

Основные понятия КГ

Компьютерная графика - это область информатики, которая охватывает все стороны формирования изображений с помощью компьютера.

Создано разнообразное аппаратное и программное обеспечение для получения изображений самого различного вида и назначения - от простых чертежей до реалистических образов естественных объектов. Компьютерная графика используется практически во всех научных и инженерных дисциплинах для наглядности восприятия и передачи информации.

Трехмерные изображения используются в медицине (компьютерная томография), картографии, полиграфии, геофизике, ядерной физике и других областях.

Телевидение и другие отрасли индустрии развлечений используют анимационные средства компьютерной графики (компьютерные игры, фильмы).

Общепринятой практикой считается также использование компьютерного моделирования при обучении пилотов и представителей других профессий (тренажеры).

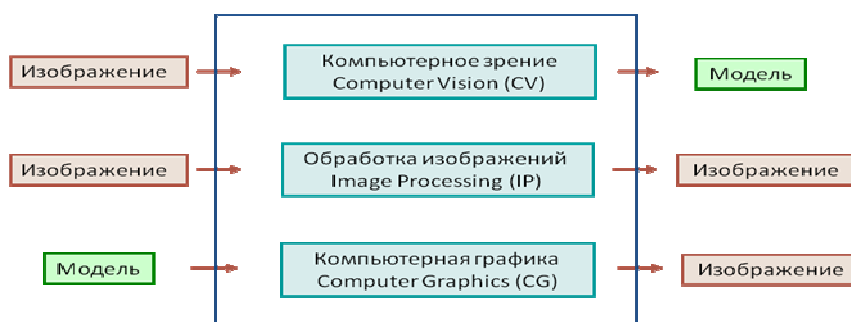
Конечным результатом применения средств компьютерной графики является изображение, которое может использоваться для различных целей. Современная компьютерная графика - это достаточно сложная, основательно проработанная и разнообразная научно-техническая дисциплина. Некоторые ее разделы, такие как геометрические преобразования, способы описания кривых и поверхностей, к настоящему времени уже исследованы достаточно полно.

Ряд областей продолжает активно развиваться: методы растрового сканирования, удаление невидимых линий и поверхностей, моделирование цвета и освещенности, текстурирование, создание эффекта прозрачности и полупрозрачности и др.

Задачи компьютерной графики

- представление изображения в компьютерной графике;
- подготовка изображения к визуализации;
- создание изображения;
- осуществление действий с изображением.

Важнейшая функция компьютера - обработка информации. Особо можно выделить обработку информации, связанную с изображениями. Она разделяется на три основных направления: **компьютерная графика (КГ), обработка изображений и распознавание изображений.**

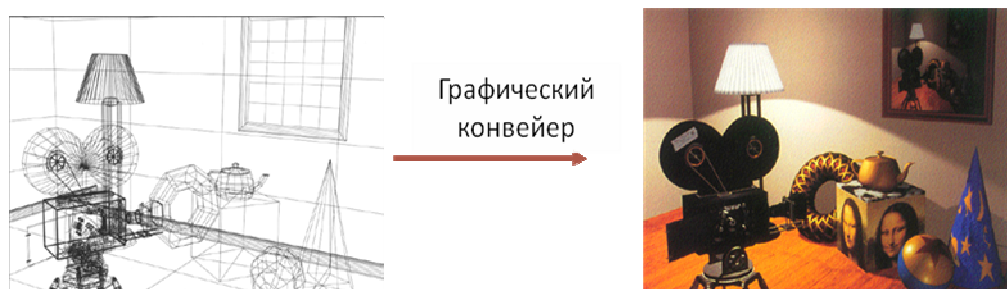


Основная задача компьютерной графики (Computer Graphics) -

визуализация, то есть создание изображения. Визуализация выполняется, исходя из описания (модели) того, что нужно отображать.



