

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică
Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor

GRAFICA PE CALCULATOR

ТЕМА 2. ВИДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

I.u., dr. NASTAS Andrei

СОДЕРЖАНИЕ

- 2.1. Растровая графика
- 2.2. Векторная графика
- 2.3. Фракталы

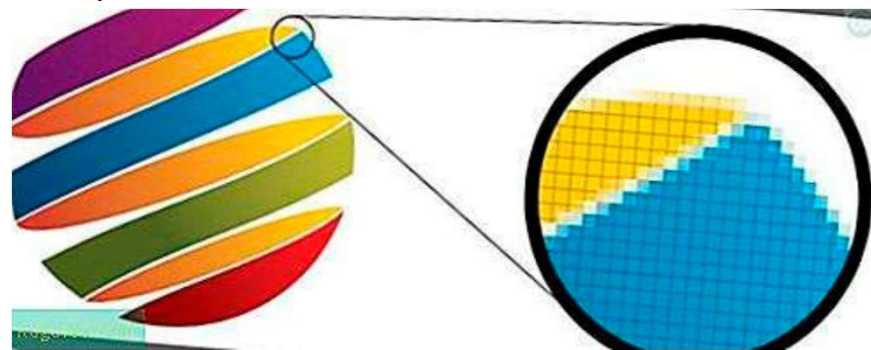
Интерактивная компьютерная графика — раздел компьютерной графики, изучающий проблемы динамического управления пользователем содержимого изображения, ее формы, размера и цвета на экране, с использованием различных средств взаимодействия. В компьютерной графике есть разделы, изучающие методы работы с плоскими изображениями, так называемая 2D-графика и трехмерная (3D) графика.

Трехмерное изображение отличается от двухмерного тем, что оно строится на основе математические описания определенной трехмерной сцены.

Математическое описание сцены чаще всего представляет собой модель физических объектов в трехмерном пространстве.

Для получения трехмерного изображения необходимо построить математическую модель сцены и объекты на нем, затем визуализировать, получив проекцию с учетом освещения материалов и т. д. В результате просмотра мы получим изображение в плоскости экрана или распечатанное на принтере.

Кроме того, по способу хранения изображения в памяти компьютера компьютерная графика делится на растровую, векторную и фрактальную.



2.1. Растровая графика

В компьютерной графике и цифровой фотографии, *растровое графическое изображение, или растровой карты (bitmap)* — это структура данных матрицы точек, которая представляет собой обычно прямоугольную сетку пикселей (цветных точек), которые можно увидеть в виде растровой карты на дисплее (мониторе), бумаге или другом средстве отображения (рисунок 2.1). Растровые изображения хранятся в файлах изображений в различных форматах в зависимости от метода синтеза, генерации, обработки, и распространения.

Растровые данные используются в приложении, когда мы хотим отобразить информацию, которая происходит в конкретном регионе и которая не разбивается на векторные элементы.

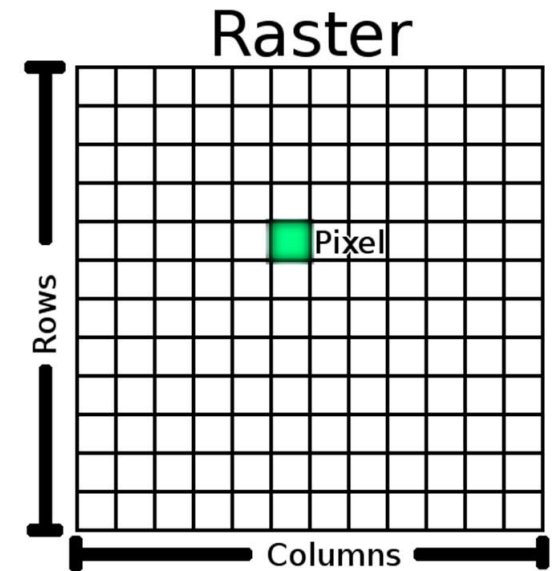


Рис. 2.1. Структура растрового изображения

2.1. Растровая графика

Растровое изображение представляет собой прямоугольную сетку пикселей, в которой цвет каждого пикселя определяется числом бит. Возможно создание растрового изображения для хранения в видеопамати экрана или в виде растрового файла независимого от устройства. Растр технически характеризуется *шириной* и *высотой* изображения в пикселях и по *количеству бит на пиксель*.

