

Разработка и реализация алгоритма рирпроекции на базе современного графического акселератора

Ковальков М.А.

Новосибирский Государственный Университет

Новосибирск, Россия

kovalkov@gorodok.net

Рухлинский А.В., Таранцев И.Г.

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН.

Новосибирск, Россия

ares@iae.nsk.su

egor@sl.iae.nsk.su

Аннотация

В данной статье рассматривается алгоритм рирпроекции зашумленного изображения. Рассматриваются различные способы фильтрации изображения для уменьшения влияния шумов. Производится количественная оценка скорости работы программной реализации предложенных алгоритмов.

Ключевые слова: рирпроекция, фильтрация.

1. Введение

В последнее время технология рирпроекции находит всё больше применений в телевидении, в киноиндустрии, видеоконференциях. Очень часто построить трёхмерное виртуальное окружение актёра оказывается значительно проще и дешевле, чем строить реальные декорации, а иногда это является единственным способом построить необходимую сцену. Таким образом, популярность данной технологии заставляет искать всё более быстрые и точные алгоритмы, а так же создавать всё более дешёвые реализации устройств рирпроекции. Под рирпроекцией в данном случае понимают замещение специального одноцветного фона, на котором снимается актёр, другим изображением. Процесс рирпроекции можно разделить на два этапа – выделение актёра из исходного изображения и микширование результата с другим изображением. На сегодняшний день все существующие реализации рирпроекции представляют собой сложные и дорогие устройства, предназначенные для профессионального использования. До недавнего времени, программно реализовать эту функцию не представлялось возможным по причине малой производительности вычислительной платформы РС. Центральный процессор не справлялся с необходимым количеством вычислений. С появлением графических ускорителей последнего поколения аппаратно реализующих 3ю версию шейдеров (шейдер – это программа, исполняющаяся на графическом процессоре), в которой были введены логические ветвления и циклы, появилась возможность написания полноценных программ для необходимой обработки видео данных. Так как технология рирпроекции предполагает не только профессиональное использование в студийных условиях (монохроматический синий или зелёный фон, равномерно засвеченный; профессиональная видеокамера), необходимо:

- предусмотреть работу с изображением, полученным с полупрофессиональных и бытовых камер
- учесть неоднородность освещения
- учесть недостаточную освещённость фона
- учесть шум в цветовой и яркостной компоненте

2. Выделение актёра

Для того чтобы выделить актёра из фона, необходимо для каждого пикселя определить, какая его часть (α -вес пикселя) должна попасть в результирующее изображение. Таким образом, получается, что в области цветов фона каждому пикселю будет поставлена в соответствие $\alpha = 0$, в области актёра $\alpha = 1$, а для цветов не принадлежащим двум этим множествам α лежит в пределах от 0 до 1 в зависимости от того, к какой области цветов ближе находится цвет пикселя.

Пусть C_i – цвет исходного пикселя, C_a – цвет актёра, C_f – цвет фона, то можно представить каждый пиксель изображения в виде:

$$C_i = C_a * \alpha + C_f * (1 - \alpha) \quad (1)$$

Для нахождения α найдём расстояние l от цвета фона до цвета текущего пикселя. Введём два параметра r_0 и r_1 , где $r_0 < r_1$, $r_0 > 0$, r_0 и r_1 должны быть подобраны так, чтобы для цветов, не принадлежащих ни актёру, ни фону, l лежало в

пределах от r_0 до r_1 . Далее вычисляем $\alpha = \frac{l - r_0}{r_1 - r_0}$. Таким

образом, α гарантировано лежит в промежутке $[0,1]$. Затем, для получения результирующего цвета пикселя получим соотношение:

$$C_p = (C_i - C_f * \alpha) \quad (2)$$

Проделав эти вычисления, мы получим выделенное изображение актёра. Если необходимо микшировать актёра с другой сценой C_{sc} , то формулу для C_p можно переписать в виде:

$$C_p = (C_i - C_f * \alpha) * (1 - \alpha) + C_{sc} * \alpha \quad (3)$$

Из вышеизложенного очевидно, что если области цветов актёра и фона пересекаются, то в результирующее изображение не попадут те части актёра, которые окрашены в цвет фона.

3. Фильтрация

Для того чтобы минимизировать искажения и влияния разного рода помех, таких как: шумы в тракте передачи сигнала, неоднородный или неравномерно освещённый фон, случайные искажения и артефакты, необходимо произвести фильтрацию полученной α . Для этого применяется два типа фильтров:

- пространственный (матричный треугольный усредняющий фильтр с апертурой 3x3, 5x5, 7x7)
- временной фильтр (является рекурсивным и опирается на предыдущий кадр)

Матричный фильтр, например 5x5, имеет следующий вид:

$$\frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1/9 & 2/9 & 1/3 & 2/9 & 1/9 \\ 2/9 & 4/9 & 2/3 & 4/9 & 2/9 \\ 1/3 & 2/3 & 1 & 2/3 & 1/3 \\ 2/9 & 4/9 & 2/3 & 4/9 & 2/9 \\ 1/9 & 2/9 & 1/3 & 2/9 & 1/9 \end{pmatrix}.$$

Обычный прямоугольный усредняющий фильтр (все числа в матрице равны) слишком сильно размывал изображение, поэтому было решено использовать треугольный, так как в нём слабее учитывается влияние более удалённых пикселей.

