

Задача Filter – Преобразование изображений

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Построить приложение, в котором показать знание следующих вопросов:

- Экранные преобразования координат.
- Интерполяция изображений.
- Перевод цветного изображения в черно-белое.
- Дизеринг: order dither и алгоритм диффузии ошибки.
- Дифференцирующий фильтр (операторы Робертса, Собеля), выделение границ.
- Сглаживающий фильтр.
- Другие фильтры.
- Удвоение изображения.
- Поворот изображения.
- Гамма коррекция.
- Объёмная визуализация.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Клиентская область окна с учётом scroll'а делится на три зоны (исходное изображение (зона А), выбранный участок изображения (зона В), преобразованное изображение (зона С)) все зоны размером 350 на 350 пикселей. Границы зон должны быть видны всегда, в том числе и до загрузки изображений. Между зонами и на границах области должны быть сделаны отступы не менее 10 пикселей.

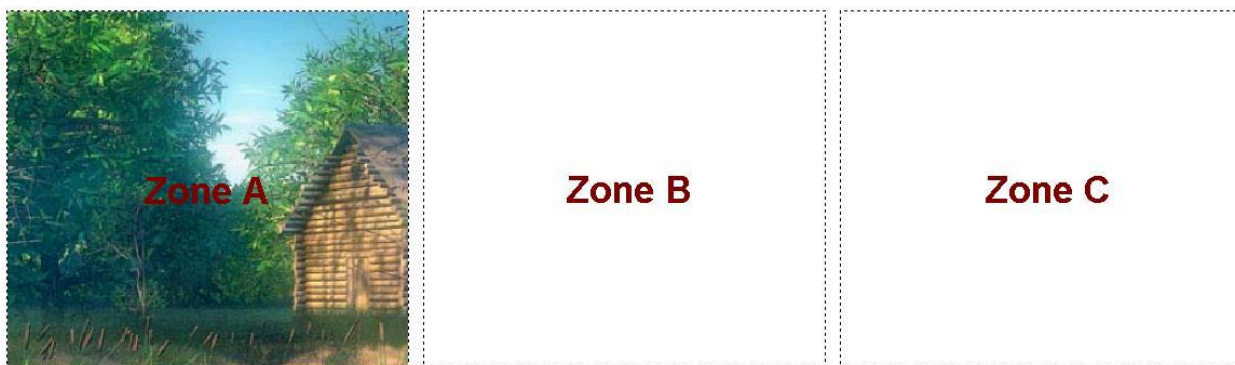


Рис. 1. Расположение зон. Подписи показаны только для пояснения, в приложении их может не быть (по крайней мере, в том случае, если изображение загружено в зону; если изображение не закрывает всё зону целиком, то надпись можно оставить, но под изображением)

2. Пользователь может загружать изображения в формате BMP/PNG, 24 бита/пиксель. Для чтения разрешается использовать стандартные библиотеки.
 - а. Если изображение меньше, чем размера зоны, оно загружается полностью и размещается в левом верхнем углу зоны.

- b. Если изображение больше размеров области вдоль какого-либо из направлений, оно должно быть сжато, с сохранением соотношения сторон и расположено в левой верхней части зоны (см. рис. 2).
- 3. Нажатие кнопки New Document возвращает всё в начальное состояние, т.е. пользователь должен иметь возможность открыть дважды один и тот же файл.

