

НАЦИОНАЛНА

АКАДЕМИЯ

ЗА ТЕАТРАЛНО

И ФИЛМОВО

ИЗКУСТВО



**НАЦИОНАЛНА АКАДЕМИЯ ЗА ТЕАТРАЛНО И ФИЛМОВО ИЗКУСТВО  
„КРЪСТЬО САРАФОВ”**

Факултет  
„ЕКРАННИ ИЗКУСТВА”

Катедра  
„АУДИОВИЗУАЛНО ПРОИЗВОДСТВО”

Специалност  
„АНИМАЦИЯ“

---

**ТЕМА:**

**„РЕСУРСНА РЕДУКЦИЯ ЧРЕЗ ТЕКСТУРИ С  
АЛФА КАНАЛ ПРИ 3D МОДЕЛИРАНЕ”**

**АВТОРЕФЕРАТ НА ДИСЕРТАЦИЯ**

за придобиване на образователна и научна степен  
„ДОКТОР“

Докторант: ас. Ивайло Сеферов  
Научен ръководител: доц. д-р Господин Неделчев

**София 2024**

*Дисертационният труд се състои от 163 страници основен текст (въведение – 9 страници, четири глави – 151 страници и заключение – 3 страници) и 0 страници приложения. Библиографията включва 137 източника (0 на кирилица и 137 на латиница).*

*Дисертационният труд е обсъден и насочен за публична защита от Катедрата „АУДИОВИЗУАЛНО ПРОИЗВОДСТВО“ към Факултета „ЕКРАННИ ИЗКУСТВА“ на НАЦИОНАЛНА АКАДЕМИЯ ЗА ТЕАТРАЛНО И ФИЛМОВО ИЗКУСТВО „КРЪСТЬО САРАФОВ“ на 28.02.2024 г.*

*Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 8 юли 2024 г. в НАЦИОНАЛНА АКАДЕМИЯ ЗА ТЕАТРАЛНО И ФИЛМОВО ИЗКУСТВО „КРЪСТЬО САРАФОВ“, съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и академични длъжности при НАЦИОНАЛНА АКАДЕМИЯ ЗА ТЕАТРАЛНО И ФИЛМОВО ИЗКУСТВО „КРЪСТЬО САРАФОВ“, пред научно жури, назначено със заповед на Ректора в състав: вътрешни членове – проф. д-р Красимир Андонов, доц. д-р Валентина Фиданова-Коларова и резервен член проф. д-р Мартин Димитров; външни членове – проф. д-р Цветан Недков, проф. д-р Николай Младенов, проф. Христо Харалампиев и резервен член проф. д-р Надежда Маринчевска.*

## СЪДЪРЖАНИЕ НА АВТОРЕФЕРАТА

1. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД .....	5
1.1. Значимост и актуалност на темата .....	7
1.2. Състояние на изследвания проблем – историография на темата на изследването.....	9
1.3. Обект и предмет на изследването .....	11
1.4. Цел на дисертационния труд.....	11
1.5. Задачи на изследването.....	11
1.6. Методология .....	12
2. СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД .....	13
3. КРАТКО ПРЕДСТАВЯНЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	15
Увод .....	15
Първа глава. Триизмерното пространство - Концепция, 3D среда, Координатни системи .....	15
1. Пространствени измерения .....	16
2. Изгледи на 3D модели.....	17
Втора глава. 3D моделиране - История, Геометрична структура на моделите.....	18
1. 3D моделиране на обекти .....	19
2. Техники за 3D моделиране .....	20
3. Приложение .....	21
4. 3D сканиране на обекти .....	22
5. Технологии за 3D сканиране .....	22
Трета глава. Текстурите на 3D модели .....	25
1. Какво е текстура? .....	25
2. Релефни мапинги.....	26
3. UV мапинги.....	27
4. Unwrapping.....	27
5. Материали .....	27
6. Шейдъри.....	28
7. Осветление .....	28
8. Методи на физично поведение на светлината.....	29
9. Значението на светлината.....	29
10. Осветление, базирано на снимка .....	29

Трета глава. Компютърна графика и визуализиране на 3D моделите .....	30
1. Векторна и растрерна графика.....	30
2. Яркост и цвят .....	31
3. Рендеринг .....	31
4. Фотореализъм .....	31
5. Методи и настройки.....	32
5.1. Проследяване на лъчи (Ray tracing).....	32
5.2. Radiosity.....	32
5.3. Render pass .....	32
5.4. Рендериране в реално време.....	33
5.5. Neural Network Rendering .....	33
5.6. Depth of Field /Дълбочина на рязкост/.....	33
5.7. LDR /Low dynamic range/.....	34
5.8. HDR /High dynamic range/.....	34
6. Модел на човешкото зрение.....	34
7. 3D Камери и тракинг.....	35
8. Стереоскопия .....	35
Четвърта глава. Редукция на обекти чрез алфа канал и холограми .....	35
1. Сравнителен тест.....	36
2. Пешеходни пътеки с холограми с алфа канал.....	37
Заключение .....	38
4. СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	41
5. ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	42
6. ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ .....	43

## 1. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Създаването на 3D модели за холограми от фотографски изображения е основна тема на настоящото дисертационно изследване. В днешно време има все повече и повече търсене на 3D модели в компютърната графика, компютърните игри, архитектурата, медицината и виртуалната реалност. Това води до промяна в акцента на изискванията. Визуалното качество става една от основните точки на внимание.

Растителните видове, в тяхното огромно многообразие, остават едни от най-трудните обекти за моделиране поради тяхната сложна геометрия, структура, материалност и външен вид. Въпреки че са предложени техники за генериране на реалистично изглеждащи растения, те или изискват опит за използване (напр. [Prusinkiewicz et al. 1994]) или изискват много ръчна работа. Текущи техники, базирани на изображения, които използват изображения на реални растения или са произвели модели, които не се манипулират лесно (напр. [Reche-Martinez et al. 2004]) или модели, които са само приближения (напр. [Shlyakhter et al. 2001, Chapter 3]). Моят подход също е базиран на изображения, но аз използвам плосък обект с много малко на брой полигони и текстура с алфа канал, която дава формата и текстурата на обекта. Също така позволява на потребителя бързо да създаде детайли на сложни обекти, като листа и клони. Освен това не изисква никаква експертиза в ботаниката. Показвам как растения със сложна геометрия могат да бъдат конструирани с голяма лекота и много други обекти, които могат да се използват, като анимация в 3D холограмна пешеходна пътека. Един от мотивите за разработването на базиран на изображения подход за моделиране на обекти е, че изчисленията на геометрията от изображения обикновено работят забележително добре за текстурирани обекти и анимации, които могат да са показват на пешеходната 3D холограмна пътека с алфа канал (прозрачност). Тъй като геометрията е проста, 3D обектите може лесно да се манипулират или редактират от самата текстура.

Триизмерното (3D) моделиране на обект може да се разглежда като цялостен процес, който започва от събирането на данни и завършва с 3D виртуален модел в компютърна среда. Често се смята, че 3D моделирането се свежда само до трансформиране на точки в триангулирани мрежи или текстурирани повърхности. Въпреки това, този процес на създаване на 3D модели на обекти наистина означава много повече и включва по-широката и обща идея за реконструкция на самия обект. Триизмерно моделиране на обекти и сцени е интензивен и дълготраен изследователски процес.

3D моделите се използват широко в различни индустрии и области. Те предоставят мощен инструмент за визуализация, проектиране и симулация. В гейм индустрията се използват за създаване на графиката и персонажите на видеоигрите. Филмовата индустрия ги използва за специални ефекти и анимации. В архитектурата и строителството те помагат за визуализация на проекти. В интериорния дизайн предоставят възможност за представяне на ремонтирани пространства. Инженерите ги използват за проектиране и симулация на продукти и системи. В медицината се прилагат за обучение и планиране на процедури. Научната област използва 3D моделите за визуализация и анализ. Те могат да бъдат включени и в интерактивни приложения, образователен софтуер и други проекти.

Напоследък това се превърна в много важна и фундаментална стъпка, особено за културното наследство, цифрово архивиране. Мотивите са различни: документация в случай на загуба или повреда, виртуален туризъм и музей, образователни ресурси, взаимодействие без риск от повреда и т.н.

В днешно време цифровите модели присъстват навсякъде, тяхното използване и разпространение става все по популярно в интернет. Макар че изглежда лесно да се създаде прост 3D модел, генерирането на прецизен и фотореалистичен компютърен модел на сложен обект все още изисква значителни усилия и умения. Според най-общата класификация на техниките за измерване и реконструкция на 3D обекти могат да бъдат разделени на контактни методи (например, като се използват координатни измервателни машини апарати, линейки и други) и безконтактни методи (рентген, SAR, фотограмметрия, лазер сканиране). Това изследване ще се фокусира върху моделирането с помощта на текстура с алфа канал и plane обект, който да се използва в 3D холограмна пешеходна пътека в софтуер за графика и анимация Maya. Този вид софтуер се използва главно за филми и игри.

По отношение на моделиране на листа (които ще ползвам за пример, какви обекти може да се използват в 3D холограмната пешеходна пътека, които да са реалистични с прозрачност /алфа канал/ около тях и могат да се визуализират в реално време) са предложени много методи за моделиране, като метода, базиран на силует [1. [Lars Mündermann et al. 2003](#) 2. [Sung Min Hong et al. 2005](#)], методът, базиран на изображения [ [Long Quan et al. 2006](#) ] и методът за 3D реконструкция, базиран на облак от точки [ [B.I. Loch et al. 2005](#) ]. Като тук всеки метод има свое уникално предимство.

