

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
“ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”

У Д К 621:681.93.932

№ гос. регистрации 20032720

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе
С.М. Литовский



О Т Ч Е Т
о научно-исследовательской работе

**“Теоретические и технические основы обеспечения точности
формоописания нерегулярных поверхностей”**
(заключительный)

2003 - г/5 - 560

Начальник НИС

С. А. Беликов

Научный руководитель НИР

Ю. В. Полозков

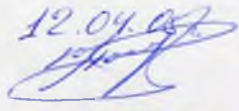


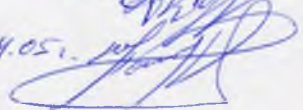
A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Yury V. Polozkov, the scientific supervisor mentioned in the text.

“14 ” апреля 2005 г.

Витебск, 2005



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР, ответственный исполнитель, научный сотрудник	12.04.05 	Ю. В. Полозков	Раздел 1-5
Ведущий научный сотрудник	 12.04.05	Д. Н. Свирский	Раздел 1, 2
Научный сотрудник	12.04.05 	Д. Г. Козинец	Раздел 2, 3
Нормоконтролер	12.04.05 	Ю. В. Полозков	

РЕФЕРАТ

Отчет 44 с., 19 рис., 21 источников, 1 прил.

Нерегулярные поверхности, видеооцифровка, трехмерная цифровая модель, аппроксимация, обработка изображений.

Объектом исследования является процесс видеооцифровки поверхностей нерегулярных объектов.

Цель работы – создание системной математической модели для повышения эффективности процесса видеооцифровки путем ее комплексной компьютеризации.

Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований зависимости точности цифровых моделей от объема априорной информации, получаемой в процессе видеооцифровки на этапах видеосъемки, обработки видеоизображений и построения цифровых моделей нерегулярных поверхностей.

Проведен статистический анализ факторов процесса видеооцифровки, позволивший оценить степень влияния каждого из факторов на точность цифровой модели поверхности, т. е. выявить закономерности изменения пространственных координат точек объекта и пространственных их отношений от изменения управляемых факторов. Получены статистические модели, которые составили основу алгоритмов оптимизации процесса видеооцифровки пространственно сложных объектов.

Выявлены и исследованы взаимосвязи точности цифровой модели поверхности, дискретизации поверхности объекта и производительности процесса видеооцифровки. На основе математических моделей, описывающих эти взаимосвязи, разработан новый метод сегментации изображений, получаемых при видеооцифровке посредством структурированного освещения нерегулярного объекта. Предложенный метод сегментации обеспечивает неизбыточность объема априорной информации, извлекаемой на этапе обработки изображений для восстановления цифровых моделей нерегулярных поверхностей без существенных потерь точности. Разработана методика определения уровня дискретизации поверхности и параметров видеосистемы по критерию точности и с учетом изменения кривизны (нерегулярности) поверхности объекта для достижения требуемой точности формоописания пространственно сложных объектов.

Полученные результаты позволили реализовать оперативное управление процессом видеооцифровки, что является одним из ключевых моментов комплексной автоматизации видеооцифровки и позволяет значительно повысить эффективность цифрового формоописания нерегулярных поверхностей при решении прикладных задач поверхностного моделирования в производстве.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Анализ параметров процесса видеооцифровки, влияющих на точность построения трехмерных цифровых моделей.	6
2. Выявление и исследование математических моделей, описывающих влияние на точность виртуальных моделей количества априорной информации.	14
2.1. Выявление зависимости точности виртуальных моделей от изменения объема априорной информации.	14
2.2. Формализация и исследование математической зависимости точности виртуальных моделей от изменения объема априорной информации.	18
3. Построение и исследование математических моделей влияния сложности и дискретизации поверхности первоначального объекта на точность виртуальных моделей.	20
3.1. Формализация влияния сложности и уровня дискретизации поверхности первоначального объекта на точность виртуальных моделей.	20
3.2. Исследование математических моделей изменения точности виртуальных моделей в зависимости от объема априорной информации и сложности поверхности.	25
4. Построение и исследование математической модели, описывающей взаимосвязь точности виртуальных моделей и производительности видеооцифровки.	29
5. Разработка методики определения значений дискретизации оцифровки и параметров видеосистемы, используя формальное определение степени сложности конфигурации нерегулярного трехмерного объекта и требуемой точности виртуальной модели.	32
Заключение	35
Список использованных источников	36
Приложение А	38

ВВЕДЕНИЕ

Для достижения наибольшей эффективности производственный процесс, зачастую, носит характер “эволюционно-информационного” преобразования прототипов продукции, которое заключается в сохранении и дальнейшем развитии положительного содержания аналогов, поиске новых полезных свойств при упразднении избыточных и несущественных. Ввиду появления новых функциональных элементов, связей и отношений, формирующих оригинальные пространственные особенности поверхности, в создаваемых конкурентоспособных объектах производства превалирует тенденция усложнения поверхностей, состоящая в значительном повышении нерегулярности их формы.

