

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

на ступінь вищої освіти магістр

на тему: «Підвищення ефективності процесів розробки автомобіля на основі технології віртуальної реальності»

Виконав: студент 6 курсу, групи ПДМ–61
спеціальності 121 Інженерія програмного
забезпечення

(шифр і назва спеціальності/спеціалізації)

Лісовий Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Корецька В.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Трінтіна Н.А.

(прізвище та ініціали)

Київ –2022

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Кафедра Інженерії програмного забезпечення

Ступінь вищої освіти -«Магістр»

Спеціальність підготовки – 121 «Інженерія програмного забезпечення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Інженерії програмного забезпечення

Негоденко О.В.

“ _____ ” _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ЛІСОВОГО ДЕНИСА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності процесів розробки автомобіля на основі технології віртуальної реальності

Керівник роботи: Корецька Вікторія Олександрівна, к.п.н., доц., професор кафедри ТЦР,

Затверджені наказом вищого навчального закладу від «12» жовтня 2022 року №122.

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вхідні дані до роботи

Історичні дані, які використовуються для навчання моделей машинного навчання.

Оптимізаційні методи

Науково-технічна література з питань, пов'язаних з розробкою віртуальних систем.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки(перелік питань, які потрібно розробити).

4.1 Системи проектування віртуальної реальності. Необхідне обладнання

4.2 Вимоги та оцінка якості системи.

4.3 Опис математичних моделей та проектування системи.

4.4 Опис проектування системи.

5. Перелік демонстраційного матеріалу (назва основних слайдів)

1. Актуальність проблеми

2. Існуюче програмне забезпечення та методи прогнозування

3. Побудова прогнозу на основі обраних методів

4. Аналіз статистичних даних для проведення прогнозу

5. Моделювання процесу розміщення зарядних станцій
6. Проектування системи
7. Аналіз ефективності розробленої системи

6. Дата видачі завдання _____ 14.10.2022 _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір науково-технічної літератури	14.10-25.10	Виконано
2	Вимоги до системи	28.10-05.11	Виконано
3	Оцінка якості тестування до системи	06.11-09.11	Виконано
4	Алгоритм побудови віртуальної реальності	11.11-20.11	Виконано
5	Концепція та архітектура програмного забезпечення	21.11-30.11	Виконано
6	Вступ, висновки, реферат	30.11-05.12	Виконано
7	Розробка презентації	06.11-11.12	Виконано

Студент _____
 Керівник роботи _____

РЕФЕРАТ

Текстова частина магістерської роботи 77 с., 26 рис., 24 джерела.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ, МЕТАВСЕСВІТ, ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ, АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ

Мета: підвищення ефективності процесів розробки автомобіля за допомогою інформаційної технології на основі віртуальної реальності.

Об'єкт: проектування автомобіля.

Предмет: методи та засоби розробки віртуальної реальності.

Методи дослідження: оптимізаційні методи, методи теорії ймовірності та математичної статистики, 3D моделювання, імітаційне моделювання, хмарні технології.

Ключовими факторами зростання популярності автомобільної віртуальної реальності є технологічний прогрес і необхідність скоротити витрати на інженерні розробки. Тому в роботі проаналізовано ключові проблеми сучасного автомобілебудування, визначено необхідне обладнання для розробки інформаційної технології та створено системи проектування автомобілів за допомогою VR-технологій.

В якості перспективних напрямків подальшого дослідження є розробка модуля для ремонту автомобіля декількома техніками, які знаходяться віддалено один від одного. Також не менш важливим напрямком подальшого дослідження є удосконалення модулів для водіння автомобілем, а найбільш актуальним в сучасних реаліях є навчання керування та налаштування озброєння та військової техніки.

Галузь використання – автомобільна галузь.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 СУЧАСНИЙ СТАН АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ	10
1.1 Особливості розвитку Метавсесвіту	10
1.2 Проблеми сучасного автомобілебудування	21
1.3 Застосування VR-технологій в автомобілебудуванні	32
2 ВИБІР ДАНИХ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.....	42
2.1 Розрахунок аеродинамічних характеристик автомобіля.....	42
2.2. Необхідне обладнання для використання VR-технологій.....	44
3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ VR-ТЕХНОЛОГІЙ.....	50
3.1 Архітектура системи проектування автомобілів за допомогою VR- технологій	50
3.2 Розробка системи проектування автомобіля.....	59
ВИСНОВКИ.....	65
ЛІТЕРАТУРА	Ошибка! Закладка не определена.
ДОДАТОК.....	70

ВСТУП

Програмне забезпечення віртуальної реальності дозволяє зменшити витрати на дослідження, розробки та виробництво, збільшити продажі та мінімізувати ризики шляхом переміщення прототипів, демонстрації та тестування у віртуальне середовище.