Форматы пикселей могут быть: монохромными, в оттенках серого, в индексированных и полноцветных палитрах, где глубина цвет определяет точность представленных цветов, а цветовое пространство определяет диапазон охвата цветов (что часто меньше, чем полный цветовой спектральный диапазон человеческого зрения). Изображения получение с помощью цифровых камер высокого разрешения требуют много места для хранения, особенно для глубины цвета. В обсерватории Vera C. Rubin зарядный ответвитель CCD захватывает 3,2 гигапикселя в одном изображении (6,4 ГБ брутто), более шести цветовых каналов, которые превышают цветовой спектральный диапазон зрения. Во время получения (создания) растровое изображение может иметь различные разрешения и глубину цвета, в зависимости от характеристик хранения и управления спектральной полосой.

2.1. Растровая графика

Векторные изображения можно перевести в растр (растрировать - конвертировать в пиксели), а растровые изображения можно векторизовать (растровые изображения конвертируются в векторную графику), при помощи программного обеспечения. В обоих случаях часть информации теряется, хотя некоторые операции векторизации могут воссоздавать важную информацию, как в случае оптического распознавания символов.

Первые телевизоры, разработанные в 1920 году, использовали принципы растеризации. Электронное телевидение на электронно-лучевых трубках сканирует по расположенным горизонтально растрам слева направо и растровыми линиями расположенными сверху вниз (компьютерный монитор чаще всего имеет альбомную ориентацию, в то время как печатная страница чаще всего располагается с ориентацией - портрет; для перевода одного в другое требуется поворот изображения). Обычная организация пикселей это слева на право и сверху - вниз для большинства форматов растровых файлов и растровых дисплеев, такие как VGA и DVI.

2.1. Растровая графика

Этимология

Слово «растр» происходит от латинского *rastrum* (грабли), которое происходит от *radere* соскоблить. Он исходит из растрового сканирования ЭЛТ-мониторов, которые проецируют линию за линией магнитным или электростатическим наведением сфокусированного электронного луча. По ассоциации он также может относиться к прямоугольной сетке пикселей. Слово *rastrum* также используется как название устройства для рисования линий нотного стана.

Компьютерные дисплеи

Большинство современных компьютеров имеют растровые дисплеи, где каждый пиксель на экране соответствует определённому количеству битов в памяти. Экран обновляется простым сканированием пикселей и их раскрашивания в соответствии с каждым набором бит. Процедура обновления, имеющая решающее значение для скорости, часто реализуется выделенными схемами, являющимися частью графического процессора.

Используя этот подход, компьютер содержит область памяти, в которую включены все данные для отображения. ЦП записывает данные в эту область памяти, а видеоконтроллер считывает их оттуда. Биты данных, хранящиеся в этом блоке памяти, относятся к возможному шаблону пикселей, которые будут использоваться для построения изображения на экране.

2.1. Растровая графика

Использование растра для создания точечного массива

Большинство изображений на компьютере хранятся в форматах растровой графики или в сжатой форме, включая GIF, JPEG и PNG, которые популярны во всемирной паутине. Структура растровых данных основана на фрагментации (tessellation – создание мозаики) (обычно прямоугольные, квадратные) 2D-плоскости в ячейки. В примере приведённом на рис. 2.2 фрагментированные ячейки А накладываются на модель точки В, в результате чего получается матрица С с нумерацией квадратов, представляющий количество точек в каждой ячейке. Для просмотра использовалась справочная таблица для раскрашивания каждой ячейки изображения D. Ниже приведены числа в виде простого вектора в порядке строка/столбец:

1 3 0 0 1 12 8 0
1 4 3 3 0 2 0 2
1 7 4 1 5 4 2 2
0 3 1 2 2 2 2 3
0 5 1 9 3 3 3 4
5 0 8 0 2 4 3 2
8 4 3 2 2 7 2 3
2 10 1 5 2 1 3 7

Наконец, у нас есть растровое представление типа run-length, который имеет 55 позиций:

значения: 1 3 0 1 12 8 0 1 4 3 ...

длины: 1 1 2 1 1 1 1 1 2 ...