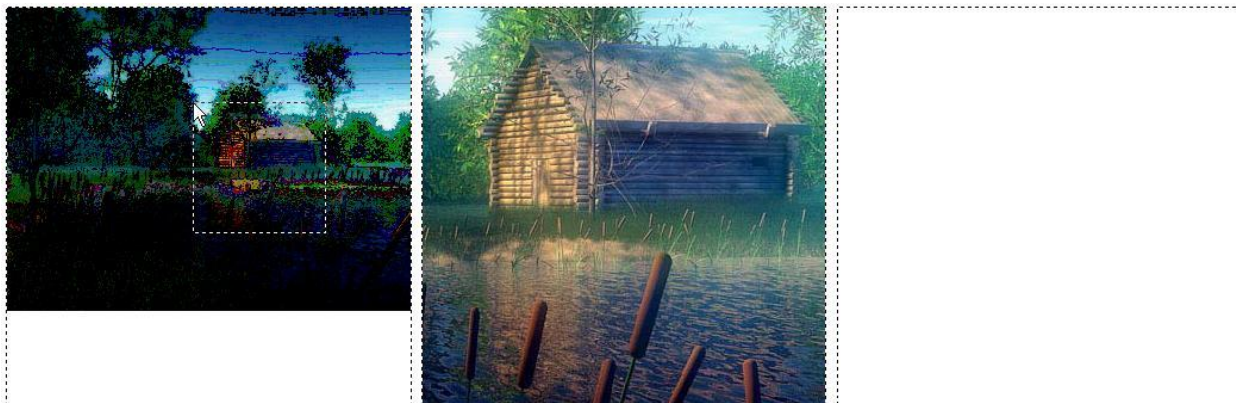


Рис 2. Выбор области изображения с помощью пунктирного прямоугольника. Изображение в зоне В должно изменяться при движении пользователем мышью прямоугольника в зоне А

- 4. Имеется кнопка Select, по нажатию которой пользователь имеет возможность выбрать изображение размером 350 на 350 (если изображение меньше хотя бы по одному из направлений, то сколько есть столько и выбираем по этому направлению), выбранная часть изображения располагается в левой верхней части зоны В (если кусок будет 350 на 350 пикселей, он займёт всю зону целиком). Выделение должно производиться пунктирным квадратом, который движется вместе с мышью (он появляется после нажатия левой кнопки мыши, в режиме select), рисование квадрата в XOR режиме (аналогично рисованию резинового прямоугольника в задаче Fill). При отпуске кнопки мыши выделенная часть изображения копируется в зону В. Выбранная пользователем в текущий момент часть (после нажатия и до отпускания кнопки мыши) изображения должна динамически отображаться в зоне В, чтобы пользователь имел возможность контролировать выбор части изображения более тщательно. Размер пунктирного квадрата определяется сжатием изображения. Квадрат никогда не должен выходить за пределы зоны А. Альтернативным способом отображения выбранной области (вместо пунктирного квадрата) может считаться затемнение невыбранной части изображения в зоне А.
- 5. Необходимо обрабатывать события от мыши, даже, если она находится за пределами окна приложения. Изображение в зоне В должно быть одинаковым до и после отпускания кнопки мыши.
- 6. Имеется кнопка R2Bmp, по нажатию которой изображение из зоны С, копируется в зону В. Можно просимулировать drag'n'drop мышью.
- 7. Все операции над изображением используют изображение в зоне В и кладут результат в зону С (на рис. 3 приведён вид клиентской области приложения после применения операции преобразования в чёрно-белое изображение (оттенки серого)).
- 8. Для каждой операции должна существовать кнопка на toolbar'е и в меню.



Рис. 3. Вид клиентской области приложения после применения операции преобразования в чёрно-белое изображение (оттенки серого)

10. Должна быть реализована возможность (по отдельной кнопке) сохранения изображения из зоны С в файл в формате BMP/PNG – 24- бита, разрешено использование стандартных библиотек.
11. В директории с данными должен находиться как минимум один BMP/PNG-file (24 бита), на котором вы отработывали свои тесты, отличный от выложенных в примерах на сайте.
12. Поскольку кнопок в этом приложении получается много, рекомендуется расположить их на двух-трёх toolbar'ах.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Должны быть реализованы следующие операции:

- Перевод цветного изображения в черно-белое (оттенки серого).
- Преобразование изображение в негативное.
- Применение алгоритма дизеринга:
 - a. Алгоритм Флойда-Стейнберга (N_r значений палитры для красного, N_g значений палитры для зелёного, N_b значений палитры для синего цвета). Исходные значения должны быть заданы по умолчанию, пользователь должен иметь возможность изменить их в диалоге перед применением дизеринга.
 - b. Алгоритм ordered dither (по каждому цвету отдельно, т.е. преобразованное изображение также должно быть цветным).
- Удвоение изображение. Из изображения в зоне В выбирается центральная часть, удваивается и помещается в зону С. Можно реализовать различные варианты интерполяции.
- Дифференцирующий фильтр (операторы Робертса, Собеля), выделение границ. Вводится порог (использовать Slider + EditBox). При первом вызове данного фильтра значение порога должно быть такое, чтобы оно давало наилучшее выделение границ для вашего теста (то изображение, которое вы присылаете в архиве).
- Сглаживающий фильтр или фильтры.
- Фильтр повышения резкости.
- Тиснение.
- Акварелизация.