През последните години компютърната графика постигна огромен напредък във визуализирането на 3D модели. Това, което се правеше с компютър, струващ стотици хиляди преди няколко години, вече може да се постигне с компютър за игра. Вече е възможно за да визуализират сложни 3D сцени в реално време. Тази еволюция предизвиква важно търсене на по-сложни и реалистични модели. Проблемът е, че въпреки увеличеният брой и мощност на наличните инструменти за триизмерно моделиране, синтезирането на реалистични модели е трудно и отнема много време и следователно е много скъпо. Вместо да се правят такива сложни и скъпи модели в определени случаи може да се направят обекти от текстура с алфа канал, каквито ще използвам за създаване на холографско изображение на 3D пешеходна пътека.

### **1.1. Значимост и актуалност на темата**

Осмисляне спецификата на производствените процеси и способите за създаване на анимационно кино, както и художествените резултати са били обект на изследванията на редица не само теоретици, но и практики в областта на киното. Във фокуса на съдържанието на предлаганата тема за дисертационно изследване са спецификата и начините на моделиране в 3D цифровото пространство и възможностите за ресурсно олекотяване на процеса и внедряването му в холограмна 3D пешеходна пътека. Тази техника предоставя възможности за постигане на високо качество на визуалните изображения, като същевременно оптимизира използването на системните ресурси. Посредством методологията на сравнителния анализ и интердисциплинарния подход ще бъде доказано научното твърдение, че чрез ползването на текстури с алфа канал може многократно да се намали ресурсната емкост на процеса „3D моделиране“ и показването на движещи се холограми в реално време.

*Практическата значимост* на изследването „Ресурсна редукция чрез текстури с алфа канал при 3D моделиране за холограми“ в съвременния свят е безспорна не само в областта на компютърната графика и визуалните изкуства – тя е огромна и по отношение безопасността на движение по пътищата, най-общо казано. Практическата значимост на дисертацията е свързана също и с възможността холограмните пешеходни пътеки да бъдат внедрени в реалната градската среда, а получените резултати да се използват за научни анализи по проблемите на съвременното безопасно движение. Сериозен принос на дисертацията е, че темата за холограмните 3D пешеходни пътеки с алфа канал е абсолютно нова и е откритие за настоящото научно изследване. Така тя се явява

иновативна технология на бъдещето в областта на градската инфраструктура и сигурност. Тези пътеки се характеризират с използването на холограми, които могат да бъдат видими от пешеходците и автомобилите, за да предотвратят произшествия и могат да предоставят важни инструкции и информация. Използването на алфа канал в холограмните пешеходни пътеки може да даде възможност за по-ефективно визуализиране и предоставяне на важна информация за безопасността и ориентацията на пешеходците и шофьорите, използвайки холограми с прозрачни или полу-прозрачни елементи. Това може да подобри разбирането на указанията и предупрежденията, които се предоставят на участниците в движението, особено в сложни градски среди.

*Актуалността на изследването* на "Ресурсна редукция чрез текстури с алфа канал при 3D моделиране на холограми" е от изключителна важност в днешната иновативна и технологично напреднала епоха, при нарастването на населението /пешеходците/ и броя на автомобилите. Тази тема има широк спектър от приложения и резонира в различни индустрии и сфери. По-долу са представени актуалните аспекти на това изследване:

Идеята за интегриране на пешеходни пътеки с 3D холограми представлява иновативен подход, който може да донесе множество потенциални предимства за обществото. Някои от тези предимства са следните: повишена безопасност, подобрена навигация, интерактивни картографски елементи, образование и информация, екологична устойчивост, модерен градски пейзаж, повишена интеракция, рекламни възможности и адаптивност към сезонни условия.

Текстури с алфа канал при 3D моделиране се използват също в:

➤ Игровата индустрия и виртуалната реалност: С разрастващия се интерес към видео игрите и виртуалната реалност, ефективната ресурсна редукция чрез текстури с алфа канал е от съществено значение. Тази техника позволява постигане на високо качество на графиката, докато същевременно оптимизира използването на хардуерни и графични ресурси. Играчите търсят по-реалистични и интерактивни изживявания, които са възможни благодарение на тази техника.

➤ Архитектурното моделиране и визуализацията: В сферата на архитектурното моделиране и визуализацията, където точността и визуалното въздействие са от решаващо значение, ресурсната редукция чрез текстури с алфа канал има голям потенциал. Това позволява на архитекти и дизайнери да представят своите проекти с високо качество и детайли, докато ефективно управляват ресурсите.

➤ Анимация и визуални ефекти: В съвременното кинематографично и телевизионно изкуство, както и в областта на визуалните ефекти, ресурсната редукция чрез текстури с алфа канал представлява ключов инструмент. Тя позволява на студиата да създават впечатляващи визуални ефекти и анимации, без да натоварват системите с излишни ресурси.

➤ Виртуална реалност и образование: С развитието на виртуалната реалност, образователните приложения са станали все по-важни. Ресурсната редукция в този контекст позволява по-широк достъп до визуално обогатени учебни съдържания и сцени, които са съществени за образователния процес. И съвсем естествено дисертацията би могла да бъде и основа за специализирани курсове за художници-аниматори.

➤ Визуалните изкуства и дизайна: Визуалните изкуства и дизайнът също могат да извлекат полза от ресурсната редукция чрез текстури с алфа канал. Това позволява на художниците и дизайнерите да създават интересни и креативни изображения, които са ресурсно ефективни.

Обобщавайки, ресурсната редукция чрез текстури с алфа канал е актуална тема с широк спектър от приложения. Тя предоставя средство за постигане на високо качество на визуалните изображения, като същевременно оптимизира използването на ресурси. Тази техника намира приложение в различни индустрии, от забавлението и образованието до архитектурата и визуалните изкуства, и продължава да развива потенциала си с развитието на технологиите и нарастващите изисквания на потребителите.

## **1.2. Състояние на изследвания проблем – историография на темата на изследването**

Историята на изследванията, свързани с темата „Ресурсна редукция чрез текстури с алфа канал при 3D моделиране” е богата и показва непрекъснато развитие на този метод в областта на компютърната графика и визуалните изкуства. Но до сега този метод не е използван за създаване на 3D холографски изображения и по-конкретно за холограмна 3D пешеходна пътека.

Историческият контекст и ключовите моменти в развитието на тази тема са следните:

➤ Ранни изследвания и възникване: Техниката на ресурсната редукция с текстури и алфа канал започва да се използва в ранните дни на компютърната графика.

Първоначално, тази методика се използва за оптимизация на текстурите и геометрията в компютърните игри и симулации. Изследователите се фокусират върху оптимизиране на текстурните изображения, за да подобрят визуалното представяне и да намалят изискванията за хардуер.

➤ Развитие в игралната индустрия: През последните десетилетия, игралната индустрия играе ключова роля в развитието на ресурсната редукция с текстури и алфа канал. Разработчиците на видео игри преследват постоянно подобрения във визуалната реализация и оптимизацията на игрите, като използват текстурите с алфа канал за съчетаване на високо качество с по-малко изисквания към хардуера.

➤ Виртуалната реалност и анимацията: Разширяването на виртуалната реалност и интензивната употреба на визуални ефекти в кинематографията и анимацията насочват вниманието към ресурсната редукция. Изследователите и техническите експерти работят върху този метод, за да ускорят производствения процес и да намалят разходите в сферата на визуалните ефекти.

➤ Извън областта на развлеченията: Ресурсната редукция чрез текстури и алфа канал намира приложение и извън развлекателната индустрия. В областта на архитектурното моделиране и визуализацията, тази методика се използва за представяне на проекти пред клиенти и инвеститори с високо качество на изображенията.

➤ Образователни и виртуално-реални приложения: С развитието на виртуалната реалност и разнообразните образователни приложения, ресурсната редукция с текстури с алфа канал става важен фактор за подобряване на образователните изживявания и обучението.

Обобщавайки: темата е била изследвана в продължение на десетилетия и продължава да се развива в редица различни области. Този метод е от ключово значение за подобряване на визуалното представяне и оптимизацията на ресурси в сфери като игралната индустрия, анимацията, архитектурното моделиране и виртуалната реалност. Разнообразните приложения и постоянното използване на тази техника подчертават нейната актуалност и важност в съвременния свят на компютърната графика и визуалните изкуства.

Но изследване като настоящата дисертация, във фокуса на която стои „Ресурсната редукция чрез текстури с алфа канал като метод при създаването на 3D холограмни динамични изображения за пешеходна пътека” се появява за първи път в научното и практическото пространство.

### **1.3. Обект и предмет на изследването**

Обектът и предметът на изследването в дисертационния труд на темата "Ресурсна редукция чрез текстури с алфа канал при 3D моделиране за холограми" са определени по следния начин:

**Обект на изследване:** Обектът на изследването включва методите и техниките за ресурсна редукция при използването на текстури с алфа канал при 3D моделиране за холограми. Този обект включва различни аспекти на компютърната графика и визуалните изкуства, които се свързват с оптимизацията на изображенията и използването на системни ресурси.

**Предмет на изследване:** Предметът на изследването се фокусира върху конкретните методи, алгоритми и практики, свързани с ресурсната редукция с текстури и алфа канал при 3D моделиране и внедряването им в 3D холограмна пешеходна пътека.

Обектът и предметът на изследването са съсредоточени около темата за оптимизацията и подобряването на визуалните изображения и използването на ресурси в компютърната графика и визуалните изкуства.

### **1.4. Цел на дисертационния труд**

Основната цел на дисертационния труд е да разгледа, изследва и анализира техниките и методите за ресурсна редукция чрез текстури с алфа канал при 3D моделиране и тяхното приложение в 3D холограмна пешеходна пътека, областта на компютърната графика и визуалните изкуства. Този изследователски труд има за цел да предостави обширен преглед на текущите практики, технически иновации и научни постижения в съответната област и да допринесе към разширяването на знанието в нея.