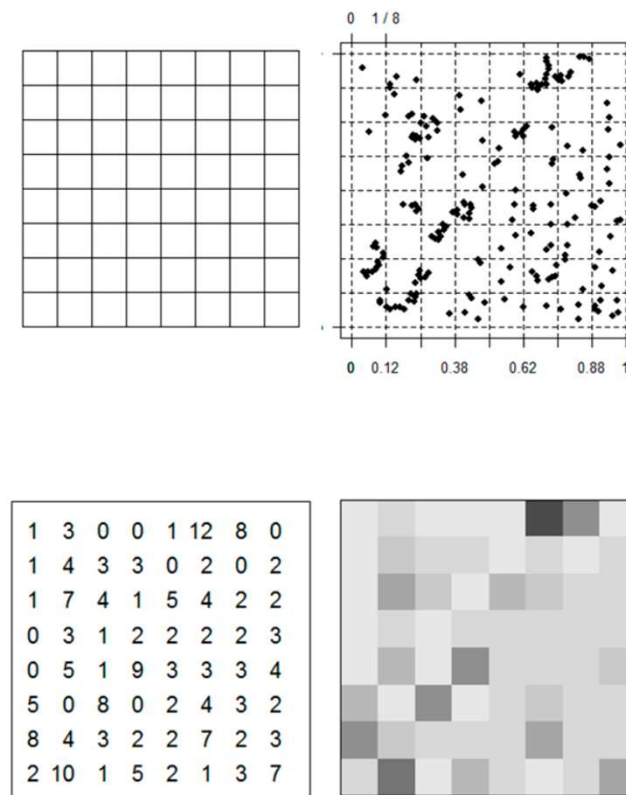


Рис. 2.2. Использование растра для создания точечного массива

2.1. Растровая графика

Этот процесс явно приводит к потере информации, такой как: фактические оцененные координаты точки; количество целых клеток; обычные цвета, но есть и преимущества:

- Структура данных обычно более компактна,
- Растр легко просматривать,
- Он может быть связан с другими растрами при условии, что расположение и разрешение являются подходящими – коррелированными,
- Он разделен на отдельные сечения плана.

Трехмерная воксельная растровая (*voxel raster*) графика используется в видеоиграх, а также в медицинской визуализации, например МРТ сканирование.

Данные ГИС (Географические информационные системы) обычно хранятся в растровом формате для кодификации географические данные как значения пикселей. Информация о географической привязке также может быть связана с пикселями.

2.1. Растровая графика

Разрешение

Растровая графика зависит от разрешения, что означает, что ее нельзя масштабировать до произвольного разрешения без потери кажущегося качества. Это свойство контрастирует с возможностями векторной графики, которые легко масштабируются до качества устройства, которое их воспроизводит. Растровая графика более практична чем векторная графика для работы с фотореалистичными фотографиями и изображениями, в то время как векторная графика часто более хорошо служит для набора текста или графического дизайна. Современные компьютерные мониторы обычно отображают между 72 и 130 пикселей на дюйм (PPI), а некоторые современные потребительские принтеры могут достигать 2400 точек на дюйм (DPI) или больше; определить наиболее подходящее разрешение изображения для данного разрешения принтера может вызвать трудности, так как распечатка может иметь более высокий уровень детализации чем пользователь может различить на мониторе. Обычно разрешение от 150 до 300 PPI подходит для 4-х цветной печати (СМУК).

Для дизеринговых (полутонных) технологии смешивания цветов, DPI принтера и PPI изображения имеют разные значения, и это может ввести в заблуждение. Потому что через процессе сглаживания принтер строит однопиксельное изображение из нескольких точек. Чтобы увеличить глубину цвета, значение DPI принтера должно быть выбрано намного выше чем желаемый PPI, чтобы обеспечить достаточную глубину цвета без ущерба разрешения изображения. Так например, печать изображения с разрешением 250 пикселей на дюйм, на самом деле требует настройки принтера 1200 точек на дюйм.

2.1. Растровая графика

Редакторы растровых изображений

Редакторы растровых изображений, такие как PaintShop Pro, Corel Painter, Adobe Photoshop, Paint.NET, MicrosoftPaint и GIMP ориентированы на редактирование пикселей, в отличие от редакторов векторных изображений, таких как Xfig, CorelDRAW, Adobe Illustrator или Inkscape, ориентированные на редактирование линий и фигур (векторов). Когда изображение визуализируется в редакторе растровых изображений, изображение состоит из миллионов пикселей. По сути, редактор растровых изображений работает, манипулируя каждым отдельным пикселем. Большинство редакторов пиксельных изображений работают с цветовой моделью RGB, но некоторые используют другие цветовые модели, такие как цветовая модель CMYK.

