

ISSN 2663-1830



Қазақ технология және бизнес университеті
Казахский университет технологии и бизнеса

№ 1 (2019)

ҚазТБУ Хабаршысы

Вестник КазУТБ

Vestnik KazUTB



Нур-Султан - 2019

Главный редактор
Ж.З. Уразбаев – Президент - ректор

Заместитель главного редактора
Е.К. Айбульдинов – проректор по научной работе

Ответственный секретарь
М.К. Оспанова

Редакционная коллегия:

К.С. Кулажанов – акад. НАН РК, Надиров Н.К. – акад. НАН РК, З.А. Мансуров – акад. АН ВШ РК и МАН ВШ, С.Д. Фазылов – член – корр. НАН РК, Т.К. Кулажанов, Б.К. Нурахметов, Шеров, Н.А. Данияров, Д.Б. Курмангалиева, Стив Хай – (Великобритания), Р.О. Жилисбаева, М.П. Рубен – (Испания), А.К. Какимов, А.И. Изтаев, Я.М. Умирзаков, М.Ч. Тултабаев, К.О. Додаев – (Узбекистан), Умралиева Б.И., А.А. Майоров – (Россия), Ж.Г. Шайхымежденов, Б.Т. Маткаримов, С.Н. Боранбаев, В. Пешков – (Бельгия), В. Мымрин – (Бразилия), Б.М. Мухамедиев, Ш.А. Смагулова, Н.Ж. Курманкулова, Ж.Б. Исакова

Собственник:
Казахский университет технологии и бизнеса

Регистрация:

Министерство информации и коммуникаций Республики Казахстан,
Комитет Информации № 14139 – Ж “07” 02. 2014 г.

Выходит 4 раза в год

ISSN: 26631830

Адрес редакции: 010000, г. Нур-Султан, Есильский район,
ул. Кайыма Мухамедханова, 37 «А»
каб. 602, тел.: +7 -7172 – 279230 (134)
e-mail: journal.vestnik.kazutb@mail.ru

УДК: 004.92: 519.7

**A.T. Mazakova, G.Z. Ziyatbekova, B.S. Amirkhanov,
B.R. Zholmagambetova, N.T. Karymsakova**

(Kazakhstan, Almaty; RSE Institute of Information and Computing Technologies of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, ziyatbekova@mai.ru)

THE COMPLEX OF THREE-DIMENSIONAL GRAPHICS PROGRAMS «3D-MAT» AND ITS APPLICATIONS

Abstract. The article is devoted to the development of a complex program of three-dimensional graphics, which allows to obtain a realistic image of the surface relief, taking into account its light. In addition to the main program, the complex includes two additional programs: 1) a cubic interpolation program that allows to obtain a smoother surface and 2) a program for converting an image of a human face from a PLY format to a regular height matrix.

Key words: illumination, minerals, biometrics, information security, interpolation.

**А.Т. Мазакова, Г.З. Зиятбекова, Б.С. Амирханов,
Б.Р. Жолмагамбетова, Н.Т. Карымсакова**

(Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Алматы, Казахстан, ziyatbekova@mai.ru)

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ «3D-МАТ» И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Аннотация. Статья посвящена разработке комплекса программ трехмерной графики, позволяющей получать реалистичное изображение рельефа поверхности с учетом ее освещенности. Помимо основной программы в состав комплекса входят дополнительно две программы: 1) программа кубической интерполяции, позволяющая получать более гладкую поверхность и 2) программа перевода изображения лица человека из PLY-формата в регулярную матрицу высот.

Ключевые слова: освещенность, полезные ископаемые, биометрия, защита информации, интерполяция.

Введение. Методы синтеза реалистичных изображений являются эффективным средством повышения производительности труда в самых различных областях человеческой деятельности. Разработке алгоритмов построения реалистичных изображений посвящены диссертации российских ученых [1-4].

В настоящее время в связи с интенсивным развитием дистанционных средств зондирования Земли и других планет большое внимание уделяется обнаружению и анализу по материалам космических съемок колецевых структур. Изучение колецевых структур имеет огромное значение для поиска новых месторождений полезных ископаемых. По имеющимся данным с колецевыми структурами связано размещение до 70% известных месторождений рудных полезных ископаемых и многие залежи углеводородов [5].