- Поворот на произвольный угол, от -180 до 180 градусов. При выборе данной операции, пользователю показывается диалог, где он может выбрать угол (использовать Slider + EditBox). Поворот выполняется относительно центра изображения. Фон для не заполненных краёв – белый. В диалоге должна быть кнопка отмена операции.
- Гамма коррекция. Значение гаммы, аналогично операции поворот изображения на произвольный угол, задаётся диалогом, показывающимся при выборе операции. В диалоге должна быть кнопка отмена операции.

По желанию:

- Можно реализовать и другие операции.

Совет: Часть операций реализована в стандартных программах для работы с изображениями, можете сверяться, но проверяться задача будет в соответствии с этим документом.

Для отладки задачи на сайте предлагается несколько файлов BMP:

1. White.bmp – полностью белое изображение.
2. Black.bmp – полностью чёрное изображение.
3. Picture.bmp, Lena.bmp – другие изображения.

Визуализация объёмной плотности

Изображение в зоне В, может использоваться в качестве начального изображения для изучения объёмной плотности (ОП). Для задания объёмной плотности используется скалярная функция $f(x, y, z)$. Схема визуализации объёмной плотности приведена ниже.

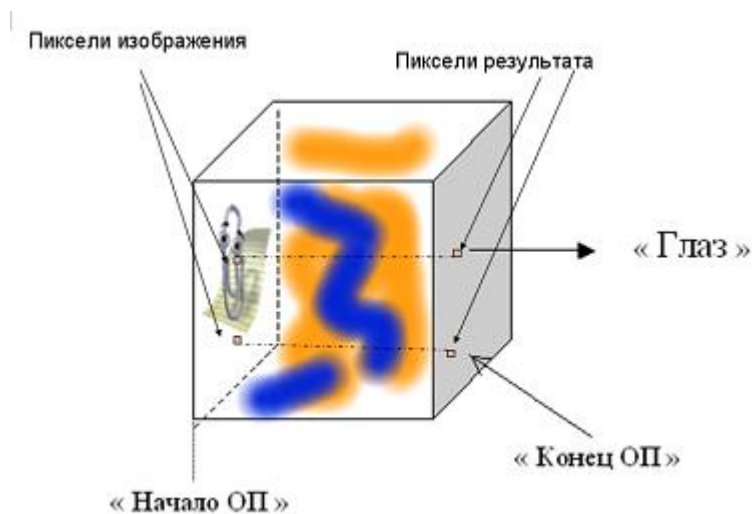


Рис. 4. Схема визуализации объёмной плотности

Скалярная функция $f(x, y, z)$ задаётся следующим образом:

1. Пусть весь объем – это кубик с единичными размерами.
2. В любом месте пространства (не обязательно в кубике) помещаем "заряд", например, в точке $Q = (2, 0, -1)$ величиной q . Этот заряд действует по закону Кулона или еще какому-нибудь – в точке $P(a, b, c)$, будем регистрировать скалярную величину q / r , где r – это расстояние от P до Q , или 0.1, если расстояние меньше 0.1.
3. Таких зарядов берем несколько, в разных точках, с разными значениями q (могут быть и отрицательные). Их влияние в каждой точке пространства суммируем – результатом будет значение скалярной функции $t = f(x, y, z)$.

Метод визуализации объёмной плотности:

- Задаем некоторое соответствие $t \leftrightarrow \tau$ – плотность тумана в точке пространства.
- Задаём цвет тумана в виде (fr, fg, fb) – эмиссия среды.
- Применяем модель взаимодействия среды со светом “поглощение + эмиссия” без рассеивания.

