

***Elektrotehnički fakultet Beograd***

***GraphysX: Grafički-orijentisan simulator  
mehaničkih sistema uz upotrebu biblioteke PhysX***

**Specifikacija v. 1.8**

**Mentor: Dr. Igor Tartalja**

**Student: Adrian Đura**

**Br. Indeksa: 0460/05**

**Jun 2010**

1. Uvod.....	3
2. Funkcionalna specifikacija .....	4
Simulacija.....	4
Grafički interfejs .....	4
Glavni meni.....	6
Dijalog za čuvanje scene .....	7
Dijalog za Učitavanje scene .....	8
Dijalog za dodavanje scene.....	9
Dijalog sa opcijama .....	10
Paleta za dodavanje objekata.....	11
Manipulisanje scenom u editoru .....	15
Kretanje i kamere .....	16
Opis objekata.....	16
Atributi objekata.....	16
3. Struktura XML dokumenta scene .....	19
4. Razvojni alati.....	20

# 1. Uvod

Dokument sadrži funkcionalnu specifikaciju alata GraphysX. U pitanju je simulator mehaničkih sistema koji korisniku omogućava da posmatra međusobnu interakciju objekata (kretanje, sudari, deformacije, itd) za čije računanje se koristi biblioteka PhysX, kompanije NVIDIA. U okviru simulatora se nalazi integrisan editor scene, koji korisniku omogućava da zadaje početne pozicije i osobine svih objekata.

Alat je namenjen korisnicima koji žele da steknu znanja o funkcionisanju mehaničkih sistema interaktivnim posmatranjem. Korisnici će biti u mogućnosti da u virtuelnom prostoru rasporede različite vrste geometrijskih tela i vide kako ona međusobno interaguju u zatvorenom mehaničkom sistemu. Korisnici će moći da menjaju sve parametre koji utiču na simulaciju uključujući i smer i intenzitet gravitacione i elektrostatičke sile. Postoji nekoliko oblasti primene alata: može se koristiti u edukativne svrhe, a takođe se može koristiti kao pomoćni alat za razvoj aplikacija u kojima je potrebno rešavanje praktičnih problema iz domena klasične mehanike, bilo da se radi o realnim ili fiktivnim sistemima.