2.2. Векторная графика

В компьютерной графике **векторная графика** — это процесс создания изображений с помощью *математические описания* для определения положения, длины и направления линий. Векторные изображения дополняют растровые карты растровой графики, в которых изображения представлены в виде массива пикселей.

В одних случаях рекомендуется использовать векторные изображения, а в других растровые, в зависимости от характера проекта. Иногда эти два формата можно использовать вместе. Понимание преимуществ и ограничений каждой технологии и отношения между ними приводят к их оптимальному использованию.

2.2. Векторная графика

Отображение и создание векторных изображений

Дисплеи компьютеров состоят из крошечных точек, называемых пикселями. Растровые изображения также построены с использованием этих точек. Чем они меньше и ближе, тем лучше качество изображения, но и размер файла, необходимого для его хранения. Если изображение отображается в большем размере, чем он был создан изначально, он становится зернистым и размытым, потому что пиксели из композиции изображения уже не соответствуют пикселям на экране.

Однако в случае векторных изображений в файле хранятся линии, формы и цвета, из которых состоит изображение, как математические формулы. Затем программа векторной графики использует эти формулы для постройки изображения на экране в оптимальном качестве, в зависимости от разрешения экрана. Таким образом программы могут создавать изображение любого размера и уровня детализации, причем качество изображения определяется только разрешением дисплея, размер файла остался прежним. Печать векторного изображения на бумаге или на любом другом материале дает более четкий результат и более высокое разрешение, чем это возможно на экране, используя точно такой же файл.

Программное обеспечение для векторного рисования используется для создания и редактирования векторных изображений. А изображение можно изменять, манипулируя объектами, из которых оно состоит, которые затем сохраняются как вариации конкретных математических формул. Математические операторы в программном обеспечении могут использоваться для: растягивания, скручивания, раскрашивания разных предметов на картинке. В современных системах эти операторы интуитивно представлены с использованием графического интерфейса компьютера.

2.2. Векторная графика

Преобразование из и в растровый формат

Векторизация изображений полезна для удаления ненужных деталей с фотографии.

Часто бывает необходимо, чтобы изображение после того, как оно было доведено до желаемой формы, было преобразовано из формата вектор в распространенном растровом формате, который может использоваться широким спектром приложений и устройств. Размер сгенерированного таким образом файла будет прямо пропорционален выбранному разрешению, а размер исходного файла останется таким же. Преобразование из векторного формата выполняется практически каждый раз при отображении изображения, поэтому процесс сохранения растрового изображения в файл довольно прост.

Гораздо сложнее обратный процесс, который включает аппроксимацию форм и цветов растрового изображения и создание объектов с соответствующими свойствами. Количество создаваемых объектов прямо пропорционально сложности изображения. Однако размер файла векторного изображения обычно не превышает размер источника растрового изображения.

Графические приложения могут комбинировать изображения из векторных и растровых источников и предоставлять инструменты для обоих, в случаях, когда одни части проекта можно получить с камеры, а другие нарисованные векторной графикой (рис. 2.3).

