|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  **ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У НОВОМ САДУ** |  |

(Име и презиме)

**(НАСЛОВ РАДА)**

ДИПЛОМСКИ РАД

- Основне академске студије -

Нови Сад, (година)

Образац **Q2.НА.15**-**04** - Издање 1

**КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Редни број, **РБР**: | |  | |
| Идентификациони број, **ИБР**: | |  | |
| Тип документације, **ТД**: | | Монографска публикација | |
| Тип записа, **ТЗ**: | | Текстуални штампани документ/ЦД | |
| Врста рада, **ВР**: | | Завршни-bachelor рад | |
| Аутор, **АУ**: | | Име Аутора | |
| Ментор, **МН**: | | Проф. др Драган Иветић | |
| Наслов рада, **НР**: | | Наслов Рада | |
| Језик публикације, **ЈП**: | | Српски(ћирилица)/Српски (ћирилица) | |
| Језик извода, **ЈИ**: | | Српски/Енглески | |
| Земља публиковања, **ЗП**: | | Србија | |
| Уже географско подручје, **УГП**: | | Војводина | |
| Година, **ГО**: | | 2010 | |
| Издавач, **ИЗ**: | | Ауторски репринт | |
| Место и адреса, **МА**: | | Факултет Техничких Наука (ФТН), Д. Обрадовића 6, 21000 Нови Сад | |
| Физички опис рада, **ФО**: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога) | | n/n/n/n/n/n/n где н замењује стварне вредности поглавља/страна/цитата/табела/слика/графика/прилога | |
| Научна област, **НО**: | | Електротехничко и рачунарско инжењерство | |
| Научна дисциплина, **НД**: | | Примењене рачунарске науке и информатика | |
| Предметна одредница/Кqучне речи, **ПО**: | | Неколико кључних термина из рада, односно предмета изучавања на који се рад односи. | |
| **УДК** | |  | |
| Чува се, **ЧУ**: | | Библиотека ФТН, Д. Обрадовића 6, 21000 Нови Сад | |
| Важна напомена, **ВН**: | |  | |
| Извод, **ИЗ**: | | Кратак опис рада који стаје у три до шест реченица. Треба навести проблем који се решавао, како се проблем решавао и који су резултати. | |
| Датум прихватања теме, **ДП**: | |  | |
| Датум одбране, **ДО**: | |  | |
| Чланови комисије, **КО**: | Председник: |  |
|  | Члан: |  | Потпис ментора |
|  | Члан, ментор: | Др Драган Иветић, ред. проф. |  |

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Accession number, **ANO**: | |  | |
| Identification number, **INO**: | |  | |
| Document type, **DT**: | | Monographic publication | |
| Type of record, **TR**: | | Textual material, printed/CD | |
| Contents code, **CC**: | | Bachelor thesis | |
| Author, **AU**: | | Author Name | |
| Mentor, **MN**: | | Dragan Ivetić, PhD, full professor | |
| Title, **TI**: | | The title of the paper | |
| Language of text, **LT**: | | Serbian (cyrillic script)/Serbian (latin script) | |
| Language of abstract, **LA**: | | Serbian/English | |
| Country of publication, **CP**: | | Serbia | |
| Locality of publication, **LP**: | | Vojvodina | |
| Publication year, **PY**: | | 2010 | |
| Publisher, **PB**: | | Author reprint | |
| Publication place, **PP**: | | Faculty of Technical Sciences, D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad | |
| Physical description, **PD**: (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes) | | n/n/n/n/n/n/n where respective n’s stand for the total number of chapters/pages/references/tables/pictures/graphs/appendices | |
| Scientific field, **SF**: | | Electrical and computer engineering | |
| Scientific discipline, **SD**: | | Applied computer science and informatics | |
| Subject/Key words, **S**/**KW**: | | Selected keywords chosen in such a manner that they best describe the paper in question. | |
| **UC** | |  | |
| Holding data, **HD**: | | Library of the Faculty of Technical Sciences, D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad | |
| Note, **N**: | |  | |
| Abstract, **AB**: | | Brief abstract of the paper. It should have between three and six sentences and should explain the problem being solved, the methods being used to solve it and the conclusions that can be drawn from its solution. | |
| Accepted by the Scientific Board on, **ASB**: | |  | |
| Defended on, **DE**: | |  | |
| Defended Board, **DB**: | President: |  |
|  | Member: |  | Menthor's sign |
|  | Member, Mentor: | Dragan Ivetić, PhD, full professor |  |