### **1.5. Задачи на изследването**

За да бъде изпълнена целта на настоящия дисертационен труд се разглеждат следните основни задачи, които са пряко обвързани с нея:

Първата задача е да се представи триизмерното пространство - концепция, 3D среда, координатни системи.

Втората задача е да се представи 3D моделирането – история и геометрична структура на моделите.

Третата задача е да се представи същността на текстурирането на 3D моделите.

Четвъртата задача е да се анализира компютърната графика и визуализирането на 3D моделите.

Петата, последна и най-съществена задача е да се представи редукцията на ресурси и обекти чрез алфа канал при създаването на 3D холограмна пешеходна пътека

## 1.6. Методология

Методологията на изследването за дисертационния труд включва няколко основни стъпки и методи, които авторът на дисертацията използва за провеждане на изследването. Тази методология може е разделена на следните фази:

➤ **Литературен обзор и анализ на съществуващи методи и технологии:** Първата стъпка в изследването е изучаването на актуалната литература и съществуващите методи и технологии, свързани с ресурсната редукция и текстурирането на 3D модели. Този обзор позволява на автора да разбере текущите тенденции и предизвикателства в областта.

➤ **Определение на целите и хипотезите на изследването:** На базата на литературния обзор, авторът формулира конкретни цели и хипотези, които да бъдат тествани по време на изследването.

➤ **Събиране на данни и изготвяне на образци за експерименти:** Тази фаза включва събирането на необходимите данни и изготвяне на примерни 3D модели и текстури, които са използвани за експерименталните изследвания.

➤ **Провеждане на експерименти и измервания:** В тази фаза авторът извършва редица експерименти и измервания, използвайки подготвените 3D модели и текстури. Те се фокусират върху ресурсната редукция и визуалните резултати при използването на текстури с алфа канал и внедряването им в 3D холограмна пешеходна пътека.

➤ **Анализ на резултатите:** След провеждане на експериментите, авторът извършва визуален анализ на получените резултати. Тук се оценява въздействието на текстурирането с алфа канал върху ресурсите и качеството на визуализацията.

➤ **Формулиране на изводи и препоръки:** На базата на анализа на резултатите, авторът формулира изводи и препоръки за бъдещи приложения и изследвания в областта на ресурсната редукция и текстурирането на 3D модели и използването им в 3D холограмна пешеходна пътека.

## **2. СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Дисертационният труд е структуриран както следва:

### **УВОД**

### **I ГЛАВА. ТРИИЗМЕРНОТО ПРОСТРАНСТВО - Концепция, 3D среда,**

#### **Координатни системи**

I.1. Пространствени Измерения

I.2. Изгледи на 3D модели

### **II ГЛАВА. 3D МОДЕЛИРАНЕ - История, Геометрична структура на**

#### **моделите**

II.1. 3D моделиране на обекти

II.2. Техники за 3D моделиране

II.3. Приложение

II.4. 3D сканиране на обекти

II.5. Технологии за 3D сканиране

### **III ГЛАВА. ТЕКСТУРИРАНЕ НА 3D МОДЕЛИ**

III.1. Какво е текстура?

III.2. Релефни мапинги

III.3. UV мапинги

III.4. Unwrapping

III.5. Материали

III.6. Шейдъри

III.7. Осветление

III.8. Методи на физично поведение на светлината

III.9. Значението на светлината

III.10. Осветление, базирано на снимка

### **IV ГЛАВА. КОМПЮТЪРНА ГРАФИКА И ВИЗУАЛИЗИРАНЕ НА 3D**

#### **МОДЕЛИТЕ**

IV.1. Векторна и растерна графика

IV.2. Яркост и цвят

IV.3. Рендеринг

IV.5. Методи и настройки

IV.5.1. Проследяване на лъчи (Ray tracing)

IV.5.2. Radiosity

IV.5.3. Render pass

IV.5.4. Рендериране в реално време

IV.5.5. Neural Network Rendering

IV.5.6. Depth of Field /Дълбочина на рязкост/

IV.5.7. LDR /Low dynamic range/

IV.5.8. HDR /High dynamic range/

IV.6. Модел на човешкото зрение

IV.7. 3D Камери и тракинг

IV.8. Стереоскопия

## **V ГЛАВА. РЕДУКЦИЯ НА ОБЕКТИ ЧРЕЗ АЛФА КАНАЛ И ХОЛОГРАМИ**

V.1. Сравнителен тест

V.2. Пешеходни пътеки с холограми с алфа канал

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**БИБЛИОГРАФИЯ**

### **3. КРАТКО ПРЕДСТАВЯНЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

#### **Увод**

В увода е очертана актуалността на темата на дисертационния труд. Дефинирани са предметът, обектът и ограниченията на изследването, основната цел и задачи, изходната теза.

#### **Първа глава. Триизмерното пространство - Концепция, 3D среда, Координатни системи**

В първа глава на дисертацията са събрани, анализирани и синтезирани множество научни източници, които представят триизмерното пространство, което представлява математичен модел, който обхваща трите основни измерения: дължина, ширина и височина. Тази концепция се използва широко в компютърната графика и дизайна, създавайки тримерни виртуални обекти и сцени.

В 3D средата, обекти и сцени се описват с три координати -  $x$ ,  $y$  и  $z$ , които представляват положението в тримерното пространство. Тези координати определят местоположението на точка в пространството и формират координатна система, като например декартовата координатна система.

Компютърните програми за 3D моделиране и визуализация използват триизмерното пространство, за да създадат и рендират реалистични изображения. Такива системи се използват в различни области като архитектура, игровата индустрия, медицинското моделиране и други, където тримерната репрезентация е от съществено значение за точност и визуална реалистичност.

3D среда е обстановка или платформа, където се извършват операции в тримерното пространство. Това може да включва създаване, редактиране и визуализиране на тримерни обекти и сцени. 3D средите се използват в различни области като компютърна графика, дизайн, архитектура, инженерство, медицинско моделиране, игрова индустрия и други.

В 3D средата, потребителите могат да манипулират обекти в тримерното пространство, да прилагат текстури, да настройват осветлението, да анимират движения и да създават реалистични визуализации. Тези среди предоставят различни инструменти и функции, които облекчават и улесняват работата с тримерната графика.

Програми за тримерно моделиране като Blender, Autodesk Maya, 3ds Max, Cinema 4D и други предоставят 3D среда, където дизайнерите и артистите могат да развиват творчески проекти, като създават сложни обекти, анимации и визуализации. Тези среди играят ключова роля във виртуалното моделиране и визуализиране на тримерни обекти и сцени.

## 1. Пространствени измерения

Тази част от дисертацията представя пространствените измерения. Те се отнасят до различните аспекти на физическото пространство, което може да бъде измервано и анализирано. Те включват трите основни измерения - дължина, ширина и височина - които определят местоположението и размера на обекти в пространството. Пространствените измерения са от съществено значение в тримерната геометрия и 3D моделирането, където точното определение на положението и размера на обекти е ключово. Тези измерения се използват в различни области като инженерство, архитектура, компютърна графика, физика и други, където точното пространствено представяне е от съществено значение за успешната работа.

Представено е **Първото измерение**, при което е избрана декартова координатна система за едномерно пространство, където се работи с права линия. Изборът включва определена точка  $O$ , единица дължина и ориентация на линията. Ориентацията определя положителната и отрицателната половина на линията. Всяка точка на линията може да бъде представена като число, като се взема предвид знакът в зависимост от положението ѝ. За да се улесни разбирането, се прави аналогия с град, където всяка къща по улицата има уникален номер. Живеещите в града представляват обитатели на едномерно пространство. Въпреки това, живеенето в едномерно пространство е ограничено, и се прави сравнение с многомерни градове, представляващи многомерно пространство. Примерът в дисертацията преминава към двумерното пространство, където има улици и булеварди, с възможност за използване на две координати за определяне на местоположението. Текстът завършва, като подчертава възможността за многомерни пространства с по-сложни координатни системи за точно определяне на местоположението на обекти в пространството.

След това е направено представяне на **Второ измерение**. Двумерното пространство използва декартова координатна система с хоризонтална  $X$  и вертикална  $Y$  ос. Осите са перпендикулярни, с произход в точка  $O$ . Единица дължина се определя за

удобство. Ориентацията на  $X$  и  $Y$  оси обикновено е хоризонтално и вертикално. Всяка точка  $P$  има декартови координати  $(X, Y)$ , представени с числа. Този стандартен подход, често използван в математиката и инженерството, облеснява точното местоположение на обекти в рамките на двуизмерното пространство. В дисертацията подчертавам, че често в математиката и инженерството  $X$ -осът се изобразява хоризонтално, а  $Y$ -осът вертикално. Този стандартен избор улеснява работата с координатите и представянето на точки в двуизмерното пространство, като се използват буквите  $X$  и  $Y$  за обозначаване на декартовите координати.

След това е обърнато внимание на **Третото измерение**. Триизмерното пространство в 3D анимацията използва Картезийската координатна система с трите перпендикулярни оси. Ориентацията на осите и изборът на единица за дължина се определят от началната точка. Всяка точка  $P$  има три Декартови координати, представляващи разстоянието до началото по всяка от трите оси. Важен аспект е, че всяка двойка оси дефинира координатна хиперплоскост, разделяща пространството на осем октанта. Това улеснява точното позициониране на обекти в 3D сцени.