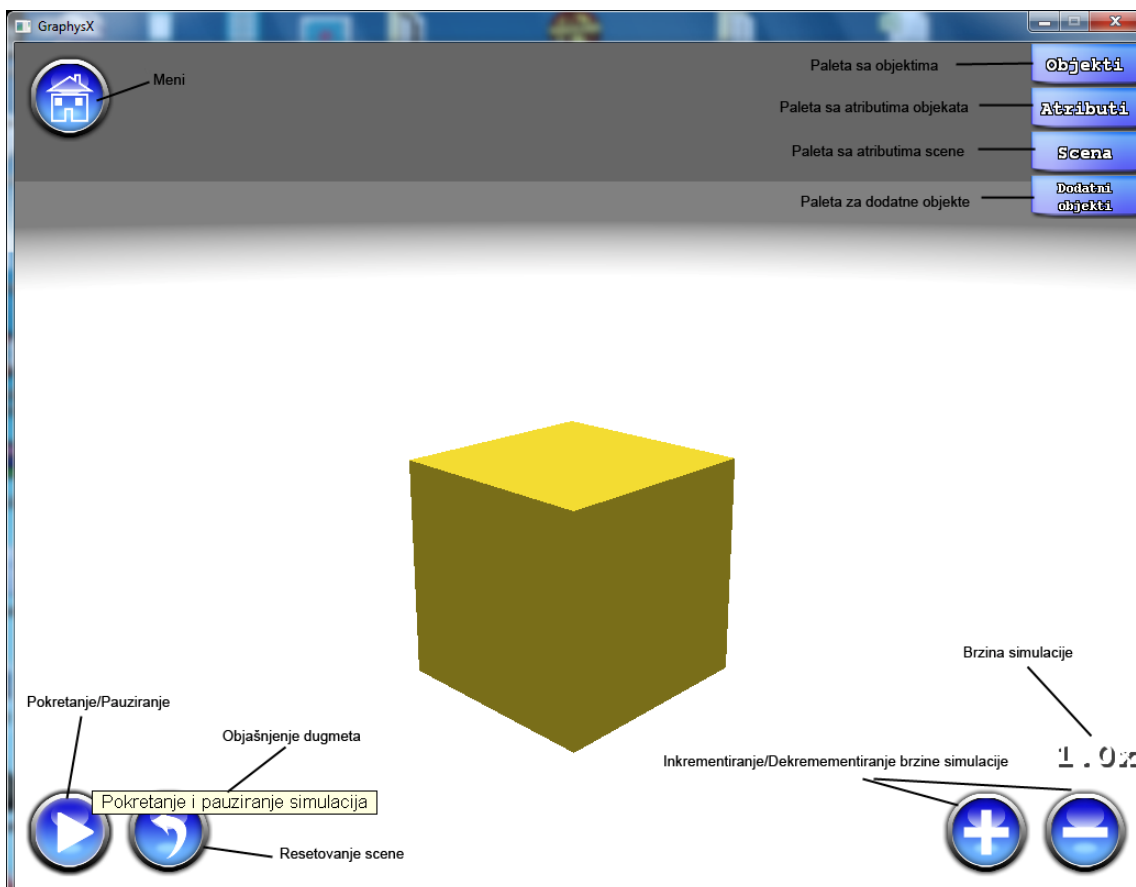
## 2. Funkcionalna specifikacija

### Simulacija

Simulacija se odvija nad scenom koju čine kamera, opciona čvrsta podloga i skup objekata koji međusobno interaguju, saglasno definisanim zakonima. Objekti u sceni su hijerarhijski organizovani. Čvrsti objekti mogu imati jedan čvrsti roditeljski objekat, tako da su pozicija i rotacija objekta relativni u odnosu na roditelja. Elastični objekti ne mogu imati roditelja. U toku simulacije, oni se automatski vežu za objekte sa kojima su u koliziji. Od parametara vezanih za scenu moguće je definisati polja spoljnjih sila (gravitacione i elektrosatičke) i zadati horizontalnu podlogu koja se prostire u celoj horizontalnoj ravni ( $Z=0$ ).

### Grafički interfejs

Glavni režim funkcionisanja alata je režim u kome se dodaju objekti, postavljaju parametri i vrši pokretanje simulacije pomoću dugmića na ekranu (slika 1). Kada se miš nađe iznad nekog dugmeta prikazuje se tekst sa opisom tog dugmeta (eng. *tooltip*). U ovom režimu, korisniku na raspolaganju stoje sledeće opcije u grafičkom interfejsu koje se aktiviraju pritiskom levog tastera miša:



Slika 1. Glavni prozor sa grafičkim interfejsom

1. **Pokretanje simulacije nad tekućom scenom:** Kada se simulacija pokrene, dugme za pokretanje scene se pretvara u dugme za pauziranje simulacije. Nakon pokretanja simulacije, nije moguće dodavati nove objekte ili menjati postojeće atribute objekata u sceni, sve dok se simulacija ne prekine.
2. **Pauziranje pokrenute simulacije:** Aktivno je samo ako je simulacija pokrenuta. Klikom na dugme, pauzira se simulacija i omogućeno je dodavanje novih objekata u scenu koji se pojavljuju u trenutku u kojim su oni dodati, ali ne i menjanje postojećih.
3. **Resetovanje simulacije:** Scena se vraća u prvobitno stanje u kome je bila neposredno pre pokretanja. Ukoliko su neki objekti naknadno ubačeni u scenu, oni će se pojaviti u sceni u trenutku  $t$  u kom su ubačeni.
4. **Meni:** aktivira se pritiskom na dugme grafičkog interfejsa. Pritiskom na dugme pojavljuje se meni sa dodatnim opcijama. Ukoliko je simulacija pokrenuta, biće automatski pauzirana dok god se ne izađe iz menija.
5. **Objekti:** prikazuje paletu sa alatima za izbor objekata za ubacivanje u scenu. Ukoliko se ovo dugme ponovo klikne, paleta se sakriva.
6. **Svojstva:** prikazuje paletu za menjanje atributa selektovanih objekata. Ukoliko su selektovani objekti iste vrste, biće dostupni svi atributi za menjanje. Ukoliko su selektivni objekti različiti, pojaviće se samo zajednički atributi. Ponovnim klikom na ovo dugme paleta se sakriva.
7. **Scena:** prikazuje paletu za izmenu atributa scene. Ponovnim klikom na ovo dugme paleta se sakriva.
8. **Dodatni objekti:** prikazuje paletu sa listom dodatnih objekata koji se pojavljuju u trenutku  $t$  u sceni.
9. **Inkrementiranje/Dekrementiranje brzine protoka vremena:** Promena brzine kojom simulacija teče za 0.5 u odnosu na tekuću brzinu kod vrednosti veće od 1. Ukoliko je brzina simulacije manja od 1 korak za promenu brzine biće 0.1 u odnosu na tekuću brzinu.

