

3. FKM Guideline (2004), Fracture Mechanics Proof of Strength for Engineering Component, 2nd Revised Edition, Frankfurt/Main.
4. FKM Guideline (2003), Analytical strength assessment, 5th Revised Edition, Frankfurt/Main.
5. Rusiński E., Moczko P., Czmochowski J., (2004), Niektóre aspekty obliczeń fatiguech wału prasy mimośrodowej, Systems (Wrocław) 2004 s. 738-746.
6. Kocańda S. (1985), Zmęczeniowe pękanie metali, Wydawnictwo Naukowo- Techniczne, Warszawa.
7. Neimitz A. (1998), Mechanika Pękania, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
8. Rusiński E. (2002), Zasady projektowania konstrukcji nośnych pojazdów samochodowych, Oficyna Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
9. Moczko P. (2003), Numeryczno doświadczalna metoda prognozowania trwałości elementów ustrojów nośnych, Raport serii PREPRINTY nr 009/03, Wrocław.
10. Fonte M., Gomes E., Freitas M. (1999), Stress intensity factors for semi- elliptical surface cracks in round bars subjected to mode I (bending) and mode III (torsion) loading, Multiaxial Fatigue and Fracture, ESIS Publication 25(1999), Elsevier.
11. Murakami Y. (1987), Stress Intensity Factors Handbook, Pergamon Press.
12. Shih Y.S., Chen J.J. (2004), A discussion on „The stress intensity factor study of an elliptical cracked shaft”, Nuclear Engineering and Design 227 (2004) 355-358, Elsevier.
13. Stachura S. (1995), A comparison of the fracture behavior of 36CrNiMo4 steel from industrial heats differing in sulphide type, Journal of Materials Processing Technology 53 (1995) 781-797, Elsevier.

Р. Иларионов, Джем Риза
ТУ- Габрово, Болгария

ПРОГРАММНЫЙ ДРАЙВЕР СВЯЗИ 3D СКЕНИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С СИСТЕМАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ CAD

1. ВВЕДЕНИЕ

Проектирование в современном машиностроении осуществляется системами CAD (Computer Aided Design). Они включают не только программное обеспечение и вычислительную аппаратуру, но и средства ввода и вывода 2D- и 3D- графической информации. При этом часто возникает необходимость ввода *реальных тримерных объектов* с целью создания моделей, измерения параметров или инспектирования.

3D скенирование это процесс анализа изображений трехмерных объектов и их дискретизации с целью обработки данных на вычислительной системе. Традиционное скенирование копирует цветовую информацию изображения. Трехмерное, в его отличии, осуществляет снятие рельефа исследуемого объекта. Оно состоит в обхождении поверхности тела с помощью сенсора, генерирующего последовательность представляющих ее точек, размещенных в узлах виртуальной 3D растровой решетки. Пространственные координаты точек получаются путем объединения относительного положения сенсора и его показаний по трем взаимно-перпендикулярным осям. Трехмерное скенирование делает возможным точное сопоставление реальных объектов любой формы с их CAD моделями [1].

Каждое трехмерное скенирующее устройство генерирует информацию о данном объекте как множество 3D точек. Построение 3D объекта и его предствление в системе CAD является важным следующим шагом.

Целью настоящей публикации является изложение одного подхода реализации программного драйвера связи 3D скенирующего устройства с системой компьютерного проектирования САД. На его основе было реализовано программное обеспечение, чье тестирование осуществлено на прототипе, разработанном Техническим университетом г. Габрово (Болгария) совместно с промышленным предприятием АМК ООД Габрово [2].

2. ПОСТРОЕНИЕ ФИГУР ПО ТОЧКАМ В ПРОСТРАНСТВЕ

Построение 3D фигуры, исходя из множества точек, представляет собой открытой проблемой в вычислительной геометрии, така как невозможно получение оптимальной поверхности на основе исходных данных.