И накрая на тази точка се описва **Четвъртото измерение**. В началото на XIX век Вселената се е разглеждала като еднородна, с пространство от три измерения. През 20-ти век се осъзнава четвъртото измерение - времето, което влияе на пространството. Четириизмерното пространство-време е основната рамка, обясняваща нашето съществуване. Този модел е вграден в области като 3D анимация и физика, където времето се обединява с пространството. В 3D анимацията, 4D се разглежда като времева компонента в пространство-времето, където събитията са кодирани от четири координати - пространствени и времева.

## 2. Изгледи на 3D модели

Тази част от дисертацията представя изгледите на 3D модели, като се разглеждат двата основни начина за визуализация: перспективен и ортографски изглед. Перспективният изглед представлява сцената, гледана от определена точка на наблюдение, често през камера. Целта му е да създаде илюзия за дълбочина и реализъм, като вярно представя перспективата, както я вижда човешкото око. Характерен е този изглед с това, че обектите изглеждат по-големи, ако са близо до наблюдателя, и по-малки, ако са по-далече. Полезен е при създаването на реалистични сцени и предаването на илюзия за пространство и дълбочина. Ортографският изглед е представянето на

сцената от фиксиран ъгъл, при което паралелните линии се запазват паралелни. Този изглед няма перспектива и обекти изглеждат с еднакъв размер, независимо от разстоянието им от наблюдателя. Ортографският изглед се използва често в технически чертежи и компютърна графика за точно и ясно представяне на форми и размери. И двата изгледа имат своите предимства и недостатъци. Изборът между тях зависи от конкретните изисквания на проекта и целите на наблюдението.

## **Втора глава. 3D моделиране - История, Геометрична структура на моделите**

**Във втора глава** на дисертацията е представено 3D моделирането. 3D моделирането е процесът на създаване на тримерен (3D) виртуален обект чрез използване на компютърни програми. Този процес включва създаване, манипулиране и аранжиране на точки в тримерно пространство, образувайки сложни форми и структури. 3D моделирането се използва в различни области като архитектура, инженерство, игрална индустрия и анимация, като позволява виртуално визуализиране на обекти и сцени с реалистичен външен вид и детайл. Техниките варират от ръчното моделиране до използване на специализирани софтуерни инструменти за постигане на желания резултат. Също така стигам до извода, че 3D моделирането представлява съчетание от високи технически умения, креативност и намира приложение в изключително много области на обществената дейност. То е средство за визуализация, иновации и изразност с все по-голямо значение в дигиталния свят. Процесът на 3D моделиране включва създаване на повърхности, добавяне на текстури и материали, както и регулиране на осветлението и перспективата. Този метод е основен във виртуалното проектиране, където се създават и тестват различни дизайни преди физическата реализация. В сферата на развлекателната индустрия, 3D моделирането подпомага създаването на реалистични персонажи, анимации и визуални ефекти във видеоигри, филми и реклами. Този процес е от ключово значение за визуалното изкуство и създаването на виртуални светове с висока степен на детайлност и автентичност.

3D моделирането е достъпно за всеки, който може да избере подходящия софтуер. Съществуват различни програми, като Blender, Autodesk Maya, 3ds Max, Cinema 4D, AutoCad, Compass 3D и други, които предоставят интуитивни инструменти за създаване на тримерните обекти. Този процес позволява на потребителите да изразяват своите идеи, да създават виртуални сцени и да внушават с реалистични визуализации. От

начинаещи до професионалисти, всеки може да се включи в света на 3D моделирането и да разкрие своя творчески потенциал.

**Историята на 3D моделирането** обхваща десетилетия на развитие и иновации в компютърната графика. Началата му са свързани с развитието на компютрите и технологиите за визуализация. Ето кратък преглед:

- Ранни години (1960–1970 г.): Първите етапи на 3D моделирането се свързват с появата на компютрите. През 1960 г. компютърната графика започва да се използва за научни и инженерни цели.

- Изометрична графика (1980–1990 г.): През 1980-те се разработва изометрична графика, която позволява създаването на тримерни изображения с използване на изометрични проекции. Това подобрява визуализацията на 3D обекти.

- Първите 3D софтуери (1980–1990 г.): През този период се появяват първите софтуерни платформи за 3D моделиране като AutoCAD и 3D Studio.

- Процесорни и графични подобрения (1990–2000 г.): С развитието на мощни процесори и графични карти, софтуерът за 3D моделиране се разраства, включвайки новаторски инструменти и визуални ефекти.

- Широката достъпност (2000–днес): С появата на интернет и разрастването на компютърната технология, 3D моделирането става достъпно за по-широка аудитория. Безплатни и отворени софтуерни платформи като Blender са добри примери за широкоизползвани инструменти.

Днес, 3D моделирането играе ключова роля в различни области като анимация, игрите, архитектурния дизайн и много други, като продължава да се развива с иновациите в технологиите.

## 1. 3D моделиране на обекти

Тази част от дисертацията представя 3D моделирането на обекти. Това е основната част от създаването на триизмерни обекти и без тях съществуването на компютърни анимации е невъзможно. Първо съм представил **моделирането с полигони**. Моделирането с полигони е техника в компютърната графика, при която тримерните обекти се представят чрез полигони - многогръбни фигури, образувани от правоъгълни триъгълници. Този метод се използва широко в създаването на 3D модели в компютърната графика и игрите. Този метод на моделиране е ефективен и се използва широко в индустрията на компютърната графика, където точността и скоростта на

визуализация са от значение. След това съм представил **моделиране на сплайн**. Това е техника в компютърната графика, при която се използват сплайнове за създаване на плавни и криволинейни повърхности. Сплайнът е математическа крива или повърхност, която минава през определени контролни точки и има определени свойства за гладкост и непрекъснатост. Този метод предоставя гъвкавост и прецизност в създаването на сложни и красиви 3D форми, като е особено полезен за архитектурни проекти, дизайн на продукти и сцени във видеоигри и филми.

Също така стигнах до заключението, че изборът между моделиране със сплайн и моделиране с полигони зависи от конкретните изисквания и цели на проекта. Вотът на този въпрос често зависи от вида на обектите, които се създават, и предпочитанията на дизайнера или артиста. В много случаи професионални артисти комбинират техниките за сплайн и полигонно моделиране в зависимост от изискванията на конкретния проект.

В тази точка обръщам внимание на NURBS моделиране. Това е математическа система за генериране и представяне на сложни форми в компютърната графика и 3D моделирането. Използвани за моделиране на обекти като автомобили, самолети и мебели, NURBS предлагат гъвкавост и прецизност. С техните неоднородни и рационални характеристики позволяват точно контролиране на формите и апроксимиране на реални обекти. Често се прилагат в индустрии като автомобилостроене, аероспейс, архитектура и дизайн на продукти. В компютърната анимация и визуализацията NURBS се използват за създаване на гладки и реалистични форми, като предоставят висококачествени визуални резултати. Техният широк спектър от приложения включва индустриален дизайн и студийно изкуство, където спомагат за изразяването на сложни и естетични форми.

## **2. Техники за 3D моделиране**

В този раздел съм разгледал процеса на оптимизация броя на полигоните в мрежата, с цел създаване на нова геометрия. Това е и основната цел на дисертационно изследване – да бъдат създадени обекти с ограничен брой полигони, които с помощта на текстура с Alpha Channel да изглеждат изключително детайлни, така че да не се различават от същите обекти направени с много полигони. В резултат на това оптимизиране трябва да се получат файлове, които са „леки“ и удобни за работа. Двете много важни правила, които се имат предвид, преди началото на процеса моделиране са

да се използват възможно най-малко полигони и да не се правят полигони с повече от четири страни.

**Sculpting** представлява метод за създаване на 3D модели или изображения, като артисти използват виртуални инструменти, за да модифицират дигитален материал подобно на скулптура с глина. Този творчески процес дава свобода за лесно добавяне, изтриване и оформяне на материала, позволявайки на скулптора да придаде на модела реалистични детайли и текстури. Софтуерните инструменти за скулптинг предоставят възможност за създаване на разнообразни форми, от лица и фигури до сложни текстурни ефекти. Този процес намира приложение в области като изкуствен интелект, игровата индустрия, анимацията и визуалните ефекти в киното, давайки на артистите интуитивен начин за изразяване на техните творчески визии в цифровата среда.

**Геометричното моделиране** в 3D дизайна представлява процеса на създаване на виртуални обекти чрез използване на геометрични форми и конструкции. Този метод използва базови елементи като точки, линии, и повърхности, за да създаде сложни 3D модели. Инженери, дизайнери и архитекти често прилагат геометричното моделиране при проектирането на различни обекти, от сгради и автомобили до машини и продуктов дизайн. Прецизността и контролът върху формите и размерите на обектите го правят подходящо за професионални приложения. Геометричното моделиране обикновено се използва в съчетание с други техники за създаване на комплексни и реалистични визуализации в области като инженерство, архитектура и компютърна анимация.

### 3. Приложение

Sculpting се използва в различни области като изкуство, анимация, игровата индустрия и дизайн. Той предоставя гъвкав и интуитивен начин за създаване на сложни и детайлни 3D модели, като дава на творците възможността да изразяват своето творчество и да формират текстури и форми в реално време.

Приложението на геометричното моделиране е разнообразно и обхваща множество области. В инженерството, то се използва за създаване на прецизни 3D модели на инженерни конструкции, машиностроителни части и електронни устройства. В архитектурата, геометричното моделиране помага при проектирането на сгради и интериори, предоставяйки реалистични визуализации. В областта на продуктовия дизайн, този метод се използва за създаване на нови продукти с определени форми и функционалности.