## Glavni meni

Prilikom klika na dugme Meni iz glavnog prozora aplikacije pojaviće se meni (slika 2) sa sledećim opcijama:

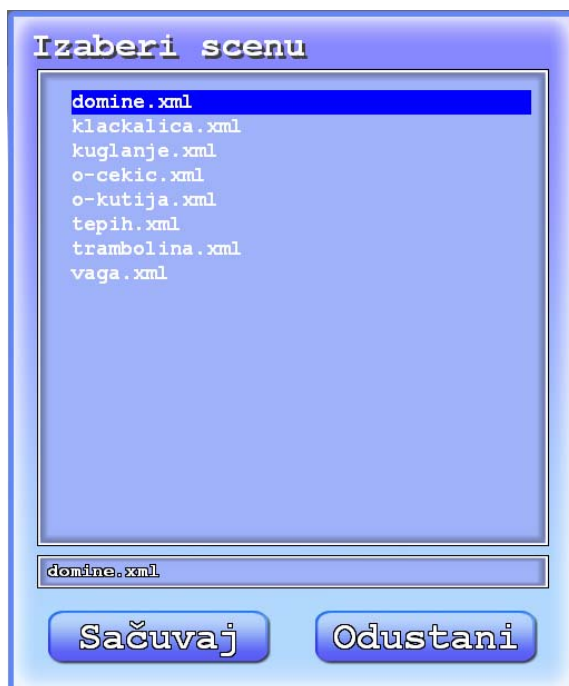


Slika 2. Glavni meni

1. **Nastavi:** Vraća se u simulaciju.
2. **Nova scena:** Briše se trenutna scena i postavlja se nova prazna scena.
3. **Sačuvaj scenu:** otvara se dijalog za čuvanje scene.
4. **Učitaj scenu:** otvara se dijalog za učitavanje scene.
5. **Spoji scene:** otvara se dijalog za spajanje scena.
6. **Opcije:** otvara se dijalog za promenu opcija.
7. **Izlaz:** zatvara se aplikacija, uz prethodno potvrđivanje korisnika.

## Dijalog za čuvanje scene

Na slici 3 je prikazan dijalog za čuvanje scene.



Slika 3. Dijalog za čuvanje scene

Dostupne su opcije snimanje scene ili odustajanja od snimanja. U gornjem delu dijaloga za snimanje se prikazuje lista sa postojećim scenama. U polje *Ime scene* mora se uneti ime za scenu. Pritiskom na dugme *Sačuvaj*, scena će se snimiti u folder Scene koji se nalazi u folderu aplikacije, a na ekranu će se pojaviti poruka o uspešnosti snimanja, nakon čega se program vraća u prethodni dijalog. Ako se klikne na neku scenu u listi, njeno ime će se pojaviti u polje *Ime scene*, a ukoliko se 2 puta klikne scena će se sačuvati. Scena se čuva u XML datoteci, čiji je format dat u prilogu ovog dokumenta. Ukoliko već postoji scena sa istim imenom pojaviće se dijalog sa pitanjem da li korisnik želi da prebriše staru scenu. Pritiskom na dugme *Odustani* korisnik se vraća u prethodni meni bez snimanja scene.

## Dijalog za Učitavanje scene

Dijalog za učitavanje scene je prikazan na slici 4.



Slika 4. Dijalog za učitavanje scene

Na ekranu se pojavljuje lista sa dostupnim scenama za učitavanje koje se nalaze u podfolderu Scene u folderu aplikacije. Ukoliko se klikne dugme *Učitaj*, postojeća scena se briše, a odabrana scena se učitava, uz prethodno pitanje korisniku da li želi da snimi postojeću scenu (u slučaju da su nad njom vršene izmene). Pritiskom na dugme *Odustani* korisnik se vraća u prethodni meni.