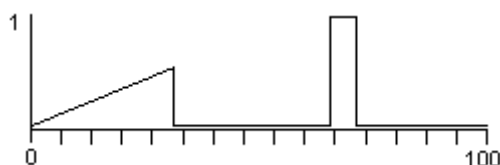
Для задания соответствия $t \leftrightarrow \tau$ и $t \leftrightarrow (fr, fg, fb)$ вычисляем минимум и максимум скалярной функции на кубике (на множестве центров вокселей). Разбиваем этот интервал на 100 частей, от 0 до 100 (ось абсцисс на графиках ниже). На этом интервале задаём кусочно-линейные функции абсорбции и эмиссии (на целочисленной сетке от 0 до 100). При вычислениях значения функции линейно интерполируются по двум соседним значениям.

Исходное изображение в зоне В располагается в начале тумана (см. рис. 4). Изображение здесь – массив $N \times N$ пикселей (здесь 350 на 350). Результат – изображение такого же размера, которое помещается в зону С. Алгоритм вычисления конечного изображения описан в лекциях. Каждый пиксель рассчитывается независимо. **Замечание:** Необходимо только учесть, что разные лучи проходят через различные участки ОП и по-разному влияют на проходящий луч.

Расположение зарядов, их величины, графики абсорбции и эмиссии среды сохраняются в конфигурационном файле. Файл должен иметь расширение ***.txt** с поддержкой комментариев в формате предыдущих задач.

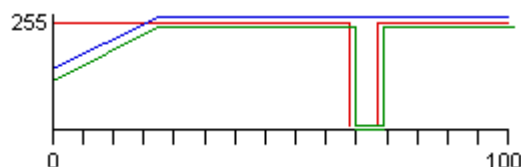
ФОРМАТ ФАЙЛА КОНФИГУРАЦИИ

```
1) o // число вершин в графике абсорбции среды
2) m1 t1 // целочисленная координата и вещественное значение абсорбции от 0 до 1
3) m2 t2
4) m3 t3
.....
1+o) mo to
```



Это описание графика абсорбции

```
2+o) c // число вершин в каждом графике эмиссии
3+o) n1 r1 g1 b1 // целочисленная координата и значение цвета 0 до 255
4+o) n2 r2 g2 b2
5+o) n3 r3 g3 b3
.....
2+o+c) nc rc gc bc
```



Это описание графика эмиссии

```
3+o+c) nq // число зарядов
далее) x y z q // координаты и величина заряда, q может быть меньше 0
EOF
```

Конфигурационный файл считывается по отдельной кнопке. Графики абсорбции и эмиссии располагаются в двух зонах по центру под тремя уже существующими, см. рис. 5. При выводе графиков абсорбции и эмиссии можно рисовать без тиков и подписей (хотя будет лучше, если они будут).

Графики эмиссии для красного, синего и зелёного цветов должны быть сдвинуты на несколько пикселей (от 1 до 3) относительно друг друга, как на приведённых рисунках.

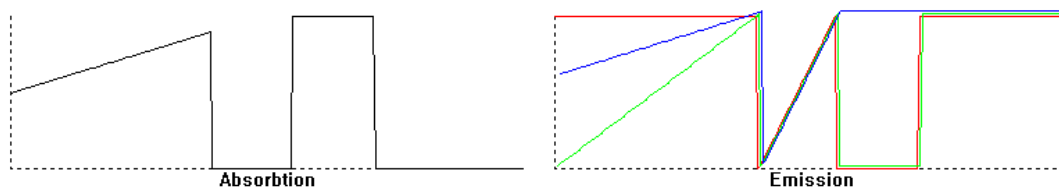


Рис. 5. Расположение графиков поглощения и эмиссии

Весь параллелепипед разбит на $N_x \times N_y \times N_z$ вокселей. При расчётах значение функции вычисляется в центре каждого такого вокселя. Пользователь должен иметь возможность изменить значения N_x , N_y , N_z в диалоге, при этом все значения лежат в диапазоне от 1 до 350 включительно. Значения могут быть различными, то есть воксели могут быть и не кубическими. На рис. 6 приведён результат объёмной визуализации для случая, когда значения N_x , N_y , N_z равны 350.