Геометричното моделиране е от съществено значение и в компютърната графика и анимация, където се използва за създаване на визуално привлекателни ефекти и анимации. Също така, в областта на медицинските науки, геометричното моделиране се прилага за създаване на точни 3D модели на човешкото тяло, което е полезно за медицинско образование и планиране на операции.

Общо взето, геометричното моделиране е ключов инструмент във визуалните изкуства и инженерните науки, предоставяйки средство за творчество, проектиране и визуализация в различни области.

#### **4. 3D сканиране на обекти**

В този раздел съм разгледал 3D сканирането, което е иновативна технология, която използва методи като лазерни скенери, светлинни скенери и търговски скенери за компютърна томография, за да събира данни от физически обекти и да генерира триизмерни цифрови модели. Тези модели включват прецизни детайли и текстури, предоставяйки точни размери и форми в симулиран свят. В сравнение със системите за контактно измерване, като машината за координатно измерване, 3D сканерите предоставят бързо и точно сканиране на обекти със сложна геометрия.

Тази технология се използва в различни области като филмовата индустрия, където помага за създаването на цифрови 3D модели за филми и компютърни игри. Също така, 3D сканирането намира приложение в изкуството, архитектурата, дизайна, медицината и много други области. Музеите се възползват от тази технология, за да съхраняват и възпроизвеждат най-ценните си експонати. В производството, 3D сканирането предоставя възможност за следене на промените в дизайна и размера на продукти с изключителна точност. Това е ефективен начин за създаване на продукти, които отговарят на изискванията на потребителите, като предлага множество вариации базирано на събраните данни.

#### **5. Технологии за 3D сканиране**

Има голямо разнообразие от технологии за триизмерно сканиране на обекти. Но най-общо те могат да бъдат разделени на два вида: контактни и безконтактни. В този раздел съм се спрял на някои от най-често използваните технологии за 3D сканиране, на принципите им на работа, предимствата и минусите.

**Контактното сканиране** е метод за събиране на прецизни геометрични данни от физически обекти, като се използва контактен сензор или приставка. Този процес включва докосване на повърхността на обекта със специализирана технология, която регистрира точки в пространството. Обикновено сензорът е свързан с компютър, който записва данните и генерира 3D модел. Контактното сканиране предоставя висока степен на точност и детайлност във възпроизвеждането на повърхности. Този метод е особено полезен при работа с обекти, които имат сложна геометрия или изискват висока прецизност, като например в проектирането на прецизни инженерни части или реставрацията на исторически артефакти. Въпреки това, контактното сканиране има ограничения, като необходимостта от директен контакт с обекта, което може да бъде неудобно или дори невъзможно при някои материали. Също така, процесът може да изисква повече време в сравнение с безконтактните методи на сканиране.

**Безконтактното сканиране** представлява метод, при който няма физически контакт с обекта, който се дигитализира. Този процес използва активни скенери, които излъчват радиация като ултразвук, рентгенови лъчи или светлина, които се отразяват от обекта. Лазерната триангулация е често използван метод в този контекст. 3D безконтактното сканиране има широки приложения в различни области, като инженерство, медицина, архитектура и други. Този метод предоставя ценни данни и инструменти за точно измерване и възпроизвеждане на обекти, без да налага допир с тях. Развитието на сензорите и софтуера продължава да подобрява възможностите на безконтактното сканиране, правейки го ключова технология за иновации и прецизност в различни области.

**Лазерната триангулация** е метод за измерване, който използва лазерен лъч, проектиран върху повърхността на обекта. Принципът на триангулацията включва формирането на триъгълник между източника на лазера, камерата за наблюдение и точката на удар на лъча върху обекта. В процеса на лазерна триангулация лазерът се използва за осветяване на повърхността, а камерата регистрира изображението, което включва отразената светлина. Ъглите и разстоянието между лъча и камерата се използват за изчисляване на точната 3D позиция на точката на удар на лазерния лъч върху обекта. Този метод се използва в различни приложения, като 3D сканиране, измерване на разстояния и контрол на качеството в промишлеността. Лазерната триангулация предоставя прецизни резултати и се използва за създаване на точни тримерни модели на обекти в реално време.

**Техниката на структурирана светлина** е метод за 3D сканиране, при който специално организирани светлинни шаблони се проектират върху обекта. Този метод се използва за създаване на тримерни модели, като анализира как светлината се пречупва или деформира, когато се сблъсква с повърхността на обекта. В процеса на структурирана светлина светлинният шаблон се проектира от източник на светлина към обекта, а камера събира изображението на светлинния шаблон, както се вижда от различни ъгли. По този начин системата може да изчисли дълбочината и формата на повърхността, като анализира деформациите в структурата на светлинния шаблон. Техниката на структурирана светлина се използва в различни области като промишлеността, медицината и наука. Този метод предоставя бързи и прецизни резултати при създаването на тримерни модели на обекти и се използва във високотехнологични приложения, където е необходимо точно измерване на форми и размери.

**Time-of-flight (ToF)** скенерите са тип 3D скенери, които използват принципа на времето на полета на светлинния лъч. Този метод измерва времето, което отнема на светлината да се отрази от обекта и да се върне към сензора. На базата на измереното време и скоростта на светлината, системата пресмята разстоянието от сензора до обекта. Те са бързи и подходящи за измервания на дълги разстояния. Те се използват в различни области, включително промишлеността, роботиката, компютърната графика и медицината. В медицинската област, ToF технологията се използва например в създаването на 3D изображения за медицински скенери като СТ (компютърна томография) и други.

**Пасивни безконтактни скенери** е метод на сканиране, както подсказва името му, при който няма никакъв физически контакт с обекта за сканиране. Пасивните безконтактни скенери не излъчват никаква светлина, а вместо това те се основават на откриването на отразена околна светлина.

Всяка една от разгледаните до тук технологии за 3D сканиране има своите силни и слаби страни и, разбира се, изборът на най-подходящата зависи основно от проекта, към който е насочена. Тя трябва да отговори най-пълно на неговите изисквания, определени от видовете обекти за сканиране, средата за сканиране, точността, разделителната способност, скорост на процеса, а също и приложението, за което е предназначена триизмерната информация. Не маловажен фактор за този избор е и цената

на оборудването. Трябва да се има предвид, че качеството на оборудването и цената на компонентите винаги са в пряка зависимост.

### **Трета глава. Текстуриране на 3D модели**

В тази глава от дисертацията съм разгледал важния аспект на текстурирането в контекста на 3D моделирането. Текстуририте предоставят детайли, цвят и повърхностна информация, които значително подобряват визуалния реализъм на 3D моделите. Техниките за текстуриране играят ключова роля в придаването на реализъм и дълбочина на виртуалните обекти. Текстурирането на 3D модели предоставя не само естетически аспекти, но и ефективно поддържа виртуалните обекти, като ги прави по-реалистични и убедителни. В този раздел ще се фокусираме върху ключовите принципи, методи и предизвикателства в областта на текстурирането на 3D модели, предоставяйки обзор на актуалните практики и възможни перспективи в развитието на тази важна сфера на компютърната графика.

#### **1. Какво е текстура?**

Текстурата в контекста на компютърната графика представлява изображение или информация, приложена към повърхността на 3D модел, с цел придаване на визуални детайли и характер на материалите. Текстуририте съдържат информация за цвят, отражение, блясък, неравности и други атрибути, които правят повърхността по-реалистична. Текстуририте се прилагат чрез процес на мапиране върху 3D модела. Този процес включва съотнасянето на точките върху повърхността на модела с пикселите от изображението. За да се постигне правилното приложение, често се използват UV координати, които задават как частите на текстурата се покриват върху модела. Текстуририте са ключов елемент в процеса на рендериране и играят важна роля в създаването на реалистични визуални ефекти. Те се използват в различни области като филмова индустрия, видеоигри, архитектура и други, за да придадат детайл и визуално богатство на виртуални обекти и сцени.

Конвенционалното 2D картографиране на текстури има два основни проблема. Първият е: изкривяването на текстурата на повечето видове повърхности (например повърхността на сфера и нейните полюси) и запазване на непрекъснатостта на текстурата от една повърхност на обекта на друга (напр. шестте лица на куб). Вторият проблем,

присъщ на картографирането на 2D текстури е липсата на информация за „третото измерение“.

Текстурата е една от най-важните характеристики на обекта, която използваме за идентифициране и разпознаване. В триизмерното изкуство текстурата играе изключително важна роля при създаването на реалистични и впечатляващи визуални ефекти. Текстурата се отнася до визуалния и тактилен характер на повърхността на обектите.

Растрното изображение (графика) е матрица от пиксели, грижеща се за цветна информация. Процедурните изображения са основно модели, създадени от някои функции и математически уравнения. В 3D софтуера можем да избираме от различни видове процедурни текстури: Blend, Clouds, Distorted Noise, Magic, Musgrave, Noise, Wood, Stucci, Voronoi.

Ръчно рисуваните стилизирани текстури са на Динамична текстура е текстура с движение, като пример: морски вълни, огън, дим и др. истина нещо, което студията за игри започват да приемат като стилистичен избор, а процедурните текстури са текстури, които се генерират от компютъра с помощта на фиксиран набор от параметри.

## **2. Релефни мапинги**

Релефният мапинг (relief mapping) е техника в компютърната графика, която се използва за създаване на илюзия за детайлност и тримерност на повърхности в реално мащабен плосък обект. Този метод позволява на текстурите да изглеждат като тримерни релефни повърхности, без фактически да променят геометрията на модела. Bump Mapping е един от най-често срещаните видове мапинг, който се е развил в света на компютърната графика. Normal map създава илюзията за дълбочина на детайла на повърхността на модела, но е различен от Bump map. Когато става въпрос за създаване на допълнителни детайли на обекти с малко полигони, displacement map работи чудесно. Този тип мапове са физически към обекта, към който са приложени. Тези детайли се създават въз основа на Displacement map, който създава реална геометрия. Най-доброто от Displacement map е, че той може да бъде направен с ръчно рисувани текстури.