*(Податке уноси предметни наставник - ментор)*

| Врста студија: | Основне академске студије |
| --- | --- |
| Студијски програм: | РАЧУНАРСТВО И АУТОМАТИКА |
| Руководилац студијског програма: | Проф. др Милан Рапаић |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Студент: |  | Број индекса: |  |
| Област: |  | | |
| Ментор: | Проф. др Драган Иветић | | |
| НА ОСНОВУ ПОДНЕТЕ ПРИЈАВЕ, ПРИЛОЖЕНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ И ОДРЕДБИ СТАТУТА ФАКУЛТЕТА  ИЗДАЈЕ СЕ ЗАДАТАК ЗА ЗАВРШНИ (Bachelor) РАД, СА СЛЕДЕЋИМ ЕЛЕМЕНТИМА:   * проблем – тема рада; * начин решавања проблема и начин практичне провере резултата рада, ако је таква провера неопходна; * литература | | | |

**НАСЛОВ ДИПЛОМСКОГ (BACHELOR) РАДА:**

|  |
| --- |
|  |

**ТЕКСТ ЗАДАТКА:**

|  |
| --- |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| Руководилац студијског програма: | Ментор рада: |
|  |  |

|  |
| --- |
| Примерак за: - Студента; - Ментора |

Образац **Q2.НА.15-04** - Издање 2

**Spisak korišćenih skraćenica**

Skraćenica Značenje skraćenice

3D Trodimenzionalni  
IK Inverse kinematics

Sadržaj

[1. Uvod 1](#_Toc145518868)

[2. 3D Model 2](#_Toc145518869)

[2.1 Skeletni sistem 2](#_Toc145518870)

[3. Tipovi animacije 3](#_Toc145518871)

[4. Inverzna kinematika 3](#_Toc145518872)

[5. Tehnologije i Implementacija 3](#_Toc145518873)

[6. Primer 3](#_Toc145518874)

[7. Ogranicenja i unapredjenja 3](#_Toc145518875)

[8. Zaključak 3](#_Toc145518876)

[9. Literatura 3](#_Toc145518877)

[10. Podaci o kandidatu 3](#_Toc145518878)

[Literatura 4](#_Toc145518879)

[Dodatak A 5](#_Toc145518880)

[Dodatak B 6](#_Toc145518881)

[Podaci o kandidatu 7](#_Toc145518882)

# 1. Uvod

Animacija je umetnost stvaranja iluzije pokreta putem niza slika. Osnovna ideja animacije je da se statične slike ili objekti redovno menjaju kako bi stvorili dojam kontinuiranog kretanja. Animacija se koristi u različitim medijima, uključujući filmove, televiziju, video igre, reklame, veb stranice i još mnogo toga. Postoje različite tehnike animacije, uključujući:

* Ručno crtana animacija**:** U ovoj tehnici, svaka slika se ručno crta, obično na papiru, a zatim se sličice brzo prikazuju jedna za drugom kako bi stvorile iluziju pokreta.
* Stop-motion animacija**:** Ovde se fizički objekti pomeraju u malim koracima i fotografišu, a zatim se fotografije spajaju kako bi stvorile kretanje.
* Računarska animacija**:** Računarska grafika omogućava animatorima da stvaraju animaciju koristeći računarski softver. To uključuje 2D animaciju i 3D animaciju.

Animacija se koristi za različite svrhe, od zabave i edukacije do komercijalnih i umetničkih izraza. S obzirom na napredak tehnologije, animacija je postala neizmerno važan aspekt zabavne industrije i modernih medija.

Proces kreiranja animacija predstavlja izuzetno izazovan i zahteva naporan trud. Postoje specifične tehnike koje značajno olakšavaju ovaj proces, posebno kada je reč o animiranju 3D modela. U tu svrhu, softverski alati za animaciju nude napredne mogućnosti koje pomažu animatorima u njihovom kreativnom radu. Među poznatim softverima za animaciju ističu se Blender, Maya, 3ds Max i Cinema4D.

Primer takvog alata je Character Studio u okviru softvera 3ds Max. Ovaj alat omogućava animatorima da definišu samo krajnje položaje stopala 3D modela, nakon čega program samostalno generiše ostatak animacije. Ovakav pristup omogućava ubrzanje procesa animiranja i smanjenje potrebne ručne intervencije.

Cilj je razviti aplikaciju koja će pružiti slično rešenje kao 3ds Max-ov Character Studio, ali će biti integrisana u Unity razvojno okruženje. Ovo će omogućiti spajanje sveta video igara i 3D animacija u jedinstvenom okruženju. Aplikacija će biti koncipirana kao mini video igra, u kojoj će korisnik imati aktivnu ulogu u oblikovanju animacije. Korisnički interaktivni pristup omogućiće kreiranje animacija sa većim stepenom kontrole i prilagođavanja, čime će se olakšati proces animacije i omogućiti kreativno izražavanje.

# 2. 3D Model

3D model je digitalna reprezentacija trodimenzionalnog objekta ili scene u računarskoj grafici. Ovaj model je sastavljen od različitih komponenti koje zajedno opisuju objekat ili scenu na trodimenzionalan način. Na slici 1 je prikazan model čoveka. Osnovne komponenata koje čine 3D model jesu njegova geometrija, tekstura, materijal i skeletni sistem. Geometrijski elementi čine osnovnu strukturu modela. To uključuje tačke (vertices), linije (edges) i površine (faces) koje definišu oblik objekta. Ova geometrija se koristi za reprezentaciju kontura i struktura 3D objekta. Tekstura se primenjuje na površinu modela kako bi se dodale boje i detalji. Ona je dvodimenzionalna slika koja se projektuje na površinu 3D modela kako bi se postigao realističan izgled. Materijala definiše kako svetlost interaguje sa površinom modela. To uključuje svojstva kao što su sjajnost, refleksija, prozirnost i transparentnost, što doprinosi realizmu i estetici objekta. U slučaju animacije, 3D modeli mogu sadržavati skeletni sistem koji omogućava animatorima da postave i kontrolišu pokrete modela. Ovaj sistem se sastoji od kostiju, zglobova i ograničenja kako bi se simuliralo pokretanje objekta.

|  |
| --- |
|  |
| Slika 1 Model čoveka |

## 2.1 Skeletni sistem

Skeletni sistem ili rig u je složena hijerarhijska struktura kostiju, zglobova i kontrolera koja se koristi za animaciju 3D modela. Ovaj sistem omogućava animatorima da daju život objektima simulirajući prirodne pokrete i deformacije. Na slici 2 prikazan je izgled modela i njegovog skeletnog sistema.

|  |
| --- |
|  |
| Slika 2 Skeletni sistem modela |

Kosti su osnovne komponente skeletnog sistema. Svaka kost predstavlja deo modela koji se može pomerati ili rotirati. Kosti su obično povezane zajedno kako bi stvorile hijerarhijsku strukturu. Na primer, model ruke može imati kosti za nadlakticu, podlakticu i šaku. globovi su tačke na kojima se kosti spajaju i omogućavaju im da se rotiraju oko određene ose. Zglobovi određuju kako se kosti međusobno povezuju i kako će se kretati tokom animacije. Proces kreiranja skeletnog sistema naziva se rigging.