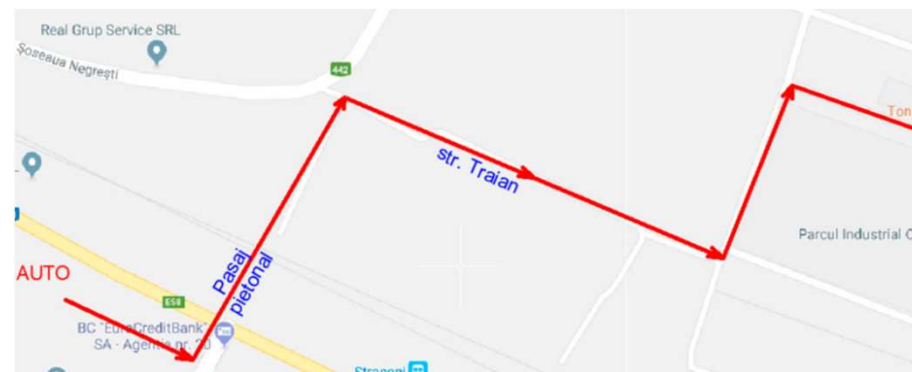


Рис. 2.3. Комбинация растрового и векторного изображений

2.2. Векторная графика

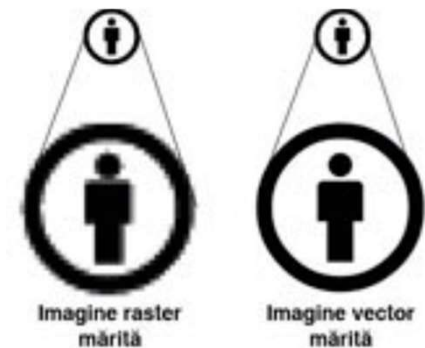
Векторизация

Относится к программам и технологиям/сервисам, используемым для конвертирования растровых изображений в векторные изображения. Примеры:

В системе автоматизированного проектирования (САПР) эскизы сканируются, векторизируются и преобразовываются в файлы САПР при помощи процесса, называемого бумага – САПР.

В ГИС (Географические информационные системы) изображения со спутника векторизируются для получения карт.

В цифровом искусстве и фотографии изображения обычно векторизируются используя плагины в таких программах, как Adobe Photoshop или Adobe Illustrator, но векторизацию можно сделать и вручную. Изображения могут быть векторизованы для лучшего использования и изменения размера, как правило, без большого отличия от оригинала. Векторизация фотографии изменит их аспект от фотографического до нарисованного карандашом или кистью; фотографии могут быть превращены в силуэты. Преимущество векторизации в том, что результат может быть успешно интегрирован в дизайн логотипа.



2.2. Векторная графика

Недостатки и ограничения

Главный недостаток векторных изображений в том, что они состоят из объектов, описываемых математическими формулами, но количество этих объектов, и их сложность ограничены, в зависимости от библиотеки математических формул, используемых программой рисования. Например, цифровые устройства, такие как камеры или сканеры создают растровые файлы, которые невозможно точно представить с помощью векторных изображений. Даже если вам удастся векторизовать такое изображение, отредактируйте его до первоначального состояния очень сложно.

Еще одним недостатком является то, что форматы, в которых хранятся векторные изображения, комплексны и сложны. Из-за этого реализация этих форматов на разных устройствах проблематична. Конвертировать из одного формата в другой тоже сложно.

Приложения

Из-за гибкости разрешения векторных изображений они часто используются для создания печатных материалов разных размеров: можно использовать один и тот же файл как для визитки, так и для билборда, в обоих случаях результаты очень четкие и точные.

Еще одним важным применением векторной графики является моделирование трехмерных поверхностей, где требуется высокое качество объектов.

2.2. Векторная графика

Для векторных изображений в силу принципа построения изображения понятие разрешение не применяется.

Разрешение устройства описывает максимальное разрешение изображения, получаемого устройством ввода или вывода.

Разрешение принтера обычно указывается в *dpi*.

Разрешение сканера изображений указывается в *ppi* (количество пикселей на дюйм), а не в *dpi*.

Разрешение экрана монитора обычно называют размером изображения на экране в пикселях: 800×600, 1024×768, 1280×1024, что подразумевает разрешение по отношению к физическому размеру экрана, чаще на эталонную единицу длины, это будет 1 дюйм.

Разрешение матрицы цифрового фотоаппарата, как и экрана монитора, характеризуется размером изображения (в пикселях). Но, в отличие от экранов, это не пара чисел, но округленное количество пикселей, выраженное в мегапикселях, всей рабочей области матрицы.

2.2. Векторная графика

Стандартные видеоадаптеры:

EGA (Enhanced Graphics Adapter) — позволяет работать в текстовом и графическом режиме. В графическом режиме, разрешение 640x350 точек, 16 цветов одновременно на экране и 2 видео страницы.

VGA (Video Graphics Array) — позволяет работать в текстовом и графическом режиме. Этот адаптер считается преемником адаптера EGA. Графическое разрешение составляет: 640x480 точек и 16 цветов одновременно на экране из 256K возможных цветов, одна видеостраница или 320x200 точек и 256 цветов одновременно и одна видео страница на экран.

XGA (Extended Graphics Array) — 1024 x 768 пикселей, 24 ... 210 цветов;

SVGA (супервидеографический массив). Разрешение от 640x400 точек и 16 цветов до 1280x1024 точек и 16000 цветов.

AGA (улучшенный графический адаптер) — разрешение 1024 x 768 пикселей. Для сложных графических приложений есть специальные графические адаптеры с исключительным разрешением (превышающие 4096 x 4096 пикселей).