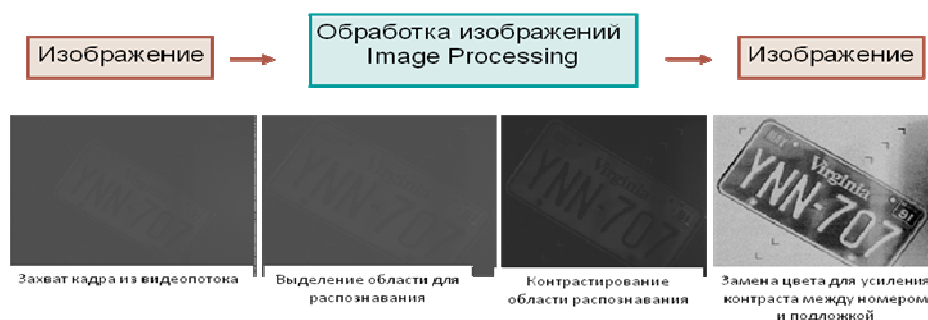
Существует много методов и алгоритмов визуализации, которые различаются между собою в зависимости от того что и как отображать. Например, отображение того, что может быть только в воображении человека — график функций, диаграмма, схема, карта.



Или наоборот, имитация трехмерной реальности — изображение сцен в компьютерных играх, художественных фильмах, тренажерах, в системах архитектурного проектирования.

Важными и связанными между собою **факторами** здесь являются: скорость изменения кадров, насыщенность сцены объектами, качество изображения, учет особенностей графического устройства.

Обработка изображений (Image Processing) — это преобразования изображений. Входными данными является изображение, и результат обработки — тоже изображение. Примерами обработки изображений могут служить: повышение контраста, четкости, коррекция цветов, редукция цветов, сглаживание, уменьшение шумов и так далее.



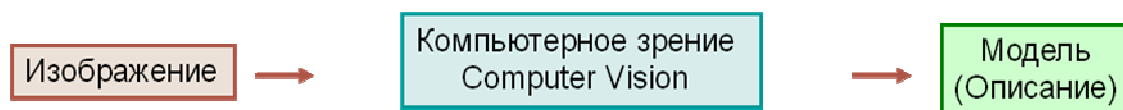
В качестве материала для обработки могут использоваться космические снимки, сканированные изображения, радиолокационные, инфракрасные изображения и т. п.

Задачей обработки изображений может быть как улучшение в зависимости от определенного критерия (реставрация, восстановление), так и специальное преобразование, кардинально меняющее изображения. В последнем случае обработка изображений может быть промежуточным этапом для дальнейшего распознавания изображения.

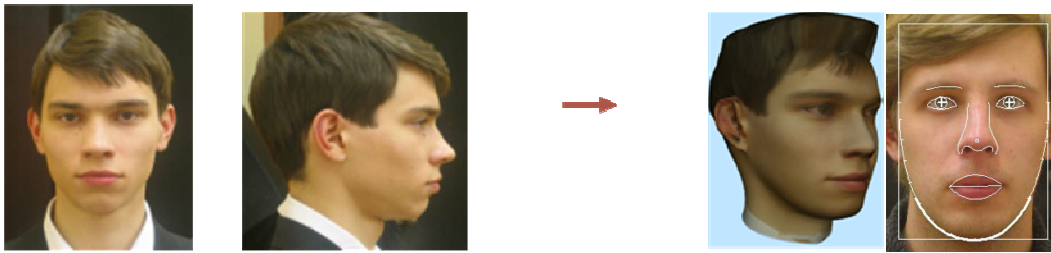
Например, перед распознаванием часто необходимо выделять контуры, создавать бинарное изображение, разделять по цветам.

Методы обработки изображений могут существенно отличаться в зависимости от того, каким путем получено изображение — синтезировано системой КГ либо это результат оцифровки черно-белой или цветной фотографии.

Для **распознавания изображений (Computer Vision)** основная задача — получение описания объектов, представленных изображением. Методы и алгоритмы распознавания разрабатывались прежде всего для обеспечения зрения роботов и для систем специального назначения.



Но в последнее время компьютерные системы распознавания изображений все чаще появляются в повседневной практике многих людей, например, офисные системы распознавания текстов, программы векторизации, создание трехмерных моделей человека.



Цель распознавания может формулироваться по-разному: выделение отдельных элементов (например, букв текста на изображении документа или условных знаков на изображении карты); классификация изображений в целом (например, проверка того, есть ли это изображение определенного летательного аппарата, или установление персоны по отпечаткам пальцев).

Методы классификации и выделение отдельных элементов могут быть тесно связаны между собою. Так, классификация может быть сделана на основе структурного анализа отдельных элементов объекта.

Или для выделения отдельных элементов можно использовать методы классификации. Задача распознавания является обратной относительно визуализации.