Північна Америка є найбільшим акціонером світового автомобільного ринку VR. Поки Tesla рекламує свої автомобілі, пропонуючи клієнтам віртуальні поїздки, Ford Motor Company розробляє навчальний інструмент VR для вдосконалення навичок своїх техніків. Німеччина продовжує залишатися лідером у впровадженні автомобільної віртуальної реальності в Європі: Volkswagen скорочує витрати на проектування за допомогою створення віртуальних прототипів, BMW збільшує продажі завдяки захоплюючим салонам, а Audi підвищує безпеку виробництва безпілотних автомобілів, виконуючи тестування у віртуальній реальності.

Ключовими факторами зростання популярності автомобільної віртуальної реальності є технологічний прогрес і необхідність скоротити витрати на інженерні розробки. Тому питання використання технологій віртуальної реальності при проектуванні та дизайну автомобілів є досить актуальним на сьогодні.

Мета: підвищення ефективності процесів розробки автомобіля за допомогою інформаційної технології на основі віртуальної реальності.

Об'єкт: проектування автомобіля.

Предмет: методи та засоби розробки віртуальної реальності.

Завдання дослідження:

1. Аналіз процесу розвитку Метавсесвіту та технологій віртуальної реальності.
2. Аналіз сучасного автомобілебудування та технологій які використовуються.
3. Розрахунок аеродинамічних характеристик автомобіля

4. Підбір необхідного обладнання для використання VR-технологій
5. Розробка системи проектування автомобілів за допомогою VR-технологій

Наукова новизна магістерської роботи: побудова інформаційної технології на основі віртуальної реальності для ефективного проектування та дизайну автомобілів, що дозволяє зменшити витрати на розробку автомобілів.

Методи дослідження: оптимізаційні методи, методи теорії ймовірності та математичної статистики, 3D моделювання, імітаційне моделювання, хмарні технології.

Практичне значення: побудовану інформаційну технологію можна використовувати для проектування та дизайну автомобілів.

Запропоновані результати дослідження були апробовані на XV Науково-технічній конференції «Сучасні інфокомунікаційні технології» в Державному університеті телекомунікацій.

За результатами отриманих досліджень були опубліковані наступні матеріали:

1. Гангало І.М., Лісовий Д.О. Розпізнавання об'єктів за допомогою технологій комп'ютерного зору// Телекомунікаційні та інформаційні технології. №2, 2022.

2. Лісовий Д.О. Підвищення ефективності процесів розробки автомобіля на основі технології віртуальної реальності // XV Науково-технічна конференція «Сучасні інфокомунікаційні технології» . – Київ: ДУТ, 2022.

1 СУЧАСНИЙ СТАН АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ

1.1 Особливості розвитку Метавсесвіту

Еволюція технологій має важливе значення для вдосконалення різних сфер цифрового світу та покращення нашого досвіду розширеної реальності. Метавсесвіт є одним із надзвичайно прогресивних технологій. Лише десять років тому наші можливості для цифрового спілкування обмежувалися голосовими дзвінками та текстовими повідомленнями, а тепер, з метавсесвітом, ми досліджуємо можливості в зовсім іншому напрямі.

Метавсесвіт — це нова реальність, яка просуває хвилю web3, приносячи концепції реального життя в цифровий простір для покращених віртуальних досвідів.

