

Міністерство культури та інформаційної політики
України
Харківська державна академія дизайну і мистецтв
Кафедра мультимедійного дизайну

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ДИСЦИПЛІНИ ДИЗАЙН ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

для студентів 2 курсу
СВО: Бакалавр
Галузь знань: 02 «Культура і мистецтво»
Спеціальності: 022 «Дизайн»
Освітньо-професійна програма «Мультимедійний
дизайн»



Харків 2023

Методичні рекомендації з дисципліни «Дизайн доповненої реальності» для студентів 2 курсу спеціальності 022 «Дизайн». Освітньо-професійна програма «Мультимедійний дизайн». –Х.: ХДАДМ, 2023. – 35с.

УКЛАДАЧ:

МАЛИНІНА І.О., доцент, кандидат педагогічних наук.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Северін В.Д. Кандидат мистецтвознавства

доцент каф. Дизайну середовища ХДАДМ

Чаус Д. В. Доцент каф. Образотворчого мистецтва

ХНПУ ім. Г.С.Сковороди

Методичні рекомендації призначено для організації аудиторної і самостійної роботи студентів під час вивчення дисципліни «Дизайн доповненої реальності» з метою сприяти оволодінню студентами термінології і технології д. У якості ілюстративного матеріалу використано знімки екранів кращих світових анімацій, а також кращих робіт студентів ХДАДМ в цій технології.

Затверджено кафедрою «Мультимедійний дизайн»,
протокол № 15 від «14» 04. 2023 р.

Рекомендовано до друку методичної ради ХДАДМ
протокол № _____ від «26» 04. 2023 р

© Харківська державна академія
дизайну і мистецтв, 2023 р.

© Малніна І.О. 2023 р

ЗМІСТ

МЕТА І ЗАДАЧІ КУРСУ	4
ЗАВДАННЯ.....	4
Створення доповненої реальності:	4
ФОРМАТ ДИСЦИПЛІНИ	4
1 МОДУЛЬ.....	5
2 МОДУЛЬ	5
РОЗПОДІЛ ТА ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ	8
РОЗКЛАД ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ ДИСЦИПЛІНИ	9
ФОРМАТ СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ	14
ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ	14
Розділ 1. ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	16
Тема 1. ПОНЯТТЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.	16
Тема 2. ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В СУЧАСНОМУ МИСТЕЦТВІ	38
Тема 3. ЯК ЗРОБИТИ АНІМАЦІЮ КАРТИНИ В	56
AFTER EFFECTS -PHOTOSHOP	56
Тема 4. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ	85
Тема 5. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ AR, VR, MR	116
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	149

МЕТА І ЗАДАЧІ КУРСУ

Метою дисципліни «Доповнена реальність» є поглиблення професійних навичок студентів шляхом надання їм об'єму знань щодо сучасного програмного забезпечення для здійснення проектної діяльності.

На лекційних і семінарських заняттях студенти здобувають навички створення доповненої реальності та її анімації, сформулюють уявлення про термінологію та основні поняття, що використовуються в теорії та практиці технологій доповненої реальності (AR), систематизують знання про апаратні, програмні та методичні ресурси, необхідні для реалізації проектів доповненої реальності, отримують практичні навички з анімації творів мистецтва з можливістю подальшого впровадження результатів роботи у власну проектну діяльність за допомогою доповненої реальності. Опанування цих знань посилює професійні компетенції студентів і збагачує арсенал навичок молодих дизайнерів новітнім інструментарієм, який є необхідним для якісної підготовки дипломних проектів та майбутньої професійної діяльності

Задачами дисципліни є наступні:

- формування уявлень щодо сучасного програмного інструментарію мультимедійного дизайнера;
- розкриття особливостей роботи спеціалізованого програмного забезпечення; опанування навичок дизайну доповненої реальності, та її анімації.

ЗАВДАННЯ

Створення доповненої реальності:

1. Анімаційний ролик до картини.
2. Анімаційний ролик до графіті міста.
3. Анімаційний ролик до поліграфічної продукції.
4. Анімаційний ролик до картини (старовинної) з використанням сучасних гаджетів.

ФОРМАТ ДИСЦИПЛІНИ

Тема і зміст матеріалу розкриваються у процесі

проведення лекційних та практичних занять. Практичні заняття здійснюються у вигляді вправ за принципом мультимедійних технологій. Самостійна робота студентів спрямована на закріплення лекційних тем та підготовку до практичних занять. Додаткові практичні завдання для самостійної роботи не передбачено, але ініціатива вітається та заохочується додатковими балами.

ОПИС І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна спрямована на опанування студентами навичок та знань новітніх мультимедійних технологій, та вивчається протягом одного семестру на 2-му курсі (4 кредити ECTS, 120 навчальні години, з них: аудиторні лекційні (30 годин), практичні заняття (30 годин), самостійна робота (60 години). Структура дисципліни складається з 2-х модулів: 3 в осінньому семестрі. Програмна задача кожного модулю полягає у поетапному опануванні студентами навичок щодо оволодіння дизайну доповненої реальності, налаштуванні мультимедійного зображення, розуміння внутрішніх устроїв програмного забезпечення. Перевірка рівня і якості отриманих знань здійснюється у процесі виконання практичних робіт. Дисципліна структурується з 2-х модулів, які містять 5 тематичних лекцій по (6години).

1 МОДУЛЬ

Етап 1. Створення доповненої реальності: Анімаційний ролик до картини.

Етап 2 Створення доповненої реальності: Анімаційний ролик до графіті міста.

2 МОДУЛЬ

Етап 3. Створення доповненої реальності: Анімаційний ролик до поліграфічної продукції.

Етап 4. Створення доповненої реальності: Анімаційний ролик до картини (старовинної) з використанням сучасних гаджетів.

Дисципліна забезпечує загальні та спеціальні (фахові) компетентності:

ЗК 1. Розуміння предметної галузі та розуміння професійної діяльності, здатність застосовувати набуті знання у практичних ситуаціях.

ФК 7. Здатність використовувати сучасне програмне забезпечення для створення об'єктів дизайну.

ФК 11. Здатність до планування та організації власної професійної діяльності, досягнення успіху у професійній кар'єрі, розробки та представлення візуальні презентації, портфоліо власних творів, володіння підприємницькими навичками для провадження дизайн-діяльності.

ФК 14. Здатність до володіння навичками та прийомами створення фотографії та фотографіки, відео монтажу і озвучення.

ФК 22. Здатність використовувати теоретичні знання та практичні навички для розробки проєктів у віртуальній, доповненій та змішаній реальності; професійно ув'язувати реальний світ у реальному часі з інтерактивними цифровими зображеннями засобами сучасних технологій.

ФК 23. Здатність професійно використовувати сучасні інформаційні технології у різних сферах мультимедійного дизайну: ігрової індустрії, доповненої реальності, віртуального простору, фрактальної анімації, штучного інтелекту; створювати та використовувати анімовану візуалізацію фрактальних просторів із використанням художньо-естетичних навичок.

Програмні результати навчання:

ПРН 11. Вирішувати функціональні завдання з урахуванням властивостей матеріалів та конструктивних побудов, застосовувати новітні технології у створенні сучасного дизайн-продукту.

ПРН 19. Розробляти та представляти результати роботи у професійному середовищі, розуміти етапи досягнення успіху у професійній кар'єрі, враховуючи сучасні тенденції ринку праці, проводити дослідження ринку, обирати відповідну бізнес-модель і розробляти бізнес-

план професійної діяльності у сфері мультимедійного дизайну.

ПРН 21. Орієнтуватись у основних правилах, схемах і технологіях проведення фотозйомки в умовах природного та штучного освітлення, застосовувати особливості основних видів фотографії, засоби редагування та графічної обробки фотографічних зображень.

ПРН 28. Розробляти, формувати та контролювати основні етапи виконання проєктів у віртуальній, доповненій та змішаній реальності у межах проєктних концепцій. Застосовувати інноваційні методи і технології роботи у різних сферах мультимедійного дизайну: ігровій індустрії, доповненій реальності, віртуальному простору, фрактальній анімації, штучному інтелекті.

РОЗПОДІЛ ТА ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

№ п / п	Назва розділів, тем лекцій	Кільк. годин	Анонс лекційного матеріалу
Розділ 1. ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ			
1.	<u>Тема 1:</u> Поняття доповненої реальності.	6	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Історія,</i> • <i>Різниця між VR, MR і AR;</i> • <i>Сфери застосування і Обмеження технології;</i> • <i>Засоби розробки додатків доповненої реальності.</i>
2.	<u>Тема 2:</u> Використання доповненої реальності в сучасному мистецтві	6	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Історична довідка з розвитку доповненої реальності.</i> • <i>Аналіз основних напрямів використання доповненої реальності у сучасному мистецтві.</i> • <i>Використання доповненої реальності у музеях та виставкових залах.</i> • <i>Використання доповненої реальності в міському мистецькому туризмі.</i> • <i>Використання доповненої реальності в кіноіндустрії.</i> • <i>Використання доповненої реальності у сучасних концертах.</i> • <i>Використання доповненої реальності на телебаченні.</i>
3.	<u>Тема 3:</u> Як зробити анімацію картини в After Effects - Photoshop	6	<ul style="list-style-type: none"> • <i>робота у програмі Photoshop</i> • <i>робота у програмі After Effects</i>
Розділ 2. Програмне забезпечення та технічні засоби AR, VR, MR			
4.	<u>Тема 4:</u> Програмне забезпечення для проектування засобів доповненої реальності	6	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Програмне забезпечення для проектування засобів Доповненої Реальності;</i> • <i>Додатком Artivive</i> • <i>Платформа Microsoft Windows</i>

			<i>Mixed Reality</i>
5.	<u>Тема 5:</u> Технічні засоби AR, VR, MR	6	<p><i>Технічні засоби AR, VR, MR; Окуляри доповненої реальності провідних виробників –</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Google Glass;</i> • <i>Microsoft Hololens;</i> • <i>Project NorthStar;</i> • <i>MagicLeapOne;</i> • <i>EpsonMoverio BT-300;</i> • <i>IntelVaunt;</i> <p><i>Лазери і Пристрої відстеження;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>AR Інтерфейси;</i> <p><i>Пристрої VR.</i></p>

** Матеріали лекцій підлягають перманентному оновленню і доповненнями з відповідним коригуванням.*

РОЗКЛАД ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ ДИСЦИПЛІНИ

Дата	Тема	Вид заняття	Зміст	Годин	Рубіжний контроль	Деталі
1	2	3	4	5	6	7
1-й семестр (для 1-го курсу магістратури)						
Модуль 1						
4-5 тиждень	1	практичні заняття	<u>Завдання 1.</u> Обрання картини до створення анімації; раскадровка. Робота з Photoshop; Робота з After Effects.	6	Завдання на підготовку файлу Photoshop до анімації After Effects. Створення анімації у After Effects (20 сек).	
6-7 тиждень	2	практичні заняття	<u>Завдання 2.</u> Обрання графіті (міське середовище) до створення анімації; раскадровка. Робота з Photoshop;	6	Завдання на підготовку файлу Photoshop до анімації After Effects. Створення анімації у After Effects	

			Робота з After Effects.		(20 сек).	
8 тижде нь	3	практичні заняття	Робота в додатку Artivive	3	Завантаження відео файлів до додатку Artivive	
Модуль 2						
11-12 тижде нь	3	практичні заняття	Обрання поліграфічної продукції до створення анімації; раскадровка. Робота з Photoshop; Робота з After Effects.	6	Завдання на підготовку файлу Photoshop до анімації After Effects. Створення анімації у After Effects (20 сек).	
13-14 тижде нь	4	практичні заняття	Обрання картини історичного класичного мистецтва до створення анімації (сучасні гаджети та пристрої); раскадровка. Робота з Photoshop; Робота з After Effects.	6	Завдання на підготовку файлу Photoshop до анімації After Effects. Створення анімації у After Effects (20 сек).	
15 тижде нь	3	практичні заняття	Робота в додатку Artivive	3	Екзаменаційний перегляд	

РОЗКЛАД КУРСУ

Дата	Тема	Вид заняття	Зміст	Годин	Рубіжний контроль	Деталі
1	2	3	4	5	6	7
1-й семестр (для 1-го курсу магістратури)						
Модуль 1						
1 тижде нь	1	лекція	<u>Тема 1:</u> Поняття доповненої реальності.	6	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Історія,</i> • <i>Різниця між VR, MR і AR;</i> • <i>Сфери</i> 	

					застосування і Обмеження технології; • Засоби розробки додатків доповненої реальності.	
2 тижде нь	2	лекція	<u>Тема 2:</u> Використанн я доповненої реальності в сучасному мистецтві	6	<ul style="list-style-type: none"> • Історична довідка з розвитку доповненої реальності. • Аналіз основних напрямів використання доповненої реальності у сучасному мистецтві. • Використання доповненої реальності у музеях та виставкових залах. • Використання доповненої реальності в міському мистецькому туризмі. • Використання доповненої реальності в кіноіндустрії. • Використання доповненої реальності у сучасних концертах. • Використання доповненої реальності на телебаченні. 	
3	3	лекція	<u>Тема 3:</u> Як	6	• робота у	

тижде нь			зробити анімацію картини в After Effects - Photoshop		<i>програмі Photoshop</i> • <i>робота у програмі After Effects</i>	
4 -5 тижде нь	1	практи чні занятт я	<u>Завдання 1.</u> Обрання картини до створення анімації; раскадровка. Робота з Photoshop; Робота з After Effects.	6	Завдання на підготовку файлу Photoshop до анімації After Effects. Створення анімації у After Effects (20 сек).	
6-7 тижде нь	2	практи чні занятт я	<u>Завдання 2.</u> Обрання графіті (міське середовище) до створення анімації; раскадровка. Робота з Photoshop; Робота з After Effects.	6	Завдання на підготовку файлу Photoshop до анімації After Effects. Створення анімації у After Effects (20 сек).	
8 тижде нь	3	практ ичні занят тя	Роботав додатку Artivive	3	Завантаження відео файлів до додатку Artivive	
Модуль 2						
9 тижде нь	4	лекція	<u>Тема 4:</u> Програмне забезпечення для проектування засобів доповненої реальності.	6	• <i>Програмне забезпечення для проектування засобів Доповненої Реальності;</i> • <i>Додатком Artivive</i> • <i>Платформа Microsoft Windows Mixed Reality</i>	

10 тижде нь	5	лекція	<u>Тема 5:</u> Технічні засоби AR, VR, MR	6	<i>Технічні засоби AR, VR, MR; Окуляри доповненої реальності провідних виробників –</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Google Glass;</i> • <i>Microsoft Hololens;</i> • <i>Project NorthStar;</i> • <i>MagicLeapOne;</i> • <i>EpsonMoverio BT-300;</i> • <i>IntelVaunt;</i> • <i>Лазери i</i> <i>Пристрої відстеження;</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>AR</i> <i>Інтерфейси; Пристрої VR.</i>	
11-12 тижде нь	3	практичні заняття	Обрання поліграфічної продукції до створення анімації; раскадровка. Робота з Photoshop; Робота з After Effects.	6	Завдання на підготовку файлу Photoshop до анімації After Effects. Створення анімації у After Effects (20 сек).	
13-14 тижде нь	4	практичні заняття	Обрання картини історичного класичного мистецтва до створення анімації (сучасні гаджети та пристрої); раскадровка. Робота з Photoshop; Робота з After	6	Завдання на підготовку файлу Photoshop до анімації After Effects. Створення анімації у After Effects (20 сек).	

			Effects.			
15 тижде нь	3	практичні заняття	Роботав додаткуArtive	3	Екзаменаційний перегляд	

ФОРМАТ СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

Рубіжний контроль знань здійснюється шляхом виконання практичних завдань. Вітається ініціатива поєднання отриманих навичок з дизайн-проектуванням, яка відповідає змісту дисципліни і може бути корисною для розвитку студента. Підсумковою формою контролю опанування і закріплення знань з дисципліни «Робота в анімаційних матеріалах» є екзаменаційні перегляди, що проводяться по закінченню кожного семестру. Загальна оцінка виставляється за результатами виконання практичних робіт, а також з урахуванням регулярності відвідування занять. На оцінку може позитивно вплинути активність студента в творчому розкритті технічного блоку дисципліни.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

Національна	Бали	ECTS	Диференціація А (внутрішня)	Національна	Бали	ECTS
відмінно	90-100	A	A++ 98-100	задовільно	64-74	D
			A+ 95-97		60-63	E
			A 90-94	незадовільно	35-59	FX
добре	82-89	B		незадовільно (повторне)	0-34	F
	75-81	C				

				проходжен ня)		
--	--	--	--	------------------	--	--

Репозитарій ХДАДМ

Розділ 1. ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.

ЛЕКЦІЯ 1.

Тема 1. ПОНЯТТЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.

План

- *Історія,*
- *Різниця між VR, MR і AR;*
- *Сфери застосування і Обмеження технології;*
- *Засоби розробки додатків доповненої реальності.*

Поняття доповненої реальності.

Доповнена реальність - це техніка візуалізації, яка має справу з комбінуванням об'єктів реального світу і інформації, згенерованої за допомогою комп'ютера. Основна ідея доповненої реальності полягає в поєднанні реальності з віртуальною реальністю. У загальному сенсі така інформація як зображення, аудіо, gps дані накладаються на навколишнє оточення реального світу, створюючи доповнену середу.

Вчені в даній області виділяють три основних функціональних характеристики її доповненої реальності: 1) комбінування об'єкти реального світу з віртуальними елементами, які 2) взаємодіють в реальному часі, і які 3) відображені на будь-якому дисплеї з урахуванням положення в просторі (координати і кут нахилу).

Різниця між VR, MR і AR

Наведемо базові визначення VR, MR і AR:

- Віртуальна реальність (VR): штучний світ, в якому ви взаємодієте з віртуальними об'єктами
- Доповнена реальність (AR): віртуальні об'єкти, додані в реальний світ (наприклад, покемони в грі Pokemon GO)
- Змішана реальність (MR): реальні об'єкти додані в віртуальний світ, або віртуальні об'єкти, додані в реальний світ, або просто віртуальні об'єкти в віртуальному світі

Таким чином, «змішана реальність» - цетермін, який тільки набирає силу. MR стирає межу між реальними і віртуальними світом, народжуючи нові всесвіти для

кожного користувача. І Windows Mixed Reality від Microsoft дозволяє корпорації отримати серйозний заділ в гонці шоломів і гаджетів для MR.

Класифікація отримала назву таксономії Мілгрема-Кішіно (рис.1.1):

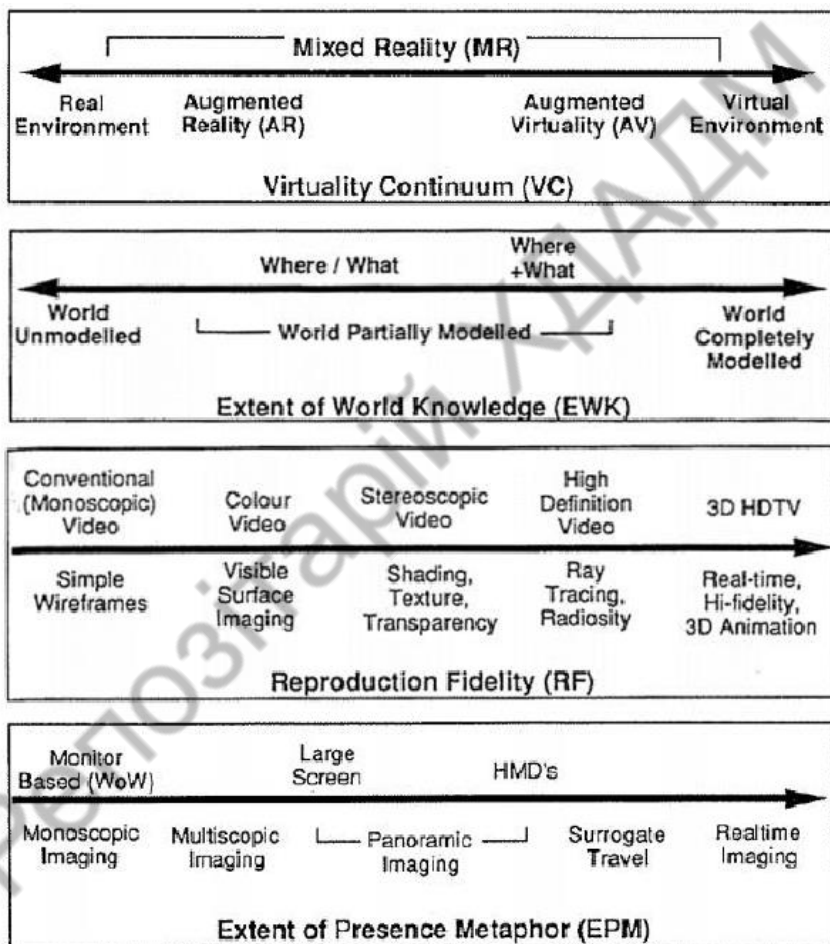


Рис. 1.1. Класифікація видів синтетичної реальності

Історія доповненої реальності

1962 рік. Мортон Хейліг (англ. Morton Heilig) представив перший прототип мультисенсорного симулятора, який

він називав «Сенсорам» (Sensorama) (рис.1.2). Сенсорам занурювала глядача в віртуальну реальність за допомогою коротких фільмів, які супроводжувалися запахами, вітром (за допомогою фена) і шумом мегаполісу з аудіозаписи.



Рис. 1.2. «Сенсорам»

Айвен Сазерленд створив «Sketchpad» і представив на ньому перший графічний користувальницький інтерфейс.

Мортон Хейліг запатентував перший закріплюється на голові дисплей, який ніколи не був проведений.
1966 рік. Айвен Сазерленд розробив «Ultimate Display» (рис.1.3) на основі електронно-променевої трубки.

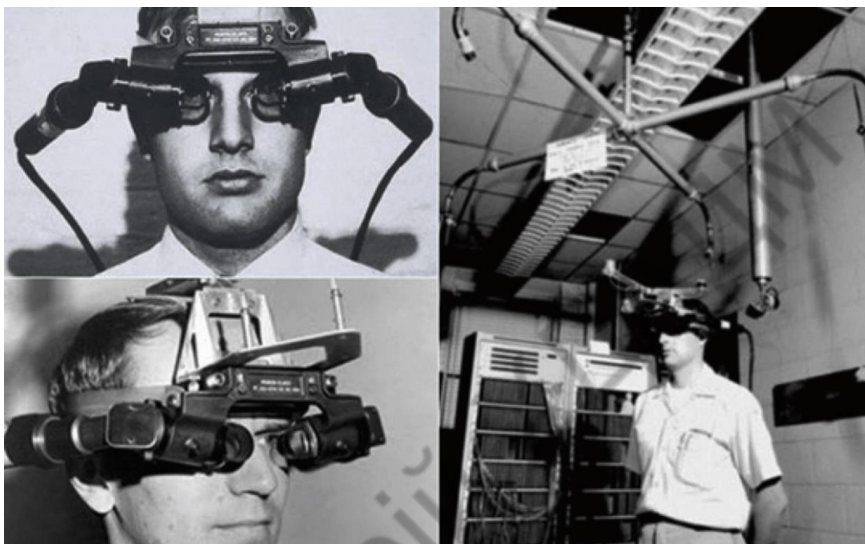


Рис. 1.3. «Ultimate Display»

1975 рік. Майрон Крюгер спільно зі своїми колегами відкрив «Лабораторію штучної реальності».
1980 рік. Стів Манн розробив переносний комп'ютер (рис.1.4).



Рис. 1.4. «Wearable computer»

Джарон Ланье програмист-вчений в області візуалізація даних, біометрії, і біометричних технологій ввів термін «віртуальна реальність».

1990 рік. Термін «доповнена реальність» був запропонований Томом Коделом, імовірно працювали дослідником на корпорацію Boeing.

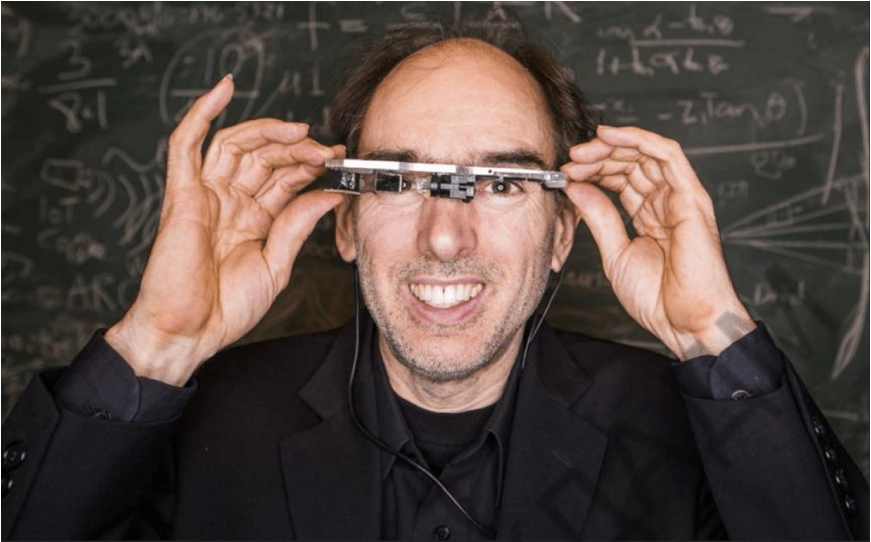


Рис. 1.4.а «Boeing»

1992 рік. Л. Розенберг розробив першу функціонуючу систему доповненої реальності «Virtual fixtures».

1998 рік. Рамеш Раскал, Грег Велш і Генрі Фаншо розробили «Просторову доповнену реальність». Дана технологія доповнює об'єкти реального світу без використання спеціальних дисплеїв, таких як монітори, монтовані на голові. Просторова доповнена реальність використовує проектори для відображення графічної інформації на фізичні об'єкти (приклад див. рис.1.5).

Таким чином, дисплей відділений від користувачів системи, що дозволяє спільно в групі працювати над одним завданням.



Рис. 1.5. Проектування зображення на реальний об'єкт

1999 рік. Хироказу Като розробив безкоштовну бібліотеку ARToolkit, яка використовує алгоритми комп'ютерного зору.

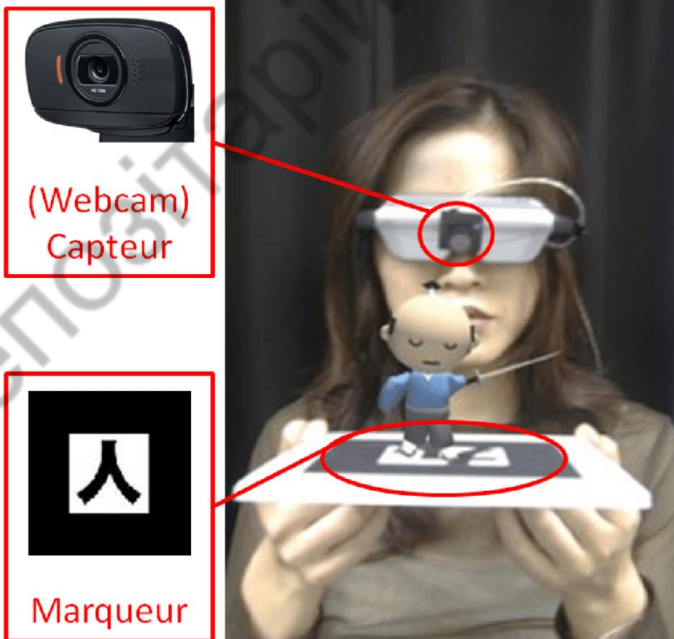


Рис. 1.6. Додаток доповненої реальності в ARToolkit

2000 рік. Недостатня мобільність технології доповненої реальності стала основною перешкодою її широкого поширення – більше 30 років дослідження у цій галузі не виходили за межі окремих лабораторій

Етапним у розвитку віртуальної та доповненої реальності став ARQuake Б. Томаса (Bruce H. Thomas) (2000 рік) – перший проект, що «вийшов на вулицю»: з появою мобільних пристроїв у 1990-х рр. виникли технологічні передумови для використання технології доповненої реальності поза межами спеціалізованих лабораторій – у мобільному просторі Інтернет-користувача. На основі технології доповненої реальності були створені мобільні програмні засоби, призначені для вивчення різних дисциплін (соціально-гуманітарних, фундаментальних та фахових). За допомогою таких засобів надаються свідомості про об'єкти та їхні характеристики.

Брюс Томас розробив першу мобільну гру для відкритого простору з системою доповненої реальності, названу «ARQuake» (рис.1.7).



Рис. 1.7. ARQuake

2008 рік. Сервіс WikiTude представив AR Travel Guide – сервіс, що доповнює зображення з камери смартфона туристичною інформацією. (рис.1.8).



Рис. 1.8. AR Travel Guide

У 2009 рік на сторінках журналу Esquire з'явилися спеціальні штрих-коди, при наведенні на які камери мобільного пристрою можна було побачити зображення. Пізніше з'явилися повноцінні AR-гарнітури в масовому виробництві, а Apple надала розробникам можливість вільно створювати додатки з доповненою реальністю в 3D.



Рис. 1.8.а Журналу Esquire.

2015 рік. Випуск гри Рокймон Go – розрахованої на багато користувачів рольова відеогри доповненої реальності із серії Рокймон (рис.1.9). Розроблена Niantic і початково видана в США, Австралії та Новій Зеландії 6 липня 2016 року для мобільних пристроїв на базі iOS і Android. Всього за два тижні після виходу гра здобула велику популярність і збільшила ринкову капіталізацію власниці бренду Рокймон, компанії Nintendo, вдвічі, до понад \$40 млрд. На вересень 2016 року кількість завантажень гри сягнула понад 500 млн, а в серпні 2019 склала 1 млрд.



Рис. 1.9. Ігра Pokйmon GO

Особливістю Pokйmon GO є накладання віртуальних образів на зображення реального світу. Гра спонукає людей виходити з дому, подорожувати місцевістю у пошуках і відловлюванні покемонів, а також спілкуватися з іншими гравцями.

2018 рік. Компанія Niantic представила власну AR-платформу. Вона отримала назву «The Niantic Real World Platform» - «Платформа Реального Світу Niantic». AR платформа використовує передові технології комп'ютерного зору, визначення глибини сцени і розпізнавання об'єктів в реальному світі. Причому все це працює на мобільних пристроях з обмеженими можливостями, що також додає складності у реалізації. «Платформа Реального Світу» будується на основі контекстного комп'ютерного зору, де об'єкти доповненої реальності взаємодіють з об'єктами в реальному світі унікальними способами - зупиняючись перед ними, пробігаючи / проїжджаючи повз них і навіть вистрибуючи всередину них.

2020 рік. Поява на ринку Nreal Light - пари легких AR-окулярів, які використовують кілька камер, просторове

стеження і 1080p екрани (рис.1.10).



Рис. 1.10. Окуляри Nreal Light

Nreal вже уклала контракти з China Unicom, Deutsche Telekom і японським KDDI / Au для поширення очок в 2020-му році. Окуляри продаватимуть за \$ 500.

Технології доповненої реальності

Реалізація доповненої реальності може бути виконана різними шляхами. Спочатку було доступно велике число веб додатків, які зчитували QR (quick response) коди за допомогою веб камери. Використовуючи QR коди (інакше «маркери»), додаток накладав цифрову інформацію, 3D анімацію і відображала їх на екрані поверх / замість карток з маркером. Цифрова інформація переміщалася одночасно з маркером, коли користувач рухав його. Іншим способом реалізації доповненою реальністю були закріплені на голові дисплеї. Ще в середині XX століття військовим льотчикам почали робити шоломи з вбудованим додатковим дисплеєм. З його допомогою пілот отримував важливу інформацію: він бачив, наприклад, скільки палива залишилося в баку літака і яким курсом

рухається машина. Ще більш звичним для нас прикладом доповненої реальності є телевізійна передача або спортивна трансляція: на картинку, зняту камерами, накладається інформація з текстом - доповнює її. Наприклад, коли під час перегляду футбольного матчу телеканал повторює гольовий момент, і м'яч іноді підсвічується, щоб глядачі краще відчували ситуацію.

У загальному випадку, розробка доповненої реальності включає в себе створення спеціального алгоритму, що дозволяє прив'язати до справжніх речей віртуальні, щоб створити ілюзію того, що останні дійсно існують у фізичному образі. Алгоритм обробки доповненої реальності на верхньому рівні можна уявити в трьох кроках.

- Перший крок - це побудова тривимірної (або двох з половиною мірного) видимого простору на основі вхідного відеопотоку і даних від додаткових датчиків.

- Другий крок - це зміна на основі якихось правил побудованої моделі.

- Третій, заключний крок, полягає у формуванні вихідного відеопотоку, зміненого на основі відредагованого моделі.

Існують різні види класифікації доповненої реальності. Перша різновид доповненої реальності - це сенсорна доповнена реальність. Вона заснована на використанні GPS, гіроскопа і акселерометра. Прикладами цього різновиду доповненої Реальності можуть бути наступні технології: Layar, Wikitude, Sekai Cam. Іншим різновидом є доповнена реальність, в основі якої лежить розпізнавання об'єктів і Open GL (Open Graphics Library). Прикладами таких технологій є Vuforia, Metaio, Total Imersion ARToolKit. Також можна виділити змішаний тип доповненої Реальності, яка є поєднанням комп'ютерного розпізнавання об'єктів і використання датчиків.

Можна виділити три основних напрямки цієї технології:

- Безмаркерна технологія
- Технологія на базі маркерів

- Просторова технологія

Безмаркерна технологія заснована на алгоритмах розпізнавання зображень. На фотознімок, зроблений камерою, накладається віртуальна сітка, на якій по знайденим ключовим точкам програмні алгоритми визначають точне місце, до якого буде прив'язана віртуальна модель. Перевага даної технології полягає в тому, що об'єкти реального світу є маркерами самі по собі і немає необхідності створювати специфічні маркери для ідентифікації об'єктів. Але це в той же час накладає складності пов'язані з ефективністю розпізнавання і обсягом необхідних розрахунків, який в свою чергу тягне за собою повільну роботу додатків, що виключає в ряді випадків використання даної технології в реальному часі.

Відмінність маркерної технології полягає у створенні спеціальних маркерів, накладених на об'єкти реального світу. Розпізнати такі маркери набагато простіше, плюс до всього вони створюють більш жорстку зв'язок реального об'єкта і віртуальної моделі. Така технологія набагато надійніше безмаркерної і працює практично без збоїв.

Інша технологія заснована на просторовому розташуванні і напрямку об'єкта, яке визначається за допомогою різних датчиків, таких як гіроскоп, акселерометр, магнітометр, а також дані геолокації GPS / ГЛОНАСС. Місце віртуального об'єкта визначається координатами в просторі.

Пристрої доповненої реальності відповідають трьом головним критеріям:

1. Комбінація реальності і віртуальності з переважанням першої.
2. Повна інтерактивність всіх «штучних» об'єктів, можливість створення власних.
3. Об'ємність представлених об'єктів, можливість розглянути їх з усіх ракурсів і взаємодія їх з реальним світом /.

Сфери застосування доповненої реальності

- Продажі і маркетинг
- Гео-візуалізація
- Архітектура
- Військова підготовка
- Мобільні додатки
- Рішення медичних завдань
- Робототехніка
- Виробництво
- Утворення
- Відео ігри

М. Фіорентіно (Michele Fiorentino), Дж. Монно (Giuseppe Monno) та А. Е. Ува (Antonio E. Uva) у статті виділяють 6 основних способів використання доповненої реальності в інженерній діяльності, для кожного з яких окреслюються такі аспекти, як апаратна конфігурація, спосіб доповнення, рівень інтерактивності TUI/GUI (TUI – Tangible User Interface, матеріальний інтерфейс користувача; GUI – Graphical User Interface, графічний інтерфейс користувача), область застосування, підтримка фізичної співпраці та віддалене співробітництво.

1. Доповнений користувач
2. Мобільне вікно
3. Доповнений настільний комп'ютер
4. Доповнена майстерня
5. Доповнений стіл для спільної роботи
6. Доповнена презентація

Обмеження технології доповненої реальності.

Незважаючи на значні успіхи, досягнуті в кожній з перерахованих вище областей, все-таки існують деякі обмеження в технології, які повинні бути вирішені. Системи доповненої реальності мають справу з величезною кількістю інформації реального світу. Тому що використовується апаратне забезпечення, має бути мініатюрним і легко стерпним і досить швидкодіючим для роботи з графікою. Крім того, термін служби батарей, використовуваних складних пристроях

доповненої реальності це ще одне обмеження. Системи доповненої реальності зазвичай отримують багато інформації, і потрібно програмне забезпечення для фільтрації цієї інформації, для збереження корисної інформації, виключення непотрібних даних і відображення їх в зручному вигляді.

Але для того, щоб AR-технології могли повноцінно увійти в наше життя, розробники додатків повинні вирішити кілька великих і складних проблем.

Проблема машинного зору

Щоб створювати технології доповненої реальності на належному рівні, необхідно навчити систему «бачити»: наприклад, розуміти, чия особа зображена на фотографії. Мало розробити нейронну мережу - вона повинна навчитися, проаналізувати величезні бібліотеки об'єктів відповідно до конкретного завдання розробника. Всього кілька років тому тільки існування таких бібліотек (з десятками тисяч зображень) було великою проблемою. Зараз існує база з 1 млн зображень (Imagenet Large Scale Visual Recognition Challenge, або ILSVRC), на якій можна навчити написану нейромережу. Але вже стає зрозуміло, що скоро навіть таку величезну базу даних потрібно буде збільшувати. Для мобільних ігор з доповненою реальністю це важлива проблема - наприклад, досить складно навчити систему розпізнавати площини в кімнаті (визначати, де підлога, де стіни і предмети меблів).

Ця ж проблема позначається на швидкості генерації віртуальних об'єктів. Щоб AR здавалася справжньою, предмети в ній повинні вести себе так само, як в реальності. Іншими словами, якщо ви носите шолом або окуляри і постійно крутите головою, шари і об'єкти повинні з'являтися і змінюватися швидко, без затримок і лагів.

Залежно від проекту при розробці AR-додатків потрібно вирішувати багато різних завдань: трекінг особи, напрямку погляду, зчитуваність рук, відділення голови

від фону, визначення статі, трекінг поверхонь, маскуванню об'єктів за перешкодами та інше. Для вирішення кожного з таких завдань використовується та чи інша бібліотека - внутрішньої розробки або стороння (рис.1.11).



Рис. 1.11. Використання Бібліотек

Особливості людського зору

Так як доповнена реальність передбачає інтеграцію цифрових 3D-об'єктів в наше безпосереднє оточення, розробникам доводиться вирішувати проблеми, безпосередньо пов'язані з тонкощами людського сприйняття - фізіологією зору.

1. Оклюзія - один з принципів сприйняття нашого мозку. Мозок постійно порівнює предмети, які ми бачимо, намагаючись визначити співвідношення розмірів, перспективу і т.д. Коли людина дивиться на якийсь предмет, а на його лінії зору знаходиться другий предмет, перший предмет частково не видно. У доповненій реальності можна зробити так, щоб цифровий об'єкт знаходився за реальним об'єктом без накладення - але навпаки зробити набагато складніше, тому що цифровий об'єкт, який транслюється на

прозорий екран шолома віртуальної реальності, теж повинен бути як мінімум частково прозорим. Поки ця проблема не вирішена, об'єкти в AR будуть здаватися недостатньо щільними.

2. Акомодація - здатність ока однаково чітко розрізняти об'єкти, які знаходяться від нас на різній відстані. У доповненій реальності нас змушують повірити, що цифровий об'єкт може знаходитися на самому різній відстані, хоча насправді він транслюється на екран в кількох сантиметрах від нашого ока. Це велика проблема для AR - через акомодації ми можемо добре розрізняти цифровий об'єкт, але предмети реальності будуть здаватися нам розмитими і не в фокусі.

3. Конвергенція - ще одна особливість зору, яка спостерігається одночасно з акомодацією. Ми зводимо зорові осі очей між собою, щоб побачити розташований близько до нас предмет. Відповідно, AR-технологія повинна вирішити проблему невідповідності акомодації і конвергенції - щоб доповнена реальність не «сперечалася» з дійсною реальністю, потрібно зрозуміти, як реалізувати фокусування погляду на різновіддалених об'єктах. Щоби побачити доповнену реальність, ми користуємося телефонами, тому ці проблеми для розробників ПЗ менш релевантні. Вони стануть більш нагальними, коли всі ми будемо користуватися пристроями типу HoloLens (рис.1.12). Так що це турбота скоріше стосується розробників «заліза».



Рис. 1.12. Використання HoloLens

Завдання, над яким в даний момент працюють розробники (Inventain) - створення цікавого досвіду для користувача в тому числі і за допомогою виразних візуальних прийомів: смішних масок на обличчя, деформації тіла в камері, «відрізання» силуету від фону, додавання на поверхню порталів, в які можна «увійти», і т.п. Задля досягнення «вау-ефекту» якраз і допомагають нові бібліотеки.

Засоби розробки додатків доповненої реальності

Застосовувані засоби розробки технології доповненої реальності залежать від типу реалізованих завдань і доступного устаткування для реалізації. Такі засоби розробки як Daqri, MixAR і ZooBrust досить прості і не вимагають високих навичок програмування. Інші інструменти, що включають в себе набори SDK, такі як ARToolKit, Unifeye Mobile SDK, і Wikitude, були розроблені для серйозних розробників додатків. Ці комплекти є дуже функціональними і дозволяють розробникам створювати різні додатки доповненої реальності для різних пристроїв. Однак, більш досконалі інструменти вимагають глибокі знання і досвід в

програмуванні, наприклад, на Java, і техніки 3D і віртуальної реальності.

Daqri (www.daqri.com) являє собою платформу, яка дозволяє користувачам створювати QR-коди, які відображають зображення, фільми та інший контент, як тільки вони розпізнані камерою смартфона. Найцікавіше в цій платформі то, що Daqri дозволяє користувачам створювати додатки доповненої реальності без написання коду (рис.1.13).



Рис. 1.13. Daqri

В даний час студія Hololabs розробляє додаток для iPhone названий MixAR (рис.1.14), який дозволяє користувачеві створювати власні 3D моделі доповненої реальності, фотографії та відео без необхідності написання коду. Платформа MixAR дозволяє користувачам сфотографувати об'єкт, а потім перетворити його в 3D-модель, яка доповнить об'єкти реального світу. Результат зберігається як відео. Далі користувач може поділитися ним з усім світом. Все це можна зробити, використовуючи тільки iPhone.



Рис. 1.14. MixAR

ZooBurst (www.zooburst.com) це інструмент, що дозволяє авторам легко створювати власні 3D книги. Автор може просто тримати маркер в *ZooBurst* перед веб камерою (рис.1.15). 3D книга буде чарівно з'являтися на екрані, за масштабами вона буде дорівнювати оригінальним розмірам книги. На екрані книги повністю інтерактивні, що дозволяє читачам перегортати сторінки або нахилити книгу під будь-яким кутом.

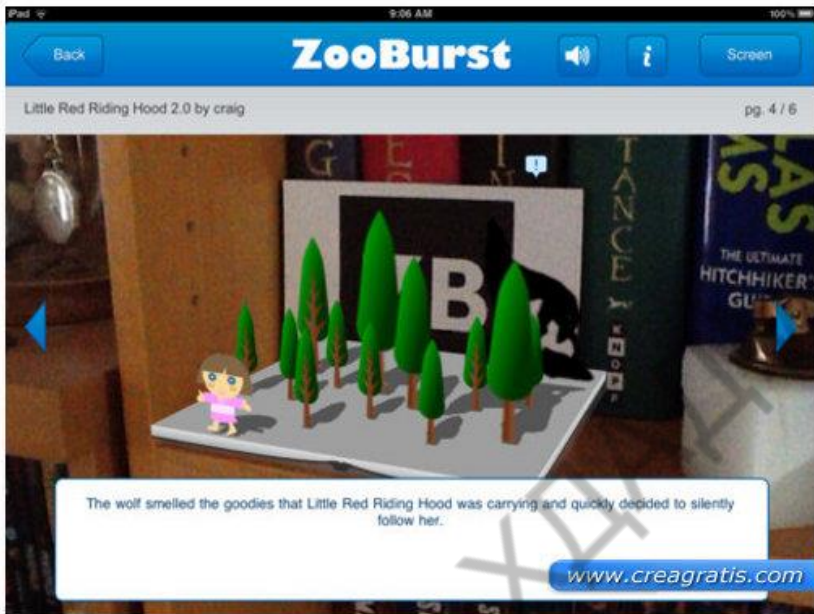


Рис. 1.15. ZooBurst

ARToolKit розповсюджується вільно бібліотекою з відкритим вихідним кодом на мові C для створення додатків доповненої реальності. ARToolKit спочатку був розроблений Хироказу Като в 1999 році. ARToolKit використовує методи комп'ютерного зору для розрахунку положення і орієнтації камери щодо карток-маркерів. Це дозволять програмісту накладати віртуальні об'єкти поверх маркерів. Wikitude пропонує API для додавання контенту доповненої реальності в свій Wikitude World Browser.

Незважаючи на деякі обмеження, у AR-технології величезний потенціал: в медицині, управлінні транспортними засобами, промисловості і так далі. У медицині технологія доповненої реальності дозволяє створювати освітні тренажери і системи для навчання майбутніх лікарів. У промисловості нескінченні перспективи 3D-мепінга, геолокації, проектування і навчання. В освіті в AR можна створювати

реконструкції історичних подій або візуальні моделі молекули ДНК, наповнювати книги 3D-зображеннями і так далі.

Судячи з усього, перспективи AR-технології обіцяють бути ще більш яскравими (у всіх сенсах цього слова), ніж її сьогодення.

Контрольні питання

1. Дайте визначення Поняття Доповненої Реальності.
2. Яка різниця між VR, MR і AR?
3. Назвіть основні етапи розвитку доповненої реальності.
4. Опишіть алгоритм обробки доповненої реальності.
5. Які різні види класифікації доповненої реальності ви знаєте?
6. Назвіть сфери застосування доповненої реальності.
7. Які фактори, що обмежують застосування технології доповненої реальності?
8. Які особливості людського зору впливають на сприйняття доповненої реальності.
8. Перелічіть найбільш поширені засоби розробки додатків доповненої реальності.

ЛЕКЦІЯ 2

Тема 2. ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В СУЧАСНОМУ МИСТЕЦТВІ

План

- *Історична довідка з розвитку доповненої реальності.*
- *Аналіз основних напрямів використання доповненої реальності у сучасному мистецтві.*
- *Використання доповненої реальності у музеях та виставкових залах.*
- *Використання доповненої реальності в міському мистецькому туризмі.*

- *Використання доповненої реальності в кіноіндустрії.*
- *Використання доповненої реальності у сучасних концертах.*
- *Використання доповненої реальності на телебаченні.*

Сучасне мистецтво з використанням доповненої реальності (AR, Augmented Reality) вважається мистецтвом нових технологій XXI ст. і діє як надзвичайно динамічна різнорідна суміш, до якої входить техніка, креативні концепції та об'єкти. Зараз у світі нараховується понад 2,5 млрд користувачів смартфонів – за допомогою цих апаратів можна отримувати інтерактивний досвід AR. Доповнена реальність може використовуватися для поглибленого сприйняття простору в мистецтві, розкриття глибин задуму автора, а також пропонує новий досвід, збагачений сучасним сприйняттям. За допомогою технологій AR інформація про реальний світ мистецтва стає для користувача інтерактивною дією. Актуальність даної теми визначається кардинальністю змін у сфері мистецтва, які вносить впровадження нових технологій доповненої реальності.

Потрапляючи у світ AR-технологій, користувач зазвичай втрачає на якийсь час зв'язок з реальністю і занурюється у «паралельний всесвіт» за допомогою спеціальних пристроїв. Доповнена реальність – одна з декількох технологій взаємодії людини і комп'ютера. Її специфіка полягає у тому, що вона програмним чином візуально поєднує два спочатку незалежних простори: світ реальних об'єктів навколо нас і віртуальний світ, відтворений на комп'ютері [6]. Доповнена реальність не переносить глядача у вигадані світи. Замість цього вона додає у навколишню нас дійсність неіснуючі віртуальні елементи. У даний час доповнена реальність може оточувати нас усюди – під час перегляду телепередач, ігор на ігрових консолях або при роботі зі смартфоном. Із кожним днем сфери застосування технології

збільшуються, до них долучається маркетинг, реклама, ритейл, автомобілебудування, поліграфія тощо.

Мистецтво – одна з форм суспільної свідомості для осмислення певних думок, ідей чи естетичного сенсу. Музика, театр, кіно – це види мистецтва, які першими сприйняли технології та привернули до себе увагу сучасних глядачів. Інші види мистецтва, такі як живопис, графіка, скульптура, архітектура останнім часом також поєднуються з сучасними технологіями. Доповнена реальність не протиставляє себе об'єктам мистецтва. Вона сама є творчою технологією, що діє як каталізатор.

Історична довідка з розвитку доповненої реальності.

Перший у світі віртуальний симулятор під назвою «Sensorama» був створений 1957 р. кінематографістом Мортонем Хейлігом (Morton Heilig) на базі Анненбергської школи Університету Пенсильванії. За словами Хейліга, це був «театр занурення», який зовні нагадував ігровий автомат з огорожувальним куполом і являв собою своєрідний 4D-кінотеатр для одного користувача. Патент на пристрій був отриманий 1962 р. Мортон Хейліг став «батьком віртуальної реальності», який отримав це звання за дослідження і винаходи, що проводилися у 1950–1960-х рр. [3].

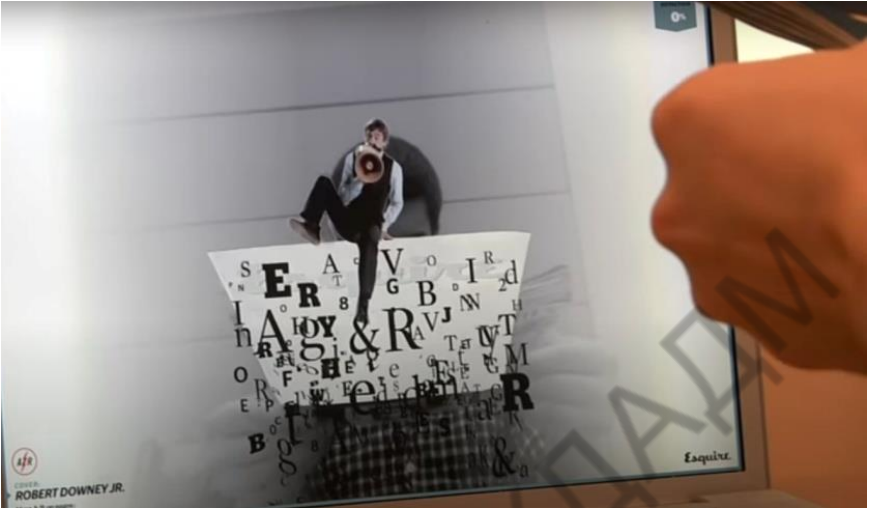
Інший винахід, шолом віртуальної реальності, розробив комп'ютерний фахівець і ад'юнкт-професор Гарварда Айван Сазерленд (Ivan Sutherland) зі своїм студентом Бобом Спрауллом (Bob Sproull) 1967 р. Шолом отримав назву «Домоклів меч». Це була перша система доповненої реальності на основі головного дисплея. Окуляри кріпилися до стелі, в них транслювалися образи з комп'ютера. Крім того, шолом дозволяв генерувати і змінювати образи відповідно до руху голови користувача.

Паралельно з технічними винаходами відбувалось осмислення феномену віртуальної і доповненої реальності. У 1972 р. Мирон Крюгер (Myron W. Krueger) увів термін «штучна реальність» з метою визначити результати, які можуть бути отримані за допомогою

системи накладення відеозображення об'єкта (людини) на генеруючу комп'ютером картинку, а також за допомогою інших розроблених на той час засобів [3; 11]. У 1994 р. Пол Мілграм (Paul Milgram) і Фуміо Кісіно (англ. Fumio Kishino) описали Континуум Віртуальність-Реальність (Milgram's Reality-Virtuality Continuum) – простір між реальністю й віртуальністю, між якими розташована доповнена реальність (ближче до реальності) і доповнена віртуальність (ближче до віртуальності). Фахівці іноді використовують назви «розширена реальність», «поліпшена реальність», «збагачена реальність» як синоніми [2]. Рональд Т. Азума (Ronald T. Azuma) 1997 р. опублікував дослідження, в якому показав способи застосування доповненої реальності у різних сферах, таких як медицина, виробництво, наука, промисловість і розваги. Він також визначив та сформулював основні критерії доповненої реальності: поєднання реального і віртуального світів, взаємодію у реальному часі, відображення у 3D-просторі [3; 8].

Програмне забезпечення стало розвиватись у кінці 1990-х – на початку 2000-х рр. Тоді була створена бібліотека програмного забезпечення ARToolKit, автором якої став Хироказу Като (Hirokazu Kato). У бібліотеці була об'єднана віртуальна графіка з реальним життям, а також продемонстрована система розпізнання, за допомогою якої можна накладати комп'ютерну графіку на зображення з відеокамери [13]. У 2009 р. американський актор, продюсер і музикант Роберт Дауні-молодший (Robert Downey Jr.) використовує доповнену реальність у журналі Esquire «Robert Downey Jr. on Esquire's Augmented Reality Cover: A Demo»¹ [13]. Скануючи штрихкод зі сторінки журналу, читачі могли занурюватись у додану реальність. Цього ж року ARToolKit стає доступним для інтернет-браузерів (Іл. 1).

¹ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=wp2z36kKn0s>



Іл. 1. Використання AR у друкованій версії журналу «Esquire», 2009 р., «Robert Downey Jr. on Esquire's Augmented Reality Cover: A Demo» URL: <https://www.youtube.com/watch?v=wp2z36kKn0s>

Аналізуючи історію розвитку доповненої реальності та AR-технологій, можливо зробити висновок, що ми не знаємо, якою буде доповнена реальність завтра, але ми все більше залежимо від неї, тому митці, вчені та розробники повинні створювати все більш ефективні й візуально привабливі AR-проекти до творів мистецтва.

Аналіз основних напрямів використання доповненої реальності у сучасному мистецтві. Технології доповненої та віртуальної реальності пройшли значний еволюційний шлях за останні 30 років у плані вдосконалення як пристроїв і програмного забезпечення, так і контенту. Поняття і концепції віртуальної і доповненої реальності не зазнали радикальних змін за останні роки, але цього не можна сказати про самі технології.

Коли йдеться про мистецтво, людина схильна асоціювати це з відвідуванням картинної галереї або поїздкою в театр. Але коли доповнена реальність та

мистецтво стикаються, відкриваються нові творчі можливості. Це не тільки покращує досвід відвідувачів, а й згодом дає змогу охопити абсолютно нову аудиторію. Сучасне мистецтво, на жаль, відносно запізнилось на цифрову революцію. Люди звикли пов'язувати цінність мистецтва з тим, щоби побачити його особисто, але таких відвідувачів з часом стає все менше. Аналіз музейної та виставкової діяльності показав, що вони все ще покладаються на традиційні покази виставок та експозицій, тобто не повністю використовують свої можливості.

Використання доповненої реальності створює новий шлях до побудови нових творчих ідей у мистецтві за допомогою інтерактивного змісту, не впливаючи на оригінальність і індивідуальність різних його видів. Демонстрацію цих творчих робіт аудиторії, яка живе навколо сучасних технологічних пристосувань, можна вирішити за допомогою доповненої реальності. Вона пропонує новий простір для художників та мистецтвознавців для того, щоб надати їм можливість висловити себе, доповнити свої твори мистецтва або оточити свої роботи інтерактивними враженнями. Існують різні форми доповненої реальності, які дозволяють людям, що не опанували технічних навичок, поєднувати свої твори мистецтва з цифровими медіа. Подолавши розрив між технологіями та мистецтвом, сучасні платформи допоможуть художникам і мистецтвознавцям використовувати основні рівні AR. Якщо митці хочуть створити анімовані та тривимірні враження від своїх робіт, є можливість об'єднання творчих креативних ідей з досвідом фахівців мультимедійного дизайну, серед яких є аніматори, мультимедійні художники, відеооператори, 3D-дизайнери, саунд-дизайнери та ін.

Розгляд і аналіз використання доповненої реальності в сучасному мистецтві дозволив сформувати структуру тематичних напрямів.

Використання доповненої реальності у музеях та виставкових залах. Завдяки сучасним технологіям

музеї стають не тільки «храмами» історії, науки і мистецтва, а й здатні по-новому захопити зацікавленість та увагу дорослих і дітей. AR-технології перетворюють вулиці на простір для виставок, віртуальна реальність повертає втрачені пам'ятки, переносить глядача у майстерні художників і дозволяє стати їх співавторами. Традиційні твори мистецтва, навіть картини старої школи зможуть служити маркерами доповненої реальності, де роботи великих майстрів «оживають» завдяки новим технологіям і по-новому сприймаються глядачами.

Слухати розповідь людини в музеї – цікаво і захоплює, але іноді хочеться її зупинити, щоб затриматися біля чергового експоната. Технологія доповненої реальності дозволяє це зробити. Вона вже доступна у музеях за допомогою спеціальної гарнітури або звичайного смартфона. Підключившись до них, відвідувач може дізнатися набагато більше, ніж при простому розгляді об'єкта або на «живій» екскурсії. Використання сучасних технологій для музеїв, виставок та інших культурних об'єктів – це можливість залучити більше відвідувачів. Це продемонстровано у проєкті «Augmented Reality for museums / AR Guide»² 2019 р. (Іл. 2).

² URL: <https://www.youtube.com/watch?v=JNFC6mSkfFM>



Іл. 2. Використання гарнітури доповненої реальності у музеї, 2019 р., «Augmented Reality for museums / AR Guide» URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=JNFC6mSkfFM>

Переосмислення мистецтва відбулось у Художній галереї Онтаріо (Art Gallery of Ontario), Торонто, 2017 р. У цій галереї провели експеримент: доповнили об'єкти музею за допомогою AR-технології «REBLINK – AR (AUGMENTED REALITY) MIND CHILL»³. Для виставки картин європейських і канадських художників розробили мобільний AR-застосунок. За допомогою цього застосунку картини, інші експонати «ожили» на екранах смартфонів. Пейзажі, вулиці міст з'єднувалися з трубами сучасних заводів, будівельними кранами і тепловими магістралями. Люди Середньовіччя, зображені на портретах, робили селфі, слухали музику у навушниках або «зависали» перед ноутбуком. Завдяки використанню доповненої реальності, відвідування музею перетворилось у захоплюючий досвід.

Сучасне використання доповненої реальності у своїх залах запропонував 2018 р. Латвійський національний художній музей. Мобільний застосунок «Дослідіть

³ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=1ceyNr2No6M>

будівлю музею» проводив відвідувачів за маршрутами музейних виставок. Ці маршрути змусили відвідувачів подорожувати у часі та просторі. Два маршрути, короткий тур під назвою «Основні моменти» і довгий тур під назвою «Повний тур з гідом», пропонувалися відвідувачам нової постійної експозиції під назвою «Латвійське мистецтво XIX–XX століть». Маршрут «Поточна виставка» дозволив побачити роботи сучасних майстрів мистецтва⁴.

Національний музей природознавства (National Museum of Natural History) Смітсонівського інституту, Вашингтон, округ Колумбія, США, 2017 р. представив AR-технологію, яка відкрила новий вимір у цьому музеї – «Skin & Bones Promotional Video»⁵. Тепер відвідувачі музею можуть завантажити застосунок, у котрому є 13 скелетів, які накладаються на зображення для відтворення істот. Користувачі можуть бачити, як шкіра і м'язи виглядали би поверх кісток і як рухалися б ці тварини. Це дало можливість оживити виставку (Іл. 3).



Іл. 3. Доповнена реальність у Національному музеї Смітсонівського інституту природної історії, 2019 р.,

⁴ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=OAZGgLyEC8o>

⁵ URL: https://www.youtube.com/watch?v=7agVb4IG16M&feature=emb_logo

«Skin & Bones Promotional Video» URL:
<https://www.youtube.com/watch?v=M2KdlchfCkQ>

Сьогодні технології доповненої реальності на виставках користуються великою популярністю серед прогресивних художників. На відомій виставці «Adrien M & Claire B – миражі й дива / BIAC»⁶, яка пройшла у Гронінгені, Нідерланди, у серпні 2018 року, були показані роботи медіахудожників Адрієна Мондо і Клер Бардін, створені у доповненій реальності. Спеціальний застосунок дозволяв статичні живописні та графічні роботи «відокремити» від полотна, і анімація цих робіт ставала частиною виставкової експозиції. Експонати були виконані із застосуванням ефекту «Привид Пеппера» та інших технік ілюзії (Іл. 4).



Іл. 4. Роботи медіа-художників Адрієна Мондо і Клер Бардін у доповненій реальності, 2019 р., «Adrien M & Claire B – миражі й дива / BIAC» URL: <https://www.am-cb.net/en/projets/mirages-miracles>

⁶ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=iD2MpbDwT4o>

В Україні щорічно проводиться традиційний триденний фестиваль мистецтва і нових технологій FRONTIER⁷. Він відбувається у різних містах країни та працює за певною темою в декількох секторах мистецтва і культури. У 2019 р. в Харкові та Києві фокус-темою фестивалю була «Reforming space: “New monuments”» про роль мистецтва і монументальні скульптури у місті, про віртуальну і доповнену реальності як художній інструмент. Проєкт підтримав Український культурний фонд, організаторами були культурні активісти з Харкова – Academy of Visual Arts Kharkiv, Миколаєва – АРТ Оптимісти, Києва – Конгрес Активістів Культури [12].

Невелика, але зростаюча кількість сучасних художників поєднує нові технології та творчість, щоби зробити світ цікавішим. Ці ілюстратори, дизайнери та цифрові скульптори вважають, що доповнена реальність може розкрити нові форми розповіді та самовираження художника. Такий досвід був проведений студентами кафедри мультимедійного дизайну ХДАДМ і харківськими художниками. Роботи з доповненою реальністю демонструвалися на низці виставок (виставка в музеї екоплаката «4-й Блок», розташованому у ХДАДМ, 2019 р.; виставка живописних творів харківських монументалістів «Автопортрет з яблуком» у Черкаському художньому музеї 2020 р.) Також розроблена AR до виставки авторських робіт з доповненою реальністю члена Національної спілки художників України Надії Мироненко.

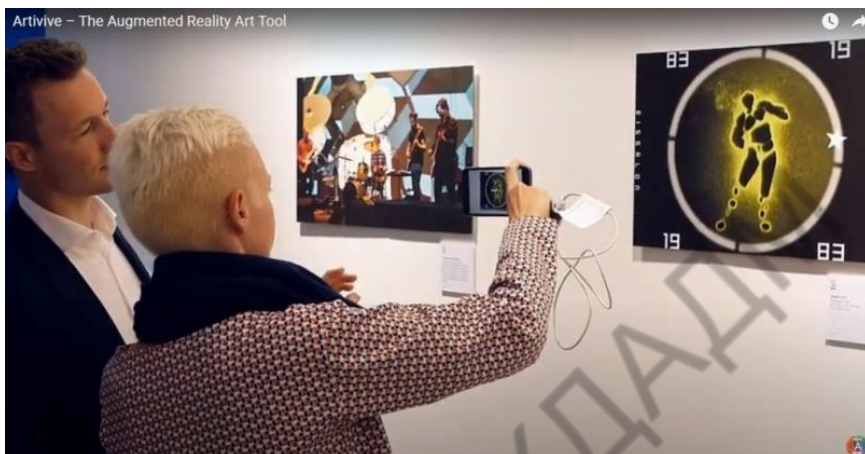
У ході дослідження були знайдені ще деякі пропозиції та приклади використання доповненої реальності у сучасних музеях світу в 2019–2020 рр.: «ARTLIFE. AR приложение для фестиваля искусств»⁸, «Augmented Reality (AR) Applications for Museums / AR w Muzeach»⁹,

⁷ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=mDDGeZnueQQ>

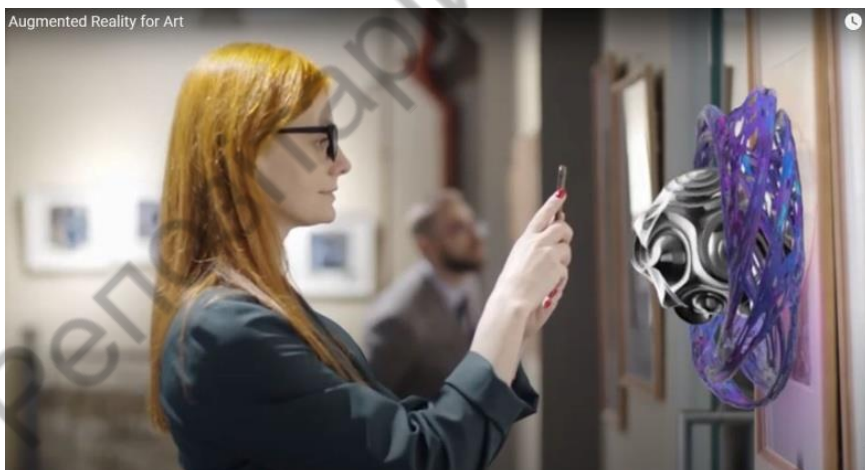
⁸ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=IWBxA9PTClc>

⁹ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=hDRVLYsCgxA>

«Artive – The Augmented Reality Art Tool»¹⁰ (Іл. 5),
«Augmented Reality for Art»¹¹ (Іл. 6).



Іл. 5. Перегляд робіт за допомогою платформи Artive, 2019 р., «Artive – The Augmented Reality Art Tool» URL:<https://www.youtube.com/watch?v=3yc3tjyAdv0>



Іл. 6. Перегляд робіт за допомогою платформи UniteAR, 2020 р. «Augmented Reality for Art» URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gtpZEZLpv8A>

¹⁰ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=3yc3tjyAdv0>

¹¹ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gtpZEZLpv8A>

Аналізуючи світовий досвід використання доповненої реальності у музеях та виставкових залах, можна зазначити, що завдяки розвитку нових AR-технологій і використанню їх можливостей у живописі, графіці та скульптурі в художників з'являються нові творчі ідеї, а також підвищується інтерес відвідувачів музеїв і виставкових залів до експозицій.

Використання доповненої реальності в міському мистецькому туризмі. Завдяки використанню доповненої реальності міський мистецький туризм отримав нові можливості – коли графіті та мурали на стінах будівель «оживають». Маркерна технологія доповненої реальності дозволяє людині, що прогулюється, наприклад, історичним центром Рима або Парижа, не тільки милуватися красотами архітектури, а й заглядати у віртуальні галереї анімованих графіті, просто скачавши застосунок або відсканувавши маркер.

У креативному кластері «Будинок культури» Санкт-Петербурга 2018 р. була розроблена графіті-гра у доповненій реальності «Tag Wars»¹². Автором роботи є відомий стріт-артхудожник Володимир Абіх. Робота являла собою малюнок розміром 10 на 10 метрів – біле коло, оточене графіті. У його центрі була розташована величезна решітка, яка використовувалась для тегів у соціальних мережах. За допомогою спеціального мобільного застосунку AR-користувачі могли «битися» один з одним або зі штучним інтелектом в аналог гри «хрестики-нулики», де як відмітки були використані теги художників.

У 2019 р. в Луцьку пройшов стріт-артфестиваль «Lutsk Walking», організований Фондом Ігоря Палиці «Тільки разом» за підтримкою Українського культурного фонду. Завдяки цьому фестивалю в місті з'явилися нові артоб'єкти, зокрема чотири з них – з доповненою реальністю. Так, на цокольній стіні будівлі Волинського національного університету імені Лесі Українки

¹² URL: <https://www.youtube.com/watch?v=7SIMrjilgMM>

художник зі Львова Тарас Довгалюк створив мурал «Споглядання». На історичній будівлі на вул. Шопена лучанин С. Радкевич виконав символічну роботу «Рівновага». Колектив художників зі Львова «Kickit art studio» у складі В. Гріха, С. Гріха і В. Федусіва зобразили «Квантовий стрибок». На будівлі колишнього кінотеатру «Зміна» лучанин А. Присяжнюк створив оригінальний мурал «Доповнена реальність» – «Доповнена реальність в AR murals»¹³.

У ході нашого дослідження також було знайдено деякі приклади використання доповненої реальності з креативними творчими ідеями у світовому міському мистецькому туризмі: «LARA Augmented Reality on Mural»¹⁴ (Іл. 7), «MAUA | Milan – Museum of Augmented Urban Art»¹⁵, «T-REX Mural By Nychos Comes Alive With Augmented Reality!»¹⁶, «Mural with Augmented Reality!, Collaboration in Art and Technology»¹⁷.



Іл. 7. Перегляд доповненої реальності на муралі, 2017 р., «LARA Augmented Reality on Mural» URL: <https://www.youtube.com/watch?v=hnR7kVH7Lis>

¹³ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=eyPennzSBjw>

¹⁴ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=hnR7kVH7Lis>

¹⁵ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=PJnxShb175U>

¹⁶ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=fU9AISnd3c>

¹⁷ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=A7bEOUI5ip0>

Таким чином, спостерігається, що «оживлення» міських графіті на стінах будинків з кожним роком в усьому світі набирає популярність, залучаючи все більше глядачів та шанувальників.

Використання доповненої реальності в кіноіндустрії. AR-кінематограф є новим форматом туризму. На вулицях туристичних центрів світу знімається багато сцен історичних і фантастичних фільмів. Застосунок «Кінотеатр з доповненою реальністю» дозволяє туристам, що відсканували відповідний QR-код, знайдений на будинку або пішохідній доріжці, побачити, як навколишній простір вулиці був змінений під час зйомок того чи іншого фільму на цьому місці. Таким чином, за допомогою доповненої реальності турист може побачити фрагменти відомих фільмів, що були зняті на певній вулиці. Цей застосунок незвичайним чином поєднує в собі фізичну локацію і цифрові образи. Завдяки йому люди занурюються в секрети і можливості кіноіндустрії, бачать, як кінематограф змінює реальний світ на фантастичне середовище або повертає в історичні події минулого. Даний процес демонструється у промо-ролику «Augmented Reality Cinema»¹⁸ (Іл. 8). У відео показано деякі фільми із грою акторів, які знімалися на вулицях Лондона. Фрагменти цих фільмів можна побачити у доповненій реальності.

¹⁸ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=R6c1STmvNJc>



Іл. 8. Сцена із фільму, додана на смартфон на вулиці Лондону. Кадр із промо-ролику «Augmented Reality Cinema», 2011 р.,

URL:<https://www.youtube.com/watch?v=R6c1STmvNJc>

Використання доповненої реальності у сучасних концертах. Використання доповненої реальності в проведенні сучасних концертів все більше набирає популярності серед фанатів музики. У 2018 р. в Бостоні проходив концерт Емінама з елементами доповненої реальності «Eminem White America Augmented»¹⁹. Репер вирішив не боротися зі смартфонами на виступі, а використовувати їх для поліпшення свого шоу. Під час концерту на фестивалі Coachella, організатори запустили мобільний застосунок, що дозволив у доповненій реальності побачити величезну віртуальну копію репера, а потім – героя з фільму жахів у масці, який за допомогою гігантського ножа й бензопили шматував людей, що стояли перед сценою. Після цього з'явився американський прапор і в небо були запуснені ракети з ядерними боєголовками, але далеко вони не полетіли – впали відразу біля сцени.

На стартовому матчі чемпіонату Південнокорейської бейсбольної ліги у 2019 р. для уболівальників було

¹⁹ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=A2GCt01hh0E>

влаштовано шоу доповненої реальності. За допомогою технологій 5G над стадіоном команди «Виверни» пролетів гігантський виверн (різновид дракона)²⁰. Побачити дракона могли не тільки телеглядачі, а й відвідувачі стадіону за допомогою спеціального застосунку для доповненої реальності на своїх смартфонах (Іл. 9).



Іл. 9. Шоу доповненої реальності над футбольним стадіоном, 2019 р., «Шоу доповненої реальності із застосуванням 5G»

URL:<https://www.youtube.com/watch?v=WQ29pB5IQsw>

Використання доповненої реальності на телебаченні. Українське телебачення активно освоює технології доповненої та віртуальної реальності. На початку 2018 р. командою телеканалу «Україна» був побудований комплекс ріелтайм-рендерів AR/VR на базі технологій VizRT/UE4 і оптичних систем трекінгу Stype RedSPY. У результаті, при точному плануванні, дизайнери отримали можливість забезпечити об'єктами

²⁰ URL: <https://www.youtube.com/watch?v=WQ29pB5IQsw>

доповненої реальності різні проекти каналу. Конфігурація модулів цього комплексу дозволяє працювати у стаціонарних студіях і на зовнішніх локаціях, створюючи автономну віртуальну студію [1].

Репозитарій ХДАДМ

ЛЕКЦІЯ 3

Тема 3. ЯК ЗРОБИТИ АНІМАЦІЮ КАРТИНИ В AFTER EFFECTS -PHOTOSHOP

План

- *робота у програмі Photoshop*
- *робота у програмі After Effects*

Починаємо нашу роботу з програми Photoshop.



Панель опцій інструменту Magnetic Lasso

Значення параметра Feather (Розтушовування) визначає ступінь пом'якшення меж виділення (рис. 5.17).

Параметр Width (Ширина) може змінюватися від 1 до 40 і задає розмір пікселів області, з якою працює інструмент при розміщенні точок кордону виділення (рис. 5.18). Виберіть велике значення для висококонтрастного зображення з чіткими межами. Для зображення з ледь помітними змінами контрасту або маленькими, розташованими близько одна від одної фігурами, краще вказувати невелике значення. Завдяки цьому виділена область виявиться більш точною, і лінія не перекидатиметься від одного кордону до іншого.

Якщо у вікні Edit > Preferences > Display&Cursors (Правка > Установки > Відображення&курсори) у групі Other Cursors (Інші курсори) вибрати варіант Precise (Точно), курсор набуде вигляду кола з перехрестям у центрі, діаметр якого буде відповідати поточному значенню параметра Width інструменту 5.19). Щоб тимчасово перейти в режим Precise, натисніть клавішу CapsLock.

Примітка

Для того, щоб у процесі створення виділеної області зменшити значення параметра Width на 1 піксел, натисніть клавішу [, щоб збільшити його на 1 піксел натисніть].

Параметр Edge Contrast (Контраст меж) змінюється в діапазоні від -1 до 100 і вказує ступінь контрастності, необхідної для розпізнавання межі фігури. Виберіть невелике значення для зображень з низькою контрастністю.

Примітка

Якщо ви ввели невелике або велике значення ширини, введіть подібне і для контрасту кордонів.



Рис. 5.17. Ліва частина панелі опцій інструменту Magnetic Lasso

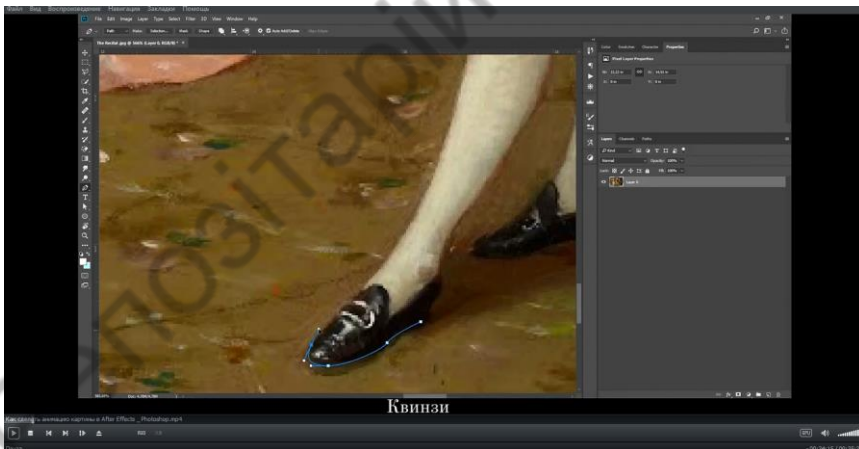


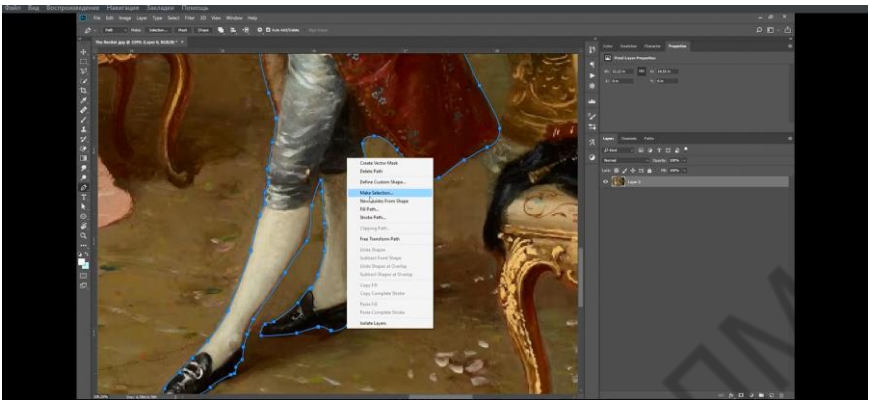
Рис. 5.18. Права частина панелі опція інструменту Magnetic Lasso



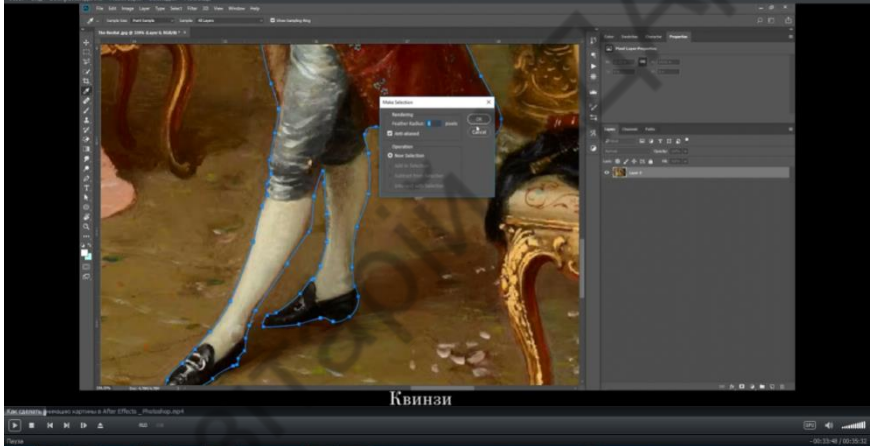
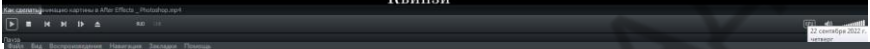
Рис. 5.19. Вигляд курсору в режимі Precise

Параметр Frequency (Частота) змінюється в діапазоні від 0 до 100 і визначає, як часто ставляться проміжні точки при створенні виділеної області. Чим нижча частота, тим менше точок. Виберіть велике значення, щоб виділити контур фігури неправильної форми.





Квінзи



Квінзи

Робимо дублікат шару.

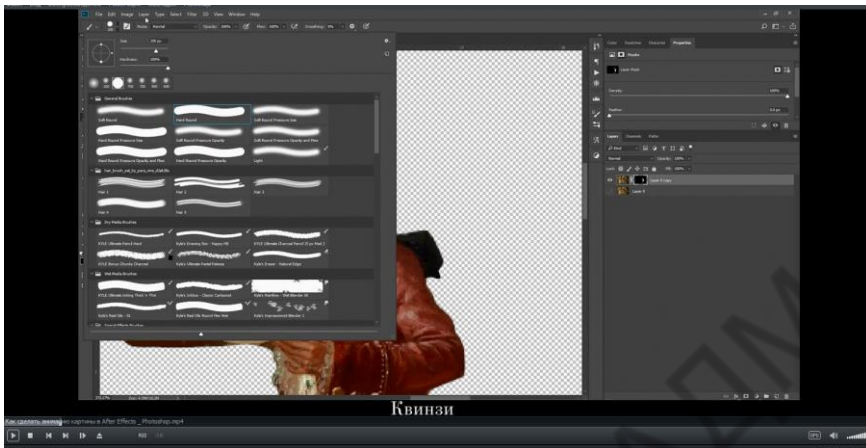
Репоз



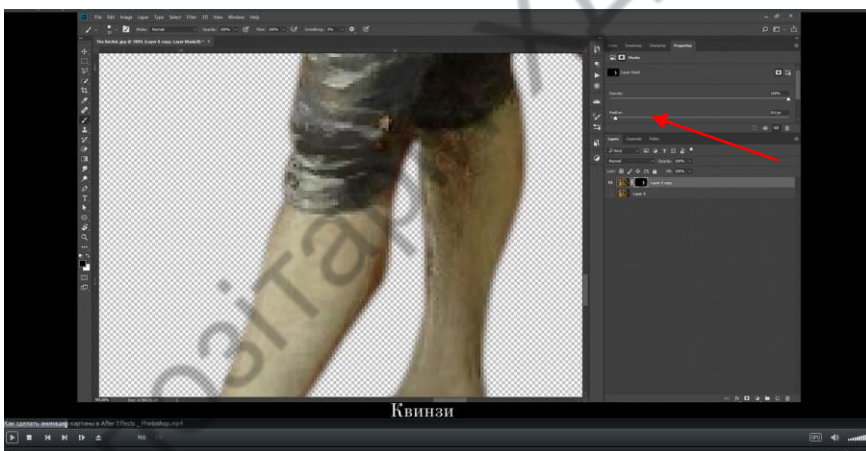
І натискаємо на іконку маски.
Вимикаю 2 шар.



Нерівності підправляємо звичайним твердим пензлем
(виставляємо чорний і білий колір. пензля)



Можна виставити розмиття маски.



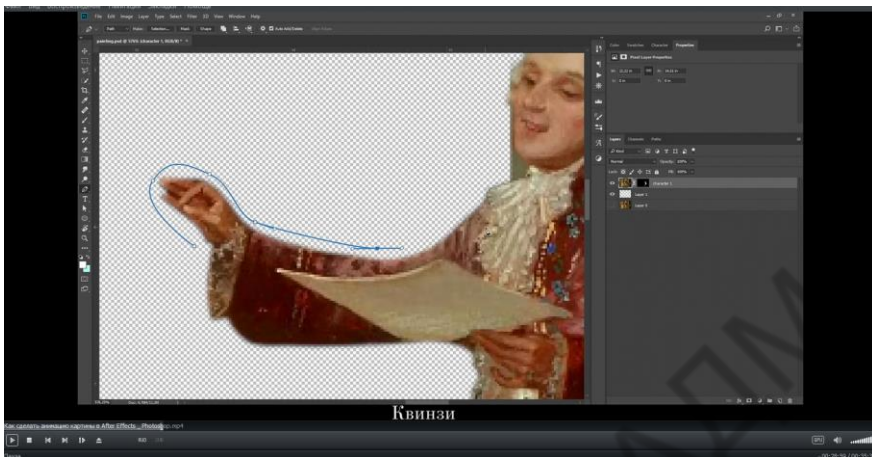
Включаємо 2 шар картини. Для анімації всі об'єкти, що будуть анімуватися, вирізаємо і ставимо на новий шар. А на основній картині їх видаляємо за допомогою інструменту штамп замазуємо не чіпаючи тіні.



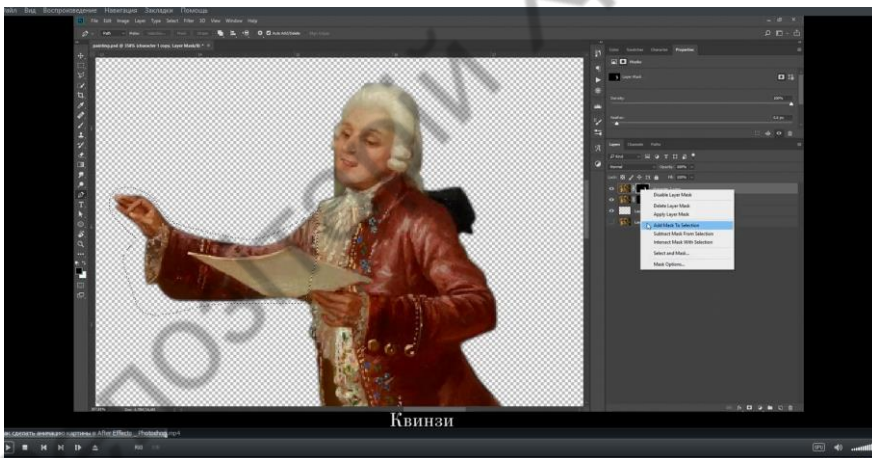
Можна вирізати не повністю персонажа, а окремі елементи, наприклад руки або голови, залежно від потреб анімації.



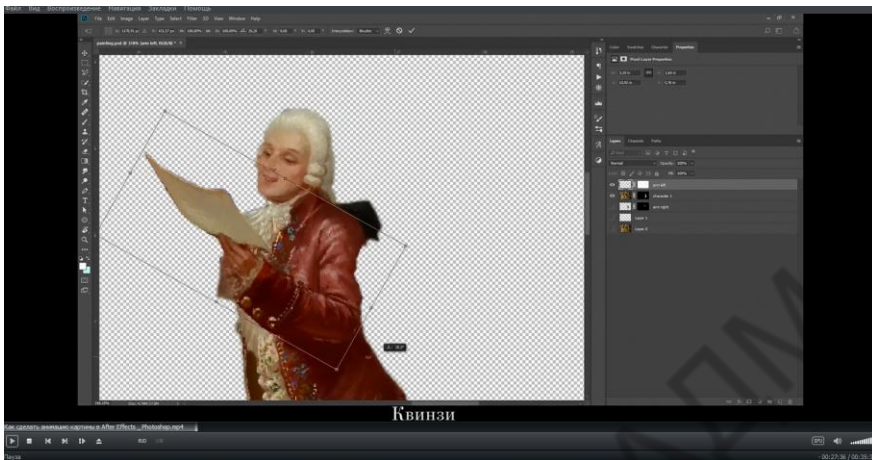
Вирізаємо окремі деталі персонажа (руки, голова для подальшої анімації)



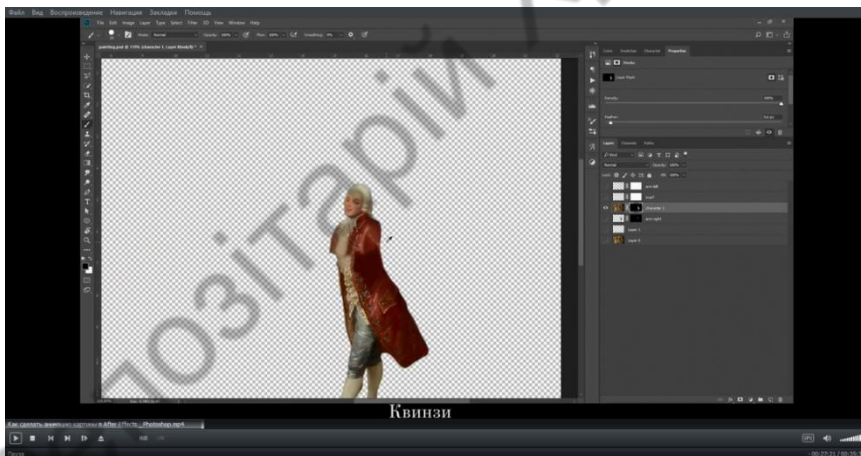
Робимо новий шар для вирізаної руки.



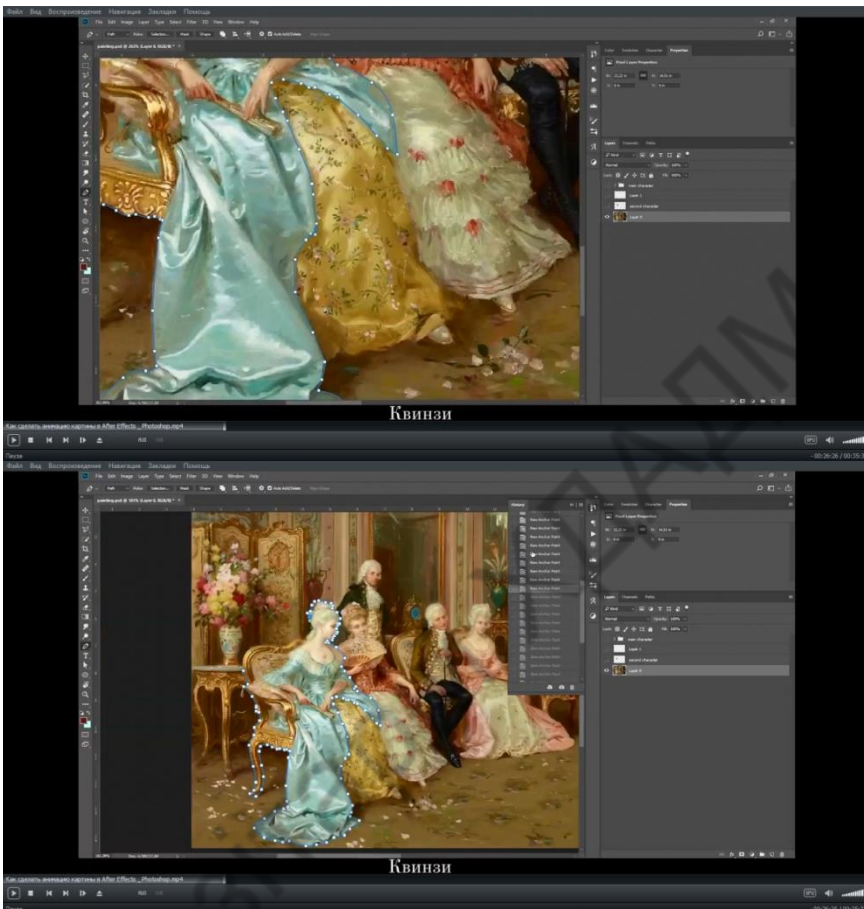
Перевіряємо поворот руки.



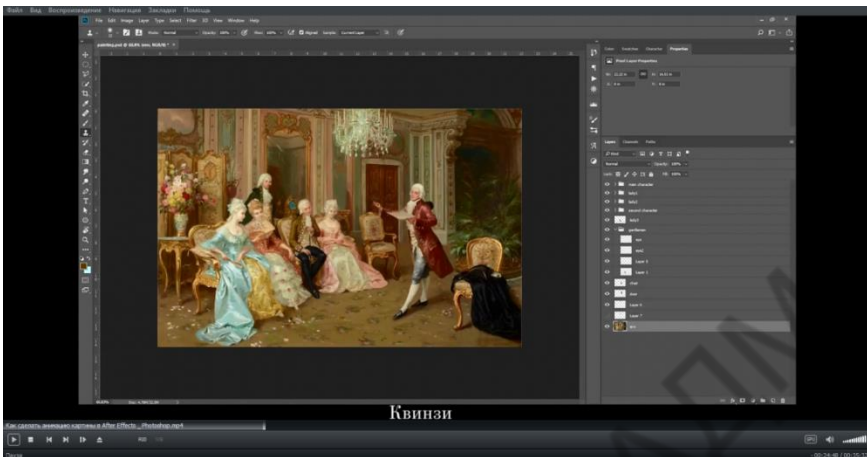
Вирівнюємо краї основної фігури.



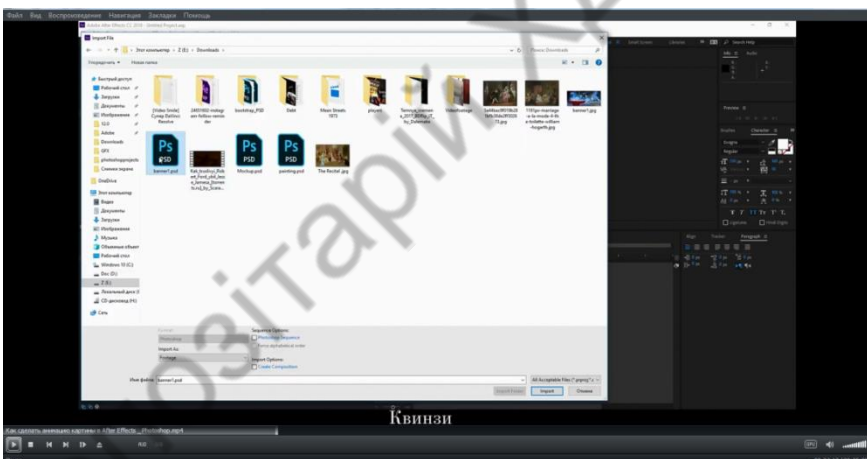
Виділяємо та вирізаємо всі інші об'єкти ставимо на нові шари.



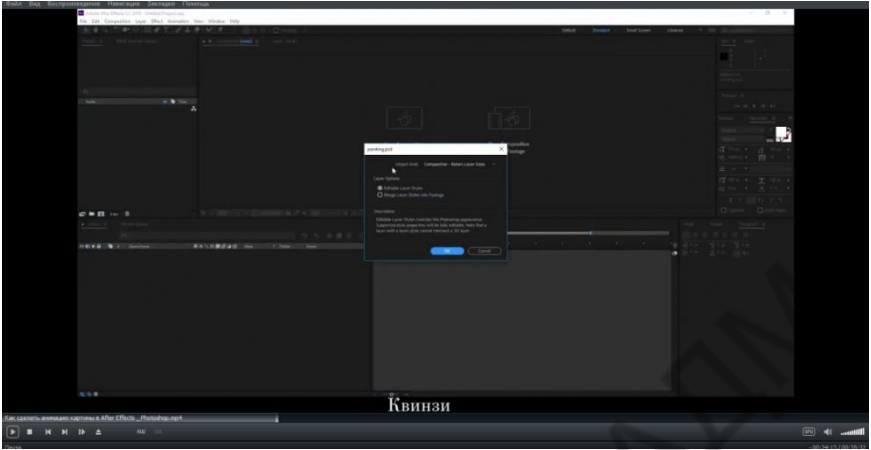
Перевіряємо всі обрізки на різних шарах.



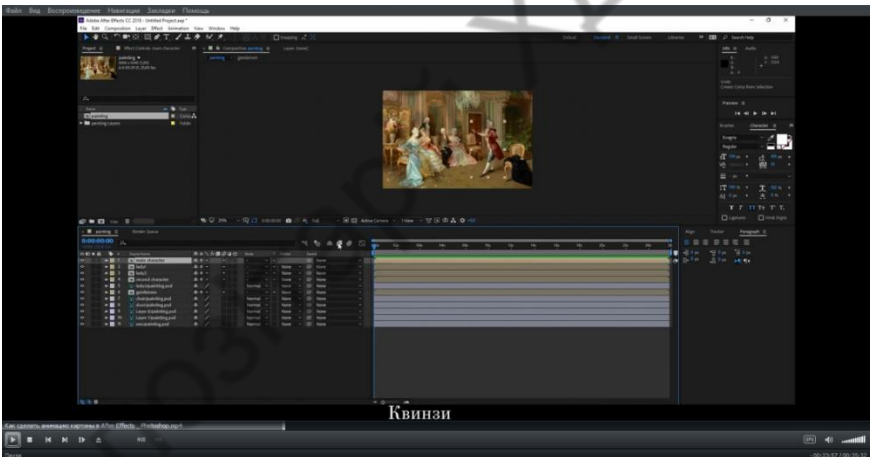
Переходимо до програми After Effects.



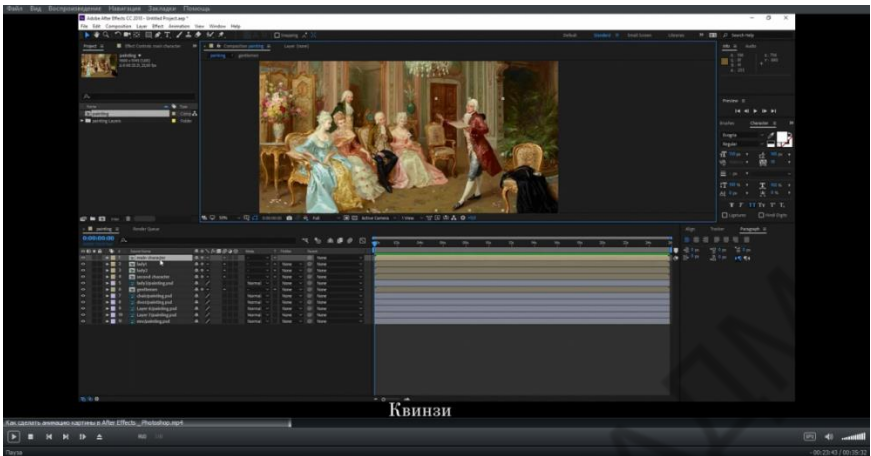
Відкриваємо свій файл зроблений у програмі Photoshop



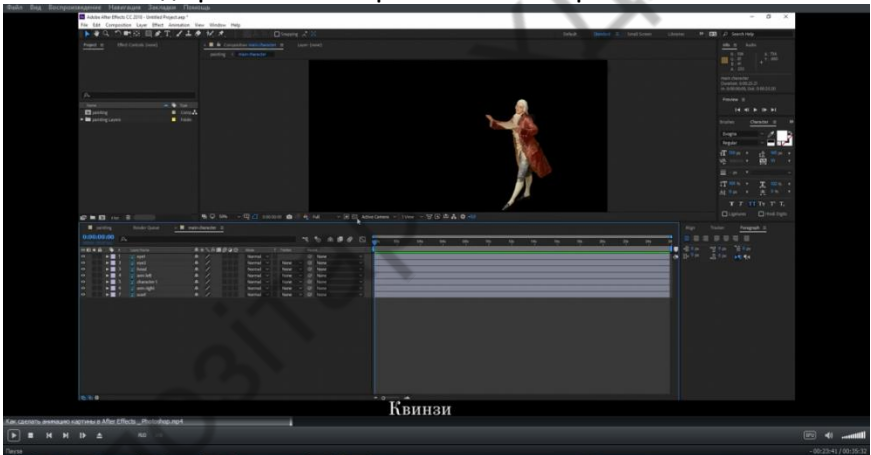
Так виглядає ваш файл у програмі After Effects.



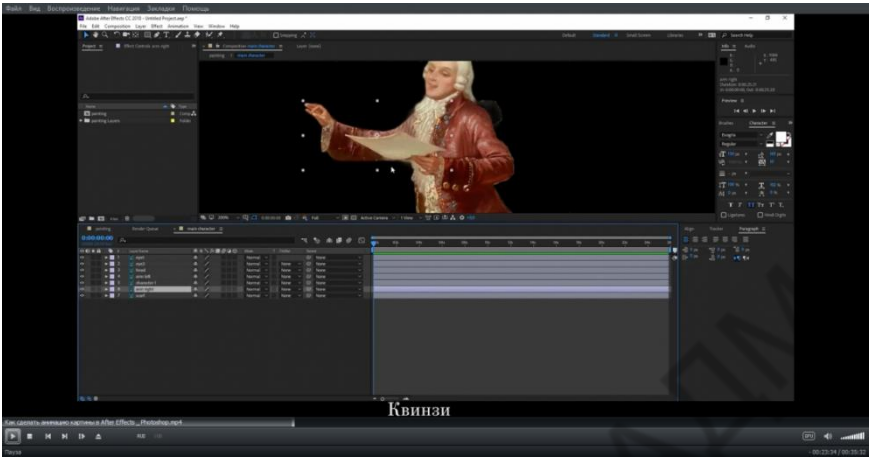
Починаємо анімувати наших персонажів.



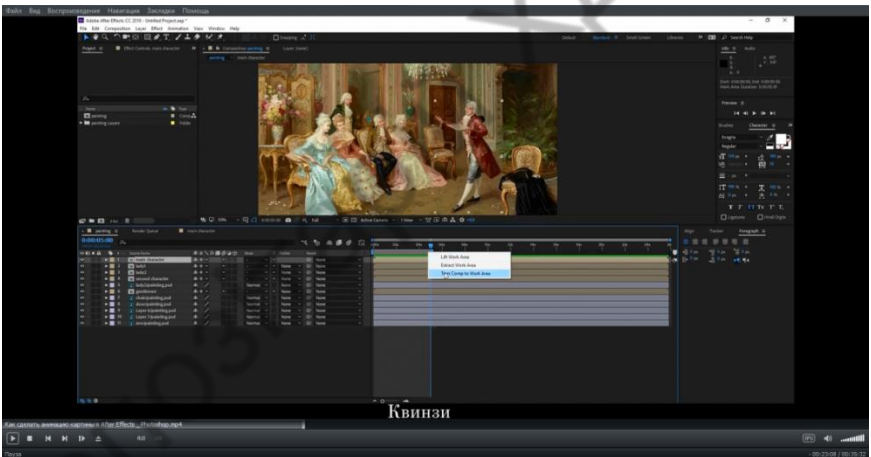
Відкриваємо шар із нашим персонажем.

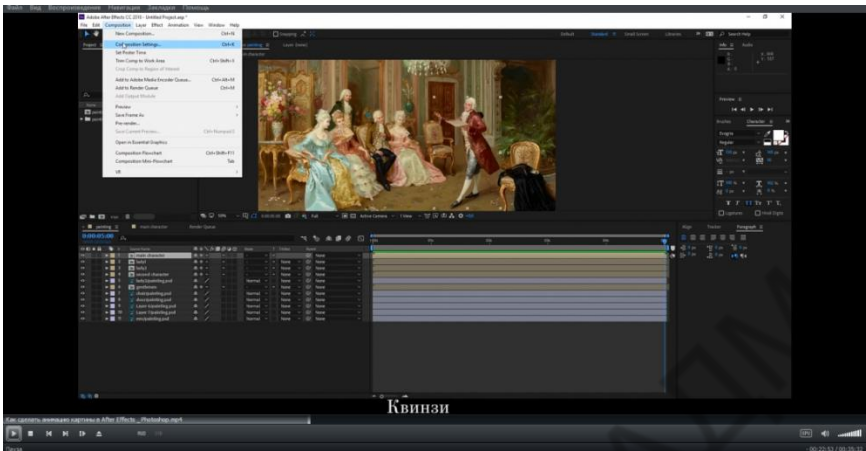


Виставляємо ключі на анімацію руки.

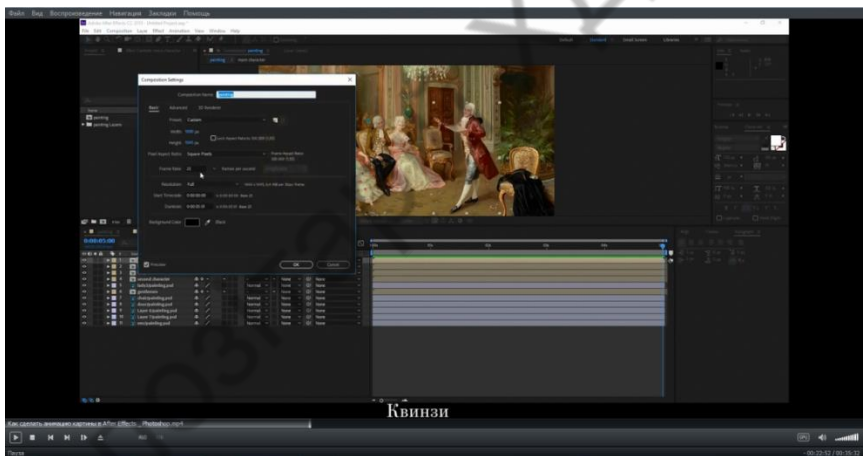


Перевіряємо анімацію.

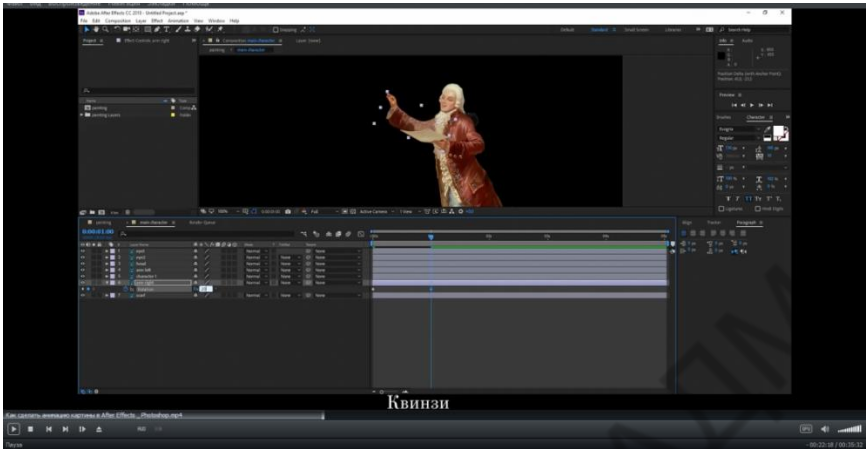




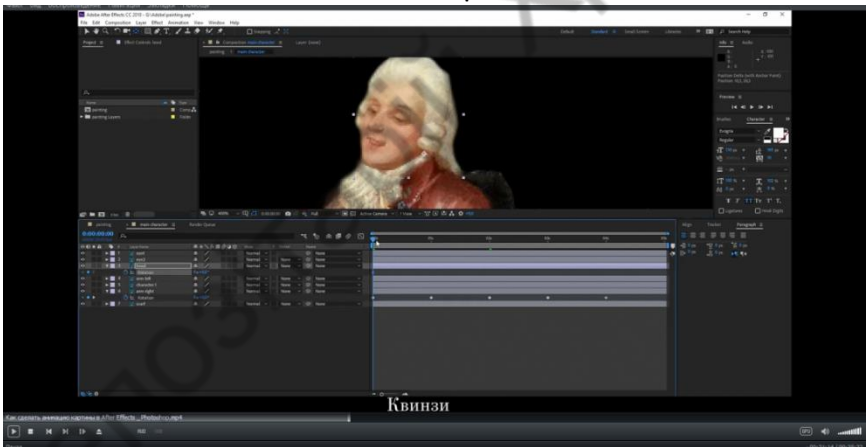
Виставляємо параметри анімації.



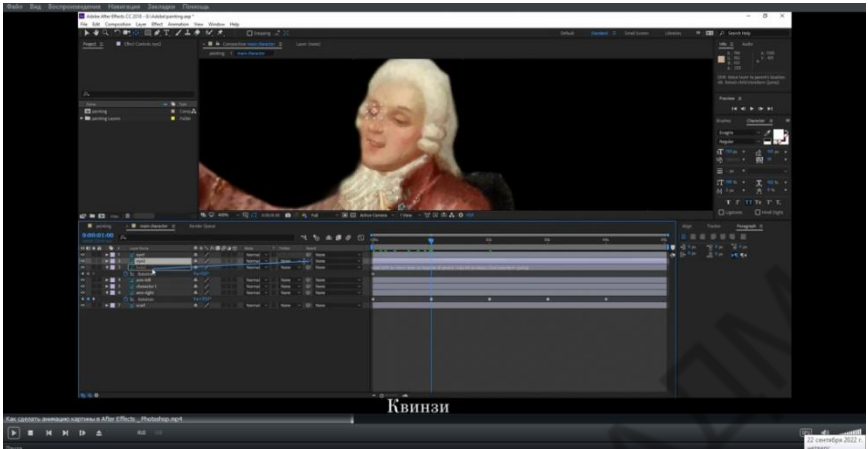
Коригуємо анімацію.



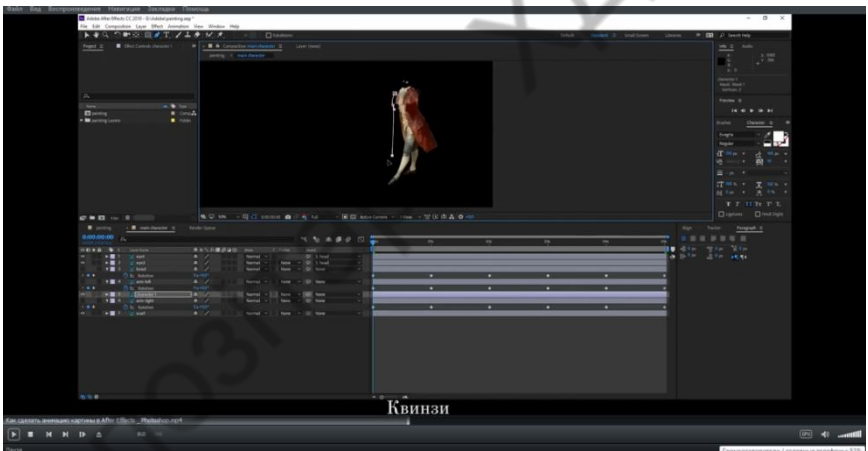
Робимо прив'язку до основного тулуба.
Виставляємо ключі та прив'язки до інших об'єктів
анімації.



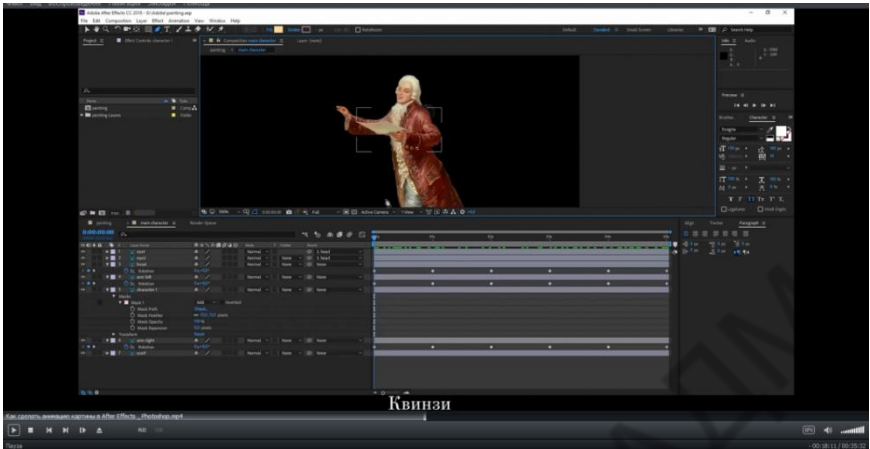
Прив'язка окремих об'єктів до основного об'єкту.



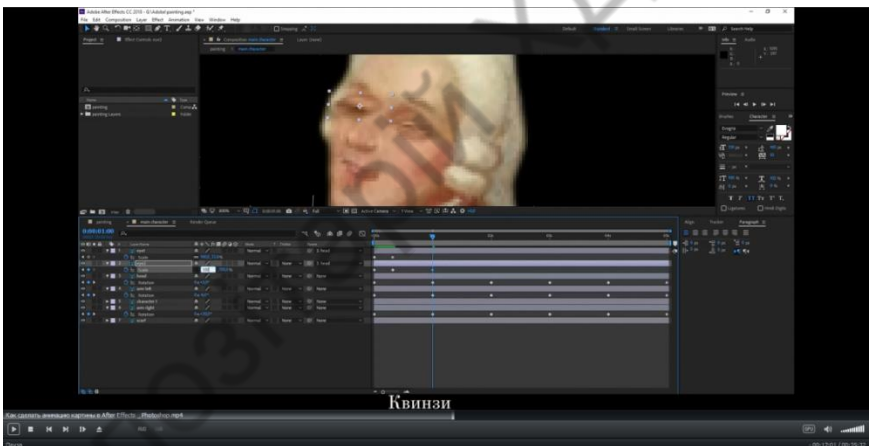
Працюємо з інструментом маска.



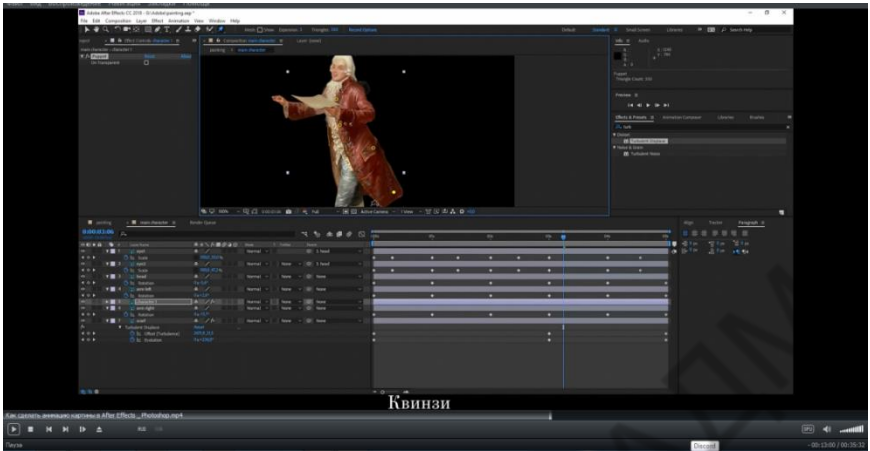
Продовжуємо виставляти ключі.



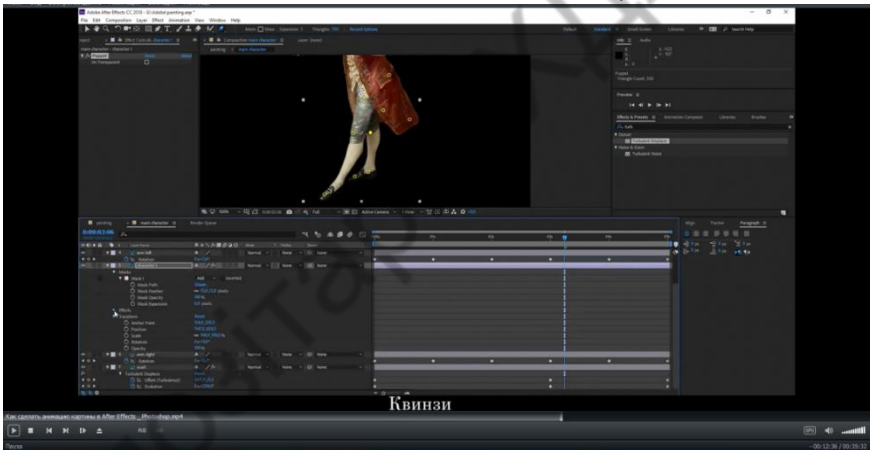
Анімуємо очі за допомогою маски.

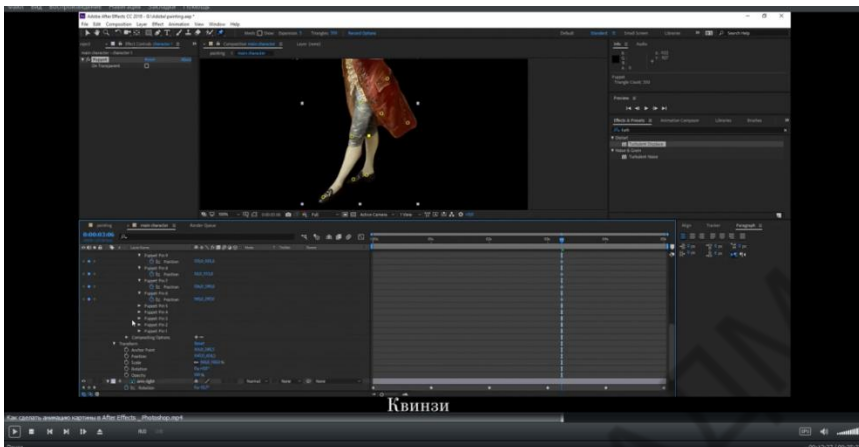


Для тулуба ставимо точки прив'язки як для GIF анімації.

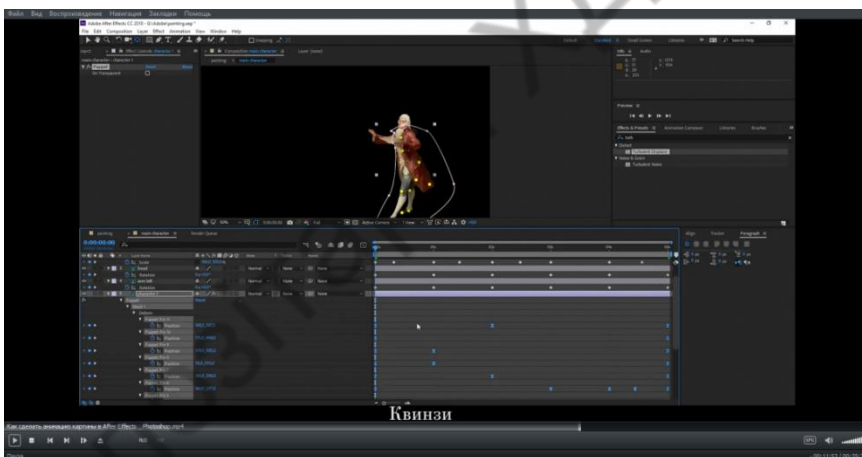


Виставляємо ключі анімації.

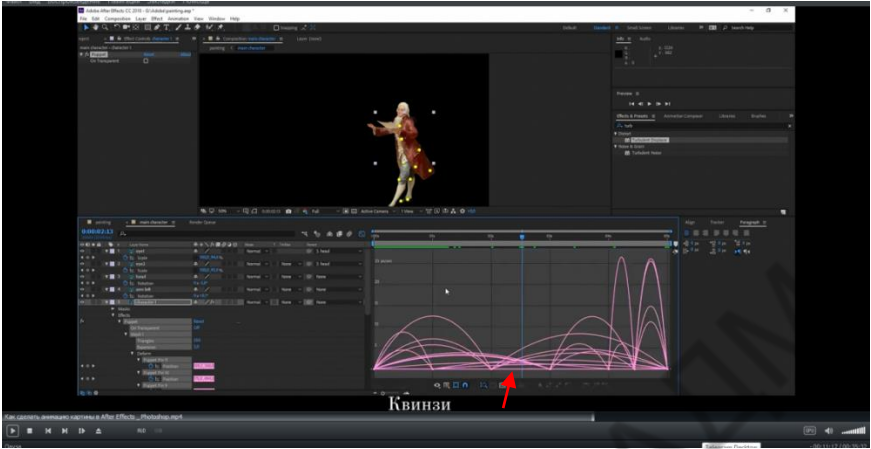




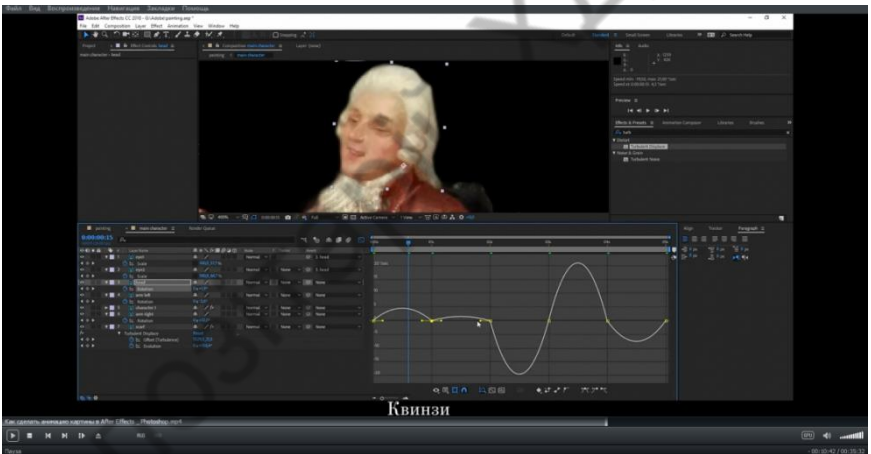
Виставляємо ключі.



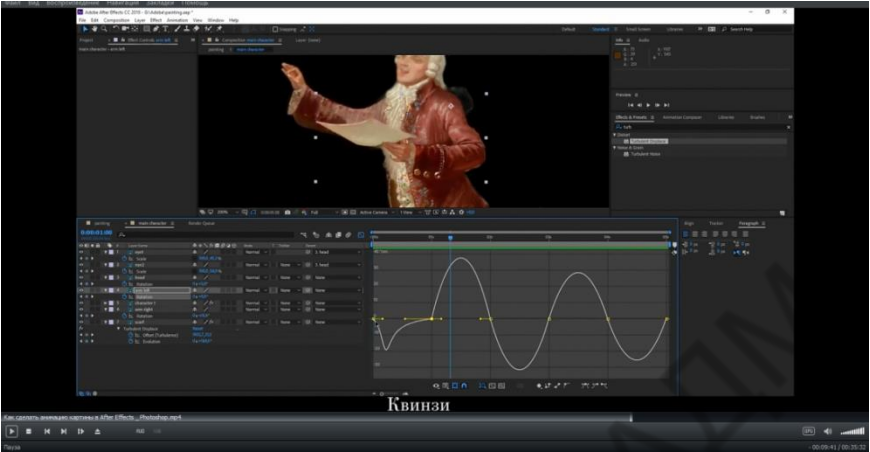
Включаємо графік плавної анімації шляхом інтерполяції.



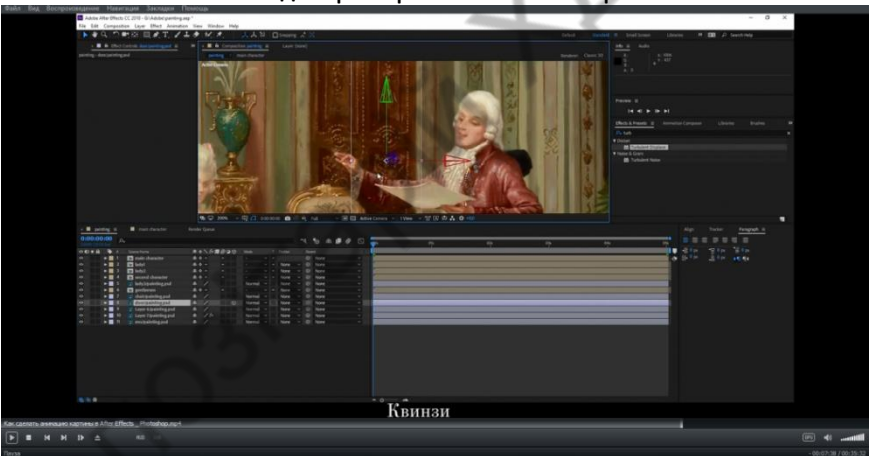
Працюємо з графіками над плавністю голови.

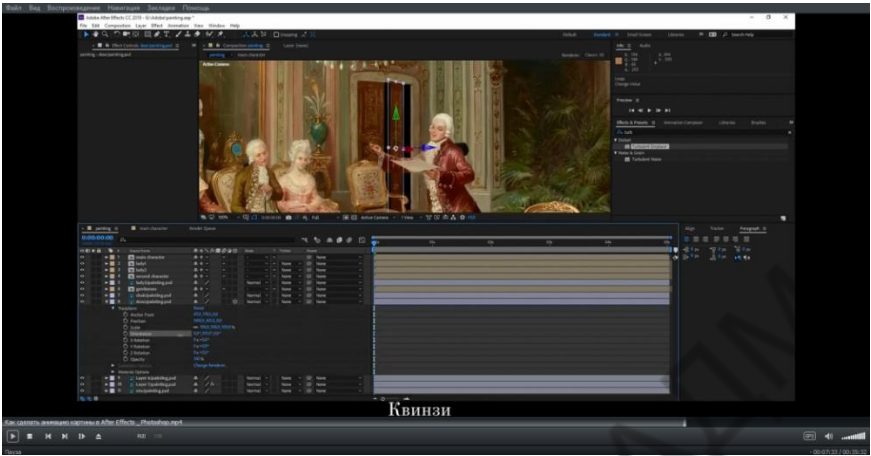


Також над плавністю рук.

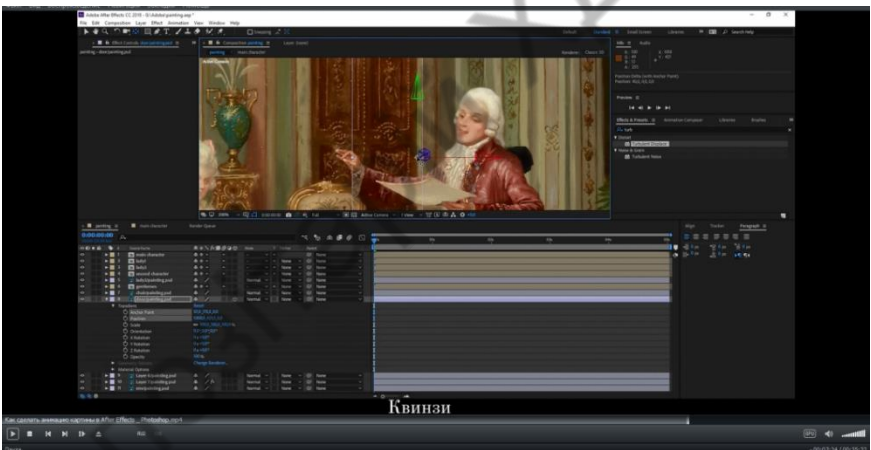


Так працюємо над кожним елементом анімації.
На дверях робимо 3D шар.

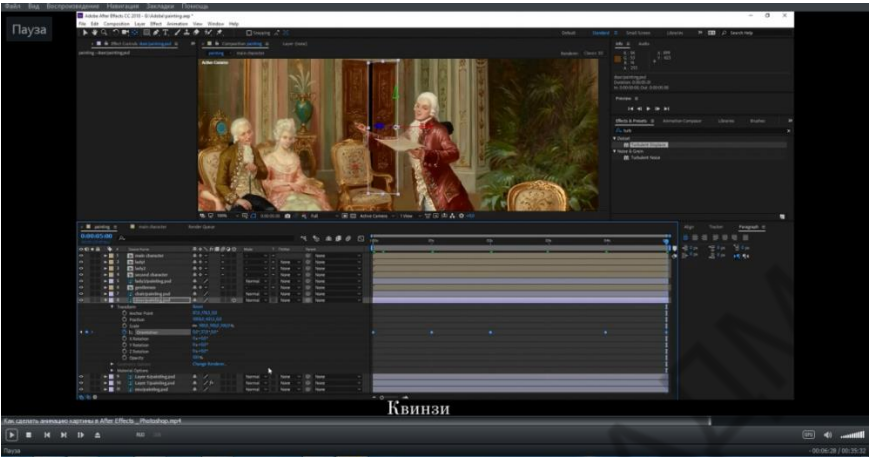




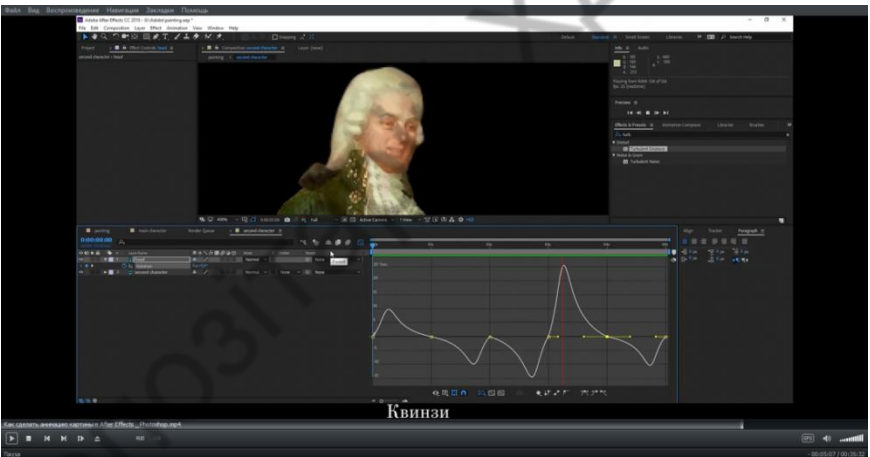
Точку центру осей ставимо там де тримаються двері.

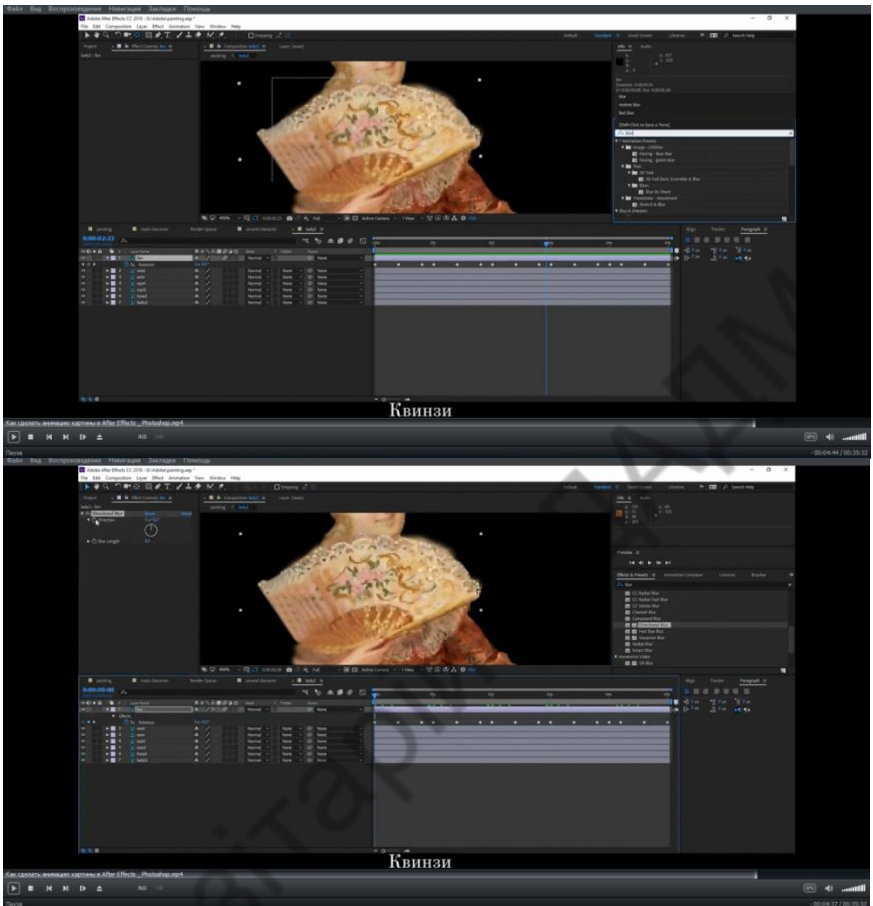


Виставляємо ключі анімації.

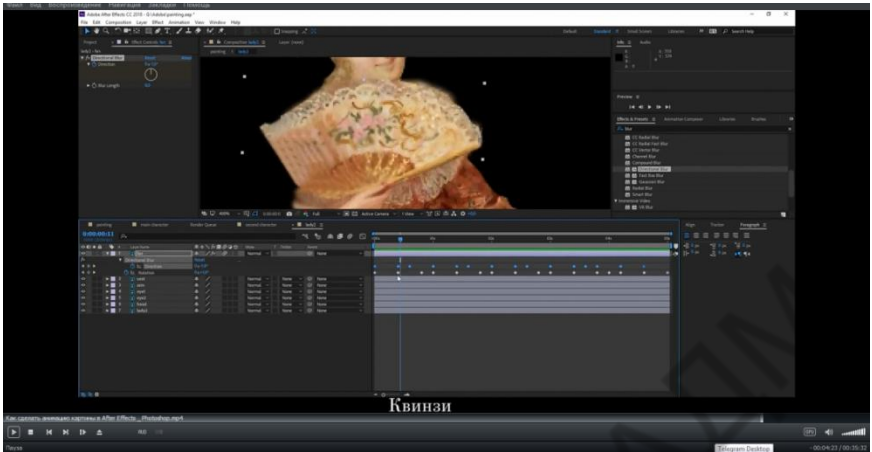


Продовжуємо працювати з іншими об'єктами також.

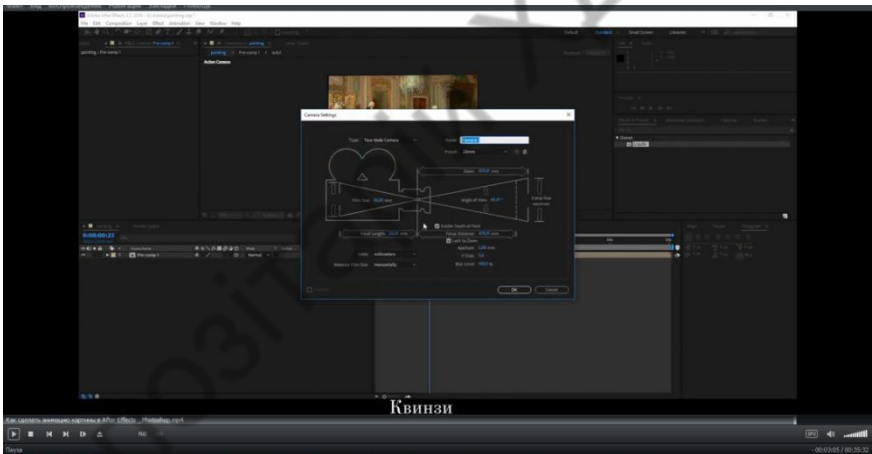


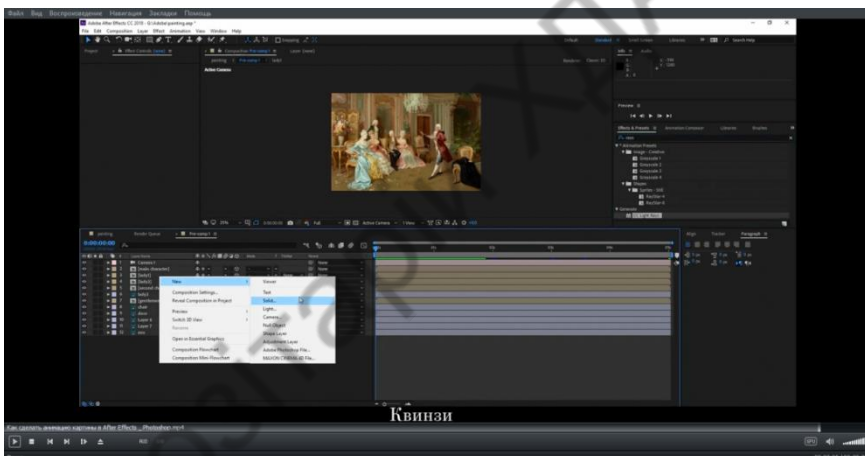
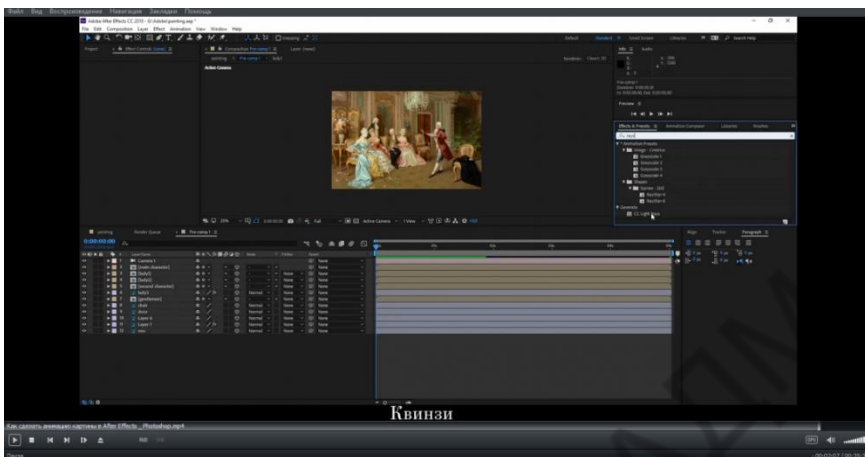


Копіювати всі ключі вставити.

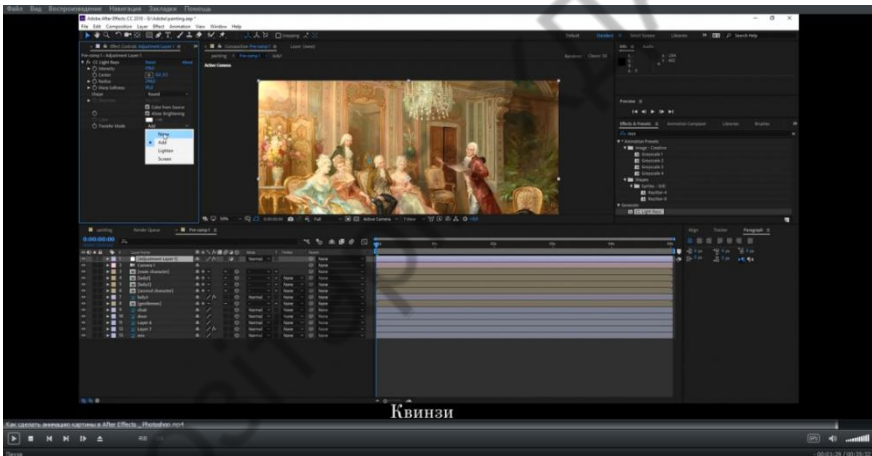
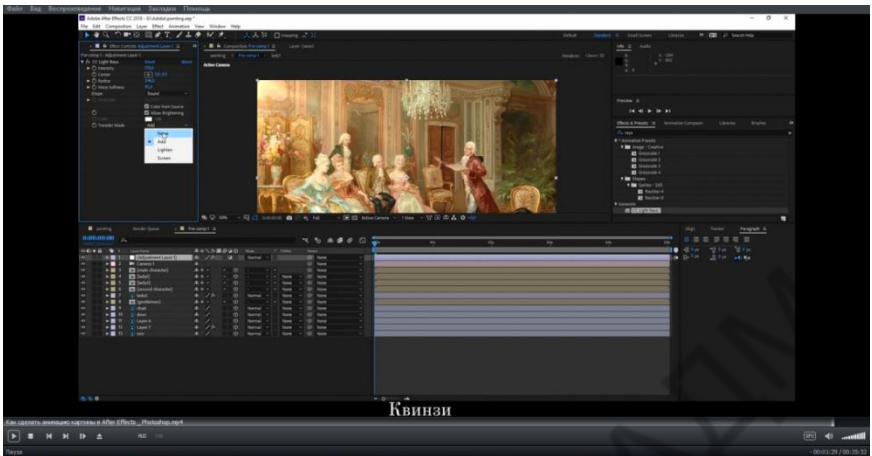


Створюємо камеру.

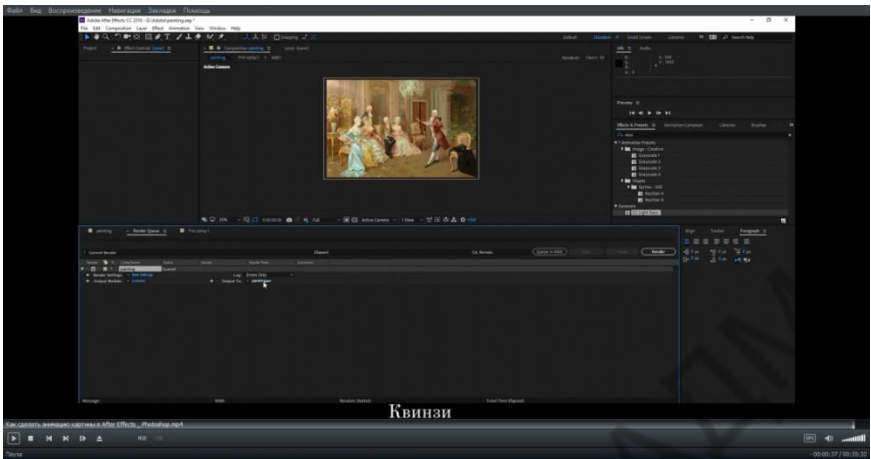




Виставляємо точку світла.



Після закінчення роботи переходів до ренденгу.



Відео для доповненої реальності готово.



МОДУЛЬ 2 (4 годин).

Змістовий модуль 2.1. Програмне забезпечення та технічні засоби AR, VR, MR (4 години).

ЛЕКЦІЯ 4

Тема 4. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

План

- *Програмне забезпечення для проектування засобів Доповненої Реальності;*
- *Додатком Artivive*
- *Платформа Microsoft Windows Mixed Reality*

Для розробки засобів доповненої реальності існує багато спеціальних засобів (фремворків), найбільш популярними з яких станом на 20120 рік згідно є наступні.

Wikitude SDK є основним продуктом однойменної компанії з 2008 року. SDK включає розпізнавання та відстеження зображень, рендеринг 3D-моделей, відео-накладання, геоінформаційні послуги.

У 2017 році *Wikitude* запустив технологію SLAM (Simultaneous Localization And Mapping – одночасна локалізація та картографування), яка дозволяє розпізнавати і відстежувати об'єкти, у тому числі без маркеру. Для доповненої реальності на основі місцезнаходження, положення об'єктів на екрані мобільного пристрою розраховується за допомогою геопозиції користувача (за допомогою GPS або Wi-Fi), напрямку, у якому користувач рухається (за допомогою компаса) та швидкості (за допомогою акселерометра).

Крос-платформенна SDK доступна для операційних систем Android, iOS та Windows, оптимізована також для кількох окулярів доповненої реальності (Epson Moverio, Vuzix M100, ODG R-7). Підтримувані засоби розробки: Native API, JavaScript API, Unity3D, Xamarin, Titanium, Cordova. Версія SDK для використання у некомерційних цілях накладає на зображення водяний знак – в усьому іншому вона еквівалентна комерційній версії вартістю 1990 євро.

ARKit – відносно новий (з 2017 року) засіб від Apple. SDK Apple використовує апаратну програму iPhone / iPad,

датчики руху, камеру для активації засобів доповненої реальності. Підтримувані платформи: iOS 11/12. ARKit підтримує розпізнавання двовимірних зображень (тригери доповненої реальності з плакатами, знаками, зображеннями) та двовимірне відстеження зображень, тобто можливість убудовувати об'єкти доповненої реальності. SDK також дозволяє розробляти програми, які розпізнають просторові та 3D-об'єкти, а також розміщувати віртуальні об'єкти у реальному просторі. Поточна версія ARKit 2 надає можливість розробляти це багатокористувацькі ігри з доповненою реальністю. ARKit вільно поширюється для некомерційного використання.

ARCore – новий (березень 2018 року) засіб від Google, своєрідна відповідь на ARKit. Підтримувані платформи: Android 7.0 та вище, iOS 11 та вище. ARCore поставляється з трьома основними можливості об'єднання віртуальних і реальних світів:

1) відстеження руху – для відстеження положення телефону щодо оточення; 2) «розуміння навколишнього середовища» надає можливість телефону визначати розмір та розташування горизонтальних поверхонь; 3) оцінка освітленості надає можливість телефону оцінити реальні умови освітлення.

ARCore вільно поширюється.

Vuforia – одна з найпопулярніших платформ для розробки доповненої реальності. SDK реалізує наступні функціональні можливості:

- розпізнавання різних типів візуальних об'єктів (коробка, циліндр, площина),
- розпізнавання тексту і оточення, VuMark (комбінація зображення і QR-коду).

За допомогою Vuforia Object Scanner можна сканувати і створювати об'єкти-маркери. Процес розпізнавання може бути реалізований з використанням бази даних (локальне або хмарне сховище). Можливість реєстрації зображень дозволяє розробникам розташовувати і орієнтувати віртуальні об'єкти, такі, як 3D-моделі і

медіаконтент, у зв'язці з реальними образами при перегляді через камери мобільних пристроїв.

Віртуальний об'єкт орієнтується на реальному образі так, щоб точка зору спостерігача співвідносилась до них однаковим чином для досягнення головного ефекту – відчуття, що віртуальний об'єкт є частиною реального світу.

Vuforia підтримує різні 2D- і 3D-типи маркерів, включаючи безмаркерні *mage Target*, тривимірні мішені *Multi-Target*, а також реперні маркери, які виділяють в сцені об'єкти для їх розпізнавання. Додаткові функції включають виявлення перешкод з використанням так званих «Віртуальних кнопок» («*Virtual Buttons*»), детектування цілей і можливість програмно створювати і реконфігурувати цілі в рамках самоодифікованого коду.

Підтримувані платформи: Android, iOS, UWP і Unity Editor. Vuforia надає інтерфейси програмування мовами C++, Java, Objective-C і NET через інтеграцію з ігровим рушієм Unity. Програми, створені на платформі Vuforia, сумісні з широким спектром пристроїв, включаючи iPhone, iPad, смартфони та планшети на Android з версії 2.2 і процесором, починаючи з архітектур ARM v6.

Всі плагіни і функціональні можливості платформи безкоштовні, але включають водяні знаки Vuforia. Обмеження стосуються тільки кількості об'єктів *VuMark* і хмарного розпізнавання. Платні версії без водяних знаків коштують від 99 доларів на місяць.

Пропозиції Vuforia від компанії PTC існують в даний час в двох варіантах – у варіанті Vuforia SDK для розробки додатків для локальних додатків під Unity 3D і в варіанті *ThingWorx Studio Suite* (раніше, до жовтня 2016 року – *Vuforia Studio Enterprise*) для розробки додатків AR, що використовують банк знань («хмарне рішення») на базі *ThingWorx* (IoT-торгова марка PTC). Гнучка політика пропозицій по Vuforia дозволяє застосовувати AR-системи від PTC для підприємств будь-якого розміру і широкого діапазону галузей.

Компанія ПТС є сертифікованим партнером PTC в Росії і країнах СНД і готова розглянути можливість постачання Vuforia під конкретні завдання вітчизняних підприємств для успішного освоєння найсучаснішого ПО в області AR.

Варіант «Vuforia SDK»

Vuforia SDK - це програмний комплекс, який включає в себе платформу доповненої реальності і інструментарій розробника програмного забезпечення доповненої реальності (SDK - Software Development Kit) для використання AR на мобільних пристроях: планшетах, смартфонах і окулярах AR під iOS, Android і UWP (Windows) . Vuforia SDK інтегрована з «ігровим движком» Unity 3D (freeware -програмне забезпечення, наймасовіший «ігровий движок» на сьогоднішній день), що значно полегшує розробку AR-додатків.

Структура запропонованого рішення в варіанті²¹

Власне додаток AR («App» - фрейм на схемі Рис.3.13.) Це сформоване розробником («Developer», помаранчеві символи) програми, що використовують базові модулі визуалізатора Vuforia, модулі Vuforia для додавання в AR пояснювальних текстів, готових заздалегідь 3D-моделей («Objects»), 2D-зображень («Images»), додаткової інформаційної складової по сцені («Content»). Vuforia відповідає за відстеження додатком просторового розміщення («Position»), розпізнавання («Recog») і режиму on-line («Event»).

²¹ Vuforia SDK: http://a0601.narod.ru/VUFORIA_Engine_AR_from_PTC.pdf

Platform Anatomy

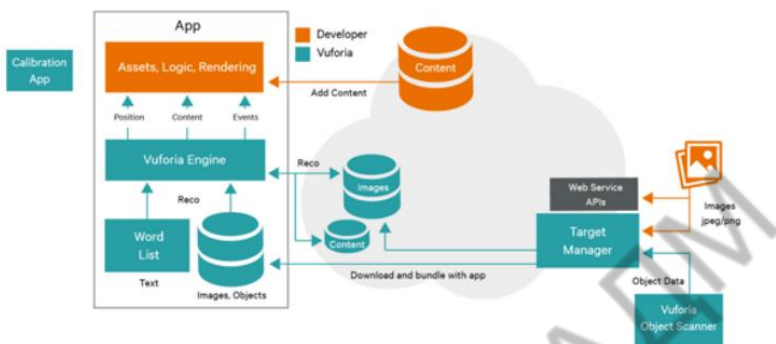


Рис.3.13. Структура середовища розробки AR-додатку на базі Vuforia SDK

Отриманий в результаті Web-додаток пакується в Unity3D і розміщується для доступу по Web через мобільні пристрої. Середовище розробки Unity3D-Vuforia виглядає так, як показано на Рис.3.14.

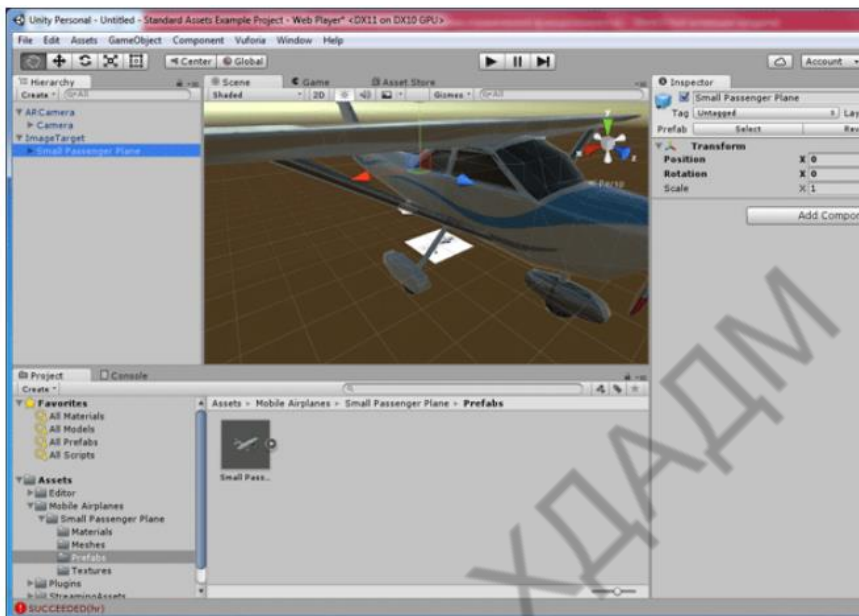


Рис.3.14. 3D-віртуальний об'єкт («Asset» - «Small Pass..») засобами Vuforia перетворений до типу Prefabs для Unity3D, прив'язується до сцени через мітку («Image Target»), розміщення точки погляду користувача («AR-Camers») і масштаб 3D-об'єкта регулюються численними елементами управління в правому розділі «Inspector»

Готовність сцени для передачі на Web-ресурс і для перегляду в подальшому на мобільних пристроях перевіряється в середовищі розробки – див. Рис.3.15.

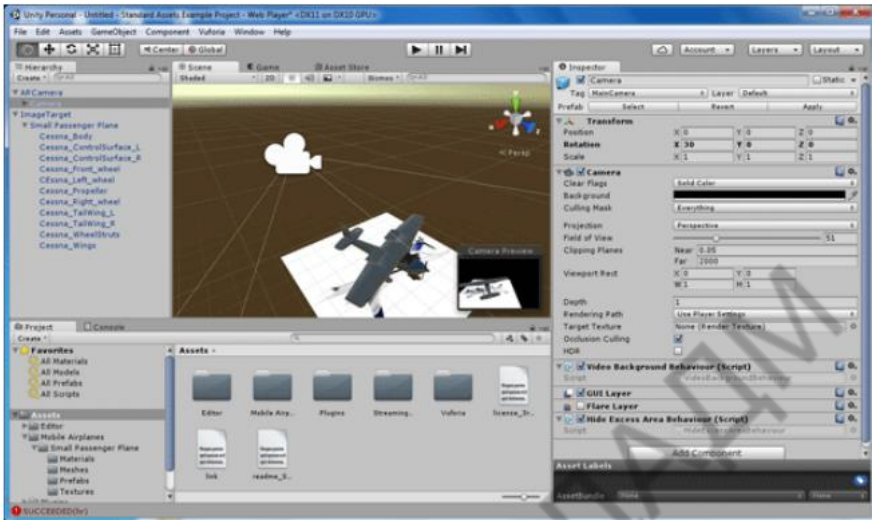


Рис.3.15. Готовність сцени: 3D-об'єкт доповненої реальності розміщений під потрібним кутом до погляду користувача (контроль за візиря в нижньому правому куті робочої зони «Scene»), для розпізнавання встановлений потрібний масштаб і розташування щодо мітки - Image Target (мітка - увигляді відсканованого на білий лист зображення розташовується «під» 3D-об'єктом у просторі сцени).

Готова сцена - результат роботи з об'єктами Vuforia SDK в Unity 3D - компілюється для роботи або з мобільними пристроями iOS (iPhone, iPad), або з мобільними пристроями Android, або з комп'ютерами / мобільними пристроями під керуванням UWP (MS Windows). Користувач з мобільним пристроєм поміщає реальну мітку в потрібний реальний простір і сканує цю мітку своїм пристроєм з завантаженим в нього розробленим AR-додатком. Результат показаний на рис.3.16.



Рис.3.16. Перегляд AR-об'єкта шляхом сканування мобільного Web-камерою мітки. На екрані мобільного пристрою - накладення AR-об'єкта на візуальне поле і переміщення AR-об'єкта услід за переміщенням мітки. Автоматично в Візуалізаційні поле транслюються поточні значення параметрів об'єкта і елементів управління характеристиками моделі.

Застосування Vuforia SDK в поєднанні з IoT дозволяє отримувати промислові рішення класу «Цифровий порадник» і «Цифровий Двійник» (див. Рис.3.17.) Для інтелектуальних, що підтримують мережеві функції виробів (Smart Things, «Розумні Речі»). У контур контенту (див. Рис.3.17.) Додаються поточні значення, одержувані по мережі в режимі реального часу від датчиків «розумної речі», вони об'єднуються з поточними значеннями аналогічних «розумних речей» і їх поведінка аналізується на предмет відповідності теоретично передбаченого на базі повного цифрового опису. Результат у вигляді передбачення поведінки виробу передається в сховище контенту (Content-модулі на рис.3.4), звідки може бути отримано користувачем через мобільний пристрій з Web-Просмотровщик.



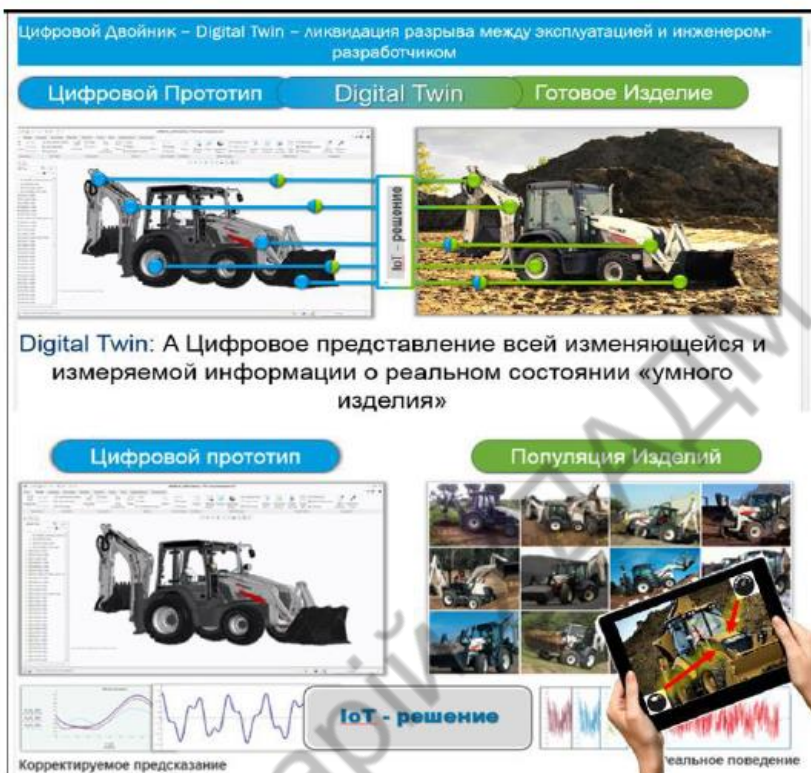


Рис.3.17. Концепція «Цифровий Двійник» - основа постійно поповнюється бази знань про експлуатаційні характеристики реального пристрою

Vuforia SDK забезпечує:

- Простоту створення сценаріїв роботи з об'єктами AR на базі самого популярного і вільно-розповсюдженого «движка» AR
- Необмежена повторне використання 3D-даних
- Можливість використання «Цифрового Порадника» і «Цифрового Двійника»
- Використання широкої номенклатури призначених для користувача пристроїв (iOS, Android, UWP)

ThingWorx View - легке у використанні і безкоштовне для поширення додаток для виконання сканування міток ThingMark і отриманні мережевого доступу до віддаленої бази «оцифрованих дослідів», AR-спеціалізованих інструкцій і комбінованих уявлень цифрових і фізичних даних. ThingWorx View дозволяє використовувати найпопулярніші і масові пристрої AR - смартфони, планшети, окуляри AR і відкрити для себе по-новому виробу в цілому. Транслюються по мережі «оцифровані дослідів», спеціалізовані інструкції та інша зовнішня інформація комбінується з 3D-навігацією по виробу і взаємодією з доповненою реальністю безпосередньо в мобільному пристрої користувача, що максимально скорочує витрати на доставку всього необхідного користувачеві контенту і спрощує сприйняття цього контенту («досвіду»).

ThingWorx Experience Services - Рішення, побудоване на основі архітектури відкритого сервісу - «хмарне» рішення по накопиченню розроблених на робочих місцях ThingWorx Studio Suite «дослідів», інтеграції їх з зовнішніми джерелами інформації та on-line актуальними даними, одержуваними безпосередньо від виробів («речей» в термінах IoT / IIoT, «розумних речей»). ThingWorx Experience Services забезпечує із застосуванням мережевих протоколів віддаленого доступу ефективний доступ до накопиченого безлічі «дослідів» і актуальних даних для користувачів ThingWorx View.

ThingWorx Studio Suite забезпечує:

- Простоту створення «дослідів»
- Необмежена повторне використання 3D-даних
- Можливість використання даних інтернету речей
- Доступ до даних підприємства
- Масштабованість рішення

Maxst пропонує два різних інструменти для розпізнавання зображень та середовищ. Створення бази даних здійснюється онлайн через диспетчер відстеження (Tracking Manager). Для сканування 3D-об'єктів використовуються програми для Android і iOS. У

редакторі Unity Maxst працює лише з 32- розрядною версією.

Maxst вільно поширюється для некомерційного використання. Вільна версія відрізняється від платної тільки водяним знаком. Підтримувані платформи: Android, iOS, Windows, Mac OS.

DeepAR складається з DeepAR SDK та DeepAR Studio для редагування контенту з 4 типами ефектів: жорсткі об'єкти, деформовані маски, маски морфинга і ефекти постобробки. Розробники можуть використовувати цей SDK для створення високоякісних лицьових лінз, аналогічних тим, які надають Snapchat та Facebook, а також для різних масок і ефектів для мобільних пристроїв. Цей SDK здатен швидко розпізнавати обличчя в режимі реального часу на основі моделей даних і методів машинного навчання (близько лицьових точок на швидкості 60 кадрів в секунду). Підтримувані платформи: ПК, Android, iOS, Windows, WebGL.

EasyAR напевно посідає друге місце після Vuforia SDK за функціональними можливостями. EasyAR підтримує розпізнавання зображень, розпізнавання 3D-об'єктів, сприйняття середовища, хмарне розпізнавання, «розумні окуляри», записи на екрані та ін. Оскільки бібліотека абсолютно вільна, для початку роботи з EasyAR, потрібно лише зареєструвати обліковий запис і створити ключ плагіна вашого пакету. Підтримувані платформи: Android, iOS, UWP, Windows, Mac і Unity Editor. Засоби розробки: C API, C++11 API, традиційний C++ API, Java API для Android, Swift API для iOS, Objective-C API для iOS.

ARToolKit – найстаріший (з 1999 року) SDK для розробки засобів доповненої реальності, що реалізує відстеження позиції та орієнтації однієї або декількох камер, відстеження простих чорних квадратних маркерів, відстеження планарних зображень (маркерів у вигляді зображень), калібрування камери, оптичне стерео калібрування, генерацію маркерів, плагіни для Unity і OpenSceneGraph.

Підтримувані платформи: Android, iOS, Linux, Windows, Mac OS, «розумні окуляри». ARtoolKit поширюється вільно.

Xzimg надає SDK, зокрема, для відстеження обличч у реальному часі через плагін Unity. Xzimg включає в себе три основних SDK:

- Augmented Vision - для комп'ютерного зору, розпізнавання і відстеження маркерів;
- Augmented Face - для розпізнавання людського обличчя у відео;
- Magic Face - для нежорсткого відстеження особи, рефакторінга від Augmented Face і поліпшення за допомогою інших функцій, таких як заміна особи, виявлення/відстеження особи та ін. Підтримувані платформи: Android, iOS, Windows.

Усі SDK Xzimg безкоштовні для некомерційного використання.

Серед інших вільно поширюваних засобів розробки доповненої реальності слід відзначити A-Frame, ApertusVR, ArUco, JavaCV, ATOMIC Authoring Tool, Goblin XNA, GRATF, mixare, PTAM, DroidAR, GeoAR BeyondAR, Mangan, ARma, серед комерційних - 8th Wall, Layar SDK, Catchoom CraftAR AR SDK, Scangine.

Великий вибір засобів для проектування засобів доповненої реальності надає можливість вільно комбінувати їх, підключаючи у якості модулів до Unity - багато платформеного інструменту для розробки двота тривимірних програм, що працює на операційних системах Windows, macOS X та Linux (див. рис.3.22). Створені за допомогою Unity програми працюють під управлінням Microsoft Windows, macOS, Linux, Xbox One, Wii, Wii U, PlayStation 3, PlayStation 4, PlayStation Vita, iOS, Android, WebGL, Tizen, Facebook, TvOS та Nintendo Switch.

Аналізуючи добір засобів доповненої реальності навчального призначення можна дійти висновку про доцільність спільного використання Vuforia та Unity. На рис. 1 наведено схему проектування систем із доповненою реальністю навчального призначення,

ключовими компонентами якої є 3D-моделі або відео, посилання на які можуть бути асоційовані з маркерами, QR-коди, SDK Vuforia, інтегрована з Unity3D. Результуючі розробки пропонуються до використання на різних мобільних платформах, насамперед – під управлінням ОС Android

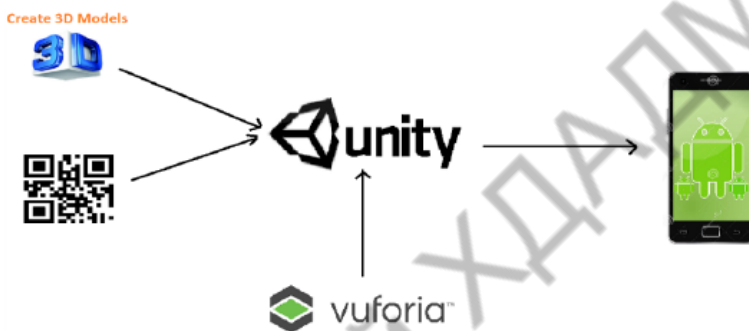


Рис. 3.22. Схема проектування систем із доповненою реальністю навчального призначення

Додатком Artivive



Необхідні ресурси для Artivive

Необхідні такі ресурси:

Планшет або смартфон із додатком Artivive встановлений (доступний на Android або iOS) - це інструмент візуалізації.

Обліковий запис Artivive Education (виберіть «студенти та викладачі»), який надає доступ до інструменту створення під назвою Bridge – тут ви можете створити цифровий рівень.

Доступ до комп'ютера або ноутбука для входу та використання Bridge (через веб-сайт Artivive).

Доступ до камери (на смартфоні, планшеті чи цифровій камері) для зйомки рухомих фотографій.

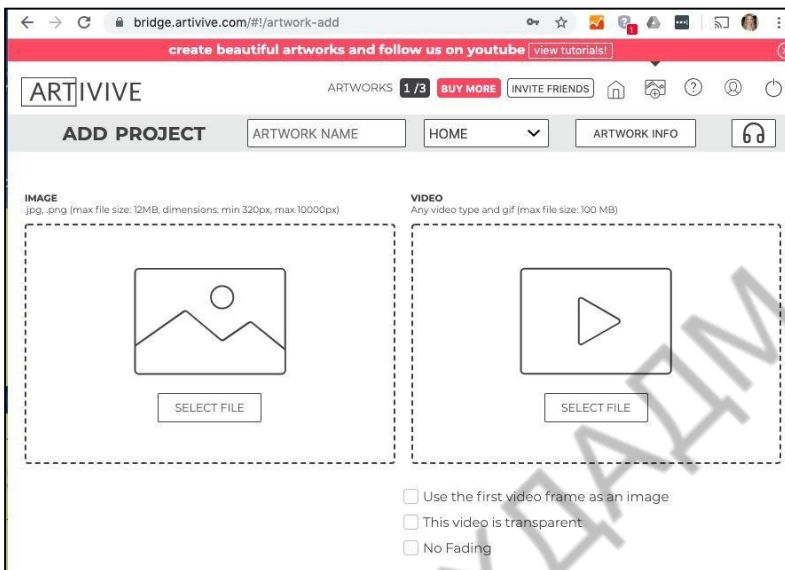
DaVinci Resolve 16 або інше програмне забезпечення для редагування відео (наприклад, iMovie, Camtasia).

Навчальне відео віденського художника Litto: https://youtu.be/t_pwfmmJqil

Запропоновані кроки

Нижче наведено запропоновані кроки для реалізації уроку.

Завантажте свій відео файл на платформу Artivive на стороні відео (праворуч на зображенні нижче)). Вони можуть або вибрати перше зображення з відео файлу, або завантажити окреме зображення, яке вони хотіли б, щоб глядачі побачили вперше без цифрового додатка (використовуючи ліву сторону нижче). Це зображення має бути твір мистецтва, який учень хотів би продемонструвати.



Введіть деталі своєї роботи (наприклад, назву для своєї роботи, опис, своє ім'я тощо), зберігають і завантажують свій файл для друку або поширення в цифровому вигляді.



Студенти діляться своїми творами мистецтва з однолітками та/або ширшою спільнотою разом із описом свого твору мистецтва, який надає передумову мотивації твору, а також інформацію про те, як він був створений і використані матеріали

Платформа Microsoft Windows Mixed Reality²²

Раніше ми вже визначили, що таке змішана реальність. Але яке поняття вкладає в ці слова Microsoft? В даному випадку гігант індустрії за допомогою цього терміна позначити відмінність своєї платформи від платформ VR. Так в чому ж різниця, якщо і для пристроїв на Windows Mixed Reality, і для HTC Vive використовується персональний комп'ютер під управлінням Windows? Пристрої змішаної реальності також являють собою гарнітури з екранами і системою відстеження ваших

²² <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows/mixed-reality/>

рухів. Цим вони схожі на шоломи віртуальної реальності. Однак в MR системах також використовуються фронтальні камери, які дозволяють «додавати» об'єкти з реального світу у віртуальний і навпаки.

Таким чином досягається злиття VR і AR технологій.

Основна відмінність Windows Mixed Reality від багатьох VR-пристроїв полягає в тому, що дана платформа спрямована на те, щоб надати вам досвід безпосереднього учасника подій, що відбуваються, а не глядача. І це дійсно круто.

Як працює Windows Mixed Reality?

Одним з основоположних принципів системи Windows Mixed Reality є те, що вона призначена для роботи з Windows 10. Вона стала доступна широкому колу користувачів з виходом Creators Update для «десятки». За програмну підтримку платформи відповідає програма Mixed Reality Portal.

Microsoft не раз писала, що Mixed Reality призначена для усунення обмежень мобільного VR, коли ви статичні; і недоліків VR з трекингом, коли ваші рухи відслідковуються, але ігрова зона дуже обмежена (як у випадку з HTC Vive, PS VR або Oculus Rift). Microsoft заявляє, що їй вдалося домогтися того, що «відстеження» дій користувача «відбувається зсередини».

1. Що таке змішана реальність у розумінні Microsoft?

Першим кроком в будь-якому процесі навчання є просте визначення основної концепції в простих термінах. У нашому випадку нам потрібно точно визначити, що таке змішана реальність на самому базовому рівні:

Змішана реальність - це спектр імерсивних взаємодій, що з'єднує і змішує фізичний і цифровий світи в додатках доповненої і віртуальної реальності.

Візуально можна уявити змішану реальність як творчий простір, що існує між полюсами фізичного і цифрового світу. Можливості цього простору практично безмежні -

від накладення віртуального контенту на об'єкти в фізичному світі, як в додатках доповненої реальності, до повного ефекту занурення, коли користувач не отримує ніяких даних з реального світу, як в середовищі віртуальної реальності.

Так як змішана реальність охоплює настільки широкий спектр можливих взаємодій з користувачем, вона має цілу низку абсолютно унікальних типів взаємодії. наприклад:

- Вхідні дані навколишнього середовища - визначення розташування користувача в світі, зіставлення поверхонь і кордонів у цій галузі.
- Просторовий звук - тривимірний звук з позицією і глибиною в віртуальному просторі, як в реальному світі.
- Розташування, позиції і збереженість об'єктів в реальному і віртуальному просторах.

Ці функції є частиною зв'язку між людськими і комп'ютерними вхідними даними, яка зазвичай називається людино-машинним інтерфейсом (HCI). Людські вхідні дані охоплюють більш звичні способи взаємодії з технологіями, такі як використання клавіатури, миші, сенсорної панелі або власного голосу. Згодом кількість датчиків і обчислювальна потужність наших комп'ютерів зросли настільки, що з'явилася нова область - комп'ютерні вхідні дані з навколишнього середовища. Взаємодія між комп'ютерами і навколишнім середовищем називається сприйняттям.

Перетин комп'ютерної обробки, людських вхідних даних та інтерпретації навколишнього середовища - це та область, де проявляються міць, творчий потенціал і нові можливості змішаної реальності (див. рис.3.23). Переміщення по фізичному світу може перетворюватися в рух в цифровому світі. Межі фізичного світу можуть вплинути на роботу додатків в цифровому світі, наприклад ігор. Без введення через навколишнє середовище неможливо поєднувати взаємодії з фізичним і цифровим світами.



Рис. 3.23. Людина-комп'ютер-середовище

Історична замітка: термін змішана реальність вперше був ужитий у статті Пола Мілгрма (Paul Milgram) і Фуміо Кісін (Fumio Kishino) Таксономія візуальних відображень змішаної реальності, опублікованій в 1994 році. Хоча в цій статті мова йшла не про ту версію змішаної реальності, яку ми маємо сьогодні, це дійсно було дослідження концепції континууму віртуальності і категоризація таксономії стосовно відображенням. Посилання на цю статтю дана в кінці модуля.

Пояснення сенсу доповнено реальності, віртуальної реальності та змішаної реальності

Ті, хто починають вивчати змішану реальність, найчастіше запитують: «У чому різниця між доповненою реальністю, віртуальною реальністю і змішаною реальністю?» Перш ніж ми заглибимося в визначення словника Вебстера, подивіться наступне відео, і ви зрозумієте, починає ваша модель мислення вибудовуватися відповідно до цієї нової парадигмою:

Тепер, коли ви розумієте основи, давайте дамо більш докладне визначення доповненої реальності: будь-яка технологія, яка формує складні візуальні враження шляхом накладення зображення, створеного комп'ютером, на реальний світ, який бачить користувач. *Доповнена реальність* не обмежується візуальним доповненням нашого світу. Ви можете створювати доповнені враження, які є тільки звуковим додатком до фізичного світу або одночасно звуковим і візуальним (див. рис.3.24).



Рис. 3.24. Приклад Змішаної реальності

Можливості доповненої реальності не обмежуються гарнітурами, такими як HoloLens. Мільйони сучасних мобільних пристроїв мають можливості, що дозволяють відчувати глибину, щоб доповнити ваш реальний світ цифровою інформацією (рис.3.25).



Рис. 3.25. Доповнена реальність в мобільних пристроях

Віртуальна реальність, яка перебуває на іншій стороні спектра, визначається наступним чином.

Будь-яка технологія або взаємодія, повністю занурює користувача в віртуальний світ за допомогою гарнітури, ефективно перериваючи його зв'язок з образами і звуками реального світу.

Додатки віртуальної реальності відмінно підходять для навчання і моделювання, так як повне занурення користувачів дозволяє відтворити реальну життєву ситуацію (рис.3.26). Як приклади можна привести навчання пожежних або співробітників служби невідкладної допомоги та моделювання умов польоту.



Рис. 3.26. Занурення в користувача у віртуальну реальність

Ймовірно, у вас виникло закономірне питання: «З огляду на всі ці варіанти, як мені вирішити, в якій частині спектра змішаної реальності варто почати розробку програми змішаної реальності? Це повинна бути доповнена або віртуальна реальність?» У нас є проста відповідь: подивіться наступне відео для цього сценарію, щоб завершити наше обговорення.

Вивчення пристроїв Windows Mixed Reality

Тепер, коли ми розглянули концептуальні відмінності між віртуальною реальністю і доповненою реальністю, а також їх місце в змішаній реальності, давайте торкнемося апаратних пристроїв, які ви можете використовувати при розробці.

HoloLens

Для додатків та ігор в області доповненої реальності ви можете вибрати Microsoft HoloLens (рис.3.27). HoloLens має прозорий дисплей, так що користувачі можуть бачити реальне оточення навколо себе, не знімаючи гарнітуру, з повними шістьма ступенями свободи для

обертання і переміщення.



Рис. 3.27. Microsoft HoloLens

Імерсивні гарнітури Windows Mixed Reality

Взаємодія у віртуальній реальності ви можете розробляти для широкого спектра імерсивні гарнітур Windows Mixed Reality, таких як Samsung HMD Odyssey + або недавно випущена HP Reverb G2 (рис.3.28). Ці пристрої мають непрозорі дисплеї, які блокують фізичне середовище і відрізняються повними шістьма ступенями свободи руху, що дозволяють занурити користувачів в віртуальний світ.



Рис. 3.28. Імерсивна гарнітура

Варто відзначити, що автономність пристрою або прив'язка його до ПК ніяк не пов'язана з тим, чи є пристрій голографічним (доповнена реальність) або імерсивні (віртуальна реальність). Обидва типи пристроїв можуть бути прив'язаними або автономними.

Новий погляд на спектр змішаної реальності

На схемі спектра змішаної реальності (рис.3.29), що ви бачите, тип цільової взаємодії для вашого застосування повинен відповідати типу пристрою. Якщо ви створюєте додаток, який використовує фізичний світ навколо користувача, найкраще підходить HoloLens. Якщо ви збираєтеся помістити своїх користувачів в самий кінець спектру, вам потрібна імерсивні гарнітура Windows Mixed Reality.

Пристрої та взаємодії

Існує два основних типи пристроїв, які підтримують взаємодію Windows Mixed Reality:

Голографічні пристрої - це пристрої, здатні розміщувати цифрові об'єкти в реальному світі так, якби вони існували там насправді.

Іммерсивні пристрої - пристрої, здатні створювати відчуття присутності, блокуючи реальний світ та замінюючи його цифровою взаємодією з повним зануренням.

Характеристика	Голографічні пристрої	Занурюючі пристрої
Приклади пристроїв	Microsoft HoloLens; 	Samsung HMD Odyssey+ 
Дисплей	Прозорий дисплей. Дозволяє користувачеві з гарнітурою бачити реальне фізичне середовище.	Непрозорий екран. Блокує реальне фізичне середовище користувача з гарнітурою.
Переміщення	Переміщення з шістьма ступенями свободи, включаючи обертання та перетворення.	Переміщення з шістьма ступенями свободи, включаючи обертання та перетворення.

Є вкладення

І Дві основи тепії попелу, Які Pidrittry закурив змішану реальність Windows:

Golostychny Adtice - збірка -ups з цифрових цифрових копійок у справжньому sviti, так, як -ябів там був нанент.

Прикладання іммерівні - прихильність, побудова ступору керівника, Блачучі реальності того самого заступника Йогі взаємних взаємних підземелля.²³

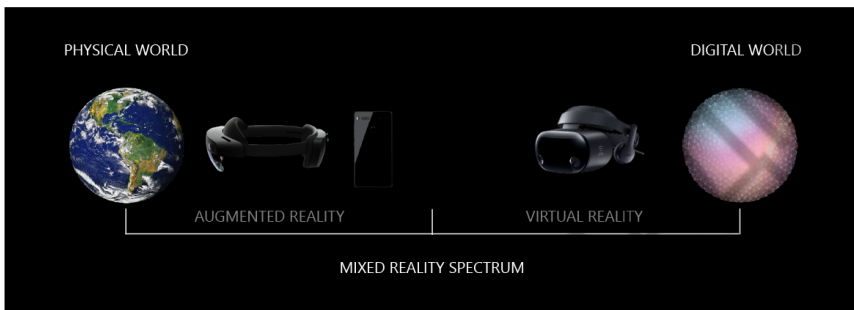


Рис. 3.29. Спектр змішаної реальності

Хоча в сучасному технологічному просторі поки не існує жодного пристрою, яке могло б використовувати весь спектр змішаної реальності, є надія, що в майбутньому голографічні пристрої стануть більш імерсивні, а імерсивні - більш голографічними.

Загальні відомості про голограми

Голограми перестали бути науковою фантастикою. Насправді, вони становлять основу всіх додатків, доповнених до реальності.

Голограми - це цифрові об'єкти, які з'являються в світі навколо вас, коли ви одягаєте гарнітуру HoloLens. Вони складаються зі світла і звуку. Ви можете програмувати голограми, щоб вони реагували на погляд, жести або голос користувача. Наприклад, можна обертати цифровий план будівлі пальцем або помахом руки.

²³ <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>

Важливо відзначити, що голограми є лише частиною доповненої реальності в спектрі змішаної реальності. Їх не слід плутати з віртуальними об'єктами в імерсивні взаємодії.

Голограма складається зі світлого і звукового

Голограми, які відображаються HoloLens, відображаються в списку holographic безпосередньо перед очима користувача. Голограми додають світло в світ, що означає, що ви бачите як світло з екрану, так і світло з навколишнього середовища. HoloLens не видаляти освітлення від очей, тому голограми можна візуалізувати з чорним кольором. Замість цього чорна вміст відображається як прозоре.

Голограми можуть мати багато різних уявлень і поведень. Деякі з них реалістичні, а інші - мультиплікаційні і ethereal. Голограми можна використовувати для виділення компонентів в навколишньому середовищі або використання їх в якості елементів призначеного для користувача інтерфейсу додатку (див. рис.3.31).

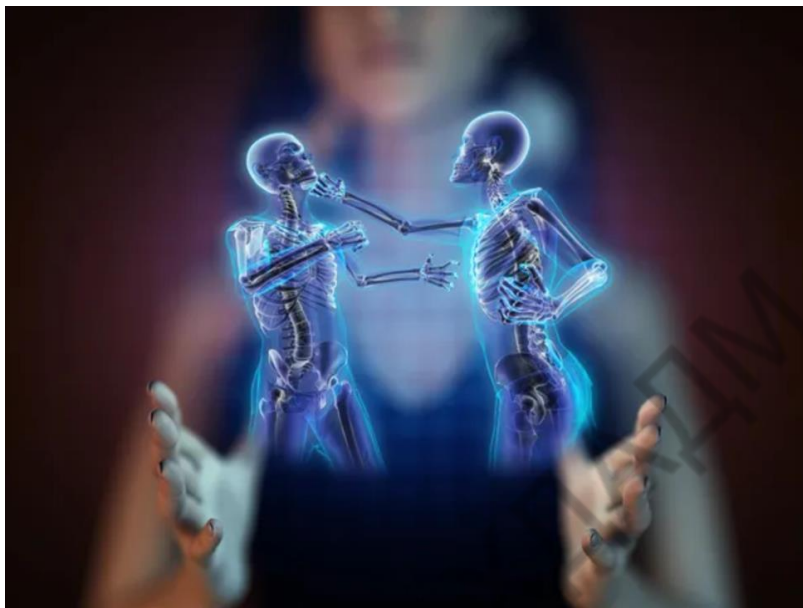


Рис. 3.31. Руки, що працюють з голограмою

Голограми також можуть робити звуки, які будуть надходити з певного місця в навколишньому середовищі. У HoloLens звук надходить з двох динаміків, розташованих безпосередньо над вуха, і не охоплює їх. Як і на екранах, динаміки є адитивними, додаючи нові звуки, які не блокуючи звуки у вашому середовищі.

Розміщення голографічного контенту

Голограми можна розміщувати в певному місці в межах області доповненої реальності. Користувачі можуть переміщатися, а голограма залишиться на місці. Якщо ви створюєте більше інтерактивну взаємодію, можна налаштувати голограми так, щоб вони слідували за користувачем на певній відстані, незалежно від того, де він знаходиться. Ви навіть можете додати просторову прив'язку, щоб ваш додаток запам'ятав, де ви розмістили голограму, і ефективно закріпив її на місці, щоб ви могли повернутися до неї пізніше.



Рис. 3.32. Імітація взаємодії з фізичним світом

Одним з найбільш чудових аспектів голограм і доповненої реальності є те, що вони можуть імітувати взаємодію з фізичним світом (рис.3.23). Наприклад, ви можете помістити голографічний м'яч над столом в реальному світі і змусити його підстрибувати, коли користувач робить жест або вимовляє слово «бум». Додавання звукових ефектів або ефекту загороджування реальних об'єктів може надати вашим голограмам більш фізичний і реалістичний вигляд.

Голограма взаємодіє з вами і вашим світом

Голограми не тільки освітлені; вони також є активною частиною вашого світу. Погляньте на голограму і жест з рукою, і голограма може почати слідувати вам. Дайте голосову команду на голограму, і вона може відповісти. Група співробітників службової програми для державних організацій, що використовують Microsoft HoloLens 2 для спільної роботи в проекті розробки на основі ферми "Вітер" (рис.3.33):



Рис. 3.33. Взаємодія з фізичним світом

Голограми дозволяють використовувати персональні взаємодії, які не можуть бути реалізовані інакше. Так як HoloLens знає, де вони знаходяться в світі, то з точки

зору переміщення по кімнаті за допомогою цього голографічного образу можна побачити, що вони знаходяться в різних місцях.

Голограма може також взаємодіяти з навколишнім оточенням. Наприклад, можна розмістити holographic-рухому кульку над таблицею. Потім, виконавши дотик, подивитися на кульку і відтворити звук, при досягненні таблиці.

Голограми також можуть перекриватися в реальних об'єктах. Наприклад, голографічний образ може пройти через дверцята і позаду стіни.

Контрольні питання

Що надає цифровий рівень із доповненою реальністю, що надає глядачам інший досвід, ніж 2D-зображення?

Що, на вашу думку, краще: 2D, доповнена реальність чи віртуальна реальність і чому?

Як доповнена реальність змінює враження людини, яка переглядає витвір мистецтва?

Як доповнена реальність змінює те, що художник може повідомити людям, які переглядають твори мистецтва?

Які труднощі пов'язані з використанням доповненої реальності для творів мистецтва?

Як цю програму можна використовувати для зміни інших сфер і галузей?

Чому це актуально?

ЛЕКЦІЯ 5

Тема 5. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ AR, VR, MR

План

Технічні засоби AR, VR, MR;

Окуляри доповненої реальності провідних виробників –

- *Google Glass;*
- *Microsoft Hololens;*
- *Project NorthStar;*
- *MagicLeapOne;*

- *EpsonMoverio BT-300;*
- *IntelVaunt;*
- *Лазери і Пристрої відстеження;*
- *AR Інтерфейси;*
- *Пристрої VR.*

Технічні засоби AR, VR, MR

Провідними засобами реалізації доповненої реальності на сучасному етапі розвитку інформаційних технологій є мобільні Інтернет-пристрої – мультимедійні мобільні пристрої, що надають бездротовий доступ до інформаційно-комунікаційних Інтернет-послуг зі збирання, систематизації, зберігання, опрацювання, передавання, подання все можливих повідомлень і даних.

Технологія доповненої реальності дозволяє за допомогою пристроїв захоплення зображення в реальному часі розпізнавати спеціальні мітки (у маркерній тхнології) або деякі ключові області (у безмаркерній), а також їх положення в просторі, з подальшим впровадженням уявних об'єктів в реальний простір. В якості таких пристроїв можуть використовуватися комп'ютерні пристрої: смартфони та планшети, так і різноманітні гаджети: окуляри і шоломи доповненої реальності.

Окуляри AR (типу HoloLens) дозволяють створювати голограми, об'єкти з світла і звуку, які з'являються у світі навколо вас, так само, як ніби то вони були реальними об'єктами. Голограми відповідають вашим поглядам, жестам і голосовим командам і можуть взаємодіяти з поверхнями реального світу навколо вас. За допомогою голограм можна створювати цифрові об'єкти, які є частиною вашого світу.

Голограми, відображаються в голографічному кадрі безпосередньо перед очима користувача. Голограми додають світло до вашого світу, а це означає, що в бачите і світло від дисплея, і світло від нього вашого оточення.

Окуляри не прибирають світло з ваших очей, тому голограми не можуть бути відображені за допомогою чорного кольору. Замість цього вміст чорного кольору виглядає прозорим. Голограми можуть мати багато різних проявів і поведінок. Деякі з них є реалістичними і твердими, а інші є мультяшними і ефірними. Голограми можуть виділяти особливості у вашому оточенні, і вони можуть бути елементами у вашому API. Голограми також можуть створювати звуки, які, здається, надходять з певного місця у вашому оточенні.

Окуляри доповненої реальності провідних виробників Google Glass

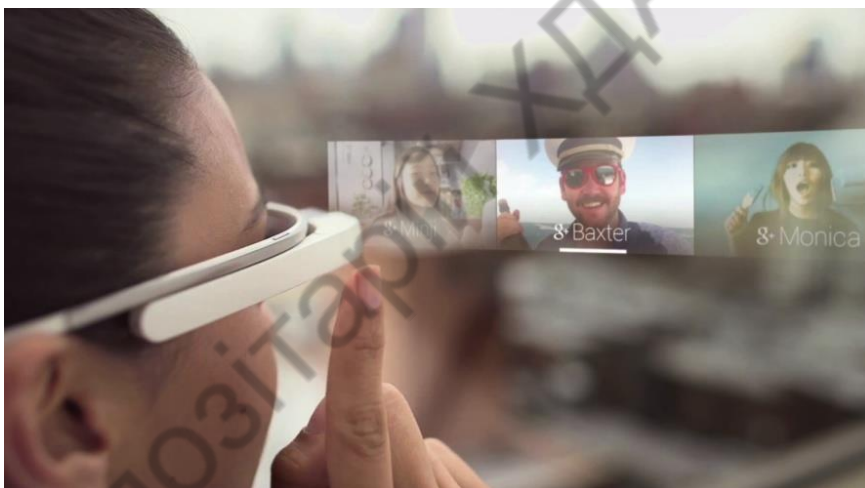


Рис. 2.1. Google Glass

Зміни в характеристиках

Компанія Google готується вивести на ринок наступне покоління смарт-окулярів Google Glass (рис.2.1), повна назва яких буде звучати як Google Glass Enterprise Edition 2, звернув увагу китайський ресурс MySmartPrice. Пошуковий гігант вже зареєстрував новинку в Федеральній комісії зв'язку США, що фактично прирівнюється до дозволу на початок продажів, і тепер проводить передпродажне

тестування, виявляючи рівень її швидкодії в синтетичних тестах.

Судячи з результатів з бази даних Geekbench, апаратне оснащення Google Glass другого покоління буде нітрохи не гірше, ніж у смартфонів актуального покоління з цінового сегмента понад 300 доларів. В основу майбутніх смарт-окулярів ляже новітній процесор Snapdragon 710 виробництва Qualcomm, який буде працювати в парі з 3 ГБ оперативної пам'яті. При цьому в ролі програмної платформи виробник, що дивно, обрав торішній Android за номером 8.1.

Окуляри Google Glass Enterprise Edition другого покоління, за даними порталу Wearable, повинні отримати камеру з більш високою роздільною здатністю і поліпшеною оптикою. Перші AR-окуляри мають 8-мегапіксельний сенсор, роздільної здатності якого в ряді випадків може бути недостатньо.

Google Glass Enterprise Edition 2

Single-Core Score	Multi-Core Score
1164	2424

Geekbench 4.3.0 for Android AArch64

Result Information

Upload Date	November 27 2018 02:53 AM
Views	34

System Information

System Information	
Operating System	Android 8.1.0
Model	Google Glass Enterprise Edition 2
Motherboard	sdm710
Memory	2780 MB
Processor Information	
Name	Qualcomm Qualcomm
Topology	1 Processor, 4 Cores
Identifier	ARM implementer 81 architecture 8 variant 6 part 2050 revision 13
Base Frequency	1.21 GHz

З чого все почалося

Історія окулярів доповненої реальності Google бере свій початок взимку 2013 року, коли вперше був представлений концепт проекту Google Glass. Перші AR-окуляри створювалися для масового споживача, і в квітні того ж року в продаж надійшла обмежена партія, поширена серед розробників програмного забезпечення. Вартість одного примірника Google Glass досягла \$ 1500.



2015 рік.



2022 рік.

Рис. 2.2. Вигляд Google Glass

Зовні нові Glass Enterprise Edition 2 (рис.2.2) мало відрізняються від попередньої версії.

Широке поширення окулярів стартувало в травні 2014 р за тією ж ціною. Пристрій уявляв з себе тонку металеву рамку, об'єднану з дужками. Над правим оком було зафіксовано 5-мегапіксельна камера і невеликий проектор, а тач-панель для управління за допомогою дотиків розмістили на правій дужці. Список характеристик окулярів включав: 1 ГБ оперативної пам'яті, вбудований накопичувач на 16 ГБ, акумулятор 780 мАг, модулі Bluetooth 3 і Wi-Fi 802.11b / g, а також трохосевої акселерометр, гіроскоп і магнітометр. Трохи пізніше обсяг оперативної пам'яті був збільшений до 2 ГБ.

Звук Google Glass передають прямо в середнє вухо, впливаючи на череп звуковий вібрацією. Акумулятора ємністю 570 мА · год повинно вистачити на день звичайного використання.

Інтерфейс користувача

Незважаючи на всю революційність пристрою, інтерфейс Google Glass був досить мізерним. Навіть якщо і врахувати той факт, що весь інтерфейс представлений у вигляді плиточок, або по-іншому заснований на концепції карток. Плиточки самі по собі збудовані в певному порядку і зберігають відомості щодо діяльності за останній користувача, а так само здатні показувати повідомлення, що з'явилися на смартфоні, до якого підключені Google Glass (рис.2.3). Важливі плиточки може вибирати користувач і поставити їх на чолі списку.

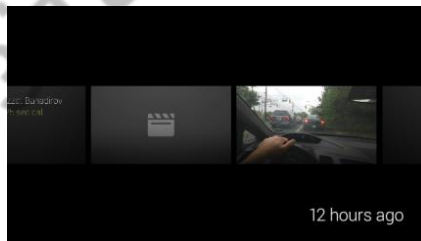
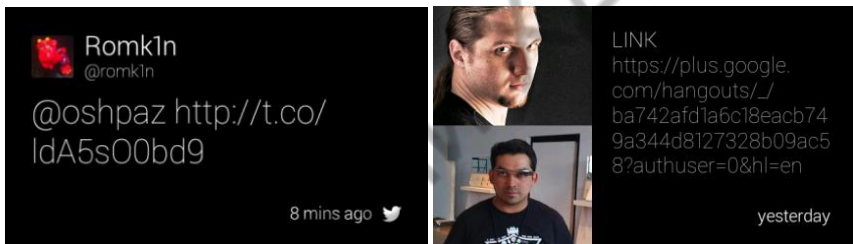
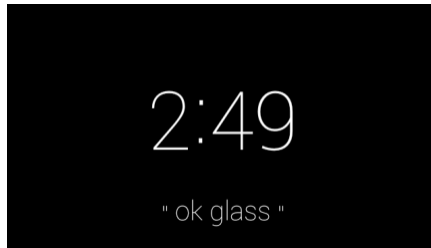
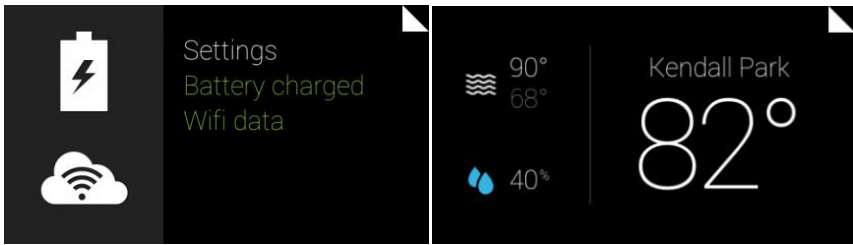


Рис. 2.3. Плиточний інтерфейс GoogleGlass

Перехід між плиточками реалізується за допомогою рухів «вперед-назад» по тачпаду. Причому тачпад підтримує функцію «кінетичного свайпа», тобто в залежності від швидкості пересування по тачпаду, Google Glass виконує різні функції, наприклад, при простому русі відбувається зміна плиточок, а при більш різкому русі по тачпаду плиточка розкриває

інформацію і Google Glass перегортає вже її. Якщо врахувати, що Google Glass - це якесь розширення смартфона, то між ними потрібний зв'язок. Тому існує програма, що дозволяє синхронізувати смартфон і Google Glass, називається вона «MyGlass» (рис.2.4).

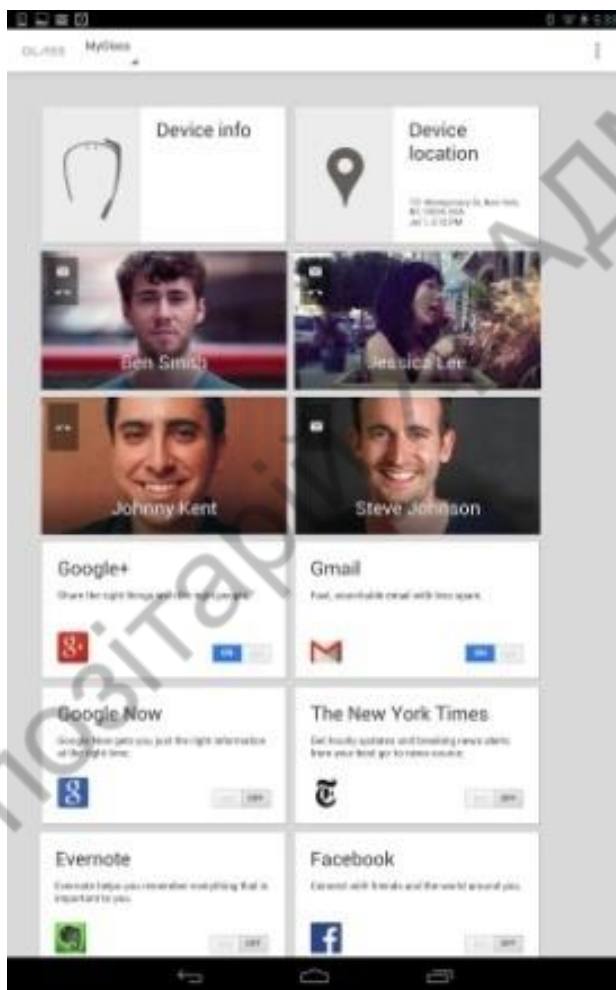


Рис. 2.4. Додаток «MyGlass

MyGlass дозволяє:

- Поєднувати смартфон і Glass по Bluetooth;
- Визначати місце розташування Google Glass;
- Додавати і видаляти контакти для окулярів;

- Включати і вимикати різні додатки;
- Виробляти настройку Wi-Fi для Glass;
- Показувати той же, що відображає екран Glass (screen cast).

Проект Google Glass, незважаючи на весь свій потенціал, в результаті виявився провальним. Висока ціна відштовхувала потенційних покупців, а що зробили покупку користувачі скаржилися на неякісне програмне забезпечення Glass OS на базі Android 4.4 KitKat, опрацьованим управлінням голосом, необхідність постійної синхронізації з Android-смартфоном через Bluetooth, відсутність підтримки Apple iOS і погану автономність пристрою. Крім цього, голосове управління підтримувало виключно англійською мовою.

Компанія Google готується вивести на ринок наступне покоління смарт-окулярів Google Glass, повна назва яких буде звучати як Google Glass Enterprise Edition 2, звернув увагу китайський ресурс MySmartPrice Пошуковий гігант вже зареєстрував новинку в Федеральній комісії зв'язку США, що фактично прирівнюється до дозволу на початок продажів, і тепер проводить передпродажне тестування, виявляючи рівень її швидкодії в синтетичних тестах.

Судячи з результатів з бази даних Geekbench, апаратне оснащення Google Glass другого покоління буде нітрохи не гірше, ніж у смартфонів актуального покоління з цінового сегмента понад 300 доларів. В основу майбутніх смарт-окулярів ляже новітній процесор Snapdragon 710 виробництва Qualcomm, який буде працювати в парі з 3 ГБ оперативної пам'яті. При цьому в ролі програмної платформи виробник, що дивно, обрав торішній Android за номером 8.1.

Кому і навіщо потрібні Google Glass

Торішню версію ОС можна пояснити позиціонуванням пристрою. Якщо вірити назвою Google Glass 2, яке включає в себе уточнюючу формулювання Enterprise

Edition, майбутні смарт-окуляри призначені виключно для корпоративного використання і, швидше за все, не надійдуть у вільний продаж. З чуток, головними покупцями Google Glass 2 стануть компанії Volkswagen, Samsung, General Electric, DHL і інші.

Google Glass, як показала практика, - це незамінний інструмент на виробництві, який може стати в нагоді в усіх сферах. Смарт-окуляри дозволяють підвищити наочність посібників і схематичних зображень, позитивно відбиваючись на ефективності робочого процесу. А завдяки системі спрямованих камер і бездротових інтерфейсів користувачі можуть обмінюватися один з одним зображенням, яке вони бачать в даний момент.

Microsoft Hololens

Microsoft Hololens - дані окуляри доповненої реальності перейняли у шоломів VR можливість відстежувати найменші переміщення в просторі голови (рис.2.5). Це створюється за допомогою простого гіроскопа і акселерометра, і дозволяє не тільки прискорити обробку даних в особливих випадках, але і доповнити управління жестами - управлінням за допомогою рухів голови. Тепер окуляри доповненої реальності сприймають ваше схвалення і обурення за допомогою кивків головою, і для підтвердження багатьох операцій достатньо здійснити невеликий рух. Передача даних відбувається завдяки голографічному екрану, який за просто з'єднує віртуальну і живу реальності, тому окуляри швидше є «гібридним» пристроєм, адже дозволяють користувачеві бачити не тільки прогноз погоди, але і додавати різні предмети в своє оточення.



Рис. 2.5. Окуляри Microsoft HoloLens

У hololens development edition розробники ПЗ можуть повністю насолодитися відкритим доступом, а відповідно, компанія вирішує одночасно відразу дві проблеми: отримує постійно оновлений список додатків для свого пристрою і мотивує компанії та стартапи до свого молодого проекту. HoloLens дозволяє створювати голограми - об'єкти зі світла і звуку, які відображаються поруч з вами, як ніби вони є реальними об'єктами. Голограми реагують на погляд, жести і голосові команди, а також можуть взаємодіяти з реальними поверхнями поруч з вами. Завдяки голограмам ви можете створювати цифрові об'єкти, які є частиною навколишнього світу.

*Специфікації
Оптика (рис.2.6)*



Рис. 2.6. Оптика Microsoft Hololens

Прозорі голографічні лінзи (хвилеводи) 2 HD 16: 9 випромінювача світла Автоматичне калібрування відстань зіниці Голографічна роздільна здатність: 2,3 М загальних світлових точок Голографічна щільність:> 2.5k випромінювання (світлові точки на радіан)
Сенсори (рис.2.7)



Рис. 2.7. Сенсори Microsoft Hololens

1 IMU - Інерційний вимірювальний пристрій ; 4 камери розуміння середовища; 1 камера глибини ; 1 фото / HD відеокамера; Захоплення змішаної реальності ; 4 мікрофони; 1 датчик освітленості;

Розуміння людини; Просторовий звук ;Відстеження погляду; Введення жестів; Голосова підтримка ;

Вхід / вихід / підключення; Вбудовані динаміки; Аудіороз'єм 3,5 мм; Гучність up/down; Яскравість up/down; Кнопка живлення; Світлодіоди стану батареї ;Wi-Fi 802.11ac; Micro USB 2.0; Bluetooth 4.1 LE;

Живлення. Термін служби батареї 2-3 години активного використання До 2 тижнів у режимі очікування

Повністю функціональний при зарядці Пасивно охолоджений (без вентиляторів)
Процесори (рис.2.8)



Рис. 2.8. Процесори HoloLens

Intel 32 bit архітектура з підтримкою TPM 2.0
Microsoft Holographic Блок обробки (HPU 1.0) на
замовлення ;
*Пам'ять ; 64GB Flash; 2GB RAM ; Аксесуари HoloLens
Clicker і Bluetooth keyboards.*

HoloLens Clicker



Рис. 2.9. HoloLens Clicker

HoloLens Clicker дозволяє користувачеві натискати та прокручуват з мінімальним рухом руки як заміна для жесту у повітрі (рис.2.9).

Щоб вибрати голограму, треба подивитись на неї та натиснути кнопку. Орієнтація клікера не має значення для цієї операції. Для прокручування або панорамування, клацніть і утримуйте, а потім поверніть клікер вгору / вниз або вліво / вправо. Під час прокрутки ви досягнете найшвидшої швидкості з лише +/- 15° від повороту зап'ястя.

HoloLens наразі розпізнає два жести основного компонента - Air tap (рис.2.10) і Bloom. Ці дві основні взаємодії є найнижчим рівнем просторових вхідних даних, до яких розробник може отримати доступ. Вони формують фундамент для різноманітних можливих дії користувача.



Рис. 2.10. Використання Air tap в HoloLens.

Цей пристрій не обмежується звичайним зчитуванням інформації з екрану або переглядом відео. Тут було вбудовано власну операційну систему на основі Windows, і головне призначення даних окулярів - допомога в тривимірному проектуванні. Ну і, звичайно ж, їх можна використовувати, замість важкого смартфона, для дзвінків і конференцій в skype.

Самі окуляри вважаються автономними, хоча заряду і вистачає на день не надто активного використання, однак вони дійсно не прив'язані ні до телефону, ні до комп'ютера. Всі необхідні датчики та інше залізо відразу ж знаходиться в корпусі.

Доповнену реальність змінила змішана – тепер пристрій здатний самостійно проектувати будь-які тривимірні об'єкти і прив'язувати їх розташування до конкретних координат.

Project NorthStar – окуляри доповненої реальності на основі своєї системи відстеження рук. Пристрій отримав назву *Project NorthStar*, як і сама система. Керівництво LeapMotion вважає, що окуляри будуть коштувати менше 100 доларів при масовому виробництві. Нова гарнітура буде мати контролер захоплення рухів LeapMotion, так що користувачі можуть робити безліч маніпуляцій в доповненій реальності своїми руками (рис.2.11).





Рис. 2.11. Окуляри доповненої реальності Project NorthStar

На даний момент Project NorthStar має два дисплея по 3.5 дюймів і роздільною здатністю 1600x1400 на кожне око. Картинка оновлюється зі швидкістю 120 кадрів в секунду, кут огляду 95 градусів у висоту і 70 градусів в ширину. Це більше, ніж у будь-якої існуючої AR системи. Спеціальний модуль відстежує рухи на частоті 150Гц і покриває площу 180x180 градусів.

LeapMotion особливо підкреслюють, що вони перш за все зацікавлені не в просуванні своєї гарнітури, а в створенні AR платформи, яка буде працювати на максимальній кількості пристроїв доповненої реальності. Наприклад, вже зараз можна приєднати контролер захоплення рухів LeapMotion до окулярів Hololens для більш точного відстеження.

MagicLeapOne – окуляри, що використовують світлову фотоніку, щоб генерувати цифровий світ різної глибини і змішувати його з природним світлом для створення реалістичних цифрових об'єктів, які будуть співіснувати у реальному світі (рис.2.12). Тобто, передбачається, що людський мозок повинен повірити, що віртуальні об'єкти, які проектують окуляри у

реальний світ, насправді знаходяться там. Це дозволить носити окуляри протягом довгого часу.

MagicLeap приділяє багато уваги до аспекту розширення кута огляду і зручності носіння пристрою.



Рис. 2.12. Окуляри доповненої реальності MagicLeapOne

MagicLeapOne – це не тільки AR окуляри. Важливу роль відіграє обчислювальний блок, який називається Lightpack. Він розміщується у кишеню, або кріпиться на ремені. Без цієї обчислювальної платформи окуляри марні – вони будуть просто модним аксесуаром. Також окуляри можна буде з'єднати з блоком Lightpack через кабель – та користувач не буде прив'язан до комп'ютера, як це відбувається у випадку з шоломами VR (рис.2.13).



Рис. 2.13. Приклад контролера Lightpack

Взаємодія з новим світом змішаної реальності навколо користувача здійснюється за допомогою традиційних засобів: контролера руху у вигляді пульта. Пульт управління містить 6 кнопок, шість ступенів свободи, тачпад та зворотній зв'язок.

Epson Moverio BT-300 – окуляри віртуальної реальності від компанії Epson (рис.2.14). Розробники помітно удосконалили продукт, в результаті гаджет отримав наступні технічні характеристики:

- час безперервної роботи - 6 годин;

- датчик освітленості;
- ОС - Android, версії 5.1;
- можливість бездротового підключення - Bluetooth, WiFi;
- дисплей - Si-OLED;
- вбудована пам'ять - 16 ГБ;
- процесор - IntelAtom;
- частота процесора - 1,44;
- звук - DolbyDigitalPlus;
- фронтальна камера - 5 Мп;
- додаткові функції - компас, гарнітура, акселерометр, GPS;
- стандарт бездротової передачі - WiFiMiracast;
- оперативна пам'ять - 2 ГБ;
- карта пам'яті - до 32 ГБ;
- сприймання зображення - 40 дюймів від 2,5 метрів - 320 дюймів з 20 метрів;
- характеристики контрастності - 100 000:1;
- роздільна здатність екрану - 720 HD Ready.

Технологія екрану Si-OLED – це розробка фахівців компанії, яка була застосована для окулярів EpsonMoverio. Саме вона дозволяє домогтися високого рівня контрастності і забезпечити необхідну насиченість кольорів. Також технологія дає можливість зробити незадіяні частини екрана прозорими, а проектоване зображення гармонійно поєднати з предметами навколишнього світу.

Пульт управління був трохи змінений. Тепер на пульті є нові клавіші, для введення і функції вібрації.



Рис.2.14. Окуляри EpsonMoverio BT-300

Використовуючи пару інноваційних екранів Si-OLED, компанія змогла забезпечити користувачеві зручне спостереження з навколишнім світом і проектування зображення на екрани. Також окуляри є гарною платформою для тих, хто збирається розробляти софт для гаджетів. Це означає, що потенціал для вдосконалення пристрою величезний.

IntelVaunt – розумні окуляри від Intel, що відповідають всім стандартам якісних окулярів для доповненої реальності.

Дизайн представляє собою тонку оправу з квадратними окулярами і невеликими обідками (рис.2.15). В такому влаштуванні ніхто не здогадається, що користувач може бачити додаткову інформацію, яка проектується буквально на його сітківку. Основні елементи управління винесені на внутрішню частину і зовсім не заважають. А завдяки такому рішення, оправу зовсім не відрізняється від тієї, що можна придбати в будь-якому магазині.



Рис. 2.15. Розумні окуляри доповненої реальності від Intel

Конструкція окулярів дуже проста. Основна оправа, в яку вже вмонтовано вся інша електроніка. Також, при бажанні, можна підібрати окуляри потрібних параметрів, якщо у користувача проблеми із зором.

На правому стовбурі окулярів розташований набір електроніки, призначений для живлення дуже малого лазера (технічно VCSEL). Цей лазер випромінює червоне, монохромне зображення десь в районі 400 x 150 пікселів на голографічний відбивач на правому об'єктиві окулярів. Потім зображення відбивається в задній частині очного яблука, прямо на сітківку. Лівий стовп також містить електроніку, тому окуляри однаково зважені з обох сторін.

Вертикально-випромінюючі лазери (VCSEL) - «Поверхнево-випромінюючий лазер з вертикальним резонатором» - різновид діодного напівпровідникового лазера що випромінює світло в напрямку, перпендикулярному поверхні кристала, на відміну від звичайних лазерних діодів, випромінюючих в площині, паралельній поверхні. До числа основних переваг VCSEL в порівнянні з традиційними лазерами відносяться мала кутова розбіжність і симетрична діаграма спрямованості вихідного оптичного

випромінювання, температурна і радіаційна стабільність, групова технологія виготовлення і можливість тестування приладів безпосередньо на пластині.

На правій стороні оправы розташовуються основні елементи управління і датчики, також зчитувальні контролери організму користувача. А будь-яка музика або звук передається за допомогою високочастотних коливань оправы, непомітних людському оку. Завдяки цьому звукові хвилі досягають безпосередньо барабанної перетинки, і вже там організм їх переводить в звичайне звучання. Також, в конструкцію вбудовано мікрофон, що дозволяє здійснювати дзвінки. Крім того, в пристрій вкладено десятки спеціальних датчиків, що девайс здатний відстежувати навіть напрям погляду користувача. Таке рішення дозволяє робити деякі рухи головою і зіницями, а окуляри «відчують» це як розумні жести. Щодо ергономіки, яка стала однією з причин занижених продажів GoogleGlass, Intel врахували всі недоліки свого конкурента. Технології не спричиняють будь-якого дискомфорту і нагадують звичайні 3D окуляри, якими зазвичай користуються у кінотеатрах. Носити їх цілком легко і зручно, а крім того, ще й стильно.

Окуляри – індивідуальний предмет кожного, і цей дизайн підійде далеко не під будь-яку форму голови, але є надія, що компанія випустить оправы декількох різновидів, як тільки переконається, що продажі дійсно того варті.

Просторова доповнена реальність (SAR) з використанням відеопроєкторів, оптичних елементів, голограм, та інших технологій надає графічну інформацію безпосередньо на фізичні об'єкти, не вимагаючи від користувача носити або тримати дисплей. Просторові дисплеї відокремлюють більшість технологій від користувача і інтегрують їх у навколишнє середовище. Це дозволяє SAR природно масштабуватися до груп користувачів, що дозволяє

здійснювати їх спільну роботу, підвищуючи інтерес до таких систем доповненої реальності в університетах, лабораторіях, музеях. Існують три різні підходи до SAR, які в основному відрізняються за способом доповнення навколишнього середовища: відео-прозорий, оптико-прозорий і прямого доповнення.

Відео-прозорі SAR будуються на основі екрану, загального для використання. Оптично-прозорі просторові дисплеї генерують зображення, які поєднані в межах фізичного середовища. Просторові оптичні технології, такі як плоскі або зігнуті дзеркала світоделитель, прозорі екрани або оптичні голограми є важливими компонентами таких систем.

Як і відео-прозорі дисплеї, побудовані на базі оптико-прозорих технологій системи не підтримують мобільних додатків за рахунок просторово-вирівняної оптики і технології дисплеїв.

В таблиці 2.1 представлено порівняння різних типів дисплеїв.

Таблиця 2.1 Порівняння різних типів дисплеїв.

Тип	HMD		Ручний	Просторові		
Техно-логія	Відео-прозорий	Оптико-прозорий	Відео-прозорий	Відео-прозорі	Оптико-прозорі	Пряме доповнення
Переваги	візуальний контроль, синхронізація віртуального і реального оточення, Опікування обробки відеопотоку з камер	технологія половини срібного дзеркала, натуральне сприйняття реального оточення	портативний, потужний, поєднання багатьох датчиків	Ціна, Може бути адаптований для стандартного устаткування	Найбільш натуральне сприйняття реальних об'єктів	Відображення прямо на поверхні фізичних об'єктів
Недоліки	Необхідно закріплювати пристрій на голові, Штучно сприйняття реального оточення	Тимчасова затримка, Тремтіння віртуальних елементів	Маленький дисплей, Вага (для планшетів)	Не підтримує мобільні системи	Не підтримує мобільні системи	Не залежить від користувача (всі бачать одне і теж)

Пристрої відстеження

Пристроями стеження є цифрові камери або інші оптичні датчики, GPS, акселерометри, компаси, бездротові датчики і т.д. Кожна з цих технологій має різну ступінь точності і багато в чому залежить від типу розроблюваної системи.

Основні технології відстеження доповненої реальності: механічна, магнітна, GPS, ультразвукова, інерціальна і оптична.

Інтерфейси доповненої реальності

Один з найбільш важливих аспектів при створенні систем доповненої реальності - це створити відповідний інтуїтивно зрозумілий інтерфейс між користувачем і віртуальними об'єктами в системі. Існують чотири основних способи взаємодії в додатках AR: матеріальний AR інтерфейс, спільний AR інтерфейс, гібридні AR інтерфейси, і нові мультимодальні інтерфейси.

Матеріальний AR інтерфейс

Матеріальні інтерфейси підтримують пряму взаємодію з реальним світом, з використанням реальних фізичних об'єктів та інструментів. Класичним прикладом матеріальних користувальницьких інтерфейсів є VOMAR додаток, розроблений компанією Kato, яке дозволяє людині вибрати і переставити меблі в кімнаті в доповненої реальності за допомогою реального, фізичного інтуїтивно зрозумілого жесту. Жести на основі команд, таких як «зачерпнути» об'єкт, щоб вибрати його для руху або «удару» по ньому, для відміни.

Ще один приклад матеріального користувацького інтерфейсу AR є TaPuMa. TaPuMa є настільним інтерфейсом, що використовують фізичні об'єкти для взаємодії з цифровим світом. Використовуючи реальні об'єкти, які користувач носить із собою, як запитів для пошуку місць або інформації на карті. Перевага такого додатка є, використання об'єктів в

якості ключових слів, що усуває мовний бар'єр звичайного графічного інтерфейсу (хоча більшість з них мають мульти мовну версію, вони часто бувають неправильно переведені). З іншого боку, використання об'єктів як ключових слів, може бути неоднозначним, через багато можливих трактувань. Іншим прикладом відчутного взаємодії AR є використання рукавичок або спеціальних браслетів.

Спільний AR інтерфейс

Спільні AR інтерфейси включають в себе використання декількох дисплеїв для підтримки віддаленої спільної діяльності. Для створення спільної робочої області використовуються 3D інтерфейси. У віддаленому обміні, AR може легко інтегруватися з декілька пристроїв з декількох місць для проведення телеконференцій.

Приклад такого інтерфейсу може бути Studierstube. При першому поданні Studierstube, розробники представили інтерфейс, який «використовує спільну доповнену реальність для об'єднання декількох користувальницьких інтерфейсів багатокористувацької, контекстного та регіонного, а також додатків, 3D-окн, хостів, дисплейних платформ і операційних систем».

Віддалений обмін може бути використаний для поліпшення телеконференцій. Такі інтерфейси можуть бути інтегровані з медичними додатками для виконання діагностики, операцій.

Гібридний AR інтерфейс

Гібридні інтерфейси поєднують особливості різних, але взаємодоповнюючих інтерфейсів, а також можливість взаємодіяти з допомогою широкого спектру пристроїв. Вони забезпечують гнучку платформу для незапланованої, щоденної взаємодії, коли невідомо заздалегідь, який тип дисплея або пристрою буде використовуватися.

Мультимодальний AR інтерфейс

Мультимодальні інтерфейси об'єднують реальні форми пристроїв введення з натуральними формами мови та поведінки, такими як мова, дотик, жести рукою або напрям погляду. Ці типи інтерфейсів останнім часом найбільш популярні. Прикладом є «six sense» - розроблений в MIT інтерфейс жестів, званий WUW.

WUW надає користувачеві інформацію, яка проектується на різні поверхні, а взаємодія здійснюється через природні жести рук, рухи користувачів або безпосередні маніпуляції з самим об'єктом. В іншому прикладі мультимодальної взаємодії використовується розпізнавання погляду користувача. Цей тип взаємодії в даний час швидко розвивається і, безсумнівно, буде одним з кращих типів взаємодії в майбутньому, оскільки він пропонує відносно надійну, ефективну і дуже мобільну форму взаємодії людини з комп'ютером. У мультимодальній системі є можливість гнучко поєднувати типи взаємодії або переключатися з одного режиму введення до іншого в залежності від завдання або налаштувань.

Крім того, мультимодальні інтерфейси можуть забезпечувати свободу вибору режиму взаємодії для користувача в залежності від контексту (громадське місце, музей, бібліотека і т.д.). Це свобода вибору способу взаємодії має вирішальне значення для більш широкого розповсюдження систем доповненої реальності в громадських місцях.

Мобільні системи доповненої реальності

Мобільні системи доповненої реальності включають в себе мобільні додатки для телефонів. Мобільні AR мається на увазі використання різних мобільних інтерфейсів для взаємодії користувача з віртуальними, даними, які доповнюють реальний світ. Використання мобільних телефонів для доповненої реальності має як переваги так і недоліки. Більшість мобільних пристроїв в даний час обладнано камерами, що робить мобільний телефон однієї з найбільш зручних платформ для

реалізації систем доповненої реальності. Крім того, більшість стільникових телефонів мають додаткові вбудовані датчики такі як: акселерометри, магнітометри і GPS-приймачі, які можуть поліпшити роботу AR програми.

Але, незважаючи на швидкий прогрес у розвитку мобільних телефонів, їх обчислювальна потужність для складних додатків і досі досить мала. В результаті, в багатьох додатках використовується клієнт-серверна архітектура, коли дані передають на віддалений комп'ютер, який виробляє обчислення і відправляє результат назад на мобільний пристрій. Але при такому підході може виникнути проблема обмеженої пропускнуої здатності, а це може бути критичним для складних AR систем. Тим не менш, з урахуванням швидкого розвитку мобільних технологій, ця проблема незабаром може бути вирішена, а це означає, що скоро з'явиться можливість створення додатків, що обробляють дані для AR локально в реальному часі. Успішною мобільною AR системою, як додатки, є система яка дозволяє користувачеві зосередитися на самому функціоналі системи, реалізує взаємодію з пристроєм в натуральному і соціально прийнятному вигляді, а також надає користувачеві додаткову корисну інформацію. Це вказує на необхідність розробки в легких, портативних мобільних пристроях, що володіють достатньою потужністю для складних обчислень і високими характеристиками датчиків для, надійного стеження і розпізнавання.

Соціально прийнятні технології

Багато дослідницьких груп піднімали проблему соціально прийнятних технологій. Мобільні системи, постійно стикаються з проблемою соціального визнання при переході з лабораторій до споживачів. Для систем, щоб бути успішним на ринку, розробники повинні враховувати не тільки технічні дані, але також і ергономічні та естетичні показники систем.

Персональні системи

Мобільні системи доповненої реальності повинні бути особистими, це означає, що відображаєма інформація повинна бути доступна іншим людям, тільки з дозволу самого користувача. Розроблена в MIT система «six sense» хоч і дуже просунута, але не надає високого ступеня конфіденційності для своїх користувачів. Через використання прямого функціонального доповнення техніки без використання будь-яких пристроїв для захисту інформації, будь-який бажаний може побачити те ж саме, що і користувач. Це створює дилему: відсутність додаткових пристроїв робить WUW зручним і стильним пристроєм, привабливим для користувача; однак, це згубно впливає на конфіденційність.

Пристрої VR

VR-шолом OculusQuest – це мобільна VR гарнітура, яка виглядає майже так само добре, як провідний шолом для ПК (рис.2.16). Шолом за характеристиками перевершує всі існуючі в світі аналоги.

До основних характеристик шолома OculusQuest відносяться:

- розширення - 2160x1200;
- екран - 5.7" OLED (DevelopmentKit 2, може змінюватися);
- частота - 90Гц, причому окремо для кожного дисплея;
- поле огляду - 100 грд.;
- сенсори - акселерометр, гіроскоп, магнітометр;
- роз'єми - HDMI, USB 2.0, 3.0.

Системи з відстеження рухів головою. Вони відстежують рух і повороти голови людини в просторі. Найвідоміші з них - це HeadJoy, система трекінгу A.R.T., TrackIR, RUCAP UM-5. На сьогодні системи відстеження переміщення голови вбудовані в багатьох інших пристроях, таких як шолом віртуальної реальності, системи відстеження руху тіла і очей.



Рис. 2.16. Шолом віртуальної реальності OculusQuest

TrackIR використовує камеру з підсвічуванням інфрачервоними діодами; в якості маркера застосовується спеціальна відражаюча наліпка. Також в деяких комплектаціях TrackIR міститься кепка з двома вшитими маркерами (спереду і ззаду для тих, хто носить її назад козирком). TrackIR контролює рух по 6 ступеням свободи. Недоліком на сьогодні є висока ціна.

У RUCAP використовується ультразвуковий маркер Рух голови з високою точністю відстежується по 6 ступеням свободи (рис.2.17). До основних характеристик відносяться: швидкість реакції - 160

кадрів в секунду; точність 1 мм по осях X, Y, Z; точність 1 грд. по кутам; величина робочої зони: по відстані 0,2-1,7 м, по ширині - 1,0 м.

Системи відстеження руху очей контролюють рух зіниць і в кожен момент часу можуть визначити, в який бік дивиться людина. На сьогодні такі системи практично відсутні на ринку споживчих товарів, але вони знайшли своє застосування в науці та медицині для допомоги у вивченні поведінки людини.





Рис. 2.17. Модель користувача при використанні шолома VR OculusQuest

WiredGloves - рукавички віртуальної реальності. Головним засобом взаємодії людини з навколишнім світом є його руки. Тому давно вже існувала ідея створення «віртуальної руки». Для цього пропонують користуватися спеціальними рукавичками, які відстежуватимуть рух кистей рук і пальців.

3D миші і 3D контролери. Стандартні 2D контролери, як мишка, допомагають показувати точку на площині, а коли мова йде про застосування мишки в 3D іграх, то для додавання ще одного виміру доводиться використовувати в якості додаткового пристрою, наприклад, клавіатуру. У розробках сучасних технологій є і більш суміщені маніпулятори, які забезпечують роботу в 3D. При їх застосуванні користувач користується «джойстиком» і ставить його в становище, яке відстежується комп'ютером.

Бігова доріжка Omni в комплекті з контролером Kinect і окулярами віртуальної реальності забезпечує максимальне занурення у віртуальну реальність, змінюючи рухи користувача в дії віртуального героя (приклад використання – рис.2.18). Платформа Omni представляється у вигляді увігнутої восьмикутної

всенаправленої бігової доріжки з низьким коефіцієнтом тертя поверхні. Гравець в спеціальному взутті може бігти, крокувати, змінювати напрямок руху і стрибати, а персонаж дублює всі ці рухи. Існує спеціальне кільце безпеки, яке утримує гравця від падіння. При застосуванні платформи Omni разом з контролером Kinect і окулярами для віртуальної реальності користувач може в повній мірі поринути в процес гри. Kinect відповідає за рухи руками і команди користувача за допомогою голосу. А окуляри для віртуальної реальності застосовують для забезпечення кругового огляду. У комплекті ігрова платформа має вагу близько 50 кг, а її розмір в найбільш широкому місці рівні 122 см. Вона може бути застосована гравцями з ростом 142-195 см, але з вагою не важче 130 кг.





Рис. 2.18. Гра у віртуальній реальності

Контрольні питання

1. Назвіть основні технічні засоби AR, VR, MR.
2. Надайте основні характеристики Окулярів Google Glass.
3. Опишіть основні функції MyGlass.
- 4 Які складові окулярів Microsoft HoloLens відрізняють їх від інших? Як в них відбувається передача даних?
5. Як здійснюється інтерфейс користувача в Microsoft HoloLens?
6. Охарактеризуйте Project NorthStar.
Яка методика створення AR і VR проекту і технологічний процес по кроках?
7. Назвіть основні відмінності окулярів MagicLeapOne.
8. Які розумні окуляри доповненої реальності від Intel ви знаєте? Їх характеристики і функціонал?
9. Що таке Просторова доповнена реальність?
10. Що таке Інтерфейси доповненої реальності і які їх різновиди вам відомі?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Малиніна І. О. Використання доповненої реальності в сучасному мистецтві. Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв, ХДАДМ, м. Харків, Україна, 2021, с. 20-29.
2. Технології створення освітніх комп'ютерних ігор та проектування доповненої реальності. Конспект лекцій. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського». К. 2021р. Хелен Папагіанніс Доповнена реальність. Все, що ви хотіли дізнатися про технологію майбутнього . http://loveread.ec/read_book.php?id=92626&p=49
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/43547/1/Konspekt_lektsii.pdf
3. Що таке доповнена реальність? <https://teach-hub.com/scho-take-dopovnena-realnist/>
4. Що таке доповнена реальність - технології, приклади та історія. <https://uk.myservername.com/what-is-augmented-reality-technology>

Додаткова література.

1. Доповнена реальність або AR-технології
<https://sites.google.com/site/dopovnenarealnist/hom>
2. Доповнена реальність (Augmented Reality, AR).
<http://lookinar.com/uk/rozyasnennya/dopovnena-realnistaugmented-reality-ar/>
3. Що таке доповнена реальність: історія української дослідниці.
<https://www.bbc.com/ukrainian/features-39057896>

Навчально-методичне видання

Методичні вказівки з дисципліни «Доповнена реальність»
для студентів 2 курсу спеціальності 022 «Дизайн».
Освітньо-професійна програма «Мультимедійний дизайн».
Ступінь вищої освіти: бакалавр.

Укладач: Мвлиніна Ірина Олегівна



Мультимедійний дизайн

Харківська державна академія
Дизайну і мистецтв

Підп. до друку _____ 2024 р.

Формат А5 (148х210 мм), папір офсет 80 г/м². Гарнітура: Arsenal.

Наклад 100 прим.

61002, Харків, ХДАДМ, вул. Мистецтв, 8.

Надруковано в типографії «impress», вул. Пушкінська, 56.