

Выпускная квалификационная работа

Система физического моделирования на основе
априорного подхода обнаружения столкновений

Владислав Прекель

ИКИТ СФУ
КИ18-166

Красноярск
20 июня 2022 г.

Априорный подход

Основан на том, что можно найти время столкновения через уравнение (1):

$$distance(t) = r_1 + r_2 \quad (1)$$

где $distance(t)$ – расстояние между центрами двух тел в момент времени t ;

r_1 – радиус первого тела;

r_2 – радиус второго тела.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка физического движка, использующего априорный подход для обнаружения столкновений.

1 Теоретические сведения

$$\vec{a} = -\frac{\vec{v}_0}{|\vec{v}_0|} \mu g \quad (2)$$

$$x(t) = \begin{cases} x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}, & 0 \leq t < \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}, \\ x_0 + \frac{v_{0x}|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|} + \frac{a_x |\vec{v}_0|^2}{2|\vec{a}|^2}, & t \geq \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}. \end{cases} \quad (3)$$

$$y(t) = \begin{cases} y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}, & 0 \leq t < \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}, \\ y_0 + \frac{v_{0y}|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|} + \frac{a_y |\vec{v}_0|^2}{2|\vec{a}|^2}, & t \geq \frac{|\vec{v}_0|}{|\vec{a}|}. \end{cases} \quad (4)$$

$$\sqrt{(x_1(t) - x_2(t))^2 + (y_1(t) - y_2(t))^2} = r_1 + r_2 \quad (5)$$

где $x(t)$, $y(t)$ – координаты положения тела в момент времени t ;

x_0 , y_0 – координаты начального положения тела;

\vec{v}_0 – вектор начальной скорости тела;

\vec{a} – вектор ускорения тела;

m – масса тела;

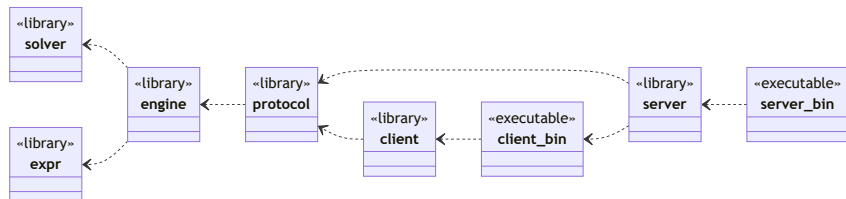
μ – коэффициент трения тела;

r – радиус тела.

2 Используемые технологии


- ▶ OCaml – язык программирования;
- ▶ Js_of_ocaml – компилятор OCaml в JavaScript;
- ▶ Lwt – библиотека для конкурентного программирования;
- ▶ Core – стандартная библиотека;
- ▶ Dream – web-фреймворк;
- ▶ ppx_inline_test, ppx_expect – библиотеки юнит-тестирования;
- ▶ Sexplib – библиотека для сериализации и десериализации S-выражений;
- ▶ Bulma – CSS-фреймворк;
- ▶ Dune, opam – система сборки и пакетный менеджер;
- ▶ VS Code, OCaml Platform – среда разработки и плагин для работы с OCaml.

3 Программная реализация



Название подпроекта	Описание	Пункт и стр. ВКР
solver	Численное решение алгебраических уравнений	3.1, с. 31
expr	Символьные вычисления	3.2, с. 34
engine	Движок	3.3, с. 39
client	Клиентская часть приложения	3.4, с. 47
client_bin		
protocol	Общая часть приложения	3.5, с. 50
server	Серверная часть приложения	
server_bin		

4 Интерактивная демонстрация возможностей

chapgame 

Offline Online

State

Time 30.28


Calculation ∞

☒ Time

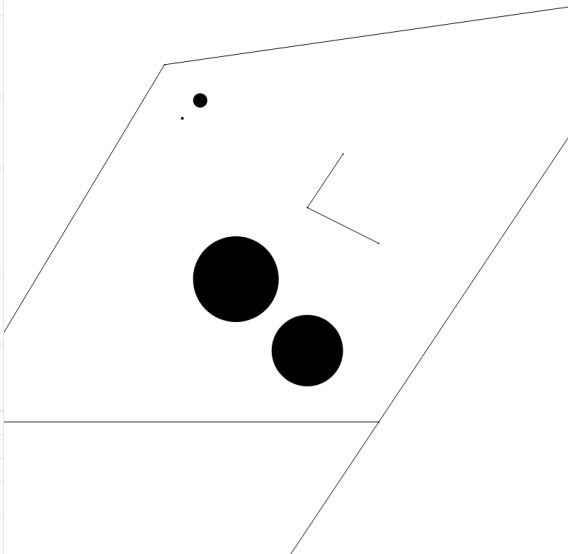
☒ Quantity


Speed 1.00

Bodies

id		x	y	μ	m	r
0	<input checked="" type="checkbox"/>	500.00	500.00	30.00	10800.00	60.00
1	<input checked="" type="checkbox"/>	600.00	600.00	20.00	7500.00	50.00
2	<input checked="" type="checkbox"/>	450.00	250.00	10.00	300.00	10.00
3	<input checked="" type="checkbox"/>	425.00	275.00	50.00	12.00	2.00

Lines



chapgame 

Offline Online

State

Copy/Paste Clear Stats

Time 38.80

-1 0 +1 38.78

Calculation 47.87

☒ Time 10.00

☒ Quantity 25

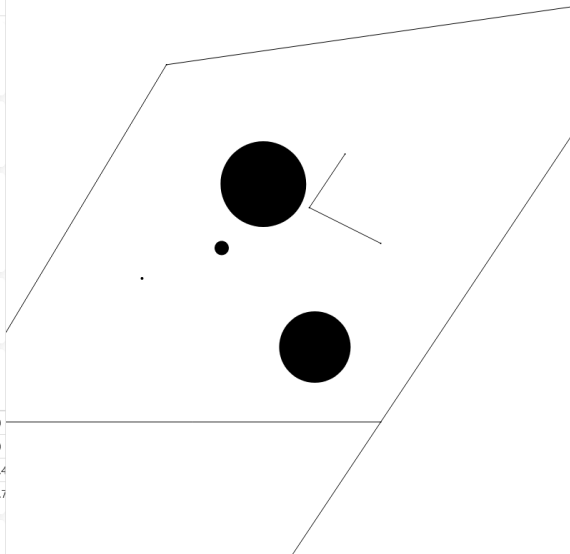
Speed 1.00

-0.1 -1x 1x +0.1 1.00

Bodies Add

	μ	m	r	v_x	v_y	$ v $
06	30.00	10800.00	60.00	0.00	0.00	0.00
08	20.00	7500.00	50.00	0.00	0.00	0.00
01	10.00	300.00	10.00	176.02	-220.92	282.4
04	50.00	12.00	2.00	534.77	-341.99	634.7

Lines Add



Решённые задачи

Были выполнены все поставленные задачи, а именно:

- ▶ в разделе 1 определена модель и систематизирована математическая база, требующаяся для реализации движка;
- ▶ в разделе 2 проведён обзор используемых технологий при разработке;
- ▶ в разделе 3 описана программная реализация физического движка и интерактивной демонстрацию его работы;
- ▶ в разделе 4 продемонстрирована работа движка на примерах и обозначены возможности развития.

Выпускная квалификационная работа

Система физического моделирования на основе
априорного подхода обнаружения столкновений

Владислав Прекель

ИКИТ СФУ
КИ18-166

Красноярск
20 июня 2022 г.