ru*), *Dyupin Vladimir Nikolaevich*¹,
*Kopeikin Artem Eduardovich*¹, *Savina Kristina Nikolaevna*¹

¹ SarFTI NRNU MPhI, Sarov Nizhny Novgorod region

² North Caucasian Federal University, Stavropol

Virtual reality is a complex system of objects of the virtual world, the processes of interaction of which are immersed in a digital model of the surrounding reality. The article describes an approach that allows you to create adaptive devices for user interaction with a virtual environment. Adaptive devices for interaction with virtual reality make it possible to determine the weight and size characteristics of virtual reality objects. Adaptive devices for determining the weight and size characteristics of a virtual reality system make it possible to determine the set of elements of the original image that gets into the observed object contour. Adaptive devices for determining weight and size characteristics process input images and extract information about the object contours. One of the cameras of the adaptive devices processes the front view of the image, while the second camera performs synchronous capture of the side view of the object under observation. At the next iteration, adaptive devices for determining weight and size characteristics extract the contours of objects on each of the input images, and decompose the images into rectangular fragments. Passing layer by layer over the side image, the system for determining the weight and size characteristics increases the three-dimensional equivalent of a virtual object

layer by layer. The volume of the resulting 3D model is equal to the product of the number of 3D elements and the base size of the 3D element. The projection of weight and size characteristics on the channels of human perception is carried out by sending signals to a touch panel located on the surface of the skin of virtual reality subjects.

Keywords: adaptive devices, virtual reality, modeling, computer vision, stereopair.

Введение

Виртуальная реальность – компьютерная модель окружающего мира, погруженная в техническую систему. Поскольку виртуальная реальность является сложной многокомпонентной системой зачастую в исследовательских работах прибегают к погружению отдельной части окружающего мира в виртуальную среду.

Для взаимодействия пользователей с виртуальным миром используются адаптивные устройства, которые позволяют перенести компьютерные модели на органы восприятия человека. Известны устройства для передачи сигналов на органы зрительной системы человека, такие как, очки стереоскопического зрения, шлем виртуальной реальности и т. п. Для моделирования звуковых сигналов могут быть использованы как стандартные устройства акустической системы, так и адаптивные устройства для восприятия звука в среде, которая подавляет распространение звука.

Одной из технических задач создания адаптивных устройств для взаимодействия человека с виртуальной реальностью является задача моделирования воздействия массогабаритных характеристик виртуальных объектов на каналы восприятия человека. Для восприятия массогабаритных характеристик виртуальных объектов необходим смешанный подход определения размеров объекта и плотности виртуальных объектов. Гибридные технические системы определения массогабаритных характеристик активно используются в промышленных системах для определения тактико-технических характеристик объектов (массы, прочности и т. п.), прямое взаимодействие с которым может быть технически недоступным [1].

Например, в космической отрасли существует проблема определения массы окружающих объектов (космического мусора, комет, астероидов и т. п.) в условиях отсутствия прямого взаимодействия с наблюдателем. Подобные устройства могут оказаться незаменимы при возникновении экстремальных ситуаций в космических экспедициях.

Предварительная обработка входных данных

Адаптивные устройства систем виртуальной реальности, рассматриваемые в этой работе, опираются на системы визуальной обработки данных. Входная информация для адаптивных устройств поступает на сенсоры визуальной информации (например, web-камеры).

Системы видеонаблюдения используют встраиваемые системы компьютерного зрения для мониторинга за объектами окружающего мира. Системы адаптивных устройств используют классы характерных черт объектов компьютерного зрения для решения задачи классификации объектов наблюдения. К характерным свойствам группы объектов можно отнести обобщенные параметры габаритных размеров объектов, их

массы и плотности. В рамках этой работы рассмотрена упрощенная модель виртуальной среды и адаптивных устройств, которые позволяют определить массогабаритные характеристики наблюдаемых объектов [2].

Интеллектуальная подсистема позволяет обобщить подход классификации объектов наблюдения в системе определения массогабаритных характеристик. Построение системы определения массогабаритных характеристик объектов заключается в решении ряда задач, включающих анализ исходных данных и выделение контуров объекта, построение 3D модели объекта, определение характерных черт объектов для оценки массогабаритных характеристик 3D модели.

Выделение контуров объектов окружающей среды

На рис. 1 представлен вариант входных данных для системы определения массогабаритных характеристик объектов.



Рис. 1. Пример исходных данных системы определения массогабаритных характеристик

На начальном этапе адаптивные устройства системы определения массогабаритных характеристик считывают исходные данные со стереопары, состоящей из пары видеокамер, расположенных под углом друг к другу и определяют контуры объектов окружающего мира. Одна из видео камер стереопары считывает фронтальное изображение объекта наблюдения, в то время как вторая видео камера стереопары синхронно считывает информацию о боковом изображении того же самого объекта наблюдения.