Существует множество алгоритмов для аппроксимации фигуры до определенного процента. Алгоритм получает на входе множество точек в пространстве и генерирует на выходе множество треугольников в пространстве. Один из методов исчисления фигуры включает диаграмму Вороной, триангуляцию Делоне и огибающую фигуры (нахождение выпуклого многогранника).

Нахождение выпуклого многогранника

Для нахождения выпуклого многогранника используется последовательный алгоритм. Сначала находятся такие точки, которые подчиняются следующему правилу (рис. 1) [3].

Точки 1 и 2 задают прямую, точка 3 не лежит на ней. Эти три точки определяют поверхность в трехмерном пространстве, точка 4 не должна лежать на ней. В результате, получается тетраэдр, к которому добавляются на более позднем этапе точки, чье положение проверяется. Если добавленная точка расположена внутри тетраэдра, то она не лежит на выпуклой огибающей. В обратном случае, точка видимая. Строится пирамида с ребрами от видимой точки до всех видимых вершин уже образовавшейся фигуры (рис. 1), после чего стираются те вершины, которые находятся внутри пирамиды.

Процесс продолжается с объединением двух фигур. В результате получается выпуклый многогранник, от которого удаляются те грани, которые расположены внутри фигуры, а именно те грани, которые являются общими между двумя фигурами. Потом

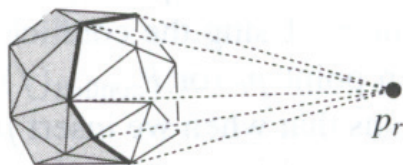


Рис. 1. Ребра и вершины, видимые от точки наблюдения

берется следующая точка для добавления и так далее до исчерпывания всех точек. В конечном результате получается выпуклый многогранник на основе множества точек в трехмерном пространстве.

Нахождение выпуклой фигуры находит широкое применение при вычислении максимального объема, занимаемого данным телом, в производстве машин, деталей и т. п.

Диаграмма Вороной

Диаграмма Вороной представляет собой специальным видом декомпозиции метрического пространства, представленного как расстояния определенного дискретного комплекса объектов в пространстве, например, дискретного множества точек. Это еще геометрическая структура, которая дает информацию о близости множества точек или объектов. Множество разделено на области, при том любой точке соответствует ближайшая до нее область. Те точки, у которых более одной ближайшей области, образуют диаграмму Вороной, другими словами любая точка диаграммы Вороной расположена на одинаковом расстоянии до двух или более областей (рис. 3) [6].

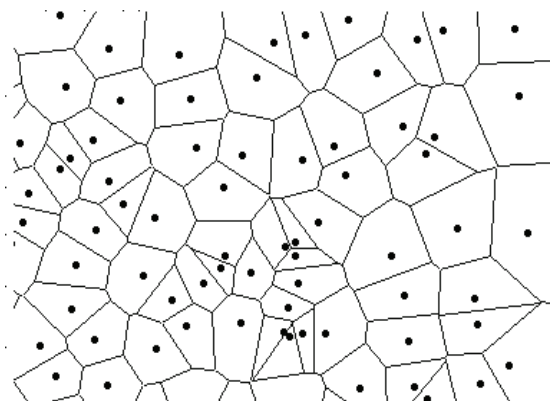


Рис. 2. Диаграмма на Вороной

В самом простом и самом общем случае в плоскости, для заданного множества точек S с координатами X и Y (рис. 2), диаграмма Вороной для S представляет деление на плоскости, которые ассоциируют область VP с каждой точкой p из S таким образом, что все точки VP находились ближе к p , чем к любой другой точки из S .

Все области Вороной являются выпуклыми многоугольниками, некоторые из которых бесконечны. Диаграмма

Вороной делит плоскость по правилу самого ближнего соседа. Отсюда можно заключить, что биссектриса двух сегментов li и lj равна $V_{ij} = \{ X \in R^2 \mid d(x, li) = d(x, lj) \}$, где li и lj точки главного множества, определяющие прямую, а любая клетка $vi = \{ x \in R^2 \mid d(x, li) \leq d(x, lj), \text{ для любого } j \}$, где d функция расстояния.