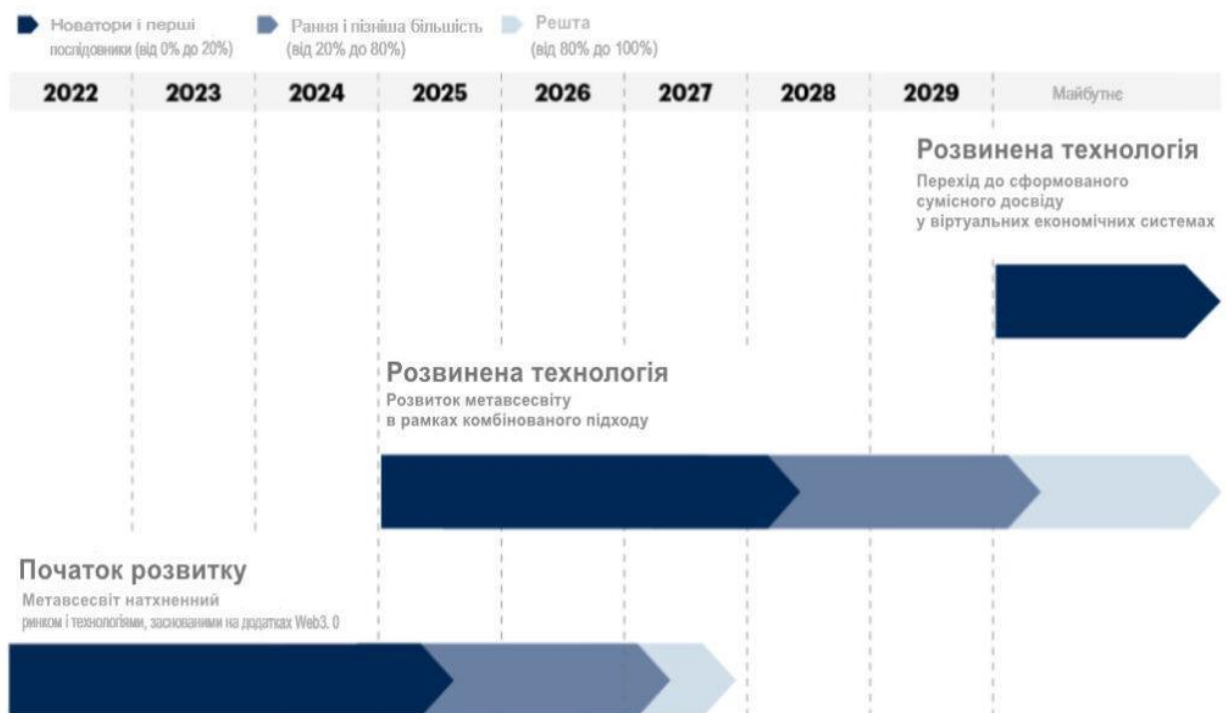


Рисунок 1.1 – Етапи розвитку Метавсесвіту

Метавсесвіт розвиватиметься в трьох фазах, що перетинаються: зароджуваний, розвинутій та зрілій.

Метавсесвіт, що зароджується, — це фаза, на якій ми зараз знаходимося, що складається з комерційно доступних продуктів і послуг, таких як соціальні мережі, онлайн-ігри, електронна комерція, криптовалюти та NFT. Залежно від їх застосування, ці технології можуть виконувати одну або декілька характеристик метавсесвіту (стійкий, спільний, децентралізований та взаємосумісний), але отриманий метавсесвіт є неповним.

Розширені рішення для метавсесвіту характеризуватимуться конвергенцією технологій, що спостерігаються на стадії зародження. Очікується, що цей етап відбудеться між 2024 і 2027 роками.

Ця конвергенція також надихне нові технології, необхідні для створення зрілих рішень метавсесвіту.

У зрілому метавсесвіті більшість додатків матиме функції, які забезпечують спільну роботу та роботу з багатьма джерелами. Взаємодіючий вміст у цифрових продуктах стане сповіщенням про прихід зрілого метавсесвіту.

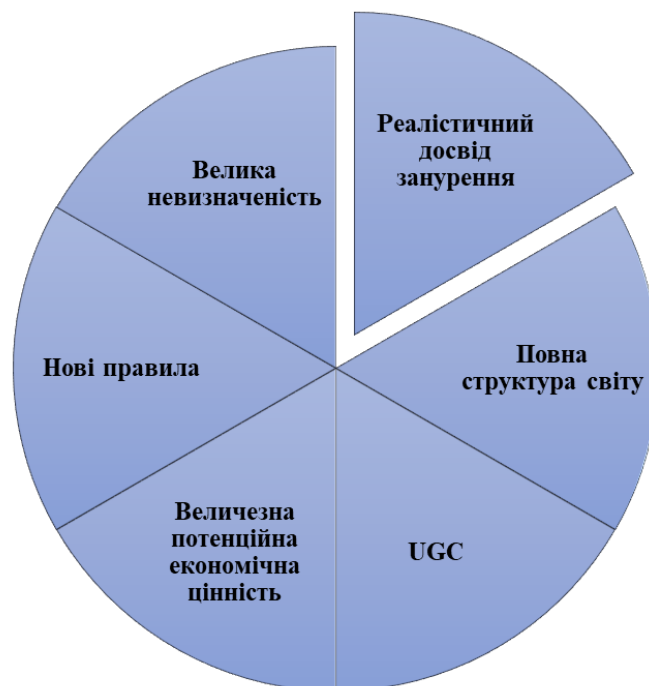


Рисунок 1.2 – Основні характеристики Метавсесвіту

Охарактеризовуючи Метавсесвіт слід наголосити на основних його характеристиках, це:

- Характеристика 1: Реалістичний досвід занурення. Реалістичний досвід занурення забезпечує правдоподібність вічуттів, об'єктів і середовища.
- Характеристика 2: Повна структура світу. Метавсесвіт буде повною копією реального світу, симулюючи всі його елементи.
- Характеристика 3: UGC. UGC — це нова творча арена, на якій користувачі Метавсесвіту створюють контент і програми у власних віртуальних світах.
- Характеристика 4: Величезна потенційна економічна цінність. Метавсесвіт менш дефіцитний, ніж реальний світ, завдяки чому він може перевершити економічну цінність реального світу.
- Характеристика 5: Нові правила. Концепція Метавсесвіту як паралельного світу означає послаблення «центрального привілеїв» у реальному світі.
- Характеристика 6: Велика невизначеність. Структура управління є ключовим питанням у Метавсесвіті, тобто хто буде керувати майбутньою структурою управління. Розробляючи Метавсесвіт, усім творцям потрібно буде вирішити, хто має останнє слово у віртуальному світі та кому належать його економічні вигоди.



Рисунок 1.3 – Елементи Метавесвіту

Цінність, яку Метавесвіт принесе людям, є багатогранною, духовною та матеріальною, включаючи п'ять основних елементів:

- **Розваги:** ігри та соціальні заходи, де гравці потрапляють у Метавесвіт, щоб насолодитися захоплюючими та реалістичними взаємодіями, що призводить до приємних ігор та спілкування.
- **Друге життя:** платформи для співпраці, де творці будують власні особисті світи у віртуальному просторі, даючи людям можливість відчувати життя, яке відрізняється від реального світу.
- **Ефективність у реальному світі:** такі технології, як цифрові близнюки, віртуальна реальність та машинне навчання, можуть підвищити ефективність багатьох галузей, зокрема освіти, виробництва та роздрібної торгівлі. Діяльність у цих галузях не буде обмежена часом і простором, досвід буде вдосконалено, а якість покращиться.
- **Нове багатство:** віртуальні валюти та торгівля віртуальними об'єктами дають можливість перетасувати статки.

- Новий вплив і соціальний статус: у віртуальних спільнотах створення іншого аватара для себе та участь у соціальних заходах надають можливість досягти нового соціального статусу.

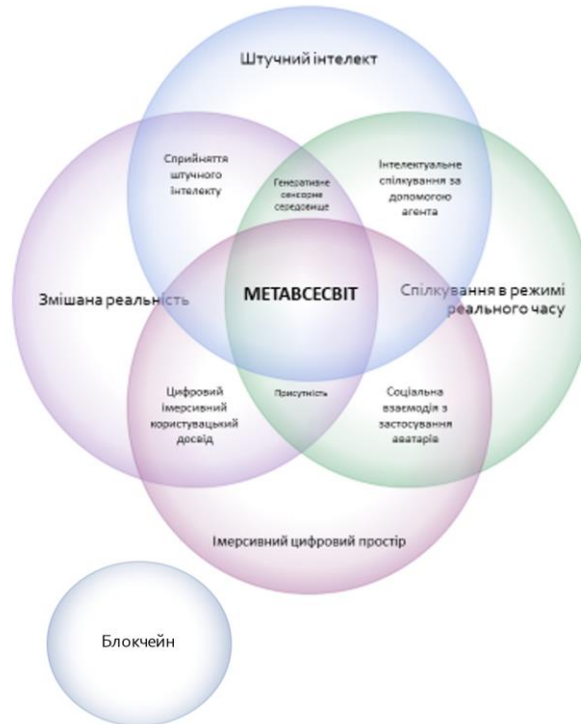


Рисунок 1.4 – Утворення Метавсесвіту

На рисунку 1.5 представлені основні технології, які використовуються у Метавсесвіті: До них відносяться: блокчейн, віртуальна та доповнена реальність, машинне навчання, тривимірне моделювання та технології Інтернету речей.