### **3. UV мапинги**

UV мапингът (UV mapping) е техника в компютърната графика, която се използва за изобразяване на текстури върху тримерни обекти. Той позволява на художниците и дизайнерите да прикрепят двумерни текстури към тримерни модели, като използват координати в рамките на двумерната текстурна карта (наречена UV текстурна карта). Planar mapping използва за поставяне на текстурата върху плосък модел. Box mapping е поставяне на текстурата върху модел от шест различни страни, която се използва главно, когато се нуждаете от бързо мапване за по-малко важни модели. Cylinder mapping се използва за мапване на по-цилиндрични модели като дървета, това е един от най-използваните видове мапинг, но все пак се нуждае от настройване след това в редактора на UV. Spherical mapping се използва главно за мапване на топки и планети, като минусът на тази техника е, че текстурата се сплесква в полюсите на сферата.

### **4. Unwrapping**

Unwrapping, в компютърната графика, се отнася до процеса на разгъване на тримерен обект, така че да може да бъде създадена UV текстурна карта. Този процес е важен при текстурирането на тримерни модели, тъй като позволява текстурите да бъдат приложени върху повърхността на обекта по предварително дефинирани UV координати.

В тази точка се спирам подробно на 3D модел на растение, направено с полигони и същото растение направено с Plane и текстура с Alpha Channel, като се използва Planar UV map.

### **5. Материали**

Материалите играят изключително важна роля в 3D анимацията, тъй като те определят визуалния стил, текстурата и поведението на повърхностите на 3D моделите.

Материалите са от съществено значение за определянето степента на реализъм в анимацията. Те имитират физическите свойства на реалните материали, което позволява на аниматорите и художниците да създават реалистични сцени, където светлината влияе на визуалния ефект на материалите.

## 6. Шейдъри

Шейдърите в компютърната графика са програми, които се използват за управление на визуалните ефекти и изчисления при рендерирането на графични сцени. Те са основен инструмент в съвременната графична обработка и позволяват постигането на разнообразни визуални стилове и ефекти в компютърните игри, филми, анимации и други видове виртуални изживявания.

Най-често използваните шейдъри, на които се спирам са:

**Diffuse** - отговорен за начина, по който матовите материали отразяват светлината, както и цвета на отражението.

**Specular** - отговаря за начина, по който гладките материали отразяват светлината и цвета на отражението.

## 7. Осветление

Дизайнът на осветлението отдавна се смята за решаващ в предаване на правилната атмосфера, емоция, визуална сложност, контекст и насочване на вниманието на зрителя в изкуството, кинематография, фотография, сценично осветление и др. Осветлението визуализира поведението на светлината в 3D сцена с помощта на математически симулации. В зависимост от модела на осветлението се прави разлика между близост до реалността и спазване на физическите закони. Източниците на светлина, интензитетът на светлината и цветовете, както и повърхностите и техните свойства, като поведение на отражение и поглъщане, са от значение за разпределението на светлината. Моделите за местно осветление отчитат само прякото осветление на всички източници на светлина.

**Radiosity** (радиозитет) е метод в компютърната графика, използван за симулиране на осветление в реално време или при предварително рендерирани сцени. Този метод се използва за постигане на реалистични ефекти на осветление, основавайки се на физическите принципи на светлината и отразяването.

В основата на радиозитета стои идеята, че осветлението в сцената не произлиза само от източници на светлина, но и от повърхностите, които разсейват светлината на съседните повърхности. Вместо простото проследяване на лъчите на светлината, радиозитетът следи разпределението на енергията от светлината в цялата сцена.

Осветлението с точкова и насочена светлина са два типа източници на светлина, които се използват в компютърната графика и визуализацията за създаване на различни

ефекти на осветление в сцени. В зависимост от техните характеристики, тези източници на светлина могат да предизвикат различни визуални резултати.

### **8. Методи на физично поведение на светлината**

В тази точка от труда съм представил Global illumination, Ambient Occlusion и сянка. Глобалната осветеност (Global Illumination, GI) е термин в компютърната графика, който се отнася до симулирането на разпространението на светлината в сцена и включва влиянието на различни повърхности една върху друга. Глобалната осветеност включва ефекти като отражения, отразени цветове и меки сенки, които не могат да бъдат лесно моделирани чрез традиционни методи на рендериране. Ambient Occlusion (AO) е техника в компютърната графика, която има за цел да симулира затъмнението на околната светлина в областите, където повърхностите се пресичат или са близки една до друга. Този ефект води до по-реалистично осветление и подчертава тримерните детайли на обектите в сцената. Ambient Occlusion не се базира на директната видимост на светлината, а по-скоро на степента на "затъмнение", което може да се очаква в дадена област поради близостта на други повърхности.

### **9. Значението на светлината**

Проблемът със светлината възникна едновременно със засенчването. Сенките и контрастът наистина са гарант за възприемането на релефа в монокулярно зрение.

Когато става въпрос за синтетични изображения, важно е да се разграничат два вида сенки, които се правят независими чрез моделиране: първият са „чисти“ сенки, проектирани от обекта върху себе си и изчислени от шейдъра. Те ви позволяват да въведете обема на 3D модела. Второто са хвърлените сенки, които се проектират от обектите върху околната среда, които позволяват този обект да бъде интегриран в обстановката, чрез това светлинно взаимодействие и позволяват пространствена идентификация.

### **10. Осветление, базирано на снимка**

Осветлението, базирано на снимка (Image-based lighting, IBL), е метод в компютърната графика, където информацията за осветеността и светлината в сцената се извлича от предварително записано изображение. Този метод позволява на сцената да

бъде осветена със съответните светлинни характеристики на средата, от която е взето изображението.

### **Трета глава. Компютърна графика и визуализиране на 3D моделите**

**В трета глава** на дисертацията е направено представяне на особеностите на CGI и визуализирането на 3D моделите, като от английски CGI е "Компютърно генерирана графика" или "Компютърни изображения". Този термин се използва за обозначаване на изображения, които са създадени с помощта на компютърна графика, вместо да бъдат заснети с камера.

CGI включва различни видове графични ефекти и изображения, включително анимации, тримерни модели, виртуални сцени и други. Този вид технология се използва в различни области, като филмовата индустрия, телевизията, рекламата, видеоигрите, симулациите и други. С помощта на CGI, създателите могат да генерират впечатляващи и вълнуващи визуални ефекти и сцени, които често не биха били възможни с традиционната филмова техника.

Примери за приложение на CGI включват създаването на реалистични тримерни персонажи, създаване на виртуални светове, добавяне на специални ефекти към реални сцени и др. В съвременния филмов и медиен пейзаж CGI е неотделима част и често се използва за постигане на високи стандарти на визуално изкуство.

#### **1. Векторна и растерна графика**

Векторната и растерната графика са два основни метода за представяне и обработка на изображения в компютърната графика. Възможно е и двата метода да се използват за различни цели в зависимост от нуждите на проекта.

##### **► Векторна графика:**

- **Описание:** Векторната графика използва математически обекти като линии и криви за представяне на изображения. Векторните изображения се съхраняват като набор от математически обекти и техните характеристики (координати, дължина, ъгъл и др.).

- **Приложения:** Лого, илюстрации, шрифтове, диаграми.

##### **► Растерна графика:**

- **Описание:** Растерната графика използва мрежа от пиксели (цветни точки), като всяка точка има свой цвят и яркост. Растерните изображения са съставени от матрица от пиксели и съхраняват информация за цветовете им.

- **Приложения:** Фотографии, текстури, реалистични изображения.

В общи линии, изборът между векторна и растрена графика зависи от характера на проекта и нуждите на дизайнера или графичния артист. Векторната графика е подходяща за линейни и геометрични форми, като същевременно запазва яснотата при големи и малки мащаби. Растрената графика е подходяща за изображения със сложни цветове, тонове и текстури, но може да изгуби качество при увеличение. Често в проекти се комбинират и двете форми на графика, за да се постигне оптимален резултат.

## **2. Яркост и цвят**

Стойността на цвета на всеки пиксел в растрена графика обикновено се определя с помощта на червени, зелени и сини (RGB) стойности. Броят на стойностите, които всеки от тези три цветни канала може да приеме, се посочва от дълбочината на цвета, много екрани позволяват 256 стойности на цветен канал (True Color). Яркостта на пикселите на екрана не е пропорционална на стойностите на цвета, посочени в буфера. Стойност на сивата скала от 50% не се показва на екрана като сива с 50% яркост, а по-скоро по-тъмна.

## **3. Рендеринг**

Рендерингът в компютърната графика се отнася до процеса на генериране на изображение от виртуална сцена или модел. Този процес включва прилагането на различни техники и алгоритми, които симулират светлинните и оптичните ефекти, за да създадат финалната визуализация. Рендерингът е ключов процес в компютърната графика и се използва в различни области, включително филмовата индустрия, видеоигрите, архитектурното проектиране, медицинските визуализации и други. Множеството техники и алгоритми, използвани в рендеринга, се развиват непрекъснато, за да постигнат по-реалистични и вълнуващи визуални резултати.

## **4. Фотореализъм**

Фотореализъмът в компютърната графика се отнася до стремежа към създаване на изображения, които изглеждат толкова реалистични, че трудно може да се различат от фотографии на реални обекти или сцени. Целта е да се подражава на фотографските ефекти, светлосенчестите реакции и детайлите във визуализациите. Фотореализъмът играе важна роля в различни области като архитектурно проектиране, индустрията на

визуалните ефекти в киното, рекламата, симулациите и други, където е важно да се предоставят визуализации, които наподобяват реалния свят в най-голяма степен.

