

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

## Метод візуалізації процесу анімації скелету людини на основі контрольних точок

Кваліфікаційна робота  
Другий рівень (магістр)

**Автор**

Шулінус О.А.  
ст. гр. КСМм-22-1

**Керівник**

Барковська О.Ю.  
доц. каф. ЕОМ

1

Актуальність  
кваліфікаційної  
роботи

Проблематика ключових аспектів:

- Нереалістичність рухів
- Обмежена гнучкість та адаптивність
- Великі обсяги даних
- Час рендерингу
- Вартість та доступність

Сфери застосування:

- Відеогеймінг
- Кіно та анімація
- Медична симуляція
- Виробництво реклами
- Віртуальна (VR) та доповнена реальність (AR)

2

## Мета кваліфікаційної роботи

Метою даного дослідження є вдосконалення методу візуалізації анімації скелету людини в середовищі Blender 3D на основі контрольних точок за рахунок поєднання покадрової анімації та семплування.

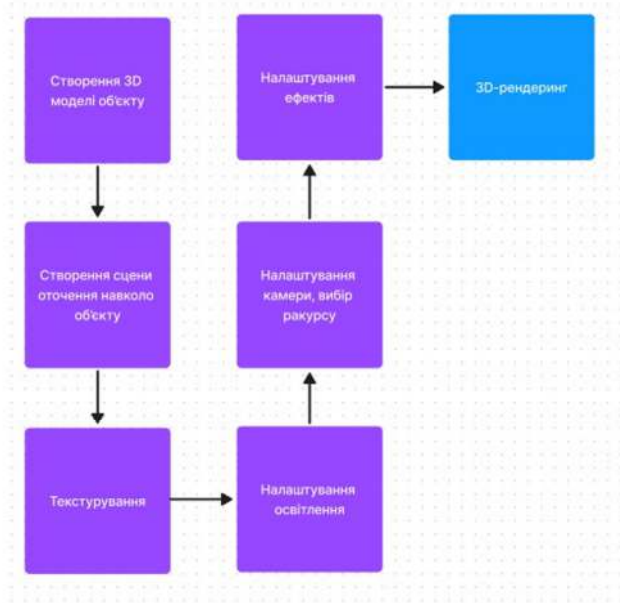
3

## Задачі кваліфікаційної роботи

- адаптація запропонованого підходу для прискореної анімації скелету на різних типах обчислювальних систем (система із масовим паралелізмом та гібридна обчислювальна система);
- експериментальне дослідження впливу кількості семплів на плавність переходів між кадрами;
- експериментальне дослідження впливу кількості семплів на час виконання візуалізації;
- тестування запропонованого рішення;
- аналіз отриманих результатів.

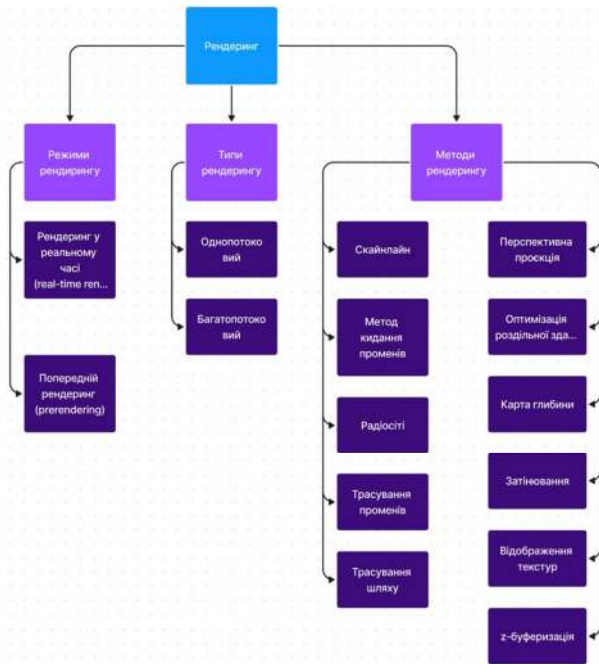
4

# Огляд проблемної області



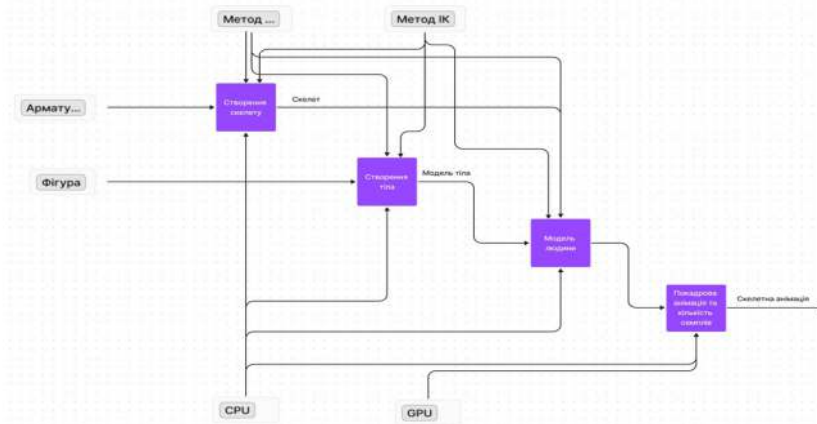
5

# Огляд проблемної області



6

## Рішення поставленої задачі



Функціональна діаграма запропонованого підходу для прискорення анімації

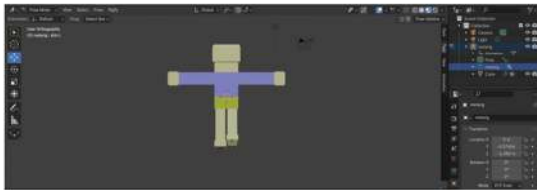
7

## Суб'єктивна візуальна оцінка плинності рухів скелета при різній кількості семплів

Кількість семплів	Опис плинності рухів
30	При 30 семплах рухи скелета відчуються досить ривковими і нестабільними. Моменти переміщення здаються дещо дискретними.
60	Зі збільшенням кількості семплів до 60 спостерігається певне поліпшення. Рухи стають більш плинними, але залишаються помітні переходи між семплами.
128	При 128 семплах рухи стають помітно більш плинними та природними. Переходи між кадрами стають менш помітними.
256	Збільшення кількості семплів до 256 призводить до високої плинності. Рухи виглядають природними і безперервними, без помітних перерв.
512	При 512 семплах рухи скелета стають надзвичайно плинними. Переходи між кадрами практично невидимі, що надає їм високий реалістичний характер.

8

## Отримані результати анімації скелету



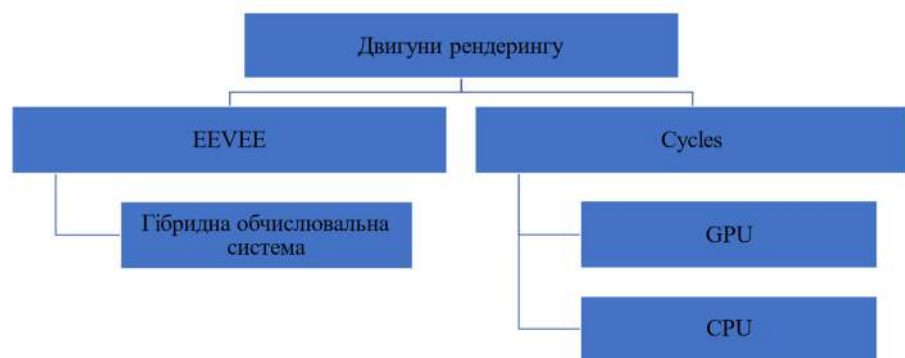
Модель людського тіла



Арматура скелету людини

9

## Планування експерименту



Дослідження залежності часу візуалізації скелетної анімації у залежності від типу обчислювача, кількості семплів та FPS

10

## Аналіз отриманих результатів

Формат анімації		Кількість кадрів	Кількість семплів	Кадрова частота	Час рендерингу	
PNG	AVI				PNG	AVI
PNG	AVI	250	60	30	0:01:25	0:02:05
PNG	AVI	250	128	30	0:07:55	0:12:50
PNG	AVI	500	60	30	0:04:16	0:07:21
PNG	AVI	500	128	30	0:15:34	0:27:45
PNG	AVI	1000	60	30	0:09:23	0:16:27
PNG	AVI	1000	128	30	0:28:35	0:52:45

Порівняльні значення рендерингу скелетної анімації за допомогою двигуна EEVEE використовуючи гібридне обчислювальне середовище (CPU+GPU)

11

## Аналіз отриманих результатів

Формат анімації		Кількість кадрів	Кількість семплів	Кадрова частота	Час рендерингу	
PNG	AVI				PNG	AVI
PNG	AVI	250	60	30	0:01:50	0:02:08
PNG	AVI	250	128	30	0:07:35	0:10:12
PNG	AVI	500	60	30	0:05:05	0:07:40
PNG	AVI	500	128	30	0:16:15	0:25:30
PNG	AVI	1000	60	30	0:10:02	0:16:32
PNG	AVI	1000	128	30	0:29:45	0:51:27

Порівняльні значення рендерингу скелетної анімації за допомогою двигуна Cycles з обчисленнями на CPU

12

## Аналіз отриманих результатів

Формат анімації		Кількість кадрів	Кількість семплів	Кадрова частота	Час рендерингу	
PNG	AVI				PNG	AVI
PNG	AVI	250	60	30	0:00:58	0:00:86
PNG	AVI	250	128	30	0:05:25	0:08:25
PNG	AVI	500	60	30	0:04:76	0:06:54
PNG	AVI	500	128	30	0:12:27	0:22:20
PNG	AVI	1000	60	30	0:7:15	0:14:45
PNG	AVI	1000	128	30	0:22:67	0:50:25

Порівняльні значення рендерингу скелетної анімації за допомогою двигуна Cycles з обчисленнями на GPU

13

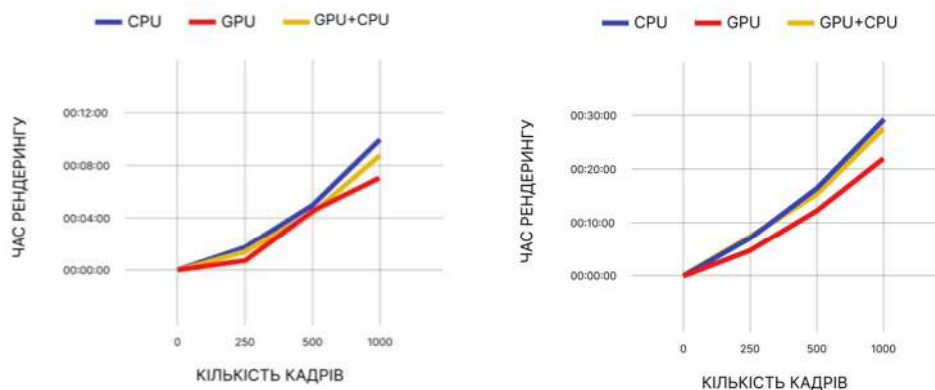
## Аналіз отриманих результатів

Кількість кадрів	Кількість семплів	Прискорення рендерингу		
		GPU	CPU	GPU+CPU
250	60	31%	26%	39%
250	128	34%	28%	40%
500	60	39%	32%	43%
500	128	45%	36.7%	44.2%
1000	60	50%	39%	45%
1000	128	55%	42.5%	46%

Аналіз отриманого прискорення при виконанні скелетної анімації на різних типах обчислювальних систем на GPU, CPU та на гібридній обчислювальній системі

14

Порівняльний графік залежності часу виконання скелетної анімації від кількості семплів для CPU та GPU при: а) 60 семплах, б) 128 семплах



а)

б)

15

## Висновки

Проведений аналіз традиційних метрик скелетної анімації дозволив визначити слабкі та сильні сторони існуючих методів, а також виявити області для подальшого вдосконалення.

Досліджено вплив кількості семплів на плавність переходів між кадрами та час виконання візуалізації. Визначено оптимальні параметри для досягнення балансу між якістю та ефективністю.

Вдосконалення методу візуалізації скелетної анімації за допомогою адаптації для GPU дозволило суттєво підвищити продуктивність та швидкодію.

Використання графічного процесора виявилось ключовим аспектом у досягненні цього покращення, який показав результат швидкодії рендерингу на 43% починаючи з мінімальних показників до максимального, в той час як прискорення гібридної системи збільшилося лише 15,2%.

16

Апробація  
результатів  
дослідження



Barkovska O., Shulinus O., Rosinskiy D., Lebodkin Y., Serdechnyi V.  
Research on Model Rendering Performance in Blender 3D Using Massively  
Parallel Systems //2023 IEEE East-West Design & Test Symposium  
(EWDTS) – IEEE, 2023. – С. 1-5.