1.1 Разновидности компьютерной графики

Распространение компьютерной графики началось с полиграфии. Но вскоре она вырвалась из тесных помещений типографий на простор широкого применения. Огромную популярность завоевали компьютерные игры, научная графика и фильмы.

Сейчас без развитой и изощренной графики не обходится ни один фантастический фильм, ни одна компьютерная игрушка. Создаются изображения настолько реальные, что трудно поверить в то, что все это создано на компьютере. Мощнейшие машины и талантливейшие команды математиков, программистов и дизайнеров работают над этим. Ни один приличный доклад в сфере бизнеса не обходится сейчас без компьютерной презентации.

Из простого перечисления областей применения видно, что понятие компьютерной графики довольно обширно — от алгоритмов, рисующих на экране причудливые узоры, до мощных пакетов 3D-графики и программ, имитирующих классические инструменты художника.

Иными словами, компьютерная графика не является простым рисованием при помощи компьютера, а представляет собой довольно сложный комплекс, который находит применение во многих областях человеческой деятельности:

- двухмерная графика;
- полиграфия;
- web-дизайн;
- мультимедиа;
- 3D-графика и компьютерная анимация;
- видеомонтаж;
- геоинформационные системы
- САПР и деловая графика.

Сферы применения компьютерной графики чрезвычайно разнообразны. Каждый ее раздел имеет свои отличительные особенности и тонкости «технологического производства».

Для каждого из них создано свое программное обеспечение, включающее разнообразные специальные программы (графические редакторы). Вне зависимости от области использования каждый графический редактор, как правило, должен иметь:

- инструменты рисования на компьютере;
- библиотеку готовых изображений;
- набор шрифтов;
- набор спецэффектов;
- а также быть совместимым с другими графическими программами.

Графические редакторы подразделяются на **растровые, векторные и редакторы трехмерной графики.**

Растровые редакторы широко применяются для обработки изображений, их ретуши, создания фотоэффектов и художественных композиций. В обширном классе программ для обработки растровой графики особое место занимает пакет **Adobe Photoshop** (или его бесплатный аналог **GIMP**).

Назначение:

- 1) для открытия и редактирования различных типов цифровых изображений, в том числе фотографий;
- 2) для выполнения цветовой коррекции изображения;
- 3) для создания иллюстраций, использующихся в полиграфической печати и мультимедийных электронных документах;
- 4) для разработки иллюстративного материала для создания web-страниц.

Особенности:

Растровые изображения – это изображения, построенные из отдельных цветных точек, которые называются пикселями. Растровое изображение представляет собой единый объект. Качество зависит от размера изображения.

Каждый пиксель имеет строго определенное положение и цвет. Когда растровое изображение сохраняют в файле, то в нем находится массив из цветовых кодов для каждого пикселя.

При обработке растровых изображений редактируются не конкретные объекты и контуры, а цветовые коды пикселей. Размер файла с растровым изображением зависит от количества пикселей. Растровые изображения обеспечивают достаточно высокую точность передачи цветов и полутонов. Поэтому они являются оптимальным средством представления фотографий.

Качество растрового изображения напрямую зависит от разрешающей способности оборудования. Для представления растровых изображений всегда используется фиксированное число пикселей. Некорректная обработка растровых изображений, например произвольное изменение его размера или печать с более высоким разрешением, может привести к тому, что мелкие детали будут потеряны, а границы объектов будут неровными.

Растровая графика реализует автоматизацию ввода изображений со сканера или цифровой фотокамеры. Растровая графика позволяет создавать в изображении различные фотоэффекты (размытость, зернистость и т. д.).

Разрешение растровых изображений.

Каждое растровое изображение содержит фиксированное количество пикселей. Поэтому для определения высоты и ширины такого изображения используется количество пикселей, располагающихся соответственно вдоль его вертикальной и горизонтальной границ.

От количества пикселей в изображении и характеристик конкретного монитора зависит, каков будет размер этого изображения на экране. Растровое изображение сохраняется в виде групп пикселей с фиксированным разрешением. Разрешение изображения определяется плотностью пикселей в документе, измеряется **плотностью пикселей на дюйм** и обозначается **ppi**.

Растровое изображение с более высоким разрешением содержит больше пикселей, которые при этом имеют меньшие размеры, чем в аналогичном изображении с низким разрешением.