Временной фильтр работает следующим образом. Пусть α_n – значение для текущего кадра, α_{n-1} – для предыдущего кадра. Тогда α (новое значение) будет определяться следующим соотношением:

$$\alpha = \alpha_n * k + \alpha_{n-1} * (1 - k), \quad (4)$$

где k – коэффициент изменения маски. Для определения коэффициента изменения маски k необходимо рассмотреть изменение α для каждого пикселя от кадра к кадру.

$$d = |\alpha_{n-1} - \alpha_n| \quad (5)$$

Далее, устанавливается характерный уровень шума $d_{шума}$. Для k получим формулу:

$$k = \begin{cases} 1 & , \quad d > (1 - d_{шума}) \\ \frac{d - d_{шума}}{1 - 2d_{шума}} & , \quad d \in [d_{шума}, 1 - d_{шума}] \\ 0 & , \quad d < d_{шума} \end{cases} \quad (6).$$

При изменении α ниже порогового значения $d_{шума}$ в качестве новой α будет выбрано значение из предыдущего кадра, что приведёт к сильной коррекции изображения. В случае, когда d больше уровня шума, будет выбрано новое значение α . Если же d попала в промежуток от $d_{шума}$ до $(1 - d_{шума})$, то новое значение α будет линейной комбинацией α_n и α_{n-1} с коэффициентами k и $(1 - k)$, соответственно, (формула (4), k посчитано по формуле (6)).

4. Заключение

Качество изображения, полученного с помощью разработанной программной реализации рирпроекции, соответствует качеству изображения, получаемому на

аппаратных устройствах рирпроекции. На рисунке 1 изображено исходное изображение, на рисунке 2 это изображение обработано и смешано со специально сгенерированным фоном из черно-белых квадратов.



Рисунок 1: исходное изображение



Рисунок 2: обработанное изображение

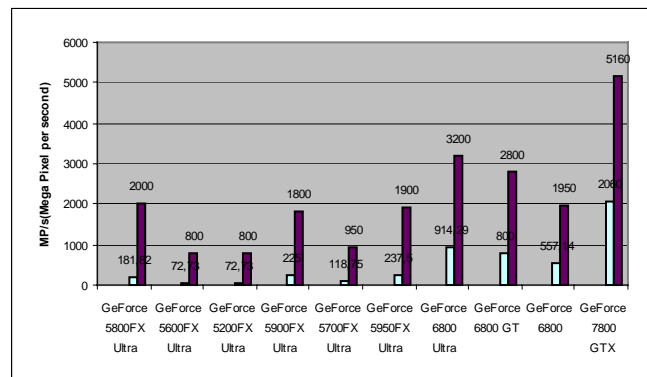


Рисунок 3: оценка производительности (в МР/с – Mega Pixel per second) программной реализации предложенных алгоритмов

На рисунке 3 диаграмма производительности различных графических ускорителей фирмы NVIDIA. Для каждого ускорителя имеется два результата, левый столбец показывает производительность при обработке изображения в процессе рироекции, правый – при обычном наложении текстуры. Из диаграммы видно, что скорость работы значительно падает при применении разработанной программной реализации, но и такой скорости вполне достаточно.

5. БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Dadouran A. *Method and apparatus for compositing video images.* //U.S. Paten 5,343,252 August 30, 1994.

Авторы

Ковальков Максим Александрович – студент 4го курса физического факультета, кафедра физико-технической информатики, Новосибирский Государственный Университет.

E-mail: kovalkov@gorodok.net

Рухлинский Алексей Владимирович – м.н.с. лаборатории синтезирующих систем визуализации Института Автоматики и Электрометрии СО РАН.

Адрес: Новосибирск, 630090, пр-т Коптюга -1, ИАиЭ.

Телефон 8-(383)-333-36-30

E-mail: ares@iae.nsk.su

Таранцев Игорь Геннадьевич – н.с. лаборатории программных систем машинной графики Института Автоматики и Электрометрии СО РАН.

Адрес: Новосибирск, 630090, пр-т Коптюга -1, ИАиЭ.

Телефон 8-(383)- 339-92-20

E-mail: egor@sl.iae.nsk.su

Max Kovalkov is a 4th year student at Novosibirsk State University, Department of Physics. His contact e-mail is kovalkov@gorodok.net.

Alexey V. Rukhlinsky - associate researcher of Laboratory of Synthesizing Visualization Systems that is a department of IAE.

E-mail: ares@iae.nsk.su

Igor G. Tarancev - scientific researcher of Laboratory Computer Graphics that is a department of IAE

E-mail: egor@sl.iae.nsk.su

Development and implementation of rear projection algorithm based on high-end graphics accelerator

Abstract

The algorithm of rear projection of noisy image is considered. Different types of filtration for suppression of noise are observed. Quantitative assessment of speed of the software implementation of the proposed algorithms is performed.

Keywords: rear projection, image filtration.

About the authors