Процесс проектирования таких пространственно сложных объектов (нерегулярных) основан на формировании компьютерной модели (САД модели) поверхности, выступающей в дальнейшем операндом всего проектно-конструкторского цикла. Причем, наибольший эффект проектирования новых уникальных форм перспективных объектов достигается посредством вариативного трансформирования САД моделей участков поверхностей, создаваемых в результате автоматизированного цифрового формоописания существующих (как природных, так и искусственных) объектов-аналогов. Для автоматизации цифрового формоописания скульптурных объектов был разработан метод видеооцифровки поверхностей. Этот метод основан на специально разработанной математической зависимости, позволяющей преобразовывать симультанные видеоизображения трехмерного объекта в форму электронных данных, характеризующих его пространственную структуру. Для реализации указанного метода видеооцифровки спроектирована компактная видеосистема, включающая стандартную видеокамеру и проектор.

Вследствие применения стандартного оборудования данная система видеооцифровки получила конкурентные преимущества по сравнению с зарубежными аналогами. Для повышения эффективности применения компактной видеосистемы при решении производственных задач широкого круга потребителей необходима комплексная автоматизация процесса видеооцифровки.

Процессы формирования и оперирования трехмерными цифровыми моделями нерегулярных поверхностей сопряжены с необходимостью переработки значительных объемов геометрической информации. Это снижает производительность геометрического моделирования и налагает определенные ограничения на характеристики компьютерной техники для его проведения. Поэтому одной из ключевых задач автоматизации процесса видеооцифровки нерегулярных поверхностей является разработка автоматизированной системы управления, позволяющей воздействуя на факторы процесса видеооцифровки и учитывая особенности геометрического строения описываемого объекта достигать необходимого уровня точности компьютерных моделей поверхностей. В связи с этим научные исследования были направлены на решение проблемы оперативного управления точностью и повышение эффективности создания виртуальных моделей посредством видеооцифровки.

В результате проведенной НИР были построены математические модели, описывающие зависимость уровня точности от геометрических особенностей поверхностей нерегулярных объектов. Проведен статистический анализ факторов процесса видеооцифровки, в результате которого выявлены закономерности и оценена степень влияния каждого из факторов на точность САД модели поверхности. Разработаны математические модели рациональной дискретизации проекций поверхности, отображаемых на видеоснимках. Эти модели составили основу нового метода автоматизированной сегментации изображений, получаемых при видеооцифровке. Построены и исследованы математические модели оценки геометрических свойств поверхности объекта и погрешности его цифровой модели, для достижения наибольшей степени точности формоописания и повышения производительности процесса посредством рациональной дискретизации представления нерегулярных поверхностей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Свирский Д. Н., Полозков Ю. В. Создание трехмерных цифровых моделей нерегулярных объектов по их видеоизображениям. // Сборник научн. статей ИТК НАН Беларуси, Мн.: ИТК НАН Беларуси, - 2001. – Вып. 5, – С.33–38.
2. Полозков Ю. В. Автоматизация рекурсивного формообразования нерегулярных объектов //Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. - 2004. – Вып. 7. - С. 5 – 8.
3. Завацкий Ю. А., Полозков Ю. В., Свирский Д.Н. Математическое моделирование процесса оцифровки пространственных объектов // Веснік ВДУ. - 1999. - №3.- С. 49-53.
4. Полозков Ю. В., Сиврский Д. Н., Литовский С. М. Влияние параметров видеооцифровки на формирование трехмерных цифровых моделей нерегулярных поверхностей // Вестник ВГТУ. - 2004 - № 6. - С. 117 – 121.
5. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.
6. <http://www.statsoft.ru/home/download/textbook/default.htm#2>.
7. Полозков Ю. В., Масилевич А. В., Свирский Д. Н. Сплайн-интерполяция точечных облаков фрагментов поверхности в задачах рекурсивного формообразования // Проблемы создания информационных технологий. Смоленск: МАИТ, 2004. - Вып. 10. - С. 226- 231.
8. Polozkov Y., Masilevich A., Svirsky D. Irregular surface reconstruction for 3d objects recursive creation // Proceedings of Seventh International Conference “PRIP’2003”. - 2003. - Vol. II. – P. 269 – 273.
9. Завьялов Ю. С., Леус В. А., Скороспелов В. А. Сплайны в инженерной геометрии. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
10. Завьялов Ю. С., Квасов Б. И., Мирошниченко В. Л. Методы сплайн-функций. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 352 с.
11. Полозков Ю. В. Проблема идентификации растровых изображений в процессе видеооцифровки нерегулярных объектов // Вестник ВГТУ. - 2003 - № 5. - С. 90 – 94.
12. Самошкин Н. А. Автоматизация ввода-вывода и обработки данных на основе рекурсивного представления информации. – Мн.: Навука і тэхніка, 1996. – 392 с.
13. Абламейко С. В., Лагуновский Д. М. Обработка изображений: технология, методы, применение. – Мн.: Амалфея, 2000. – 304 с.
14. <http://alexeypetrov.narod.ru/index.html>.
15. <http://alglib.manual.ru>.
16. http://www.alexeypetrov.narod.ru/C/gauss_about.html.
17. Косарев В. И. 12 лекций по вычислительной математике (вводный курс): Учебное пособие: для вузов. – М.: Изд-во МФТИ, 2000. – 224 с.
18. Арнольд В. И. Теория катастроф. – 3-е изд. доп. – М.: Наука, 1990. – 128 с.
19. Дружинский И. А. Сложные поверхности: Математическое описание и технологическое обеспечение: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1985. – 263 с.

20. Куриной Г. Ч. Математика: Справочник. – Харьков: Фолио; 1997. – 143 с.
21. Белоцерковский О. М. и др. Компьютеры и автоматизация инженерного труда. – М.: Наука, 1989. – 144с.