В тоже время аэрокосмоснимки не всегда позволяют выявить колецевые структуры, связанные с расположением самого объекта исследования, источников освещения и точки наблюдения (фотографирования) [6-8].

В то же время математическое моделирование позволяет намного дешевле получать графическое изображение рельефа местности, произвольно размещая источники освещения и точку наблюдения. В частности, можно разместить источник освещения на северной стороне, что никогда не возможно при аэрокосмосъемках.

Проблема защиты информации и информационной безопасности является одним из важнейших аспектов развития современного общества. В настоящее время решение этой

проблемы в области разработки и эксплуатации информационных систем различного назначения связано с разработкой всевозможных требований к обеспечению их безопасности и созданием программно-аппаратных средств от несанкционированного доступа.

Автоматическое распознавание лица для установления личности имеет большое количество приложений в различных областях. Проблемы общественной безопасности, потребность в удаленной аутентификации, развитие человеко-машинных интерфейсов вызывает повышенный интерес к данной технологии.

В связи с развитием аппаратно-программного обеспечения в последние годы многие разработчики перешли от исследования двухмерных изображений лица к трехмерным, что позволило перейти от обработки характерных точек лица к объемным характеристикам [9].

Методы. В данной работе был реализован метод центральной проекции, что позволяет задавать произвольную точку наблюдения, относительно которой осуществляется проектирование.

Результаты. Комплекс программ трехмерной графики «3D-MAT» включает три модуля: 1) пространственного изображения с учетом освещенности; 2) кубической интерполяции, позволяющая получать более гладкую поверхность и 3) перевода изображения лица человека из PLY-формата в регулярную матрицу высот.

Программа пространственного изображения рельефа поверхности с учетом экранирования и освещенности предназначена для графического объемного изображения функции

двух переменных. Основной областью применения программы являются процессы изучения поведения различных функций в геофизике, геодезии и других науках, моделирование аэрокосмоснимков рельефа поверхности. Входной информацией служит регулярная числовая матрица высот поверхности. Матрица освещенности может быть вычислена в процессе выполнения программы. Эффект теней (в соответствии со значением освещенности каждого узла) создается за счет изменения густоты вычерчивания линии возле каждой вершины матрицы высот. Программа выводит результативную графическую информацию непосредственно на устройство графического вывода.

Объемное изображение получается путем проектирования поверхности на плоскость. В программе реализован метод центральной проекции, что позволяет задавать произвольную точку наблюдения, относительно которой строится проекция. Плоскость проектирования проводится перпендикулярно лучу зрения (линии), проходящего через заданную точку наблюдения и центр объема, образованного поверхностью функции и нижним основанием, аппликата которого совпадает с самой нижней точкой функции (минимальным значением) или задается принудительно. Проектируемые элементы поверхности формируются как линии пересечения поверхности функции с вертикальными плоскостями (сечениями), параллельными координатным осям. Независимо от освещенности проводятся основные сечения через вершины узлов отображаемой матрицы. Если задан режим объемного изображения с учетом освещенности, то в зависимости

от степени освещенности каждого узла проводится ряд дополнительных сечений. Причем количество сечений определяется освещенностью узла. В случае, когда проводятся дополнительные сечения, выполняется линейная интерполяция функции на линию сечения. При построении изображения вычерчиваются только те линии, которые видны наблюдателю, т.е. объемное изображение с учетом экранирования.

Графическое отображение трехмерных тел с учетом их освещенности осуществляется в три этапа. На первом этапе производится ввод и корректировка числовой матрицы высот поверхности. На втором этапе производится расчет освещенности рельефа поверхности. На третьем этапе осуществляется непосредственное отображение трехмерных тел на растровых графических устройствах. Входной информацией являются матрица высот рельефа местности и матрица ее освещенности.

Расчет интенсивности освещенности рельефа поверхности (представленной в виде регулярной матрицы высот) осуществляется от естественного источника освещения или двух искусственных потоков света, один из которых освещает рельеф сверху, а другой дает боковое освещение [10].