2.2. Векторная графика

Для мониторов с типичным разрешением, информационных панелей и экранов устройств (собственное разрешение), есть устоявшиеся буквенные названия:

Denumirea formatului	Numărul de puncte redade de ecran	Proportțiile imaginii	Dimensiunea imaginii	Denumirea formatului	Numărul de puncte redade de ecran	Proportțiile imaginii	Dimensiunea imaginii
QVGA	320×240	4:3	76,8 kpixeli	WUXGA	1920×1200	8:5	2,3 Mpixeli
SIF (MPEG1 SIF)	352×240	22:15	84,48 kpixeli	2K	2048×1080	256:135	2,2 Mpixeli
CIF (MPEG1 VideoCD)	352×288	11:9	101,37 kpixeli	QWXGA	2048×1152	16:9	2,36 Mpixeli
WQVGA	400×240	5:3	96 kpixeli	QXGA	2048×1536	4:3	3,15 Mpixeli
[MPEG2 SV-CD]	480×576	5:6	276,48 kpixeli	WQXGA / Quad HD	2560×1440	16:9	3,68 Mpixeli
HVGA	640×240	8:3	153,6 kpixeli	1440p			
HVGA	320×480	2:3	153,6 kpixeli	WQXGA	2560×1600	8:5	4,09 Mpixeli
nHD	640×360	16:9	230,4 kpixeli	QSXGA	2560×2048	5:4	5,24 Mpixeli
VGA	640×480	4:3	307,2 kpixeli	3K	3072×1620	256:135	4,97 Mpixeli
WVGA	800×480	5:3	384 kpixeli	WQXGA	3200×1800	16:9	5,76 Mpixeli
SVGA	800×600	4:3	480 kpixeli	WQSXGA	3200×2048	25:16	6,55 Mpixeli
FWVGA	848×480	16:9	409,92 kpixeli	QUXGA	3200×2400	4:3	7,68 Mpixeli
qHD	960×540	16:9	518,4 kpixeli	QHD	3440×1440	43:18	4,95 Mpixeli
WSVGA	1024×600	128:75	614,4 kpixeli	WQUXGA	3840×2400	8:5	9,2 Mpixeli
XGA	1024×768	4:3	786,432 kpixeli	4K UHD (Ultra HD)	3840×2160	16:9	8,3 Mpixeli
XGA+	1152×864	4:3	995,3 kpixeli	2160p			
WXVGA	1200×600	2:1	720 kpixeli	4K UHD	4096×2160	256:135	8,8 Mpixeli
HD 720p	1280×720	16:9	921,6 kpixeli	5K UHD	5120×2700	256:135	13,82 Mpixeli
WXGA	1280×768	5:3	983,04 kpixeli	HSXGA	5120×4096	5:4	20,97 Mpixeli
SXGA	1280×1024	5:4	1,31 Mpixeli	6K UHD	6144×3240	256:135	19,90 Mpixeli
WXGA+	1440×900	8:5	1,296 Mpixeli	WHSXGA	6400×4096	25:16	26,2 Mpixeli
SXGA+	1400×1050	4:3	1,47 Mpixeli	HUXGA	6400×4800	4:3	30,72 Mpixeli
XJXGA	1536×960	8:5	1,475 Mpixeli	7K UHD	7168×3780	256:135	27,09 Mpixeli
WSXGA (?)	1536×1024	3:2	1,57 Mpixeli	8K UHD (Ultra HD)	7680×4320	16:9	33,17 Mpixeli
WXGA++	1600×900	16:9	1,44 Mpixeli	4320p / Super Hi-Vision			
WSXGA	1600×1024	25:16	1,64 Mpixeli	WHUXGA	7680×4800	8:5	36,86 Mpixeli
UXGA	1600×1200	4:3	1,92 Mpixeli	8K UHD	8192×4320	256:135	35,2 Mpixeli
WSXGA+	1680×1050	16:10	1,76 Mpixeli				
Full HD 1080p	1920×1080	16:9	2,07 Mpixeli				