		Децентралізація
		Сумісність
	Блокчейн	Зберігання
		Контрольовані комп'ютером дії
		Аватари
	Штучний інтелект	Мова обробки Інтернету речей
	Віртуальна реальність та доповнена реальність	Вбудовування віртуальних об'єктів
		Під'єднання
		Імерсивна графіка
		Фото реалістичні об'єкти
	Тривимірне моделювання	Яскравий досвід
		Цифрові близнюки
		Управління даними
		Інтеграція
	Інтернет речей	Симуляція в реальному часі

Рисунок 1.5 – Основні технології, які використовуються у Метавсесвіті

Серед різноманітних технологій метавсесвіту блокчейн відіграє вирішальну роль. Від надання децентралізованої інфраструктури для метавсесвіту до підтримки розробки потужних сценаріїв використання його екосистеми, технологія блокчейн має потенціал, щоб зробити проекти метавсесвіту сумісними з Web 3, який є наступним етапом Інтернету. З цієї причини ми приділимо більше уваги технології блокчейн і докладніше її досліджуватимемо.

Метавсесвіт може бути централізованим, наприклад, метавсесвіт Facebook і Microsoft. Однак технологія блокчейн і варіанти її використання, такі як NFT і крипто, мають на меті замінити централізовану концепцію метавсесвіту потужною та децентралізованою інфраструктурою.

Крім того, блокчейн відіграє життєво важливу роль у розвитку метавсесвіту, оскільки майбутнє Інтернету, тобто Web 3.0, пов'язане з децентралізацією. Таким чином, щоб підтримувати децентралізовану мережу, навіть проекти метавсесвіту потрібно створювати як децентралізовані платформи. Технологія блокчейн може надати децентралізацію проектам метавсесвіту.



6

Рисунок 1.6 – Децентралізовані елементи, які блокчейн пропонує для метавсесвіту

На рисунку 1.6 представлено децентралізовані елементи, які блокчейн пропонує для метавсесвіту:

Зберігання

Децентралізована база даних blockchain забезпечує набагато більший обсяг зберігання, ніж централізована система зберігання. Децентралізоване зберігання також допомагає усунути такі недоліки централізованої системи як викрадення даних і маніпуляції з файлами.

Безпека

Дані в метавсесвіті зберігаються в ексабайтах, що викликає занепокоєння користувачів щодо безпечного зберігання, передачі даних і синхронізації. Блокчейн вирішує ці проблеми за допомогою децентралізованої ємності зберігання та потужних вузлів обробки даних і перевірки.

Довіра

Інформація в блокчейні, така як дані користувача, відомості про право власності на віртуальний вміст, ключі авторизації та деталі транзакцій,

зберігаються в зашифрованому вигляді. Ці дані можна перевірити за допомогою децентралізованого консенсусу, без сторонніх осіб, які мають до них доступ. Лише вузли можуть читати та перевіряти ці дані, щоб підтримувати довіру та автентичність.

Повна децентралізація

Децентралізована екосистема метавсесвіту дозволяє тисячам вузлів працювати незалежно для синхронізації. Метавсесвіт ніколи не може зіткнутися з такими проблемами, як єдина точка відмови, обмежена масштабованість або затримка у виконанні процесу.

Розумні контракти

За допомогою смарт-контрактів метавсесвіт може створювати та впроваджувати різні правила, пов'язані з роботою екосистеми. Ці контракти виконуються самостійно, що означає, що контракт між двома учасниками позначається як «Виконано», якщо виконуються попередньо визначені умови або правила в контракті.

Сумісність

Блокчейн забезпечує взаємодію між різними проектами метавсесвіту, дозволяючи їм безперешкодно взаємодіяти та виконувати такі дії, як обмін довільними даними, пов'язаною інформацією та ресурсами.

Варіанти використання блокчейну, що підтримують Metaverse

Blockchain, можна застосовувати різними способами для розробки та експлуатації проекту метавсесвіту. Нижче наведено кілька найпопулярніших випадків використання, які підприємства повинні знати:

Самоідентифікація

Для підтвердження особи потрібна будь-яка державна картка, номер соціального страхування, паспорт тощо. У метавсесвіті самоідентифікація користувачів працює схожим чином. Усі дані про користувачів, такі як зовнішність, активність, вік та інші унікальні характеристики, безпечно зберігаються в розподіленій книзі, де вузли перевіряють ці дані. Це запобігає

ризик помилкових дій у метавсесвіті. Наприклад, Аватар може вчиняти протиправні дії, діючи як чужий аватар.