На втором этапе адаптивные устройства системы определения массогабаритных характеристик осуществляют декомпозицию входных данных, позволяющую отделить контур объекта наблюдения от фона.

Для отделения контура наблюдаемого объекта от фона адаптивные устройства системы определения массогабаритных характеристик осуществляют преобразование цветовых пространств входных изображений, снижая качество исходного изображения для сглаживания контуров исходного изображения и подавления шумов исходных данных системы [3].

Критерием включения элемента изображения в контур объекта наблюдения является условие соответствия величины относительной погрешности интенсивности цвета элемента изображения доверительному интервалу объектов системы [4].

На рис. 2 представлен результат выделения характерных элементов объекта наблюдения от внешнего фона и получения контура объекта наблюдения. Характерными чертами объекта является множество серых сегментов, расположенных на поверхности объекта наблюдения.



Рис. 2. Контур объекта наблюдения, сформированные совокупностью характерных элементов исходного изображения

Вычисление массогабаритных характеристик

Опираясь на информацию о контуре объекта наблюдения на фронтальном и боковом изображении, адаптивные устройства системы позволяют подобрать оптимальные параметры определения доверительных интервалов для включения элементов изображения в контур целевого объекта наблюдения на двумерном изображении [5]. Адаптивные устройства системы виртуальной реальности опираются на нейронную сеть, веса связей которой формируются путем обучения на разных обучающих выборках типов объектов наблюдения.

На третьем этапе обработки исходных данных адаптивные устройства осуществляют разбиение исходного изображения на прямоугольные фрагменты по ширине и высоте исходного объекта. На рис. 3 представлен результат разбиения контуров изображений на фрагменты.

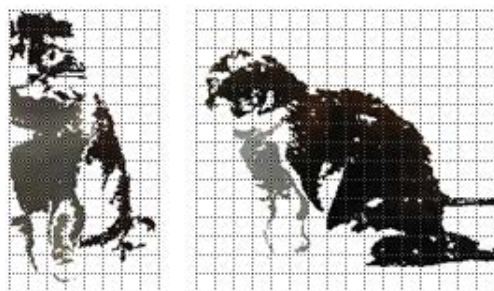


Рис. 3. Пример разбиения различных видов исходного объекта на прямоугольные фрагменты

На четвертом этапе обработки исходных данных адаптивные устройства системы определения массогабаритных характеристик осуществляют сопоставление элементов фронтального и бокового вида исходного изображения. Каждый фрагмент, который попадает в контур фронтального изображения, зада-

ет площадь основания трехмерной ячейки объемного изображения. Ширина соответствующего элемента на боковом изображении задает глубину трехмерного элемента объекта виртуальной реальности. На рис. 4 представлен результат построения трехмерной модели объекта, погруженного в виртуальную реальность. Полученный объект является блочной сеткой, состоящей из множества элементов двумерного изображения, и содержит 343 трехмерных элемента.

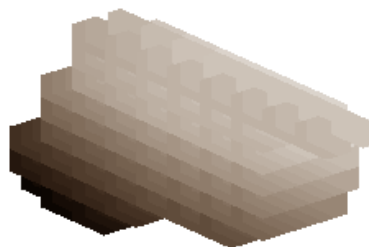


Рис. 4. Результат построения блочной сетки объекта виртуальной реальности

Суммарный объем объекта виртуальной реальности получается произведением общего количества объектов на базовый размер элемента трехмерного изображения.

Заключение

В статье был представлен подход построения адаптивных устройств для взаимодействия пользователей виртуальной реальности с объектами компьютерной модели. Адаптивные устройства позволяют системе виртуальной реальности позволять считать информацию об объектах окружающего мира, произвести декомпозицию окружающего мира и выделить контуры объектов, подлежащих погружению в виртуальную среду. Адаптивные устройства позволяют рассчитать суммарный объем частей трехмерного объекта путем сопоставления характеристик на исходных двумерных изображениях.

Список литературы

1. Роботы в промышленности – их типы и разновидности. URL: <https://habr.com/en/company/top3dshop/blog/403323/> (дата обращения: 17.05.2022).
2. Дюпин В. Н. Имитационный слой виртуального адаптационного пространства // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 11–1. С. 37–42.
3. Бабанов Н. Ю., Мартынов А. П., Николаев Д. Б., Фомченко В. Н., Новиков А. В. Виртуальная интерактивная система формирования и отработки управляющей информации. Вестник НГИЭИ. 2016. № 4. С. 15–29.
4. Васильев Р. А., Николаев Д. Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1, № 1. С. 48–57.
5. Пат. 2546238, РФ, МПК H04L 9/00, G06F 7/00 Способ транслитерационного преобразования информации и передачи ее по каналам связи / Грибунин В. Г., Мартынов А. П., Николаев Д. Б., Фомченко В. Н. // Бюллетень изобретений. 2013. № 8.