## Dijalog za dodavanje scene

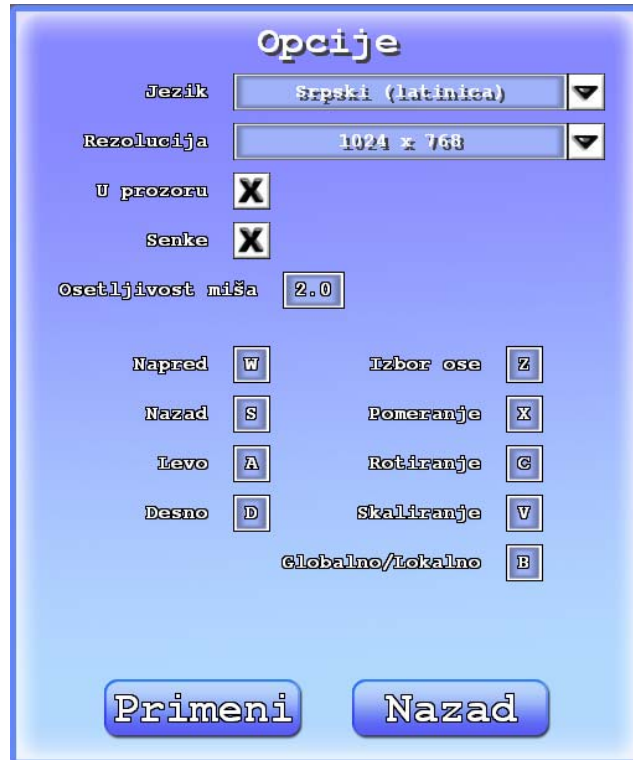
Dijalog za dodavanje scene je prikazan na slici 5.



Slika 5. Dijalog za dodavanje scena

Na ekranu se pojavljuje lista za izbor scene za dodavanje tekućoj sceni. Dodavanje scena može biti korisno ako korisnik želi da napravi jednostavne scene koje će kasnije koristiti kao deo drugih, kompleksnijih scena. Klikom na dugme *Dodaj*, objekti izabrane scene se dodaju u tekuću scenu. Pritiskom na dugme *Odustani*, korisnik se vraća u prethodni meni. Dodati objekti zadržavaju svoje relativne pozicije i automatski postaju selektovani, čime korisnik ima mogućnost da ih rasporedi prema sopstvenom nahođenju.

## Dijalog sa opcijama



Slika 6. Dijalog sa opcijama

Dijalog sa opcijama je prikazan na slici 6. Dijalog omogućava korisniku da promeni parametre prikaza, raspored kontrola na tastaturi i osetljivost miša. Režim prikaza (ceo ekran ili prozor) i senke (uključene, isključen) se menjaju označavanjem odgovarajućeg polja. Rezolucija aplikacije se bira iz padajuće liste, a u prozorskom režimu to je ujedno i veličina prozora (veličinu prozora nije moguće drugačije menjati). Jezik se takođe bira iz padajuće liste. Osetljivost miša je moguće promeniti unošenjem pozitivne vrednosti u odgovarajuće polje za unos.

Moguće je promeniti i prečice na tastaturi klikom na odgovarajuće polje i pritiskom na novi taster za tu prečicu. Klikom na dugme *Sačuvaj* odabrane opcije će se podesiti i biće sačuvane uz prethodno odobravanje korisnika, dok se klikom na dugme *Odustani* ne menja ništa.

## Paleta za dodavanje objekata



Slika 7. Paleta za dodavanje objekata

Paleta za dodavanje objekata je prikazana na slici 7. Sa palete se mogu izabrati sledeći objekti za ubacivanje u scenu: kocke, tetraedri, prizme i lopte. Objekat se ubacuje u scenu na razumnom rastojanju u pravcu u kome gleda kamera. Ako postoji podloga i ukoliko bi neki deo objekta bio ispod podloge, on se automatski postavlja na podlogu. Paleta se može sakriti desnim klikom miša bilo gde na ekranu, pritiskom na taster ESC ili ponovnim klikom na ime palete.

## Paleta za menjanje atributa objekata



Slika 8. Paleta za menjanje atributa objekata: a) čvrsti objekti b) elastični objekti

Paleta za menjanje atributa objekata je prikazana na slici 8. U zavisnosti od tipa selektovanih objekata, na paleti će se pojavljivati samo zajednički atributi selektovanih objekata. Postoje 3 različita slučaja kod prikazivanja palete u zavisnosti od objekata koji su selektovani: različiti objekti, samo čvrsti objekti, samo elastični objekti. Pritiskom na dugme *Postavi roditelja* bira se roditelj objekta klikom na neki objekat u sceni. Za promenu teksture i materijala postoji lista iz koje je moguće izabrati željenu teksturu ili materijal. Za promenu da li je objekat statičan ili pokretan označava se odgovarajuće polje. Ostali parametri se menjaju unošenjem odgovarajuće vrednosti u polje pored imena atributa. Paleta se može sakriti desnim klikom miša bilo gde na ekranu, pritiskom na taster ESC ili ponovnim klikom na ime palete.

## Paleta za menjanje atributa scene

**Objekti**  
**Atributi**  
**Scena**  
**Dodatni objekti**

**Scena**

Podloga

Tekstura  ▼

Boja

R  G  B

Gravitacija

X  Y  Z

Koeficijent gravitacije

Elektrostatičko polje

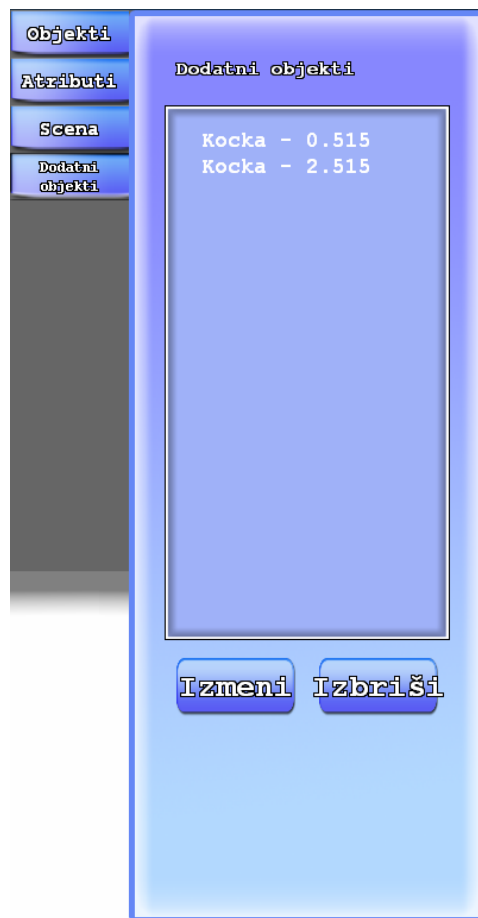
X  Y  Z

Koeficijent naelektrisanja

Slika 9. Paleta za podešavanje atributa scene

Paleta za podešavanje atributa scene je prikazana na slici 9. Moguće uključiti prikazivanje podloge i podesiti boju i teksturu podloge. Boja podloge se primenjuje kada tekstura nije zadata. Može se birati jedna od nekoliko predefinisanih tekstura. Moguće je promeniti intenzitet i smer gravitacione i elektrostatičke sile unošenjem vrednosti za x,y,z komponente vektora sile. Vektori predstavljaju spoljašnje sile (gravitacionu i elektrostatičku). Nezavisno od spoljašnjih sila, korisnik može da zada koeficijent gravitacije i naelektrisanja. Ukoliko je vrednost svih komponenti nekog vektora 0, isključuje se uticaj odgovarajuće spoljne sile. Koeficijent gravitacije utiče na računanje gravitacije između tela u sceni. Ukoliko je on 0 onda postoji samo spoljna gravitaciona sila (ako je zadata). Analogno ponašanje važi za koeficijent naelektrisanja. Paleta se može sakriti desnim klikom miša bilo gde na ekranu, pritiskom na taster ESC ili ponovnim klikom na ime palete.

## Paleta za dodatne objekte



Slika 10. Paleta za dodatne objekte

Paleta za upravljanje dodatnim objektima je prikazana na slici 10. U listi se nalaze objekti koji se u naknadno pojavljuju u sceni, u navedenom trenutku  $t$  nakon pokretanja simulacije. Moguće je izbrisati objekat ili izmeniti njegove atribute. Pritiskom na dugme *Izmeni* aktivira se paleta za menjanje atributa objekta. Paleta se može sakriti desnim klikom miša bilo gde na ekranu, pritiskom na taster ESC ili ponovnim klikom na ime palete.

## Manipulisanje scenom u editoru

Korisnik može da menja sadržaj scene sledećim operacijama:

- a. označavanje objekata u tekućoj sceni: klikom na neki objekat u sceni on se označava kao selektovan. Ukoliko je prilikom označavanja objekta pritisnut taster SHIFT, objekat će biti dodan u listu selektovanih objekata.
- b. dodavanje objekata u tekuću scenu: iz palete ponuđenih objekata, korisnik bira željenu vrstu objekta i postavlja ga na odgovarajuće mesto u sceni.
- c. uklanjanje objekata iz tekuće scene: korisnik pritiskanjem tastera DEL na tastaturi uklanja selektovane objekte iz scene.
- d. pomeranje, skaliranje i rotiranje objekata u tekućoj sceni: operacije transformacije objekata se primenjuju nad svim selektovanim objektima. Pritiskom na taster X aktivira se akcija pomeranja, taster C akcija rotiranja i taster V akcija skaliranja. Ponovnim pritiskom na taster akcije koja je aktivna vraća se u mod selektovanja. Kada je aktivna neka od ovih akcija, naglašava se izabrana osa na objektu po kojoj se akcija izvršava. Pritiskom na taster Y menjaju se ose (X, Y, Z) po kojoj se akcija primenjuje. Moguće je još promeniti da li da se akcija izvršava lokalno u odnosu na objekat ili u odnosu na ose sveta klikom na taster B. Akcije se vrše pomeranjem miša u levo i desno. Moguće je i direktno uneti vrednosti pomoću palete za menjanje atributa objekata. Navedeni tasteri (Z, X, C, V i B) se mogu promeniti u dijalogu sa opcijama (videti sliku 6).
- e. Menjanje atributa scene ili selektovanih objekata: iz odgovarajuće palete korisnik može da promeni attribute željenog objekta
- f. kloniranje objekata: operacija kloniranja se obavlja nad izabranim objektima. Pri tom se kod klonova održava međusobni položaj koji postoji kod originala. Kloniranje se vrši pritiskom na kombinaciju tastera SHIFT+C. Prilikom kloniranja, klonirani objekti se označavaju kao selektovani i mogu se pomerati po želji.
- g. Postavljanje roditeljskog objekta selektovanim objektima: kada se iz palete za menjanje atributa izabere opcija *Postavi roditelja*, klikom na objekat u sceni taj objekat postaje roditelj selektovanih objekata. Relacija roditelj-dete služi da bi se u editoru olakšalo manipulisanje objektima, pošto je pozicija i rotacija deteta relativna u odnosu na roditelja. U simulaciji veza roditelj-dete je predstavljena jednom čvrstom vezom između ta dva objekta. Samo čvrsti objekti mogu imati roditelja, dok se elastični objekti automatski vežu za objekte sa kojima su u koliziji tokom simulacije. Objekti mogu imati samo jednog roditelja. Ukoliko objekat već ima postavljenog roditelja, novi objekat koji je izabran za roditelja će ga zameniti. Ukoliko se, prilikom zadavanja roditelja, klikne na prazan prostor (tj. ne odabere se drugi objekat), selektovanim objektima se ukida roditelj. Objekat ne može biti sam sebi roditelj, niti roditelj može biti objekat koji je u grupi selektovanih objekata kojima se pridružuje roditelj.

- h. Poništavanje poslednje akcije – pritiskom na dugme CTRL+Z poništava se poslednja akcija. Moguće je ponoviti poništavanje i vratiti više akcija unazad.
- i. Prikazivanje prečice na ekranu: pritiskom na taster F1 pojavljuje se spisak prečica i njihov opis. Ponovnim pritiskom na taster F1 ili ESC tekst se sakriva.

## Kretanje i kamere

Korisnik može slobodno kretati virtuelnu kameru scenom, korišćenjem miša i tastature. Tastaturom se kamera pomera napred, nazad i u stranu (tasteri W,S,A,D), a pomeranjem i držanjem desnog tastera miša se vrši promena orijentacije kamere. Moguće zapamtiti trenutnu poziciju kamere i kasnije se vratiti na tu poziciju. Moguće je zapamtiti do 9 pozicija kamere. Pamćenje se vrši držanjem tastera CTRL i pritiskom na taster 1 do 9. Skok na zapamćenu poziciju kamere se vrši pritiskom na taster sa brojem koji odgovara željenoj poziciji kamere.

## Opis objekata

Objekat čini njegova geometrija (tj. geometrijski oblik) i svojstva materijala od kojeg je načinjen. Od geometrijskih oblika, u simulatoru će biti dostupni:

1. kocke (kvadri, odnosno kutije)
2. tetraedri
3. prizme
4. lopte

Od svojstava materijala koji će moći da se postavljaju objektima, biće dostupno:

1. Čvrst materijal
2. Elastični materijal

Podешavanjem atributa materijala postizaće se imitacija raznih materijala kao što su metal, led ili tkanina.

Atributi koji se mogu menjati kod materijala su opisani u sledećem odeljku.

## Atributi objekata

Atributi koji su zajednički za sve objekte:

X – Udaljenost od koordinatnog početka po X osi

Y – Udaljenost od koordinatnog početka po Y osi

Z – Udaljenost od koordinatnog početka po Z osi



RX – Ugao rotacije oko X ose

RY – Ugao rotacije oko Y ose

RZ – Ugao rotacije oko Z ose

W – Koeficijent za skaliranje širine objekta. Inicijalna vrednost je 1.

H – Koeficijent za skaliranje visine objekta. Inicijalna vrednost je 1.

L – Koeficijent za skaliranje dužine objekta. Inicijalna vrednost je 1.

Statičan – Označava da li je objekat statičan ili pokretan.

Tekstura – Slika koja se iscrtava na objektu. Inicijalno su objekti bez teksture

Boja materijala – Boja objekta

Materijal – vrsta materijala za objekat (čvrst ili elastičan)

Atributi za čvrsta tela:

**Masa** – masa objekta. Masa predstavlja meru inernosti objekta.

**Restitucija (eng. bounciness)** – Elastičnost objekta, koja predstavlja meru u kojoj se objektu vraća uložena kinetička energija prilikom sudara sa drugim objektom. Vrednost je realan broj između 0 i 1. Ukoliko je restitucija 0, objekat neće odskakivati prilikom sudara sa drugim objektima ili podlogom. Ukoliko je restitucija 1, objekat se odbija bez gubitka energije (elastičan sudar).

**Statičko trenje** – trenje između 2 objekta koja se ne pomeraju. Npr. kutija na strmoj ravni: ako je statičko trenje dovoljno veliko, kutija neće skliznuti.

**Dinamičko trenje** – trenje između 2 objekta koji se jedan prema drugom relativno pomeraju. Npr. u prethodnom slučaju, ukoliko kutija klizi niz rampu. Dinamičko trenje bi trebalo da bude manje ili jednako statičkom trenju, što simulator ne proverava.

**Ugaono kočenje** – objekat sa manjim ugaonim kočenjem će se brže rotirati u odnosu na objekat sa većim ugaonim kočenjem ukoliko je ista sila primenjena na oba objekta.

**Naelektrisanje** – količina naelektrisanja koju poseduje dati objekat. Može biti pozitivna i negativna. Ukoliko je naelektrisanje 0, onda na objekat ne utiče elektrostatičko polje koje proizvode drugi objekti ili spoljna elektrostatička sila.

Atributi za elastična tela:

**Rastegljivost** – Vrednost je realan broj između 0 i 1. Ukoliko je vrednost blizu 1 dobija se telo koje je veoma rastegljivo, a ukoliko je vrednost blizu 0, telo nije rastegljivo.

**Savitljivost** – Vrednost je realan broj između 0 i 1. Ukoliko je vrednost blizu 1, telo se lako savija (npr. papir) dok se za vrednosti bliže 0 dobija čvršće telo (npr. karton).

**Trenje** – određuje trenje sa čvrstim telima. Za male vrednosti ovog koeficijenta, telo će sa lakoćom kliziti niz površinu sa kojom je u kontaktu. Sa porastom ovog koeficijenta, otežava se kretanje tela. Simulator će se za simulaciju trenja u potpunosti oslanjati na PhysX. Tačno tumačenje ovog koeficijenta i načina na koji on utiče kod međusobne interakcije dva objekta nije predmet ovog simulatora.

**Koeficijent kidanja** – koeficijent koji određuje u kojoj meri je rastegljivo telo otporno na kidanje. Neka je  $X$  zadata vrednost ovog koeficijenta. Ukoliko je rastojanje između bilo koje dve susedne tačke geometrijskog tela, kojim je modeliran objekat,  $X$  puta veće od nominalne, dolazi do kidanja. Kidanje nastaje između svih temena za koje je ovaj uslov ispunjen. Ukoliko je npr. vrednost koeficijenta 1.5 telo će se pokidati kada se deo objekta rastegli za 50% ili više. Da li će do kidanja doći zavisi i od koeficijenta rastegljivosti objekta i sile koja deluje na njega: ako materijal nije rastegljiv, do kidanja (ili bolje reći pucanja) može doći samo za dovoljno velik intenzitet sile. Vrednost 0 znači da se telo ne može pokidati, dok ostale vrednosti označavaju kolika je sila potrebna da bi došlo do kidanja

**Pritisak** – Označava relativnu vrednost pritiska (u odnosu na atmosferski) u telu i koliko se telo širi u odnosu na inicijalno stanje. Ukoliko je vrednost manja od 1 telo neće moći da zadrži svoju formu i izgledaće izduvano, a ukoliko je vrednosti veća od 1 dolazi do širenja tela (naduvan balon).

**Kompleksnost geometrije** - koeficijent za finoću mreže za simuliranja elastičnog tela. Što je vrednost veća to će simulacija biti preciznija.

### 3. Struktura XML dokumenta scene

Dat je primer dokumenta u kome je sačuvana scena. Scena sadrži tri objekata (statični, čvrsti i elastični objekat) od kojih čvrsti objekat ima još jedan čvrsti objekat kao svog sina.

```
<Scena>
  <Gravitacija>0,0,0</Gravitacija>
  <Tekstura>0</Tekstura>
  <Boja>0,0,0</Boja>
  <objekat>
    <Geometrija>Kutija</ Geometrija>
    <Tekstura>0</Tekstura>
    <Boja>0,0,0</Boja>
    <Pozicija>0,0,0</Pozicija>
    <Rotacija>0,0,0</Rotacija>
    <Skaliranje>1,1,1</Skaliranje>
    <Staticno>1</Staticno>
    <Materijal>Cvrst</Materijal>
  </Objekat>
  <objekat>
    <Geometrija>Kutija</ Geometrija>
    <Tekstura>0</Tekstura>
    <Boja>0,0,0</Boja>
    <Pozicija>0,0,0</Pozicija>
    <Rotacija>0,0,0</Rotacija>
    <Skaliranje>1,1,1</Skaliranje>
    <Staticno>0</Staticno>
    <Materijal>Cvrst</Materijal>
    <Restitucija>1</Restitucija>
    <StatickoTrenje>1</StatickoTrenje>
    <DinamickoTrenje>1</DinamickoTrenje>
    <UgaonoKocenje>1</UgaonoKocenje>
    <objekat>
      <Geometrija>Kutija</ Geometrija>
      <Tekstura>0</Tekstura>
      <Boja>0,0,0</Boja>
      <Pozicija>0,0,0</Pozicija>
      <Rotacija>0,0,0</Rotacija>
      <Skaliranje>1,1,1</Skaliranje>
      <Staticno>0</Staticno>
      <Materijal>Cvrst</Materijal>
      <Restitucija>1</Restitucija>
      <StatickoTrenje>1</StatickoTrenje>
      <DinamickoTrenje>1</DinamickoTrenje>
      <UgaonoKocenje>1</UgaonoKocenje>
    </Objekat>
  </Objekat>
  <objekat>
    <Geometrija>Kutija</ Geometrija>
    <Tekstura>0</Tekstura>
    <Boja>0,0,0</Boja>
    <Pozicija>0,0,0</Pozicija>
    <Rotacija>0,0,0</Rotacija>
    <Skaliranje>1,1,1</Skaliranje>
    <Staticno>0</Staticno>
    <Materijal>Elastican</Materijal>
    <Rastegljivost>1</Rastegljivost>
    <Savitljivost>1</Savitljivost>
    <Gustina>1</Gustina>
    <Trenje>1</Trenje>
    <KoeffKidanja>1</KoeffKidanja>
  </Objekat>
</Scena>
```

```
<Pritisak>1</Pritisak>  
<KoefPrivTela>1</KoefPrivTela>  
<KoefSudara>1</KoefSudara>  
</Objekat>  
</Scena>
```

## 4. Razvojni alati

Od razvojnih alata će se koristiti Microsoft Visual Studio 2008 i C++ programski jezik. Od pomoćnih biblioteka, za grafički prikaz upotrebljavaće se Eipix UltraEngine, zasnovan na Microsoft DirectX tehnologiji, NVIDIA PhysX biblioteka za simuliranje fizičkih zakona pri interakciji objekata u sceni i TinyXML biblioteka za parsiranje XML dokumenata.