2.2. Векторная графика

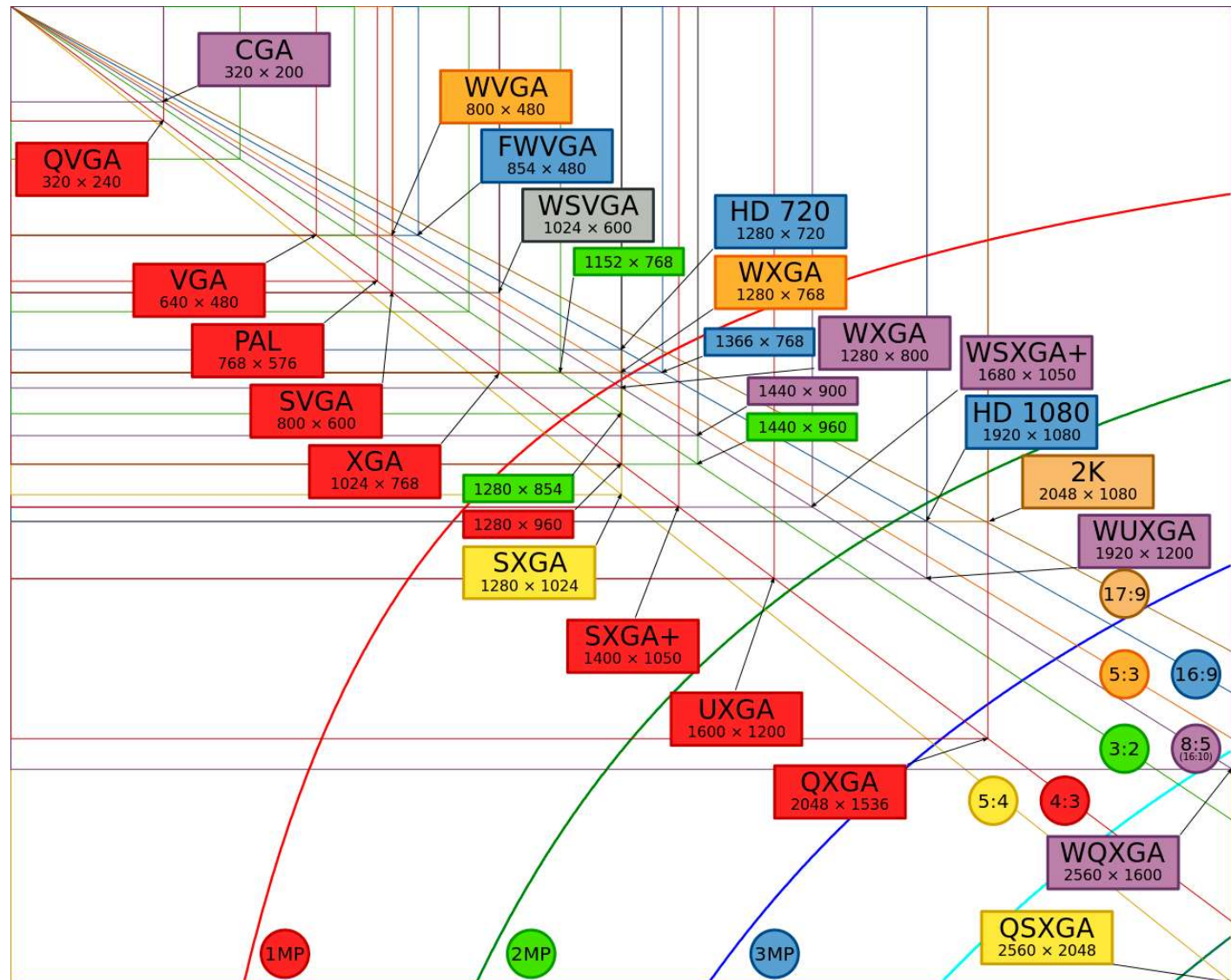


Рис. 2.9. Соотношение сторон и разрешение монитора

2.2. Векторная графика

Таблица 2.2 показывает сравнение между растровой и векторной графикой.