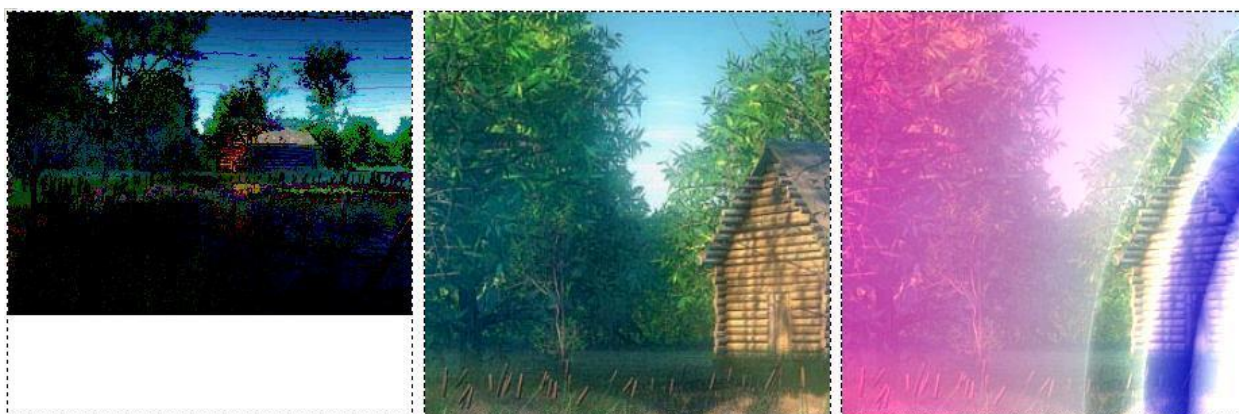


Рис. 6. Результат визуализации объёмной плотности

Ниже переведён результат работы алгоритма визуализации когда N_x , N_y , N_z равны 15.

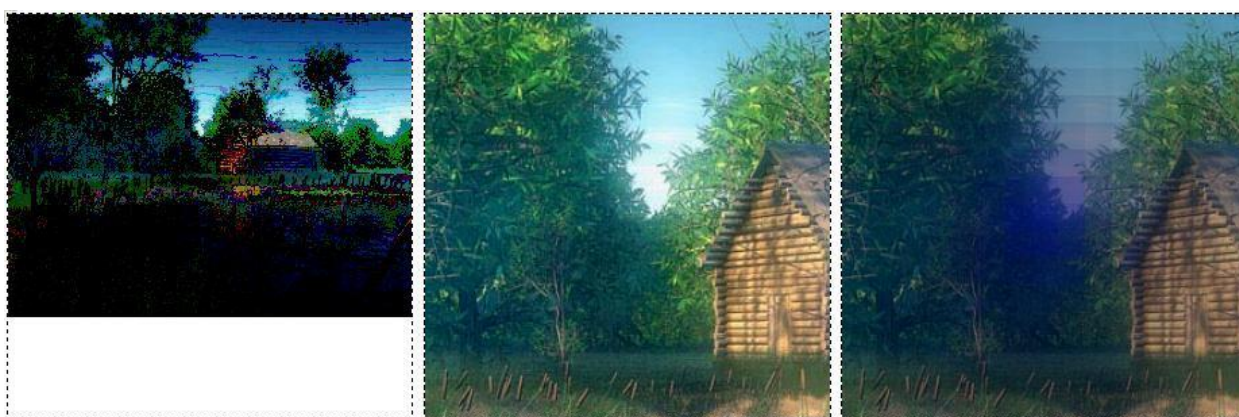


Рис. 7. Результат расчёта при меньших значениях N_x , N_y , N_z (здесь функции эмиссии и поглощения отличаются от графиков, приведённых выше)

На toolbar добавляются три следующие кнопки:

1. Включение/выключение абсорбции (кнопка залипает).
2. Включение/выключение эмиссии (кнопка залипает).
3. Запуск алгоритма визуализации объёмной плотности.

Внимание: Время визуализации объёмной плотности в режиме Release на максимальных параметрах (куб – 350 x 350 x 350, с учётом эмиссии и абсорбции) не должно превышать 1 минуты (оценка завышена, можно рассчитать значительно быстрее).

Замечание: Не надо хранить весь массив $N_x \times N_y \times N_z$ в памяти, вычисляйте его динамически (это обязательное требование).

По желанию: Можно реализовать визуальное редактирование графиков абсорбции и эмиссии.