

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

*Projekt iz predmeta Računalna grafika  
Ak. god. 2018/19*

# **Simulator mekanih tijela**

***Autor:  
Juraj Fulir***

<b>O projektu</b>	<b>3</b>
<b>Upute za pokretanje</b>	<b>4</b>
Konfiguracijska datoteka	4
Upravljanje simulatorom	5
<b>Mogućnosti daljnjeg razvoja</b>	<b>6</b>
<b>Dostupnost implementacije</b>	<b>6</b>

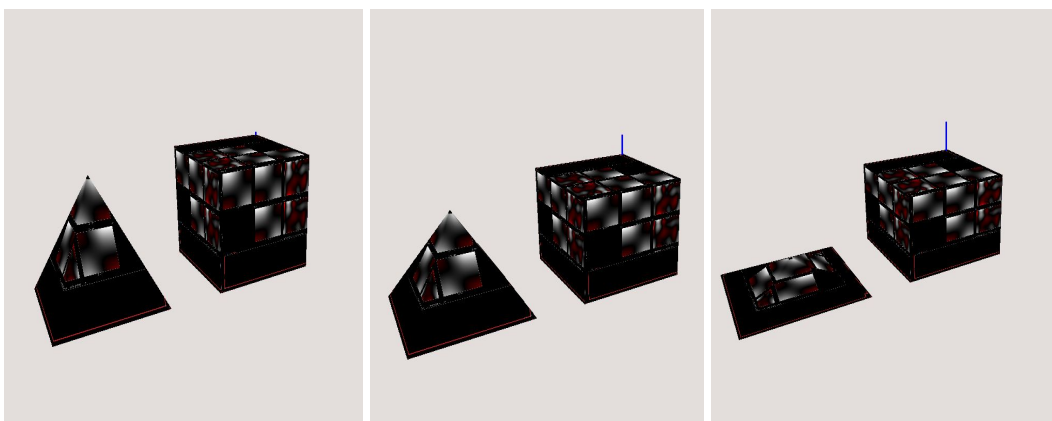
## O projektu

Simulator mekanih tijela je demonstracija ostvarivanja efekta mekanih tijela u OpenGL razvojnoj okolini. Program je konfigurabilan vanjskom datotekom zadanog formata. Simulator omogućuje pozicioniranje više mekanih tijela te simuliranje utjecaja gravitacijske sile na njih i prijelazne pojave do stabilizacije objekta.

Objekti trebaju biti definirani iznad tla, koje je definirano ravninom  $z=0$ . Pod utjecajem gravitacije padaju na tlo te se elastično odbijaju i sukladno deformiraju. Potrebno im je zadati masu, početnu poziciju te model *.obj* datotekom. Objektima je moguće zadati teksturu u *.bmp* formatu.

Efekt mekoće ostvaren je dodavanjem modela opruge između svaka dva čvora modela. Kako oscilacije ne bi trajale beskonačno i kako ne bi došlo do nestabilnosti simulacije, koristi se prigušenje opruga proporcionalno brzinama krajnjih čvorova. Za simulaciju raznih materijala moguće je podesiti i koeficijent odbijanja objekata od podloge.

Simulatoru je moguće konfigurirati parametre kao što su snaga i smjer gravitacije, snagu opruga i parametre stabilizacije animacije.



# Upute za pokretanje

Projekt je napisan jezikom C++ v14 i kompajlira se alatom CMake 3.8. Prikaz je izgrađen bibliotekom [OpenGL](#) 4.6.0. Za matični račun, projekt koristi [Eigen](#) 3.5. Nakon kompajliranja program je spreman za korištenje. Ulaz programa je putanja do konfiguracijske datoteke.

## Konfiguracijska datoteka

Konfiguracijskom datotekom definira se scena simulatora. Potrebno je definirati objekte koji će se prikazati, definicija ostalih parametara je opcionalna. Format definicije objekta je: `o <masa> <x> <y> <z> <putanja_do_modela.obj> <putanja_do_teksture>`. Ako se ne želi koristiti tekstura, potrebno je ostaviti znak `'_'`.

Konfiguracija ostalih parametara simulatora uključuje period iscrtavanja, broj iteracija Eulerove integracije između dva iscrtavanja, smjer i snagu gravitacije, konstantu opruga korištenih u objektima, konstantu prigušenja opruga, koeficijent prigušenja odbijanja objekta od tla i koeficijent odbijanja jednog objekta od drugog.

Primjer konfiguracijske datoteke:

```
# mass x y z model_file texture_file
o 10.0 0.0 0.0 1.0 ../res/objects/cube.obj
../res/textures/anfis.bmp # Define objects and their parameters
o 10.0 1.5 0.0 2.0 ../res/objects/pyramid.obj
../res/textures/anfis.bmp # (texture is optional, but leave an
'_')
o 10.0 0.0 1.5 10.0 ../res/objects/cube.obj _

rms 50                                # Refresh rate
eul 10                                # Euler iterations between draws

g 0.0 0.0 -2.0                        # gravitaciju vector
k 300                                  # Spring constant
kt 50                                  # Spring velocity decay
grb 0.9                                # Ground rebound coef
orb 1e-6                               # Object rebound coef
```

## Upravljanje simulatorom

Simulator je moguće upravljati tipkovnicom i mišem. Slijedi popis tipki i akcija:

Tipka	Akcija
space	Nastavi/zaustavi simulaciju
+	Povećaj gravitaciju za 0.1
-	Smanji gravitaciju za 0.1
a	Pomakni kameru po x za +1
d	Pomakni kameru po x za -1
q	Pomakni kameru po y za +1
e	Pomakni kameru po y za -1
w	Pomakni kameru po z za +1
s	Pomakni kameru po z za -1
o	Povećaj fovy za 10
u	Smanji fovy za 10
i	Približi kameru centru
k	Udalji kameru od centra
j	Zakreni ulijevo oko centra
l	Zakreni udesno oko centra
x	Prikaži/sakrij žičani prikaz modela
mouse_left_key	Zakreni ulijevo oko centra
mouse_right_key	Zakreni udesno oko centra
mouse_scroll_up	Približi kameru centru
mouse_scroll_down	Udalji kameru od centra

## Mogućnosti daljnjeg razvoja

- Izvršavanje matričnih operacija na grafičkim karticama
- Uporaba snažnijeg numeričkog integratora za veću preciznost (Runge-Kutta)
- Ispunjavanje objekta idealnim plinom ([Pressure Model of Soft Body Simulation](#), [A general model for soft body simulation in motion](#))
- Model za upravljanje kolizijama (slaganje i sudari)
- Vizualizacija opterećenja na žičanom modelu (detekcija kritičnih komponenti)
- Eksplicitno dodavanje opruga proširenim *.obj* formatom

## Dostupnost implementacije

Implementacija je dostupna na GitHub repozitoriju i sadrži ažurne upute za korištenje:

<https://github.com/lirfu/SoftBodies>