# 3. Tipovi animacije

## 3.1 Keyframe animacija

Keyframe animacija je pristup animaciji u računarskoj grafici koji se oslanja na postavljanje ključnih trenutaka ili stanja objekata u animaciji u određenim vremenskim trenucima. Animator postavlja ove ključne trenutke koji definišu početno i krajnje stanje animacije ili stanja između njih, a računar automatski interpolira između tih trenutaka kako bi stvorio kontinuirane pokrete ili promene. Ovaj pristup je često korišćen u animaciji likova i objekata u filmovima, video igrama i drugim medijskim sadržajima.

Ključna stvar u kontekstu keyframe animacije je da se naglasak stavlja na unapred pripremljenu animaciju koja se izrađuje i fiksira pre upotrebe. Ova unapred definisana animacija služi kao gotov proizvod i ostaje nepromenjena tokom upotrebe, bez mogućnosti dinamičkih izmena. Na primer, u slučaju animacije hodanja lika u video igri, karakter će uvek izvoditi pokrete na način koji je unapred kreiran i postavljen, nepodložno promenama ili prilagođavanjima tokom igranja

## 3.2 Proceduralna animacija

Proceduralna animacija, s druge strane, koristi algoritme i matematičke funkcije kako bi generisala animaciju na osnovu unapred definisanih pravila i parametara, umesto postavljanja ključnih trenutaka ručno. Razlika između ova dva pristupa je u načinu generisanja animacije: keyframe animacija se oslanja na ručno postavljene trenutke, dok proceduralna animacija koristi matematičke algoritme za generisanje pokreta ili promena.  
  
Centralna karakteristika proceduralne animacije ističe se kroz mogućnost stvaranja animacije u realnom vremenu, što predstavlja značajnu razliku u odnosu na keyframe animaciju. Na primer, u slučaju hodanja karaktera unutar video igre, proceduralna animacija omogućava dinamičko prilagođavanje animacije hoda samom terenu kojim karakter prolazi. Ova adaptacija učiniće da koraci lika budu prirodni i usklađeni sa specifičnostima terena, što doprinosi većem realizmu i interaktivnosti animacije u igri.

# 4. Kinematika

Kinematika u 3D animaciji je grana koja se bavi proučavanjem i modeliranjem pokreta objekata ili karaktera. Postoje dve osnovne vrste kinematike: direktna kinematika i inverzna kinematika.

## 4.1 Direktna kinematika

Direktna kinematika ili forward kinematics se koristi za definisanje kretanja objekta ili karaktera od početne tačke do krajnje tačke. Animatori precizno kontrolišu svaki segment pokreta, kao što su rotacije zglobova, kako bi postigli željeni rezultat. Na primer, za animaciju hodanja, animatori će postavljati svaki korak i rotaciju zglobova nogu.

Animacija uz pomoć direktne kinematike zahteva znatno više napora, jer za čak i relativno jednostavan pokret zahteva precizno pomeranje i rotiranje više segmenata skeleta modela. Na primer, da bi se animirao pokret noge, mora se pažljivo pomerati butna kost, lisna kost i rotirati samo stopalo kako bismo postigli željeni rezultat. Ovaj pristup zahteva detaljno ručno upravljanje svakim elementom skeleta, što može biti vremenski i umno zahtevan proces u animaciji.

## 4.2 Inverzna kinematika

Kod inverzne kinematike ili inverse kinematics se pristup menja. Umesto da se ručno postavlja svaki segment pokreta, ovaj pristup omogućava da se definiše krajnji cilj ili poziciju objekta, a računar automatski izračunava kako se zglobovi i kosti trebaju pomeriti ili rotirati da bi se postigla ta pozicija.

Prilikom animiranja pokreta noge, inverzna kinematika omogućava da se samo definiše konačna pozicija stopala. Algoritam će potom automatizovano izračunati potrebne rotacije butne i lisne kosti kako bi se postigla željena pozicija. Ovaj elegantan pristup omogućava znatno pojednostavljenje procesa animacije, gde računar preuzima složene izračune rotacija i doprinosi većoj efikasnosti u postizanju željenih pokreta.

Inverzna kinematika se suštinski zasniva na matematici, preciznije rečeno, trigonometrijskom proračunu, koji se koristi za određivanje položaja i rotacije kostiju unutar kinematičkog lanca na osnovu unapred definisane ciljane tačke. Ovaj proces može predstavljati izazovan problem koji zahteva pažljivo rešavanje. Radi ilustracije, možemo razmotriti jednostavan primer. Na slici 3 prikazane su dve kosti čija su dužine označena *l*1 i *l*2, zajedno sa koordinatama ciljne pozicije. Ovaj koncept se može zamisliti kao model ruke, gde *l1* označava dužinu nadlaktice, a *l*2 dužinu podlaktice. Tačka označena crvenom bojom sa koordinatama x i y predstavlja željenu poziciju šake. Ključno je izračunati uglove θ1 i θ2, koji precizno određuju pod kojim uglom treba rotirati nadlaktice i podlaktice respektivno kako bi se postigla željena pozicija.

|  |
| --- |
|  |
| Slika 3 Jednostavan primer inverzne kinematike |

Ova dva ugla se mogu izračunati primenom sledećih trigonometrijskih formula.

Naravno, kako se kinematički lanac produžava ili kada se cela analiza prenese iz dvodimenzionalnog u trodimenzionalni prostor, jednadžbe za izračunavanje ovih uglova postaju znatno složenije. Inverzna kinematika, osim u animaciji, takođe pronalazi primenu u robotici, gde se koristi kako bi se precizno izračunalo koliko je potrebno rotirati robotsku ruku kako bi se postigla specifična pozicija. Na slici 4 je prikazana robotska ruka. Za postizanje željenog položaja hvataljke koriste se jednačine inverzne kinematike. Ovaj pristup omogućava izračunavanje potrebne rotacije motora koji pokreću ruku kako bi se postigao ciljani položaj. Inverzna kinematika je ključna za precizno upravljanje robotima čija struktura nalikuje skeletu.

|  |
| --- |
|  |
| Slika 4 Robotska ruka |

# 6. Primer

# 7. Ograničenja i unapređenja

# 8. Zaključak

# 9. Literatura

# 10. Podaci o kandidatu

# Literatura

U ovom delu rada se navode informacije o izvorima, baš kao što je napisano u okviru poglavlja pet ovog dokumenta. Evo par primera:

1. D. Ervin Knuth, *The Art Of Computer Programming, Volume 3: Sorting and Searching*, Reading: Addison-Wesley, 1998, pp. 180-193.
2. M. De Berg, O. Cheong, M. Van Kreveld, M. Overmars, *Computational Geometry Algorithms and Applications*, Berlin: Springer, 2008, pp. 2-14.
3. T. M. Chan, „Optimal Output-Sensitive Convex Hull Algorithms in Two and Three Dimensions“, *Discrete Comput. Geom.*, vol 16, pp. 361-368, 1996.

# Dodatak A

Kao što je ranije pomenuto, može biti više dodataka koji se označavaju slovima. Dodaci sadrže dopunski materijal, takav da sa radom čini logičku sredinu, ali se iz već pomenutih razloga ne može uvrstiti direktno u telo rada. Dodaci se često koriste da prikažu veće količine koda i velike slike koje bi bilo nepraktično uvrstiti direktno u rad.

# 

# Dodatak B

# Podaci o kandidatu

Kandidat Ime Prezime je rođen/a 19xx. godine u Gradu. Završio/la je Srednju Školu u Gradu, 20xx. godine. Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu je upisao/la 20xx. godine. Ispunio/ispunila je sve obaveze i položio/la je sve ispite predviđene studijskim programom sa prosečnom ocenom od xx.xx.

Osim ovih podataka, kandidat može uključiti i drugi materijal o sebi, kao i svoju sliku.