Рассмотрим пример изображения размером 1×1 дюйм. Предположим, что разрешение равно 72 ppi. Тогда данное изображение будет содержать следующее количество пикселей: $1 \times 72 \times 1 \times 72 = 5\,184$ пикселя. Если изображение 1×1 дюйм будет иметь разрешение 300 ppi, то будет содержать 90 000 пикселей.

За счет использования большего числа пикселей высокое разрешение позволяет получать при печати изображений более мелкие детали и более тонкие цветовые переходы. При более высоком разрешении кодируется большее количество пикселей, поэтому размер файла будет больше.

Выбор оптимального разрешения зависит от того, на каком дисплее оно будет отображаться или на каком принтере будет напечатано.

Если разрешение изображения ниже, чем разрешение принтера, то качество печати будет низким. Если разрешение изображения много выше, чем разрешение принтера, то печатная иллюстрация будет распечатана с максимальным качеством, которое позволяет получить принтер.

При этом объем файла, где храниться изображение, будет тем больше, чем больше разрешение. Большой объем файла в свою очередь снижает скорость печати и скорость передачи файла по сети.

Недостатки:

1) объем файла для хранения изображения определяется произведением площади изображения на разрешение и на глубину цвета. Поэтому для повышения качества изображения увеличивают разрешение, что приводит к увеличению объема файла.

2) при повороте растрового изображения с четкими тонкими вертикальными линиями на небольшой угол происходит искажение линий. Это означает, что при любых трансформациях (поворотах, масштабировании, наклонах) в растровой графике невозможно обойтись без искажений.

Для получения качественной печатной иллюстрации или качественного изображения на экране монитора необходимо, чтобы разрешение растрового изображения были несколько ниже, чем собственное разрешение принтера или монитора.

Растровые форматы

Растровые форматы используются для хранения растровых данных. Файлы этого типа особенно хорошо подходят для хранения реальных изображений, например фотографий и видеоизображений. Растровые файлы, по сути дела, содержат точную попиксельную карту изображения. Программа визуализации реконструирует это изображение на отображающей поверхности устройства вывода.

Наиболее распространенные растровые форматы

PSD - внутренний формат программы Photoshop. Поддерживается большим количеством графических программ. Этот формат позволяет записывать изображение с многими слоями и дополнительными альфа-каналами, а также с каналами простых цветов и контурами и другой специфической информацией.

BMP (*Bitmap Picture*) — Растровый формат хранения изображений, разработанный компанией Microsoft, который является родным графическим форматом Windows. Поддерживается практически всеми редакторами. В этом формате хранятся небольшие растровые изображения, предназначенные для использования в

системе Windows. Это формат невысокого качества и с низкой степенью сжатия. Его не рекомендуется использовать ни для web-дизайна, ни для передачи.

PCX (PCExchange) — стандарт представления графической информации, разработанный компанией *ZSoft Corporation*. Аналог BMP, который поддерживается такими графическими редакторами, такими как Adobe Photoshop, Corel Draw и GIMP. В настоящее время вытеснен форматами, которые поддерживают лучшее сжатие: **GIF**, **JPEG** и **PNG**.

GIF (*Graphics Interchange Format* «формат для обмена изображениями») — популярный растровый формат графических изображений. Способен хранить сжатые данные без потери качества в формате не более 256 цветов.

Не зависящий от аппаратного обеспечения формат GIF был разработан в 1987 году (GIF87a) на фирме CompuServe для передачи растровых изображений по сетям. В 1989-м формат был модифицирован (GIF89a): были добавлены поддержка прозрачности и анимации.

GIF использует LZW-компрессию, что позволяет сжимать файлы, в которых много однородных заливок (логотипы, надписи, схемы). Долгое время GIF был одним из наиболее распространённых форматов в интернете.

JPEG («джейпег» *Joint Photographic Experts Group*, по названию организации-разработчика) — один из популярных растровых графических форматов, применяемый для хранения фотоизображений. Файлы, содержащие данные JPEG, обычно имеют расширения **.jpg**.

Алгоритм JPEG в наибольшей степени пригоден для сжатия фотографий и картин, содержащих реалистичные сцены с плавными переходами яркости и цвета. Наибольшее распространение JPEG получил в цифровой фотографии и для хранения и передачи изображений с использованием сети Интернет.