Если S конечное множество точек, то граница между двумя соседними областями является симметраллой отрезка между соответствующими двумя точками. Отсюда можно заключить, что три области Вороной определяют точку Вороной, которая является центром окружности, описанной около соответствующих точек, в которой не попадает никакая другая точка из S .

Существуют два вида диаграмм Вороной - статическая и динамическая. Статическая диаграмма исчисляется для данного множества точек из S , а динамическая позволяет осуществлять дополнительные операции над уже существующей диаграммой, как добавление или стирание точки. В процессе добавления точки, сначала в диаграмму добавляется один конец сегмента, а потом расширяется путем перемещения точки до другого его конца. В процессе стирания используется подход суживания сегмента (ячейки) до точки, после чего эта точка удаляется из диаграммы.

Каждая ячейка Вороной образуется в результате пересечения плоскостей, образованных двумя соседними точками из главного множества точек. Любая найденная плоскость пересекается с остальными до тех пор, пока не найдутся такие плоскости, которые огибают все точки.

Возможно, определить разные алгоритмы для нахождения диаграммы Вороной, при этом каждый следующий является улучшением предыдущего.

Триангуляция Делоне

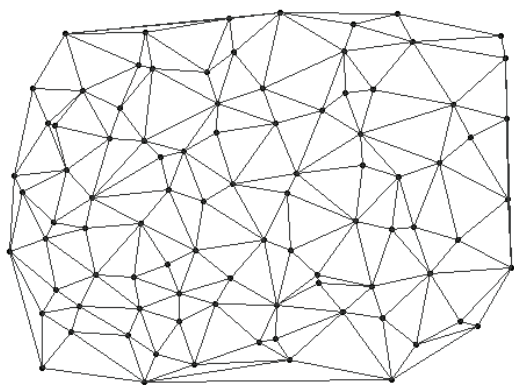


Рис. 3. Триангуляция Делоне

Делоне (рис. 3) [5].

Триангуляцию Делоне для множества точек можно представить и как коллекцию ребер, удовлетворяющую условию „пустых кругов“. Для любого ребра можно найти окружность, содержащую конечные точки ребра, но не содержащую других точек (рис.4).

Это правило следует из определения Делоне, что описанная окружность формируется из трех точек треугольника. Описанная окружность (рис. 5) называется пустой, если она не содержит других точек, кроме трех ее образующих. Все остальные точки множества должны оставаться вне описанной окружности.

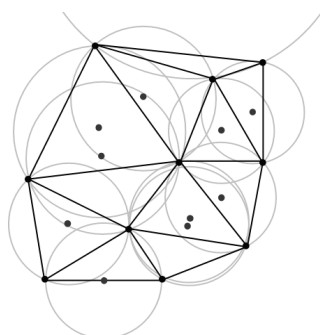


Рис. 5. Триангуляция Делоне с изображенными описанными окружностями

В математике и в вычислительной геометрии, триангуляция Делоне для множества точек P (множества точек с координатами X и Y), лежащих в одной плоскости, определяется как триангуляцию $DT(P)$ такую, что ни одна точка P не находится в окружности, описанной около любого из треугольников. Триангуляция Делоне увеличивает минимальный угол в стремлении приблизить к равносторонним все треугольники, участвующие в триангуляцию. Структура предложена в 1934 году Борисом

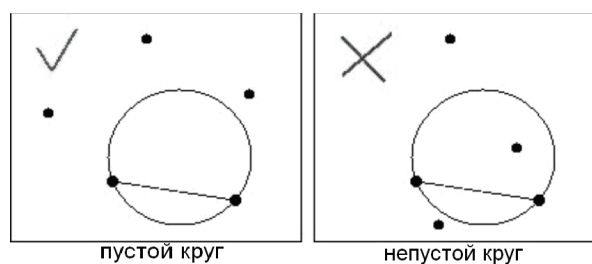


Рис. 4. Определение ребра Делоне

Триангуляция Делоне для заданной сети треугольников единственна, если описанные окружности пустые. Это правило верно только для двумерного пространства. Триангуляция Делоне в своем трехмерном варианте представляет совокупность тетраэдров, описанная сфера около которых не содержит ни одной из точек главного множества точек, кроме точек тетраэдра, задающих сферу (рис. 6) [5].

Триангуляция Делоне для заданного конечного множества S представляет собой планарный граф с вершинами в точках S и прямыми ребрами, который максимален в смысле, что нельзя добавить ни одного ребра не пересекая некоторого другого. Каждая триангуляция S

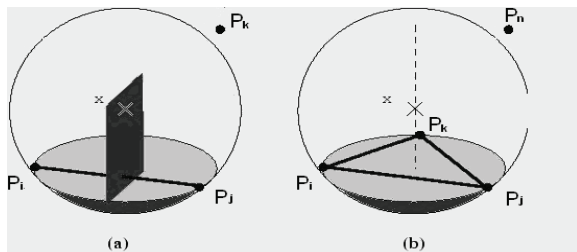


Рис. 6. Ребро Делоне (а) и треугольник Делоне (б) в пространстве 3D

содержит ребра выпуклой оболочки S . Ее ограниченные стенки являются треугольниками. Это подмножество ребер данной триангуляции можно представить и как мозаику (дробление) S , если оно содержит ребра выпуклой оболочки и у любой точки S хотя бы два прилежащих ребер (рис.7).

Все алгоритмы вычисления триангуляции Делоне базируются на быстром нахождении ответа на вопрос располагается ли данная точка на описанной около треугольника окружности.

Диаграмма Вороной характеризуется свойством дуальности т. е. диаграмма Вороной дуальна триангуляции Делоне и обратно [5]. Для построения треугольников Делоне, чертят прямые линии между любыми двумя точками, области Вороной которых имеют общий угол. Каждая точка связана своим самым ближним соседом стороной треугольника. Построение одной структуры, исходя из другой, реализуется очень легко, так как алгоритмы преобразования линейны (рис. 8). [6]

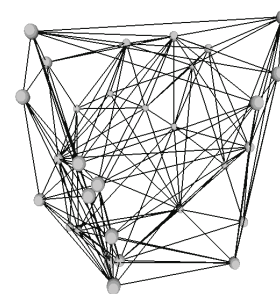


Рис 7. Триангуляция Делоне в трехмерном пространстве

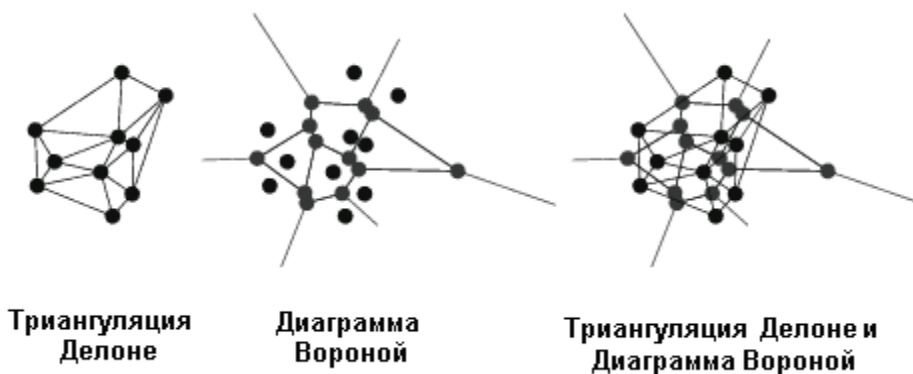


Рис. 8. Дуализм триангуляции Делоне и диаграммы Вороной

Модульный проект 3D скенирующей системы

На рис. 9 представлен модульный проект скенирующей системы и ее связь с внешней CAD системой. Связь между двумя системами осуществляется через файл унифицированного формата для описания фигуры в пространстве. Потребитель задает команду скенирования фигуры. Система активирует скенирующий модуль и стартирует процесс лазерного 3D скенирования. В результате скенирования получается множество точек, запоминаемое в памяти персонального компьютера.

Скенирующая система начинает загружать алгоритмичный модуль для создания 3D фигуры по множеству точек. Данные в результате скенирования (точки) поступают

на входный интерфейс загруженного модуля. После инициализации, алгоритм создания 3D фигуры начинает исполняться.

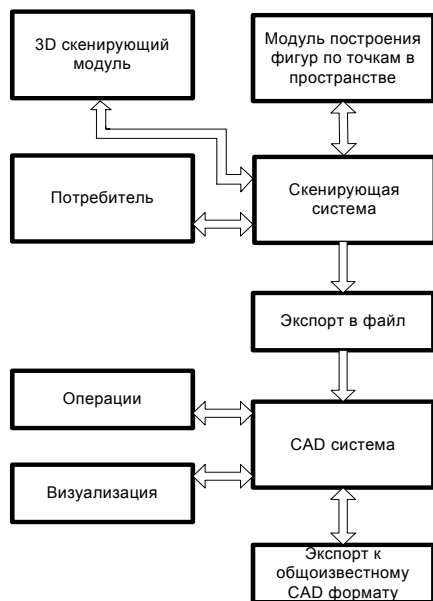


Рис 9 Модульный проект программной системы

На выходе алгоритм генерирует множество полигонов, сохраняющиеся в памяти. Скенирующая система запрашивает у потребителя место сохранения информации. Система экспортирует сгенерированную полигональную фигуру в унифицированный файловый формат на жесткий диск потребителя. Потребитель имеет возможность запустить САД систему с целью рассмотрения результата скенирующей системы. САД система позволяет не только визуализацию фигуры, но и осуществление простых модификаций объекта, как и экспорт в стандартный САД формат (STL, DXF).

Алгоритм построения фигуры

Программный модуль построения фигуры по точкам реализует алгоритм, иллюстрированный рис. 10.

На втором этапе находится выпуклый многогранник по множеству точек S . Необязательно нахождение стенок фигуры по причинам оптимизации, а только тех точек, которые лежат на выпуклом многограннике.

Третий этап связан с нахождением полюсов ячейки Вороной. Начинается итерация для каждой точки из главного множества S . Если точка лежит на выпуклом многограннике, то по построенной уже диаграмме Вороной находятся ячейки, являющиеся соседними текущей и образуются треугольники из точек, которые заграждены ячейками (триангуляция Делоне). На образовавшихся треугольниках строятся нормальные вектора и находится вектор, средний по отношению их ориентации. Нахождение среднего вектора необходимо, так как у ячейки Вороной бесконечное число вершин. Поэтому, на этом этапе полюс не выбирается. Если обрабатываемая точка не лежит на выпуклом многограннике, то находится самая отдаленная вершина ячейки Вороной и образуется вектор от текущей точки до найденной точки. Эта вершина ячейки Вороной отмечается как p^+ . На следующем шагу находим самую отдаленную вершину ячейки, такую, что скалярное произведение по отношению найденного уже вектора отрицательно. Эта вершина отмечается как p^- . Процесс продолжается до обхождения всех точек S .

На четвертом этапе вычисляется триангуляция Делоне для главного множества S и найденных уже полюсов (p^+ и p^-). Процесс заканчивается после отбрасывания треугольников, все три точки которых являются точками главного множества S .

Алгоритм заканчивается на пятом этапе, на котором в сканирующей системе сохраняется результат, т. е. созданный рисунок [4].

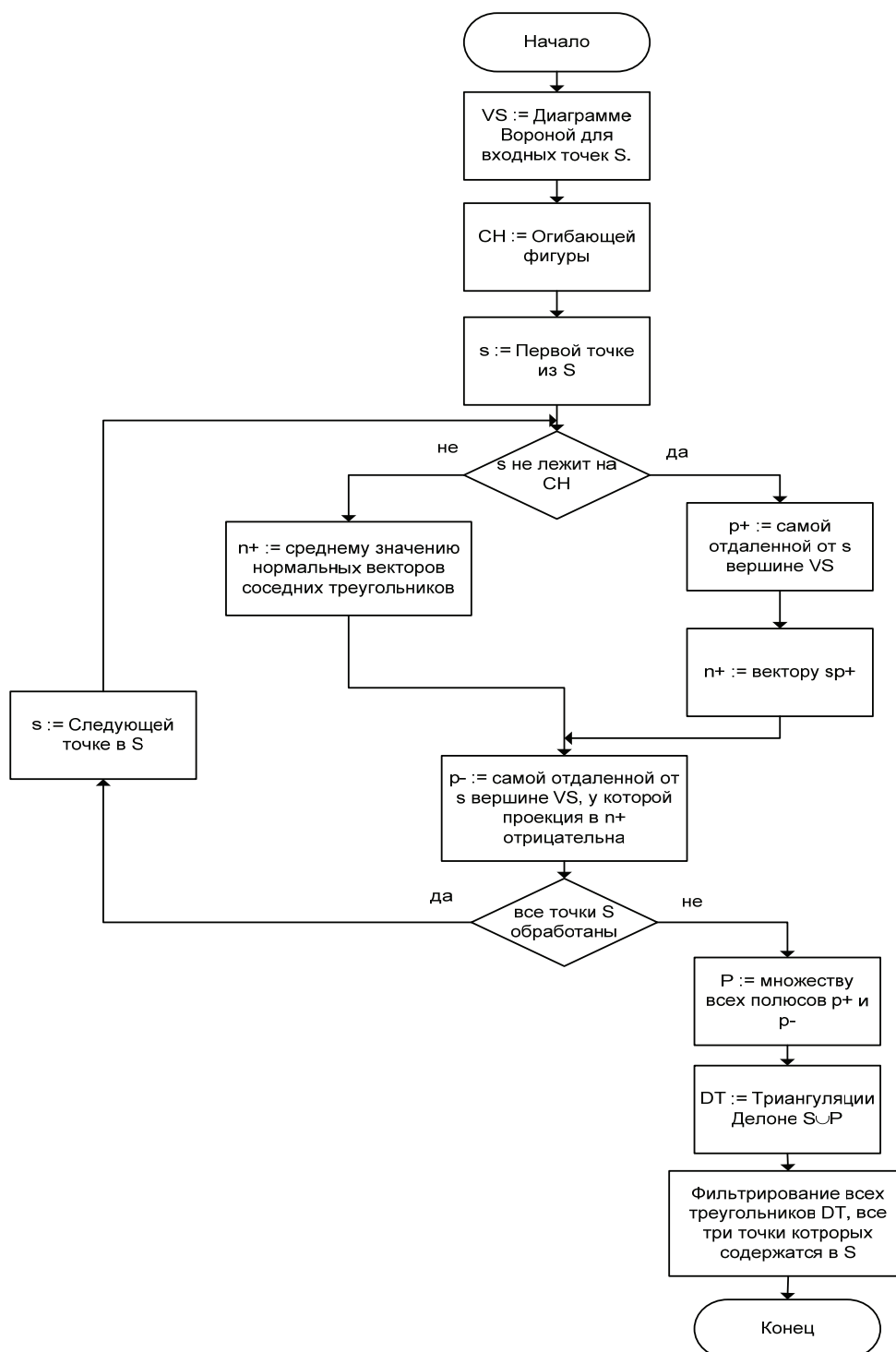


Рис. 10 – Алгоритм построения фигуры по точкам

Означения: VS : Диаграмма Вороной для главного множества точек S

CH : Алгоритм нахождения выпуклого многогранника

S : Главное множество точек

s : Обрабатываемая в момент точка

p^+ , p^- : Найденные полюсы по отношению к данной ячейки Вороной

P : Множество точек всех найденных полюсов

DT : Триангуляция Делоне для множества точек

Сохранение данных о фигуре

Алгоритм построения фигуры принимает на входе множество точек, а на выходе генерирует множество треугольников. Рассматриваются два подхода для сохранения дискретных данных о фигуре на выходе.

Подход 1

Сохраняется структура треугольника содержащая информацию о трех точках. Недостаток подхода выражается в дублировании данных, так как информацию об одной и той же точке можно найти в нескольких треугольниках.

Подход 2

Сохраняется таблица с точками, идентифицируемыми индексом, причем никакая точка в таблице не повторяется. Сохраняется структура треугольник, три числа которой реферируют индексы из таблицы и описывают треугольник.

Второй подход для сохранения данных более сложен для реализации, но оптимален по отношению к использованному пространству памяти.

Информация, полученная на выходе алгоритма построения 3D фигуры, представляется в форме полигонов. Объект 3D составлен из множества полигонов, склеенных один к другому. Хорошо было бы представить формат данных в коде ASCII во избежании необходимости исполнять дополнительные проверки конвенции "endian" для представления чисел - от младшего байта к старшему или от старшего к младшему (little endian, big endian).

Формат данных:

(число точек)_(число полигонов)↵

(x1)_(y1)_(z1) ↵

(xn)_(yn)_(zn) ↵

(число вершин 1)_(номер точки 1)_(номер точки 2)... (номер точки n)