Растрезиран рендеринг (Rasterization Rendering) е метод за генериране на изображения в компютърната графика. Този процес включва преобразуване на геометрични обекти, като тримерни модели и сцени, във визуални пиксели в двумерна растрена (мрежова) форма. Растрезирането е основна техника, използвана в графичните процесори (GPU) и ефективна за реалното време, където бързина и интерактивността са от съществено значение.

## **5. Методи и настройки**

### **5.1. Проследяване на лъчи (Ray tracing)**

Процесът на проследяване на лъчи (Ray tracing) е техника в компютърната графика, използвана за генериране на визуално реалистични изображения чрез симулиране на пътя, по който светлината попада в сцената и се разпространява. Проследяването на лъчи е мощен метод за рендериране, но често изисква значителни изчислителни ресурси поради своя реалистичен и комплексен характер. Въпреки това, напредъците в хардуера и алгоритмите за оптимизация правят проследяването на лъчи все по-популярно в съвременната компютърна графика.

### **5.2. Radiosity**

Radiosity е метод в компютърната графика, използван за симулиране на разпределения процес на осветяване в сцената. Този метод се фокусира на моделиране на индиректната осветеност, която включва разсейване на светлината между различни повърхности в сцената. Radiosity е особено полезен за създаване на реалистични и меки осветителни ефекти. Radiosity е мощен метод за създаване на фотореалистични сцени, но често изисква значителни изчислителни ресурси. С по-новите хардуерни технологии и оптимизациите на алгоритмите, radiosity става по-достъпен и се използва в съвременните приложения за компютърна графика.

### **5.3. Render pass**

"Render pass" (отделен слой при рендериране) е термин, използван в компютърната графика и графичното програмиране, за да обозначи отделни стъпки или процеси в рендеринга на изображение. В съвременните графични програми за 3D

графика, рендерингът често се извършва чрез множество pass, като всеки pass служи за определена цел или етап от процеса на генериране на изображението.

#### **5.4. Рендериране в реално време**

Рендерирането в реално време е метод в компютърната графика, който позволява генерирането на визуални изображения или анимации с изключително малко или никакво забавяне. Този процес се извършва с достатъчно висока честота, така че резултатът да бъде обновен в реално време в отговор на външни входове или променящи се условия. Рендерирането в реално време е ключов елемент в области като видеоигрите, виртуалната реалност (VR), архитектурното визуализиране, медицинските симулации и други. Рендерирането в реално време е от съществено значение в областта на видеоигрите, където бързина и интерактивност са от ключово значение. То също така играе важна роля във виртуалната реалност, архитектурното визуализиране и други области, където визуализацията трябва да бъде изпълнена с минимални забавяния.

Рендерирането в реално време изисква висока скорост на кадрите, което означава генериране на ново изображение за кратко време. Обикновено се стреми към 30, 60 или повече кадъра в секунда.

#### **5.5. Neural Network Rendering**

Важно е да се отбележи, че областта на компютърната графика е динамична и редовно се появяват нови техники и технологии. Изобразяването на невронни мрежи, като специфичен термин, може да придобие допълнителен контекст или значение в бъдеще. Ако е имало значително развитие след последната ми актуализация, препоръчвам да проверите най-новата изследователска литература и ресурси за най-актуалната информация.

#### **5.6. Depth of Field /Дълбочина на рязкост/**

Дълбочината на рязкост (Depth of Field, DoF) във фотография и компютърна графика се отнася до областта преди и след фокусната точка, в която обектите са на фокус. В областта на фокуса обектите се изобразяват ясно, докато извън нея те стават размазани. Дълбочината на рязкост е важен елемент за постигане на реализъм в изображенията и визуализациите. В компютърната графика, ефектът на дълбочина на рязкост се реализира чрез използване на специални алгоритми за симулиране на

оптичния процес. Този ефект е често използван във виртуалните среди и сцени, за да се повиши реализъмът и да се насърчи вниманието на наблюдателя върху конкретни обекти или части от изображението.

### **5.7. LDR /Low dynamic range/**

LDR (Low Dynamic Range) се отнася до изображения или системи, които имат ограничен динамичен обхват в сравнение с HDR (High Dynamic Range) системите. Динамичният обхват се отнася до разликата между най-тъмните и най-светлите области в изображението.

В LDR изображенията, обхватът на яркостта е ограничен, което означава, че те не съдържат толкова много информация за светлината и сенките. Този тип изображения се използва широко във визуални медии, като телевизия, филми и много стандартни фотографии.

Ограниченията в LDR изображения могат да доведат до загуба на детайли в сцени с висок контраст, където има и много тъмни, и много светли области. В такива случаи, ярките области могат да бъдат "изгорени" (прекалено светли), докато тъмните области стават "затъмнени" (без детайли). Това може да доведе до нежелани ефекти и ограничения в репродукцията на реалния свят.

### **5.8. HDR /High dynamic range/**

Обратно, HDR изображенията предоставят по-голям динамичен обхват, който позволява по-точно и реалистично представяне на светлината и сянките в сцената. Те могат да заснемат детайли в ярки и тъмни области едновременно, създавайки по-реалистични и впечатляващи визуализации. HDR снимките са особено полезни при заснемането на сцени с висок контраст или при снимки на слаба осветеност.

## **6. Модел на човешкото зрение**

Моделът на човешкото зрение е апроксимация на начина, по който човешкото око и мозък възприемат и обработват светлината, за да създадат визуално възприятие. Този модел включва няколко ключови аспекта, които се използват в областта на компютърната графика и визуализацията за създаване на реалистични изображения и сцени. Моделът на човешкото зрение служи като вдъхновение за създаването на

алгоритми и методи в компютърната графика, за да се постигне максимално реалистично възприятие във виртуални среди и сцени.

## **7. 3D Камери и тракинг**

В 3D графиката и компютърната визуализация, камерата и тракингът (tracking) са важни концепции, които позволяват създаването на реалистични и динамични визуални сцени. Камерата създава перспективни ефекти, а тракингът следи движението на камерата или обекти в пространството. Използването на 3D камери и тракинг е от съществено значение в различни области като кино, виртуална реалност, компютърни игри и симулации. Тези технологии създават възможности за по-реалистични и интерактивни визуални преживявания.

## **8. Стереоскопия**

Стереоскопията е техника, която използва две или повече изображения, за да създаде тримерно визуално преживяване за наблюдателя. Това се постига чрез предоставянето на различни изображения за лявото и дясното око на наблюдателя, създавайки илюзия за тримерност. Идеята е да се имитира начина, по който човешкото око възприема 3D пространство. Стереоскопията е широко използвана в различни области, включително киното, компютърните игри, виртуалната реалност и образованието. Тя предоставя възможност за създаване на изживявания, които се доближават повече до тези в реалния свят.

### **Четвърта глава. Редукция на обекти чрез алфа канал при холограми**

В последната четвърта глава от дисертацията съм разгледал редукция на обекти чрез алфа канал при холограми. В света на компютърната графика и визуализацията, разработката на технологии за редукция на обекти чрез използване на алфа канал в холограми представлява фундаментална стъпка в стремежа към създаване на по-реалистични и иновативни визуални изживявания. Тези две технологии предоставят усъвършенствани методи за управление на образите, водещи до възможности за детайлна редукция на обекти и впечатляващи тримерни ефекти.

Алфа каналът, съчетавайки информация за прозрачност, отваря вратата за изключителен контрол върху видимостта на пикселите в изображение. Този елемент в цветовата информация позволява дефиниране на прецизна степен на прозрачност, което не само

опростява сложните модели, но също така предоставя възможност за изтънчени редукции на обекти и прецизност и дедайлност на изображението на холограмите.

С други думи, холограмите създават възможност за представяне на обекти в тримерния си вид, като не се изисква специално оборудване за гледане. Тази технология използва светлинни вълни, за да създаде илюзия за тримерност, което не само обогатява визуалната перцепция, но и допринася за още по-реалистични и емоционални визуални преживявания.

Холографията с прозрачност открива възможности за творчество и иновации и обещава не само усъвършенстване на вече съществуващите методи за проектиране на изображения, но и преобразяване на начина, по който взаимодействаме с виртуални и реални обекти.

## 1. Сравнителен тест

Симулирането на листната повърхност е предизвикателство. В тази точка разглеждам начини, които позволяват да се добави уникалност към повтарящи се обекти, които използват един и същ материал. Създавам сложен модел, използвайки много проста геометрия.

Текстурата се основават на снимки, които може да се сканират или да се намерят в интернет. Тъй като изображенията формират основните свойства на симулацията на материал, за да се получат, извършвам подготвителна работа в графичен софтуер, като Photoshop. С помощта на графичния софтуер променям сканирания листи добавям прозрачност, неравности и цветови вариации към материала.

Първото нещо, което ще направя, е да създам маска за прозрачност, която ще даде информация за това кои части трябва да бъдат прозрачни. Това трябва да се тифецване на ръка, което е доста досадно нещо, но цялата работа ще е възнаградена по-късно, когато се изреже листа. Това може да се направил и с последната версия на Photoshop, кате се използва AI. Но резултата не винаги е добър

След като се създаде алфа канал, изображението се запазва във формат, който поддържа прозрачност. Повечето графични програми поддържат следното формати:

- PNG или Portable Network Graphics.
- TGA или TARGA, първоначално проектирани за Truevision Graphics Adapte .
- TIFF или Tagged Image File Format.
- GIF или графичен формат за обмен, разработен от CompuServe.