Таблица 2.2. Сравнение растровой и векторной графики

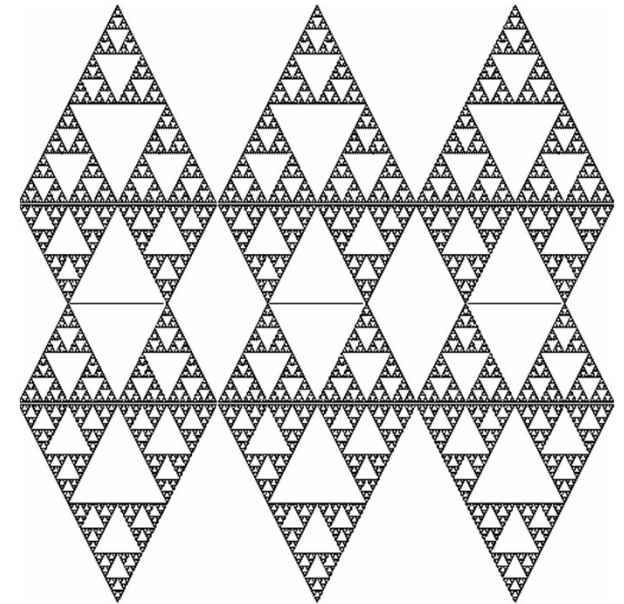
Критерии сравнения	Растровая графика	Векторная графика
Метод рендеринга изображений	Растровые изображения состоят из наборов пикселей	Векторные изображения визуализируются последовательностью команд
Игра с объектами реального мира	Растровые изображения используются для отображения объектов реального мира	Векторные изображения не позволяют получить фотографическое качество
Качество отредактированного изображения	При масштабировании и повороте растровых изображений могут возникать искажения или искривления	Векторные изображения могут быть легко изменены без потери качества
Особенности печати	Растровые изображения могут быть легко напечатаны	Векторные изображения на печати иногда не выглядят, как они отображаются на экране

2.3. Фракталы

В просторечии фрактал — это фрагментированная или сломанная геометрическая фигура, которую можно разделить на части, поэтому так что каждый из них является (хотя бы приблизительно) миниатюрной копией целого". Термин был введен Бенуа Мандельбротом в 1975 году и происходит от латинского *fractus*, что означает «сломанный» или "сломанный".

Фрактал, как геометрический объект, в целом имеет следующие характеристики:

- Имеет мелкую структуру на сколь угодно малых масштабах.
- Он слишком неправильный, чтобы его можно было описать на традиционном евклидовом геометрическом языке.
- Самоподобен (по крайней мере, грубо или стохастически).
- имеет большую хаусдорфову размерность, чем топологический размер (хотя это требование не выполняется кривыми Гильберта).
- имеет простое и рекурсивное определение.



2.3. Фракталы

Поскольку они кажутся одинаковыми при любом увеличении, фракталы считаются бесконечно сложными (в неформальном плане). Среди природных объектов, приближающихся к фракталам до определенного уровня можно считать: облака, горные хребты, дуги молний, береговые линии и снежинки. Однако не все самоподобные объекты являются фракталами — например, реальная линия (евклидова прямая) самоподобна, но не отвечает другим характеристикам.

Слово фрактал происходит от латинского *fractus*, которое происходит от глагола *frangere*, что означает «ломать», «фрагментировать», «разбивать».

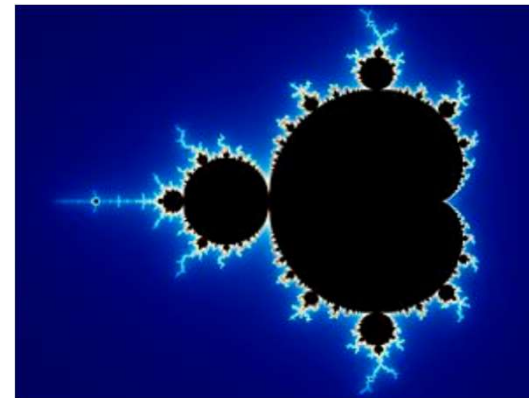
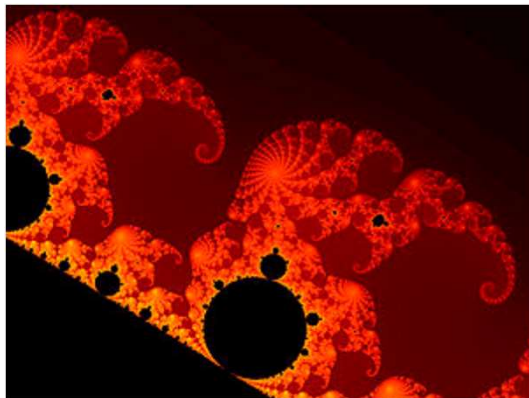


Рис. 2.10. Примеры фрактала границы множества Мандельброта

ВОПРОСЫ