..

(число вершин m)_(номер точки 1)_(номер точки 2)... (номер точки n),

где:

_ – интервал,

↵ – новая строка,

(a) – число.

3. CAD система

Существует большое разнообразие CAD систем для достижения разных целей. Создание настоящей системы обязано двум причинам: 1) концептуальная – отделить процесс скенирования в отдельную систему, а процесс визуализации - в другую систему; 2) облегчить работу потребителя, сделав ее легкой и интуитивной при наличии совокупности систем. На фиг. 11 иллюстрирована общая схема CAD системы (среды).

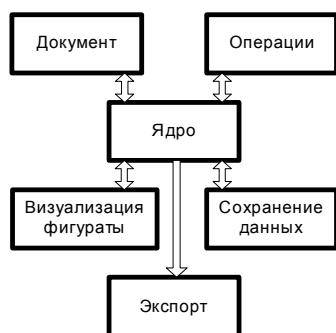


Рис. 11. Общая схема CAD системы

Концептуально в системе заложен множественный документный интерфейс (MDI–Multiple Document Interface). Таким образом, CAD система предлагает возможность работы с множеством открытых документов и множеством видов на документы. Понятие документа используется только для абстракции. Документ, который загружается в CAD систему, является созданный скенирующей системой исходный файл.

Документ

После загрузки файла в CAD среде создается документ, который добавляется к списку открытых документов в системе. Во время загрузки создаются две таблицы - таблица точек и таблица полигонов (таблицы представляются в памяти массивами данных). Таблица полигонов содержит индексы точек для соответствующей таблицы. Наличие этих двух таблиц гарантирует отсутствие повторных копий сохраненных данных. Документ содержит как список, содержащий нормальные векторы для каждого полигона, так и исчисление границ фигуры. Нормальные векторы полигонов используются для черчения, потому что эта информация нужна системе визуализации. Все операции, которые выполняются на фигуре, заносятся в конкретный документ, так как он содержит всю информацию о фигуре.

Визуализация фигуры

Одна из задач системы CAD состоит в визуализации фигуры. Создание системы, преобразующей трехмерные координаты в двумерные является сложной задачей. Поэтому, в качестве языка управления черчением выбирается OpenGL. Причина данного выбора состоит в том, что стандарт является открытым и использование его легко. С точки зрения потребителя над видом объекта возможны операции ротации, масштабирования и трансляции фигуры, что облегчает исключительно потребителя, так как любая из них осуществляется мышью. Система визуализации использует разные виды – вид только поверхности фигуры, вид с очертанием полигонов, вид с очертанием полигонов и поверхностей, вид одних только точек фигуры. Вид снабжен дополнительными возможностями черчения, как черчение границ фигуры черчение координатной системы. Добавлена дополнительная функциональность для простого выбора вида фигуры – вид сверху, вид снизу, вид слева, вид справа, вид спереди, вид сзади.

Экспортирующая система

Любая CAD система предлагает возможность экспорта к другим файловым форматам. Визуализирующая система поддерживает экспорт к файловым форматам STL и DXF. Процесс экспортирования сводится к преобразованию данных в следствии необходимости для поддержки разнообразных файловых форматов.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применяя представленного выше подхода было предложено и реализовано программное обеспечение для построения 3D объекта по множеству точек и его ввода в среду САД. Эксперименты осуществлены на прототипе 3D-скенера, разработанном совместно Техническим Университетом - Габрово и АМК ЕООД – Габрово. Проект финансируется частично Инновационным фондом Исполнительной агенции для поощрения мелкого и среднего бизнеса к Министерству Экономики и Энергетики.

Список литературы

1. Иларионов, Р. Компютърна периферия, Университетско издателство „В. Априлов”, 2008, Габрово, България.
2. Иларионов, Р. и др. Въвеждане на 3D обекти в изчислителна среда. Сборник с доклади на International Scientific Conference “Uniteh 07”, Volume I, 23-24 ноември 2007, Габрово, България.
3. <http://www.cse.ohio-state.edu/~tamaldey/paper/tcocone/tcocone.pdf>
4. <http://www.cs.utexas.edu/users/amenta/pubs/sm.pdf>
5. <http://intervisio.openfmi.net/index.php>
6. http://web.mit.edu/manoli/www/publications/Amenta_Siggraph_98.pdf

УДК 621.31.004.07

С.Т.Мирошниченко, В.А.Коваль, Н.В.Урикова

РИТМОМАГНИТНАЯ СХЕМА ЭВОЛЮЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НООСФЕРЫ И БИОСФЕРЫ

Рассматривается модель, основанная на общей магнитной схеме развития и управления эволюционными процессами. Приведена «холодная, магнитная» модель Солнца. Утверждается, что Земля вместе со всей солнечной системой живет в спектре ритмов космологического пульса и его гармоник, проявляющихся, в том числе, через эффекты солнечной активности. Приводятся новые серьезные аргументы в пользу ритмомангнитной модели.

Введение

Известно, что все циклически повторяющиеся на Земле глобальные природные процессы имеют космические корни (Берри и др., 1992). Причем, циклы длительностью 100 тыс. лет и менее, определяются процессами в Солнечной системе, т. е. в «ближнем» космосе, а циклы свыше 20 млн. лет – процессами в Галактике, т. е. в космосе «дальнем». В данной работе речь идет о первом виде циклов, в которых основным законодателем ритмов является Солнце и его активность. Провлечения солнечной активности многогранны, они связаны, в основном, с возникновением и развитием магнитных полей. Возмущение на Солнце - генерирование и распад магнитных структур - обязательно имеет своим следствием большие изменения в этих полях в земной среде обитания. Такова в общих чертах схема, позволяющая представить, почему перепады солнечной активности влияют на биосферу. Указанная связь экспериментально-эмпирически впервые изучалась выдающимся ученым-космистом