Сега извличам още изображения от него, като normal map, specular map.

После създавам проста plane обект, след това прилагам към него текстури с цвят, прозрачност и неравности, които му придават форма и цвят.

Правя тест, който доказва, че растение, на което листата са направени от plane с малко полигони, или такова направено с геометрия с много полигони може да изглежда по същия начин.

Намалявам значително броя на полигоните в сцената, без това да се отрази на изображението дори в близък план. Намаляването на полигоните в сцената е от ключово значение при големи сцени, които са прекалено тежки за компютъра. Правя няколко примера за това къде може да се използва този метод, като започнем с листата на растение.

С помощта на текстура с alpha channel намалявам броя на полигоните с 90% без това да повлияе на изображението. След това ще използвам тези избрания в холограмната пешеходната пътека.

## **2. Пешеходни пътеки с холограмни изображения с алфа канал**

Пешеходните пътеки с холограмни изображения са иновативно и впечатляващо решение за подобряване на градската инфраструктура и интеракцията между хората и технологията. Тази новаторска концепция съчетава съвременни технологии, 3D анимация, архитектурен дизайн и социални аспекти с цел подобряване на безопасността и комфорта на пешеходците, като същевременно предоставя интересен и образователен опит. Холограмите могат да бъдат класифицирани в различни типове, в зависимост от технологията и начина, по който се създават.

Разработването на реалистични 3D холограми изисква съчетаване на няколко технически аспекта. Първо, трябва да се създаде компютърен 3D модел на обектите или хората, които ще бъдат визуализирани като холограми. Този модел трябва да бъде високо детайлен и да предоставя необходимата информация за формата, текстурите и движенията на обектите.

Пешеходните пътеки с 3D холограмни изображения отварят възможности за иновативно и интерактивно взаимодействие между пешеходците и виртуалните обекти, които пресичат техния път. Тази технология предоставя уникална възможност за подобряване на безопасността и информираността на ходещите по пътеката.

Пешеходните пътеки с 3D холограмни изображения са пример за това, как технологичният напредък може да трансформира градската среда и начина, по който хората се движат и взаимодействат с градските пространства. Тази иновация има потенциала да подобри живота на хората и да създаде по-сигурни, удобни и забавни градове за бъдещето.

### **Заклучение**

Дисертационният труд разгледа ключовите предизвикателства и възможности, свързани с оптимизацията на графични ресурси в контекста на компютърна графика, която да се използва в холограмна пешеходна пътека. В следствие на проведените изследвания и анализи, могат да се извлекат следните основни заключения:

Алфа каналът в текстурите се използва за дефиниране на степента на прозрачност на различни части на изображението. Този канал представлява допълнителна информация, която определя как пикселите на изображението ще се смесват със задния фон или с други графични елементи, когато се използва в контекста на компютърна графика. В цветните изображения, всеки пиксел обикновено се представя от три цветни канала: червен (R), зелен (G) и син (B). Алфа каналът добавя четвърта компонента за прозрачност. Всеки пиксел има стойности за R, G, B и A, като A обикновено е число между 0 и 1, където 0 означава пълна прозрачност, а 1 - пълна непрозрачност. Използването на алфа канала е особено полезно при обработка на изображения с сложни форми и контури, където е нужно прецизно дефиниране на прозрачните области. Това е често срещано в компютърната графика, в уеб дизайна, в игрите и други сфери. Примери за сценарии, където алфа каналът е полезен, включват създаване на обводки на изображения, прилагане на текстури с нерегулярни форми в компютърни игри или постигане на прозрачност в слоевете на графични програми.

3D анимацията наложи значително натоварване на графичната подсистема и производителността на приложенията. Сцени с по-малко полигони става особено актуални при реализация в реално време на графични приложения и видеоигри. 3D анимацията представлява процес на създаване на движещи се изображения в тримерното пространство с използване на компютърна графика. Тази форма на анимация е популярна в различни области като филмовата индустрия, видеоигрите, рекламата, архитектурното визуализиране и други.

Прегледахме използването на съвременни графични API и технологии, които предоставят по-голяма гъвкавост и ефективност при оптимизацията на 3D сцената с

текстури с алфа канал. Видовете анимация имат своя собствена специфична концепция и различни приложения, включително в областта на видеоигрите, филмите и др. Процесът на анимиране на герои изисква чиста интерпретация или актьорско майсторство от художник-аниматора

Ресурсната редукция чрез текстури с алфа канал при 3D моделиране е важна и актуална тема, която има множество приложения в различни индустрии и области. Този метод позволява оптимизация на 3D моделите и съчетава визуално качество с икономия на ресурси. В този текст сме разгледали ключови аспекти и заключения, свързани с тази тема.

Един от основните аспекти на ресурсната редукция чрез текстури с алфа канал е способността ѝ да оптимизира 3D моделите, като намалява потреблението на системни и графични ресурси. Този процес се извършва чрез използването на текстурни изображения, които включват информация за прозрачност (алфа канал). Текстури с алфа канал позволяват на 3D моделите да имат детайлна и сложна визуална информация, без да се налага използването на излишни полигонални структури.

Основното предимство на този метод е значителната ресурсна и времева икономия при рендерирането на сцени. Вместо да използвате множество полигонални структури, които изискват значително време за рендериране, моделите могат да бъдат оптимизирани с помощта на текстурите с алфа канал, което подобрява бързодействието и ефективността при визуализация.

Важно е да се отбележи, че текстурите с алфа канал позволяват на артистите и дизайнерите да създават по-реалистични и детайлни 3D модели. Тази техника е от съществено значение в игралната индустрия, анимацията, архитектурното моделиране и визуализацията на продукти. Освен това, тя позволява създаването на сцени с по-малко геометрия, като в същото време се запазва високо качество на изображението.

Пешеходните пътеки с холограми с алфа канал представляват иновативен подход за подобряване на безопасността и удобството на пешеходците. Тази технология използва холограми, които се проектират върху пътя и съдържат визуални елементи с алфа канал, които са видими за водачите на автомобили дори да не внимават защото се проектират на цялото платно пред тях.

Интерактивността и адаптивността на тази технология я прави подходяща за градове, където пешеходните пътеки често се използват и средата се изменя. Все пак, тя

изисква добра инфраструктура и поддръжка, както и обмислено внедряване, за да бъде успешна.

Заклучението е, че ресурсната редукция чрез текстури с алфа канал при 3D моделиране е важен инструмент за оптимизация и подобрене на визуалното качество в различни области. Тази техника позволява постигането на високи стандарти във визуализацията, като същевременно оптимизира ресурсните изисквания. Тя има приложение както в игралната индустрия, така и в архитектурното моделиране, анимацията и виртуалната реалност. Ресурсната редукция с текстури с алфа канал не само подобрява ефективността на моделирането, но и позволява на артистите да създават по-реалистични и креативни 3D сцени. В бъдеще, с развитието на хардуера и софтуера, този метод може да продължи да бъде ключов фактор в оптимизацията и подобренето на визуалните изживявания в различни приложения.

Този метод на ресурсна редукция намира приложение в различни области като компютърни игри, архитектурно визуализиране и виртуална реалност. Като цяло, използването на алфа канала в текстурите при 3D моделиране представлява ефективен инструмент за подобряване на ефективността и визуалната привлекателност на графичните проекти.

#### 4. СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

- Дисертацията е първото по рода си научно изследване на български език, което анализира техниките и методите за ресурсна редукция чрез текстури с алфа канал при компютърното 3D моделиране.
- Огромно и безспорно по значение е практическо приложение на представения дисертационен труд – Методите за ресурсна редукция чрез текстури с алфа канал при компютърното 3D моделиране са от ключово значение за подобряване на визуалното представяне и оптимизацията на ресурси не само в областта на компютърната графика, 3D анимацията, киното и динамичните визуални изкуства, но и в сфери като игралната индустрия, медицината, образованието, създаването на софтуер, архитектурното моделиране и редица други проекти.
- Сериозен принос и научно откритие със световно значение в настоящото дисертационно изследване е иновативната технология в областта на градската инфраструктура и сигурност „Холограмни 3D пешеходни пътеки с алфа канал“. Това е разработка на бъдещето с най-широк спектър на практическо приложение и дава възможност холограмните пешеходни пътеки да бъдат внедрени в реалната градската среда, а получените резултати да се използват за научни анализи по проблемите на съвременното безопасно движение.

## 5. ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Списание "КИНО", месец Март: ИСТОРИЯ НА 2D И 3D ИГРИТЕ – ЕРАТА АТАРИ /ПЪРВА ЧАСТ/

<https://spisaniokino.com/archive-kino/spisaniokino-april-2023/%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F-%D0%BD%D0%B0-2d-%D0%B8-3d-%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5-%E2%80%93-%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82.html>

2. Списание "КИНО", месец Април: ИСТОРИЯ НА 2D И 3D ИГРИТЕ /ВТОРА ЧАСТ/

<https://spisaniokino.com/archive-kino/spisaniokino-mart-2023/%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F-%D0%BD%D0%B0-2d-%D0%B8-3d-%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5-%E2%80%93-%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B0-%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8-%E2%80%93-%D0%BF%D1%8A%D1%80%D0%B2%D0%B0-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82.html>

## 6. ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ

Долуподписаният

ас. Ивайло Сеферов

декларирам, че настоящият дисертационен труд „РЕСУРСНА РЕДУКЦИЯ ЧРЕЗ ТЕКСТУРИ С АЛФА КАНАЛ ПРИ 3D МОДЕЛИРАНЕ” е изцяло авторски продукт и в неговото разработване не са ползвани в нарушение на авторските им права чужди публикации и разработки.

София

7 март 2024 г.

Подпис: