

Predlog projekta

Numerički algoritmi i numerički softver

U nastavku ovog dokumenta nalaze se projektne teme grupisane po domenima. Ukratko su na opštem nivou opisani problemi i elementi koje rešenja treba da obuhvate. **To nikako nisu svi domeni iz kojih je moguće raditi projekat, niti su predlozi tema ograničeni na navedene skupove.** Ukoliko imate ideju koja nije pokrivena ovim dokumentom, konsultujte se sa asistentnom o tome kako predlog treba da izgleda.

Projekat je moguće raditi samostalno ili u paru. Ukoliko se odlučite da radite u paru, kompleksnost projekta bi trebalo da bude duplo veća nego kod samostalnih projekata. Ako niste sigurni da li ste dobro procenili kompleksnost, pitajte asistenta.

1. faza izrade projekta je predaja predloga projekta. Predlog treba da sadrži sledeće **segmente**:

1. Naziv teme
2. Definiciju problema - Kratak opis problema
3. Metodologiju - način rešavanja problema - detaljniju specifikaciju, sa navođenjem elemenata rešenja i tehnikama koje će se koristiti.
4. Skup podataka - opisan skup podataka (ako se rešava problemi koji zahtevaju skup podataka).
5. Način evaluacije - kako se evaluiraju rezultati (ako se rešava problemi koji zahtevaju evaluaciju).
6. Tehnologije - neophodne tehnologije i programski jezici da se problem realizuje.
7. Navođenje primera gotovih rešenja (sa *link*-ovima), ako postoje.
8. Navođenje materijala/literature (sa *link*-ovima)

Specifikacije za svaki problem su drugačije. U nastavku ovog dokumenta su ukratko navedeni samo primeri koje bi sve elemente trebalo da imaju predlozi projekata za pojedine teme. Predlozi bi trebalo da budu opširniji i sa više informacija o tim elementima (jedna do dve A4 stranice). Poželjno je da to bude kroz tekstualni ili čak i slikovni opis.

Predlog projekta je potrebno poslati kao pdf dokument sa nazivom u formatu:

<i>NANS, predlog projekta, SWXX_YYYY1, SWXX_YYYY2.pdf,</i>	za SIIT
<i>NANS, predlog projekta, RAXX_YYYY1, RAXX_YYYY2.pdf,</i>	za E2
<i>NANS, predlog projekta, IIXX_YYYY1, IIXX_YYYY2.pdf,</i>	za II

i u datom roku popuniti Google formu sa potrebnim podacima.

Napomena: Bilo kakvo korišćenje postojećih rešenja, delova rešenja ili resursa bez navođenja kompletne reference se smatra zloupotrebom! Svaki student (ili tim studenata) koji izvrši zloupotrebu će biti sankcionisan (brisanje bodova + zabrana polaganja = prenos predmeta u sledeću godinu).

Napomena: Ukoliko vam projekat bude prihvaćen, ne možete izaći na drugi kolokvijum. Takođe, ako vam projekat bude odbijen, u obavezi ste da radite drugi kolokvijum.

1. Regresija

Primena višestruke regresije na različite probleme predikcije. Potrebno je osmisliti problem koji želite da rešite i pronaći bar jedan skup podataka na zadatu temu. Alternativno, možete dobaviti podatke drugim tehnikama (web scraping). Neki od sajtova gde možete pronaći različite skupove podatka su:

- <http://archive.ics.uci.edu/ml/index.php>
- <https://www.kaggle.com/datasets>
- <https://data.world/datasets/regression>
- <https://data.gov/>
- <https://data.worldbank.org/>
- <https://datasetsearch.research.google.com/>

U projektu je potrebno okvirno uraditi:

- pronaći odgovarajući skup podataka nad kojim će se primeniti regresija,
- osmisliti nekoliko relevantnih upita na koje je potrebno odgovoriti modelom višestruke regresije (primer: koja je minimalna cena za kuću koja ima tri sprata),
- analizirati i rastumačiti obeležja koja najviše utiču na rezultat regresije i daju najbolji rezultat
- preprocesirati podatke,
- izabrati najpogodniju taktiku za rešavanje nedostajućih vrednosti,
- proveriti da li je problem pogodan za rešavanje linearnom regresijom i ukoliko nije, osmisliti šta treba preuzeti,
- koristiti train/val/test podelu,
- evaluirati model sa bar jednom od metrika (koeficijent determinacije, RMSE, SSE..) i odrediti pogodnu metriku,
- kreirati nekoliko modela regresije i uporediti rezultate, sa ciljem da se nađe najbolji model,
- ukoliko je problem već rešavan, uporediti postojeće rezultate sa novim.

Predlog:

Predlog projekta treba da sadrži detaljan opis podatka koji će biti korišteni (link do podataka ako su javno dostupni), motivaciju za rešavanje problema, opis problema koji će biti rešavan kroz pitanja na koje će model da odgovori. Opisati metodologiju (postupak rešavanja problema). Istražiti da li postoje radovi na sličnu temu i ako postoje, navesti ih u predlogu. Ispratite gore navedene segmente koje treba da sadrži svaki projekat.

Programski jezici

Matlab, Python, R, Java, C#, C/C++ itd. (ne Microsoft Excel i LibreOffice Calc)

Primeri:

- Predikcija cene kuća prema podacima o kvadraturi, broju spavačih soba, broju kupatila, postojanju dvorišta, terasa, bazena itd.
- Predikcija cene automobila prema podacima o marki, tipu vozila, motora, pogonskog goriva, broju vrata, godištu, boji itd.

2. Vremenske serije

Analiza vremenskih serija. Potrebno je pronaći podatke koji imaju vremensku komponentu i osmisliti problem koji se rešava. U projektu je potrebno okvirno uraditi:

- analiza prošlosti - rasklapanje vremenske serije na komponente i provučavanje same vremenske serije i njenih komponenti
- preprocesirati podatke
- uraditi eksplorativnu analizu podataka - razumeti podatke i izvući ključne zaključke
- odabrati odgovarajući metod evaluacije i metrike
- predikcija budućnosti - upotreba modela za predikciju narednih vrednosti po vremenu. Kreirati nekoliko modela i uporediti rezultate, sa ciljem da se nađe najbolji model

Primeri:

- Praćenje prometa na berzi tokom vremena radi donošenja investicionih odluka.
- Analiza brzine i performansi sportista tokom vremena radi poboljšanja treninga.
- Praćenje promena u nivou zagađenja vazduha tokom vremena radi procene kvaliteta vazduha.
- Praćenje opterećenja servera tokom vremena radi optimizacije resursa.

Predlog:

Predlog projekta treba da sadrži detaljan opis podatka koji će biti korišteni (link do podataka ako su javno dostupni), motivaciju za rešavanje problema, opis problema koji će biti rešavan kroz pitanja na koje će model da odgovori. Opisati metodologiju (postupak rešavanja problema). Istražiti da li postoje radovi na sličnu temu i ako postoje, navesti ih u predlogu. Ispratite gore navedene segmente koje treba da sadrži svaki projekat.

Programski jezici

Python, Matlab, R, Java, C#, C/C++ itd. (ne Microsoft Excel i LibreOffice Calc)

3. Fizičke simulacije sa pokretnom grafikom

Opšti elementi fizičke simulacije sa pokretnom grafikom na računaru su:

1. kinematika
2. otkrivanje sudara (*collision detection*)
3. ograničeno kretanje (*constrained motion*)

Kinematika

Kinematika treba da se sastoji iz 2 osnovna elementa:

1. modela fizičkog sistema
2. linearног (i/ili rotacionog) kretanja

Model fizičkog sistema za svako telo treba da se sastoji iz:

Linearno kretanje	Rotaciono kretanje
Brzina: $v \left[\frac{m}{s} \right]$	Ugaona brzina: $\omega \left[\frac{rad}{s} \right]$
Položaj: $p[m]$	Ugao: $\theta [rad]$
$v = \dot{p}$	$\omega = \dot{\theta}$
Sila: $F[N]$	Moment sile: $\tau [Nm]$
Masa: $m[kg]$	Moment inercije: $I \left[\frac{kg}{m^2} \right]$

Vektorske veličine iz prethodne tabele (ubrzanje, brzina, položaj i sila) je potrebno podržati odgovarajućim strukturama podataka (2D ili 3D vektorima), npr.:

$$\vec{p} = [p_x \ p_y \ p_z]$$

Linearno kretanje i rotaciju tela je potrebno izraziti diferencijalnim jednačinama 2. Njutnovog zakona:

Diferencijalne jednačine	
Linearno kretanje	Rotaciono kretanje
$\frac{d^2\vec{p}}{dt^2} = \frac{\vec{F}(t)}{m}, \vec{p}(t) = ?$	$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{\vec{\tau}(t)}{I}, \vec{\theta}(t) = ?$
$\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{\vec{F}(t)}{m}$	$\frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{\vec{\tau}(t)}{I}$
$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{v}$	$\frac{d\vec{\theta}}{dt} = \vec{\omega}$

Diferencijalne jednačine je potrebno rešiti (integrisati) simpl. Ojlerovom metodom, RK4 metodom, ili nekom drugom odabranom metodom (*verlet* i sl.)

Otkrivanje sudara (*collision detection*)

Otkrivanje sudara treba da se sastoji iz 2 osnovna elementa:

1. definisanja uprošćene geometrije tela za otkrivanje sudara (*colliders*)
2. implementacije mehanizma za otkrivanje sudara (*collision detection*)

Preporučena uprošćena geometrija za otkrivanje sudara može da obuhvati (ali nije ograničena na):

2D	3D
duž	površ
krug	sfera
konveksni poligon	konveksni poliedar
kombinacije prethodnog	

Za otkrivanje sudara je potrebno koristiti vektorsku algebru.

Za sudare koji uključuju složenje oblike kao što su poligoni/poliedri potrebno je upotrebiti mehanizme za otkrivanje sudara koji mogu da obuhvate (ali nisu ograničeni na):

- *Separating Axis Test* (SAT)
- *Gilbert–Johnson–Keerthi* (GJK) + *Expanding Polytope Algorithm* (EPA)

Kontakte između objekata je potrebno opisati uz pomoć bar 3 osnovna elementa:

1. položajem (vektor)
2. normalom (vektor)
3. upadom (skalar)

Proces otkrivanja sudara je moguće ubrzati mehanizmima prostorno indeksiranje objekata (*spatial indexing*). Za ove mehanizme, potrebno je dodatno uprostiti geometriju tela uz pomoć tzv. *bounding volume* (tipično *axis-aligned bounding box*-om). Preporučeni mehanizmi za prostorno indeksiranje obuhvataju (ali nisu ograničeni na):

- *Binning*
- *Sweep and Prune*
- *Bounding Volume Hierarchies: Quadtree* (2D), *Octtree* (3D)

Ograničeno kretanje (*constrained motion*)

Ograničeno kretanje može biti:

1. rezultat kontakata (sudari i trenje)
2. unapred definisano (oprugama, koncima, zglobovima, i sl.)

U zavisnosti od problema potrebno je modelovati i rešiti sistem ograničenja (*constraints*). Preporučeni mehanizmi za rešavanje sistema ograničenja (*constraint solvers*) obuhvataju (ali nisu ograničeni na):

1. *Mixed Linear Complementarity Problem* (oslanja se na *Projected Gauss-Seidel* metodu)
2. *Sequential Impulse constraint solving* (način implementiran u Box2D)
3. Korekcija pozicija sa zakonom održanja impulsa

Proces je moguće optimizovati formiranjem grupa objekata (*islands*) u međusobnoj interakciji ali tako da objekti u različitim grupama nisu u interakciji. Tada se sistem ograničenja formira i rešava za svaku grupu posebno.

Materijali

Sve prethodno je u manjoj ili većoj meri pokriveno materijalima (a u njima postoje reference na dodatnu literaturu):

- materijali sa predavanja i vežbi iz predmeta Numerički algoritmi i numerički softver
- materijal sa predavanja "Fizika u video igrama"
- <http://box2d.org/downloads/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=SHinxAhv1ZE>
- (serija od 6 videa) <https://www.youtube.com/watch?v=8scHwegqfSY>
- <http://buildnewgames.com/gamephysics/>
- <http://www.toptal.com/game/video-game-physics-part-i-an-introduction-to-rigid-body-dynamics>
- <http://www.toptal.com/game/video-game-physics-part-ii-collision-detection-for-solid-objects>
- <http://www.toptal.com/game/video-game-physics-part-iii-constrained-rigid-body-simulation>
- <http://allenchou.net/game-physics-series/>
- <http://www.realtimerendering.com/intersections.html>
- <http://www.metanetsoftware.com/technique/tutorialA.html>
- (serija od 10 videa) <https://www.youtube.com/watch?v=3Oay1YxkP5c>
- <https://www.youtube.com/user/shiffman/videos>
- <http://www.dyn4j.org/category/blog/>
- <https://gamedevelopment.tutsplus.com/tutorials>

Teme

Skup preporučenih tema obuhvata (ali nije ograničen na):

1. Implementirati 2D ili 3D fizičku simulaciju presretanja raketa
 - primer funkcionalisanja: <https://www.youtube.com/watch?v=yqKwvLKMhT8>
2. Implementirati 2D fizičku simulaciju Njutnovog klatna.
 - primer funkcionalisanja: <https://www.youtube.com/watch?v=0LnbyjOyEQ8>
 - primer izgleda: <https://www.youtube.com/watch?v=xYECX3HRtDA>
3. Implementirati 2D fizičku simulaciju flipera. Fliper treba da poseduje lopticu, 2 palice (za kontrolu) i statičke prepreke (kružnog ili pravougaonog oblika), od kojih neke treba da ubrzaju lopticu (dodaju energiju pri sudaru).
4. Implementirati 2D ili 3D fizičku simulaciju tkanine.
 - primer funkcionalisanja: https://www.youtube.com/watch?v=1MeL1T_PSwQ
5. Implementirati 2D ili 3D fizičku simulaciju *particle* sistema. Realiizovati simulaciju vatre, dima, vode (vodopada i sl.) i eksplozije uz pomoć implementiranog *particle* sistema (korisiti različite parametre simulacije i različite načine prikaza čestica).
 - primer funkcionalisanja: https://www.youtube.com/watch?v=h_8GpTncXAw
6. Implementirati 2D ili 3D fizičku simulaciju fluida. Primeri funkcionalisanja:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=2aWuXfwZ8zg>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=0bL80G1HX9w>
7. Implementirati 2D ili 3D fizičku simulaciju površine fluida.
 - primer funkcionalisanja: <https://www.youtube.com/watch?v=iWxIM9U5gHo>
8. Implementirati 2D fizičku simulaciju *Bridge Builder* koncepta.
 - primer funkcionalisanja: <https://www.youtube.com/watch?v=fzUxIU96tg4>

Kriterijum

Sledeća tabela opisuje različite elemente projekta na različitim nivoima težine:

Nivo težine	Kinematika		Otkrivanje sudara		Ograničeno kretanje
	2D	3D	2D	3D	
Osnovni	1. model 2. linearno kretanje (simpl. Ojlerova metoda)	1. model 2. linearno kretanje (simpl. Ojlerova metoda)	1. krug na krug 2. krug na duž	/	1. kontakti 2. korekcija pozicija, zakon održanja impulsa za linearno kretanje
Srednji	1. sve osnovno 2. rotacija (simpl. Ojlerova metoda)	/	1. sve osnovno 2. krug na poligon (SAT ili GJK + EPA)	1. sfera na sferu 2. sfera na površ (SAT ili GJK + EPA)	1. sve osnovno 2. korekcija pozicija, zakon održanja impulsa za rotaciono kretanje
Napredni	/	1. sve osnovno 2. rotacija (simpl. Ojlerova metoda)	1. sve srednje 2. poligon na poligon (SAT ili GJK + EPA)	1. sve srednje 2. sfera na poliedar (SAT ili GJK + EPA)	1. kontakti 2. <i>constraint solver</i> (MLCP ili <i>Sequential Impulse</i>) za linearno kretanje
Entuzijastički	/	/	/	1. sve napredno 2. poliedar na poliedar (SAT ili GJK + EPA)	1. sve napredno 2. <i>constraint solver</i> (MLCP ili <i>Sequential Impulse</i>) za rotaciono kretanje
Opciono	<ul style="list-style-type: none"> RK4 metoda u bilo kojoj kombinaciji podiže nivo težine za 1 		<ul style="list-style-type: none"> Mehanizam za prostorno indeksiranje u bilo kojoj kombinaciji podiže nivo težine: 		<ul style="list-style-type: none"> Svaka dodatna kategorija ograničenja (osim kontakata) podiže nivo težine za 1 Mehanizam grupisanja (<i>islands</i>) podiže nivo težine za 1
			2D	3D	
			za 1	za 2	

U dogовору са асистентом је потребно дефинисати шта је за коју тему применљиво.

Svaki пројекат мора да задовољи бар основни ниво сваког елемента. Додатно је потребно:

1. ако пројекат ради 1 студента, донести:
 - a. бар 1 елемент до напредног нивоа теžине или
 - b. бар 2 елемента до средњег нивоа теžине
2. ако пројекат ради 2 студента, донести:
 - a. бар 2 елемента до напредног нивоа теžине или

- b. bar 1 element do naprednog nivoa i 2 elementa do srednjeg nivoa težine ili
- c. sva 3 elementa do srednjeg nivoa težine

Nije moguće za sve teme definisati sve nivoe težine, a to se određuje u dogovoru sa asistentom. Takve teme nije moguće da rade 2 studenta.

Poželjno omogućiti izmenu što više parametara simulacije kroz GUI za vreme izvršavanja da bi se u realnom vremenu prikazalo kako pojedini parametri utiču na ponašanje sistema.

Dozvoljeno je korisiti API-e, odnosno *framework*-e, tj. *engine*-e (za podršku vizualizaciji, radu sa geometrijom i sl.), ali se svi gore navedeni elementi moraju savladati, razumeti, dokumentovati i posebno implementirati.

Elementi predloga

1. Odabrana tema: 2D fizička simulacija flipera:
 - problem je 2D
 - potrebno je implementirati kinematiku sa rotacijom (palice se rotiraju)
 - potrebno je implementirati otkrivanje sudara krug na krug, duž na krug i poligon na krug
 - nije neophodan mehanizam za prostorno indeksiranje jer postoji relativno malo objekata u simulaciji
 - potrebno je modelovati kontaktna ograničenja
 - sudari između loptice i prepreka su diskretni (u jednom trenutku jedna loptica može biti sudarena sa jednom preprekom), pa nije potrebno implementirati *constraint solver*
 - zaključak: projekat može da radi 1 student, a kriterijum je 1b
2. Odabrana tema: 2D simulacija Njutnovog klatna:
 - problem je 2D
 - potrebno je implementirati kinematiku bez rotacije
 - potrebno je implementirati otkrivanje sudara krug na krug
 - nije neophodan mehanizam za prostorno indeksiranje jer nema mnogo objekata u simulaciji
 - potrebno je modelovati kontaktna ograničenja i konce
 - s obzirom na to da su svi ostali elementi na osnovnom nivou, kao i da postoji čak 2 vrste ograničenja, a da je moguće da u svakom trenutku postoji složen sistem sudara, od kojih svako telo ima i kontaktno ograničenje i ograničenje koncem, potrebno je implementirati *constraint solver*
 - zaključak: projekat može da radi 1 student, a kriterijum je 1a

4. Procedurna grafika

Materijali

- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLRIWtICgwaX0u7Rf9zkZhLoLuZVfUksDP>
- <https://www.youtube.com/user/shiffman/videos>

Teme

Skup preporučenih tema obuhvata (ali nije ograničen na):

1. Implementirati 3D procedurno generisanje terena:
 - primer funkcionalnosti: <https://www.youtube.com/watch?v=wbpMiKiSKm8>
2. Implementirati 2D ili 3D procedurni efekat refrakcije vode. Primeri funkcionalnosti:
 - https://www.youtube.com/watch?v=8gszyugsd_I
 - <https://www.youtube.com/watch?v=DpOg8L-vYsU>
3. Implementirati 3D procedurno generisanje vegetacije. Primeri funkcionalnosti:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=sSVR1tV0XeQ>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=WuvbtXrWeGI>
4. Implementirati 2D ili 3D procedurno generisanje munje, ili nekog sl. efekta:
 - primer funkcionalnosti: <https://www.youtube.com/watch?v=jt-VjZRK-r4>

Kriterijum

Potrebno je istražiti i implementirati tehniku za procedurno generisanje 2D ili 3D grafike. Potrebno je parametrizovati proces sa što više parametara izmenljivih kroz GUI.

Dozvoljeno je korisiti API-e, odnosno *framework*-e, tj. *engine*-e (za podršku vizualizaciji, radu sa geometrijom i sl.), ali se tehnike moraju savladati, razumeti, dokumentovati i posebno implementirati.

Dozvoljeno je kombinovati teme u timove do 2 studenta (npr. teren i voda ili vegetacija), ali je svaku pojedinačnu tehniku potrebno da implementira maksimalno 1 student.

Elementi predloga

1. Odabrana tema: 3D procedurni efekat refrakcije vode
 - API za podršku vizualizacije će biti OpenGL
 - projekt radi 1 student i model okoline (sa rečnim koritom) će biti unapred generisan
 - biće korišćeno DuDv mapiranje za postitanje efekta distorzije (talasanja površine)
 - DuDv mapa će biti generisana u nekoliko nivoa detalja i biće ažurirana sa vremenom simulacije
 - refleksija će biti postignuta uz pomoć *buffer*-ovanog *render*-a okoline iznad površine vode, izvrntog naopačke, prilagođenog položaju kamere i projektovanog na ravan površine vode
 - refrakcija će biti postignuta uz pomoć *buffer*-ovanog *render*-a okoline ispod površine vode (rečnog korita), izvrntog naopačke, prilagođenog položaju kamere i projektovanog na ravan površine vode
 - konačna tekstura površine vode će biti postignuta kombinovanjem refleksione i refrakcione teksture
 - DuDv mapa će biti primenjena na konačnu teksturu površine
 - spekularna refleksija (*specular highlights*) vodene površine će se postići *normal mapping*-om površine vode
 - *normal map* će biti izvedena iz plavog kanala DuDv mape

- providnost vode će biti regulisana *depth* mapom generisanom na osnovu odstojanja rečnog korita od ravni površine vode, ta mapa će biti korišćena za modifikaciju refrakcione teksture (tačke dalje od površine vode će biti slabo vidljive)

5. Interpolacija

Primena interpolacije na različite probleme obrade slike i zvuka.

U projektima je moguće ispitivati sledeće:

- efekat primene različitih tehnika interpolacije
- izdvajanje određenih komponenti slike i zvuka

Programski jezici

Matlab, Python, Java, C#, C/C++ itd.

Materijali

- Primeri za zvuk se mogu pronaći u radu Lynn Blair "Data interpolation and its effects on Digital Sound Quality" - <https://www.yumpu.com/en/document/view/50679011/data-interpolation-and-its-effects-on-digital-sound-quality-mcmurry>
- Python biblioteke za procesiranje audio signala: <http://eprints.maynoothuniversity.ie/4115/1/40.pdf>
- Interpolacija slike: <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/image-interpolation.htm>
- Enkripcija slika pomoću Lagranžove interpolacije (secret sharing):
 - https://en.wikipedia.org/wiki/Shamir%27s_Secret_Sharing,
 - <http://www.cs.nthu.edu.tw/~cchen/CS4351/ch9.ppt>,
 - https://en.wikipedia.org/wiki/Secret_sharing_using_the_Chinese_remainder_theorem
 - https://www.youtube.com/watch?v=kkMps3X_tEE

Elementi predloga

1. Odabrana tema: Shamir's secret sharing:
 - radi se sa slikom u boji
 - potrebno je omogućiti učitavanje slike sa diska i reprezentovati je kao 3 matrice (RGB)
 - moguće je odabrat parametre n i k:
 - n je broj senki originalne slike
 - k je broj senki potrebnih za rekonstrukciju slike
 - senke slike ne smeju da odaju informacije o originalnoj slici
 - potrebno je minimum k senki da bi se originalna slika rekonstruisala
 - potrebne su najmanje dve funkcije: enkripcija i dekripcija
 - ulaz u funkciju za enkripciju su originalna slika i parametri k i n, izlaz je n senki
 - ulaz u funkciju za dekripciju su senke, izlaz je slika dobijena njihovim spajanjem
 - u slučaju nedovoljnog broja slika (manje od k), generiše se neprepoznatljiva slika ili se prijavljuje greška
 - objasniti kako se formira i koristi aproksimacioni polinom i kako ste odabrali ključ
 - originalnu sliku zajedno sa njenim senkama sačuvati na disk u svrhu poređenja