PNG (англ. *Portable Network Graphics* — растровый формат хранения графической информации. PNG был создан как свободный формат для замены GIF. В нем используется метод сжатия без потерь качества, который обозначается Deflate. Сжатые индексированные файлы (с небольшим количеством цветов) имеют меньший размер по сравнению с аналогичными GIF-файлами. Глубина цвета в файлах может

быть любой до 48 бит. В отличие от GIF-формата PNG поддерживает не только прозрачность, но и полупрозрачность.

Векторные редакторы удобны для создания изображений, однако практически не используются для обработки готовых рисунков. Они нашли широкое применение в рекламном бизнесе, в полиграфии для оформления обложек и всюду, где стиль художественной работы близок к чертежному.

Назначение:

- 1) для обработки готовых рисунков и документов с целью улучшения их качества;
- 2) для создания высококачественной рекламной продукции;
- 3) для создания таблиц и графиков в документах;
- 4) для создания иллюстраций, использующихся в полиграфической печати и мультимедийных электронных документах;
- 5) для оформления иллюстраций к техническим книгам;
- 6) для разработки иллюстративного материала для создания web-страниц.

Наиболее распространенными векторными графическими программами являются **Adobe Illustrator, CorelDraw, Inkscape**.

Векторные изображения – это рисунки, созданные с помощью графических объектов, которые можно описать математическими формулами. Каждое векторное изображение состоит из множества объектов – прямых и кривых линий, геометрических фигур.

Все объекты называются векторами. Нарисовав круг с определенным радиусом, его можно произвольно перемещать, изменять цвет и размеры. Программа при этом будет выполнять преобразования, исходя из формы объекта, качество изображения будет оставаться неизменным. В файле с данными будут находиться формулы.

Векторные изображения на любом оборудовании воспроизводятся с максимальным качеством. Векторные программы являются наилучшим средством для создания высококачественных графических объектов, для которых важное назначение имеет сохранение четких контуров независимо от размера изображения.

Каждый создаваемый контур представляет собой независимый объект, который можно перемещать, масштабировать, изменять. Векторная графика экономна в плане дискового пространства, необходимого для хранения изображения.

Это связано с тем, что не само изображение, а некоторые основные данные и формулы, используя которые программа всякий раз воссоздает изображение заново. Описание цветовых характеристик незначительно увеличивает размер файла.

Векторная графика использует максимальные возможности разрешающей способности устройств ввода-вывода: принтеров и дисплеев. Векторная графика может включать в себя и изображения растровой графики. Важным преимуществом программ векторной графики являются развитые средства интеграции изображений и текста.

Разрешение векторных изображений.

Так как дисплей и принтер являются растровыми устройствами, то при передаче на них объектов векторной графики над ними выполняются операции растеризации. При выполнении этой операции линии векторного объекта разбиваются на небольшие прямолинейные отрезки. Чем меньше длина таких отрезков, тем более точно передается форма кривых линий, но при этом увеличивается количество элементарных отрезков, что существенно повышает сложность кривых линий.

Если кривая линия окажется слишком сложной, то при ее растривании может возникнуть ошибка, в результате которой эта кривая не будет напечатана. В связи с этим существует параметр, который называется разрешение на выходе векторных изображений и измеряется числом точек на линейный дюйм поверхности и обозначается **dpi**.

При передаче векторного изображения на монитор или принтер каждый элементарный отрезок соответствует нескольким точкам этих устройств и воспроизводится как растровое изображение.

Недостатки:

- 1) векторная графика ограничена в художественных и живописных средствах;
- 2) в программах векторной графики невозможно создавать и обрабатывать фотоизображения (вставлять можно);

3) векторный принцип описания изображений не позволяет автоматизировать ввод графической информации со сканера или цифровой камеры.

Векторные форматы

Файлы векторного формата особенно полезны для хранения линейных элементов (линий и многоугольников), а также элементов, которые можно разложить на простые геометрические объекты (например, текст).

Векторные файлы содержат не пиксельные значения, а математические описания элементов изображений. По математическим описаниям графических форм (линий, кривых, сплайнов) программа визуализации строит изображение.

Векторные файлы структурно более просты, чем большинство растровых файлов, и обычно организованы в виде потоков данных.

WMF (*Windows MetaFile*) — универсальный формат векторных графических файлов для Windows приложений. Формат разработан Microsoft и является неотъемлемой частью Windows, так как сохраняет последовательность аппаратно-независимых функций GDI (Graphical Device Interface), непосредственно выводящих изображение в заданный контекст графического устройства (на экран, на принтер и т.п.).

Из MS Windows запись и чтение в файл этого формата осуществляются чрезвычайно просто и быстро. Файл этого формата может быть открыт с помощью кроссплатформенных программ GIMP (с предварительной растеризацией) и Inkscape.

Как формат векторной графики WMF в той или иной степени поддерживается многими мощными приложениями — AutoCAD, OpenOffice.org, Adobe Illustrator, и может использоваться для обмена данными между ними.

Adobe Illustrator Artwork (AI) — векторный формат хранения графической информации, является проприетарным. Разработан компанией Adobe Systems. При сохранении в программе Adobe Illustrator файлу присваивается расширение **.ai**.

Может открываться программой Photoshop и кроме того этот формат поддерживают многие программы, связанные с векторной графикой. Этот формат является лучшим средством при передаче векторных изображений из одной программы в другую. Растровые графические элементы при передаче через AI-формат в большинстве случаев теряются.

CDR - внутренний формат программы Corel Draw который содержит векторное изображение или растровый рисунок. Этот формат имеет большую популярность, как и сам пакет программ.

Многие программы могут импортировать векторные файлы в форматы Corel Draw. В формате CDR содержатся как растровые так и графические объекты. В этом формате применяется компрессия, причем для векторных и растровых файлов разная.

SVG (*Scalable Vector Graphics* — масштабируемая векторная графика) — язык разметки масштабируемой векторной графики, созданный Консорциумом Всемирной паутины (W3C) и входящий в подмножество расширяемого языка разметки XML, предназначен для описания двумерной векторной и смешанной векторно/растровой графики в формате XML.

Поддерживает как неподвижную, так и анимированную интерактивную графику. Не поддерживает описание трёхмерных объектов.

Это открытый стандарт, который является рекомендацией консорциума W3C — организации, разработавшей такие стандарты, как HTML и XHTML. В основу SVG легли языки разметки VML и PGML.

Редакторы трехмерной графики имеют две характерные особенности: во-первых, они позволяют гибко управлять взаимодействием свойств поверхности изображаемых объектов со свойствами источников освещения, во-вторых, позволяют создавать трехмерную анимацию (поэтому их нередко называют 3D-аниматорами). Основную долю рынка программных средств обработки трехмерной графики занимают пакеты 3D Studio Max, Softimage-3D, программа Maya.

Стоит отметить, что довольно популярным до недавнего времени было словосочетание **интерактивная компьютерная графика**. Им подчеркивалась способность компьютерной системы создавать графику и вести диалог с человеком. В настоящее время почти любую программу можно считать интерактивной системой КГ.

В системе интерактивной КГ пользователь воспринимает на дисплее изображение, представляющее некоторый СЛОЖНЫЙ объект и может вносить изменения в описание (модель) объекта (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Модель интерактивной компьютерной графики

Таковыми изменениями могут быть как ввод и редактирование отдельных элементов, так и задание числовых значений для любых параметров, а также другие операции по вводу информации на основе восприятия изображений.

САПР

Системы автоматизированного проектирования были исторически первыми интерактивными системами (САПР - английская аббревиатура CAD - Computer Aided Design), которые появились в 60-х годах. Они представляют собой значительный этап эволюции компьютеров и программного обеспечения.

Системы типа САПР активно используются во многих областях, например, в машиностроении и электронике. Одними из первых были созданы САПР для проектирования самолетов, автомобилей, системы для разработки микросхем интегральных схем, архитектурные системы и т.п. Такие системы сначала функционировали на довольно больших компьютерах. Потом получили распространение быстродействующие компьютеры среднего класса с развитыми графическими возможностями — графические рабочие станции. С возрастанием мощностей персональных компьютеров все чаще САПР начали использовать на дешевых массовых компьютерах, которые сейчас имеют достаточное быстродействие и объемы памяти для решения многих задач. Это привело к широкому распространению систем САПР.

- Одно из главных применений составляет их использование в различных областях инженерной конструкторской деятельности – от проектирования микросхем до создания самолетов.

- Другой важной областью применения САПР является строительство и архитектура.

- САПР используется и в медицине. Например, автоматизированное проектирование имплантатов, особенно для костей и суставов, позволяет минимизировать необходимость внесения изменений в ходе операции, что сокращает время пребывания на операционном столе (результат положительный как с точки зрения пациента, так и с точки зрения врача).