При освещении рельефа поверхности двумя искусственными источниками света, интенсивность освещенности рассчитывается по формуле:

$$J = S_1 * \cos\alpha + S_2 * \cos\alpha_n, \quad (1)$$

где

S_1 – мощность бокового источника света;

S_2 – мощность вертикального источника света;

α_n – угол между нормалью к освещаемой площадке и направлением на источник бокового света;

α_v – угол между нормалью к освещаемой площадке и вертикалью.

Для расчета интенсивности солнечного освещения используется формула:

$$J_c = \frac{I_0^x}{1+c*\sec\beta} * [(1 + a * H^{0.8}) * \cos\alpha + b * (1 - c\sqrt{H})], \quad (2)$$

где β – угол между вертикалью и направлением на источник света;

H – амплитуда рельефа, отсчитываемая от уровня моря;

α – угол между нормалью к освещаемой площадке и направлением на источник света;

I_0^x – солнечная постоянная;

a – вертикальный градиент освещения;

b – коэффициент учета доли рассеянного света, попадающего на поверхность Земли;

c – коэффициент, определяющий оптические свойства атмосферы.

Для каждой вершины грани по формуле (1) или (2) рассчитывается ее освещенность с учетом возможного затенения.

Время выполнения программы определяется размерами исходной числовой информации и объемом оперативной памяти, отведенной под задание.

Основная исходная информация – регулярная числовая матрица высот.

В состав параметрической информации входит ряд переменных:

azs – азимут источника освещенности (солнце),

zs – зенитный угол на источник освещенности,

$azlrm$ – азимут левой рамки матрицы освещенности,

$sk1$ – мощность источника косого освещения,

$sk2$ – мощность источника верти-

кального освещения.

Объемное изображение получается последовательным проектированием сечений на плоскость. В программе реализован метод центральной проекции, что позволяет задавать произвольную точку наблюдения, относительно которой осуществляется проектирование. Плоскость проектирования проводится перпендикулярно лучу зрения (линии), проходящего через заданную точку наблюдения и центр параллелепипеда, ограничивающего трехмерное тело.

Для реализации эффекта освещенности для каждого узла исходной матрицы высот местности вычисляется количество дополнительных сечений в зависимости от значения соответствующего элемента матрицы освещенности.

На рис.1 представлен аэрофотоснимок кратера Шунак, расположенного в Карагандинской области [5].



Рис. 1. Аэрофотоснимок кратера Шунак

Соответствующий образец графического результата выполнения программы приведен на рис. 2.

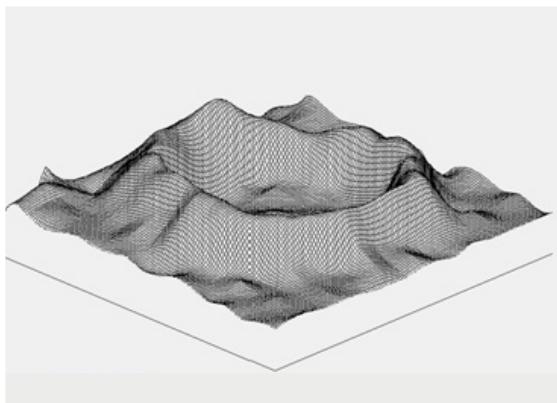


Рис. 2. Образец графического результата выполнения программы

Для получения более гладких изображений разработан модуль интерполяции, который вычисляет интерполированную матрицу. Хорошее качество интерполяции обеспечивается, когда количество строк и столбцов интерполированной матрицы задаются кратными количеству строк и столбцов исходной матрицы.

Третий модуль комплекса «3D-МАТ» обеспечивает перевод трехмерного изображения из PLY-формата в регулярную матрицу высот, которая в дальнейшем может быть использована для вычисления различных биометрических характеристик по лицу человека [10].

Для представления геометрии облака точек, выбрана модель отображения данных в формате PLY. PLY — формат файлов описания геометрии, известный также как Polygon File Format и Stanford Triangle Format. Он был разработан, главным образом, для хранения трёхмерных данных 3D сканеров. Формат поддерживает относительно простое описание объекта как списка

плоских полигонов. PLY может хранить множество свойств объекта, включающее: цвет и прозрачность, нормали к поверхности, текстурные координаты и т.д. Формат позволяет иметь различные свойства передней и задней грани полигона. Существует 2 версии формата PLY: ASCII и в виде бинарного файла.

Файлы устроены в виде заголовка, в котором определяются элементы полисеток и их типы, и следующего за ним списка самих элементов. Элементы — это обычно вершины и грани, но могут включаться другие сущности, такие как рёбра или полосы треугольников (triangle strips).

Алгоритм построения матрицы высот базируется на методе интерполяции поверхностей. В нем неравномерно распределенные точки в трехмерном пространстве интерполируются непрерывной функцией двух независимых переменных. Рассмотрим создание регулярной матрицы высот. Для построения матрицы высот выполняются следующие этапы: формирование опорных узлов, вычисление матрицы ближайших точек и матрицы расстояний, интерполяция узлов, корректировка матрицы высот.

Ввиду того, что данные в формате PLY представлены поточечно координатами (x, y, z) разработана программа линейной интерполяции, которая строит регулярную матрицу высот. При работе программы запрашивает количество строк и столбцов результативной матрицы, определяет диапазон представления данных (X_{min} , X_{max}), (Y_{min} , Y_{max}) и (Z_{min} , Z_{max}). В результативный текстовый файл в справочный блок записываются данные о количестве строк и столбцов, матрицы и

диапазон представления данных (X_{\min} , X_{\max}), (Y_{\min} , Y_{\max}) и (Z_{\min} , Z_{\max}).

Значения элементов матрицы вычисляются с помощью билинейной функции, также вычислить приближенное значение функции внутри этого треугольника можно с помощью билинейной функции.

$$f(x, y) \approx F(x, y) = ax + by + c$$

находя коэффициенты a , b , c из условий

$$\begin{aligned} ax_A + by_A + c &= f_A, \\ ax_B + by_B + c &= f_B, \\ ax_D + by_D + c &= f_D \end{aligned}$$

где $\{x_A, y_A, f_A\}$, $\{x_B, y_B, f_B\}$, $\{x_D, y_D, f_D\}$ – координаты вершин А, В, Д некоторого треугольника на треугольной расчетной сетке. Погрешность такой интерполяции для функции $f(x, y)$ с непрерывными вторыми производными будет $O(h^2)$, где h — длина наибольшей стороны треугольника ABD. Причем треугольники А, В, Д выбираются исходя из условия минимума расстояния между вершинами и точкой $\{x, y\}$, в которой нужно вычислить интерполяционное значение. Далее в результативный файл записывается построчно элементы вычисленной матрицы высот.

Обсуждение. Разработан комплекс программ трехмерной графики «3D-МАТ», позволяющий получать пространственное изображение рельефа поверхности с учетом ее освещенности на графических устройствах растрового типа.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработанные в ней технология и алгоритмы позволяют решить проблему автоматизированного поиска кольцевых структур по цифровым данным и могут быть использованы при проведении научных и практических исследований, направленных на поиск новых месторождений углеводородов и других полезных ископаемых.

Одним из новых применений комплекса является биометрический поиск лиц по трехмерному изображению.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту АР05131027 «Разработка биометрических методов и средств защиты информации».

ЛИТЕРАТУРА

- Галактионов В.А. Программные технологии синтеза реалистичных изображений //Автореферат доктор.физ.-мат.наук по спец. 05.13.11 – «матем. и програм.обеспечение вычислит.машин, комплексов и компьютерных сетей», Москва, 2006. – 36с.
- Волобай А.Г. Исследование и разработка алгоритмов, методов и программных средств для задач синтеза реалистичных изображений //Автореферат канд.физ.-мат. наук по спец. 05.13.11 – «матем. и програм.обеспечение вычислит.машин, комплексов и компьютерных сетей», Москва, 2005. – 24с.
- Климина С.И. Анализ и разработка вычислительных структур растрирования и расчета освещенности поверхностей при генерации реалистичных изображений //

Автореферат канд. техн.-мат.наук по спец. 05.13.13 – «вычислите машины, комплексы, системы и сети», Санкт-Петербург, 1994. – 18с.

4. Конушин А.С. Алгоритмы построения трехмерных компьютерных моделей реальных объектов для систем виртуальной реальности //Автореферат канд.физ.-мат. наук по спец. 05.13.11 – «матем. и програм.обеспечение вычислите машин, комплексов и компьютерных сетей», Москва, 2005. – 23с.

5. Брюханов В. Н., Буш В.А., Глуховский М. З. и др. Кольцевые структуры континентов Земли. – М.: Недра, 1987. – 185 с.

6. Харченко В.М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий) //Доктор. диссертация геолого-минералог. наук по спец. 25.00.01 – «Общая и региональная геология», Москва, 2012. – 316 с.

7. Фам Суан Хоан. Разработка технологии автоматизированного обнаружения и анализа линеаментов и кольцевых структур на космических изображениях // Автореферат канд.техн.наук по спец. 25.00.34 – «аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия», Москва, 2012. – 24с.

8. Кухарев Г.А., Каменская Е.И., Матвеев Ю.Н., Щеголева Н.Л. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии. – М.: Политехника, 2013. – 416 с.

9. Компьютерная геометрия /Голованов Н.Н., Ильютко Д.П., Носовская Г.В., Фоменко А.Т. – М.: Изд.центр «Академия», 2006. – 512 с.

10. Джомартова Ш.А., Исимов Н.Т., Байрбекова Г.С., Зиятбекова Г.З., Абразак Ж. Идентификация личности на основе 2D- и 3D-изображений //Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан, 2018 – № 2(68) – с.16-20

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

<i>Б.С. Амирханов, Г.Д. Дарибаева, Б.Р. Жолмагамбетова, Г.З. Зиятбекова, А.Т. Мазакова, Б.К. Абдиразак</i>	
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ПСИХОФИЗИОЛОГИСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ.....	2
<i>Т.М. Игбаев, Н.А. Данияров, Д.К. Ахметканов</i>	
РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ВЗРЫВОМ.....	10
<i>А.Т. Мазакова, Г.З. Зиятбекова, Б.С. Амирханов, Б.Р. Жолмагамбетова, Н.Т. Карымсакова</i>	
КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ «3D-МАТ» И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ	17
<i>Б.Б. Оразбаев, А.М. Ураков, А.А. Ахатов</i>	
СИСТЕМА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РЕАКТОРОВ РИФОРМИНГА, РАЗРАБОТАННЫЕ С УЧЕТОМ НЕЧЕТКОЙ ИНФОРМАЦИИ	24
<i>А.К. Какимов, Ж.Х. Какимова, М.М. Джумажанова, Г.А. Жумадилова, А.М. Муратбаев</i>	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КАПСУЛ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ПОЛИМЕРОВ.....	31
<i>Ж.Б. Асиржанова, А.Н. Нурагезова, Ж.З. Уразбаев, М.Б. Ребезов</i>	
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО КОМПЛЕКСА В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ.....	36
<i>К.Н. Оразбаева, Н.М. Каменов, Ж.Е. Шангитова</i>	
ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ В НЕЧЕТКОЙ СРЕДЕ И ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ	42
<i>А.Ж. Касенов, К.К. Абишев</i>	
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	49
<i>Д.С. Жаксыгалиева, Ш.Ж. Жасқайрат</i>	
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИВОТНОГО МАСЛА В ПОВЫШЕНИИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	58
<i>А.К. Байдильдаева, М.Т. Омарбекова</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕРЕНИИ И ИЗМЕНЕНИИ ФИГУР ЖЕНЩИН ВОЗРАСТА ОТ 55 ДО 75 ЛЕТ.....	63
<i>Я. Кольман, Г.В. Иванова</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	69
<i>З.В. Капшакбаева, Ж.К. Молдабаева, А.А. Майоров</i>	
ВЛИЯНИЕ ХЛОРИСТОГО КАЛЬЦИЯ НА ПРОЦЕСС СВЕРТЫВАЕМОСТИ КОЗЬЕГО МОЛОКА.....	76