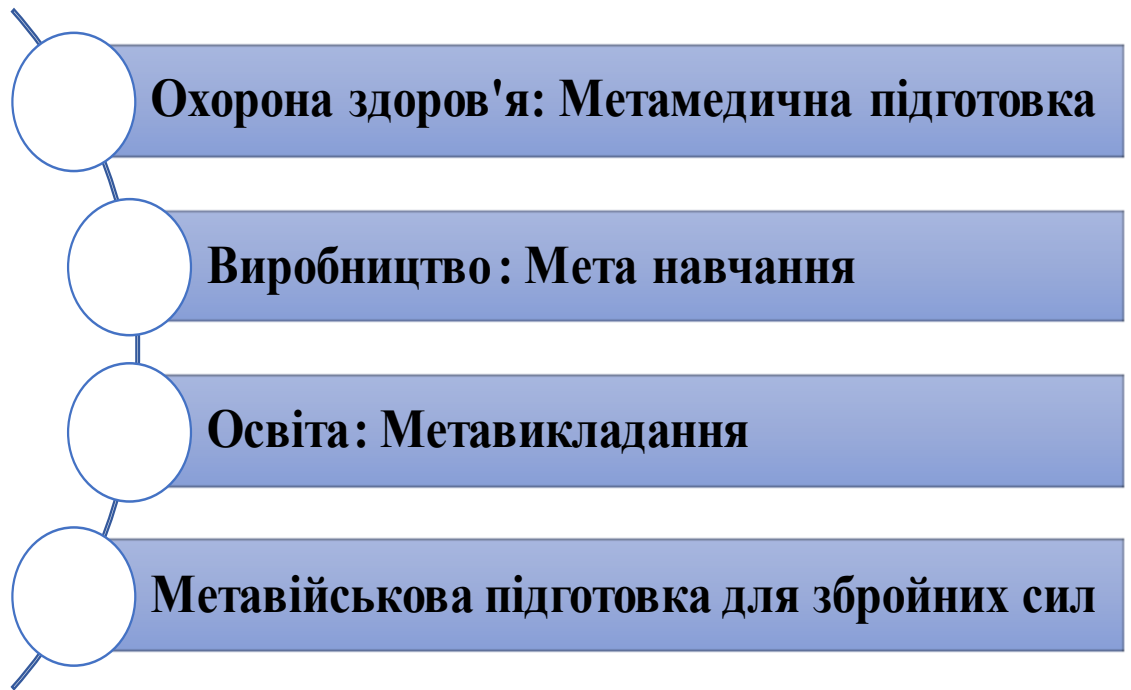


Рисунок 1.7 – Основні випадки використання Метавсесвіту

На рисунку 1.7 представлено деякі з відомих випадків використання навчання метавсесвіту.

Охорона здоров'я: Метамедична підготовка

Навчання медичного персоналу є одним із найважливіших застосувань концепції метавсесвіту. Молоді медичні працівники можуть отримати практичний досвід у власних кабінетах за допомогою імерсивних технологій. Медичний персонал може практикувати складну хірургію та першу допомогу в безпечних умовах. Відповідно до останніх тенденцій телемедицини метавсесвіт використовується для надання психічної допомоги пацієнтам. Віддалений доступ до технології XR дозволяє практикуючим лікарям тренуватися в безпечній обстановці та ділитися своїми знаннями з пацієнтами під час консультацій.

Виробництво: Мета навчання

Промислові працівники повинні мати достатній досвід і практичні навички для управління всіма ризиками, які часто можуть бути ознакою біологічної небезпеки або іншої небезпеки. Це означає, що нові працівники можуть становити небезпеку для свого оточення та колег під час виконання своїх обов'язків. Завдяки навчанню метавсесвіту працівники можуть пройти необхідне навчання в безпечних віртуальних середовищах, тоді як процес адаптації на виробничих підприємствах може бути небезпечним і ризикованим для нових працівників.

Освіта: метавикладання

Коли справа доходить до вищої та шкільної освіти, практичне навчання метавсесвіту також є важливим. Гарнітури VR незабаром стануть нормою в усіх дисциплінах, які вимагають практичних знань, незалежно від їх спеціальності. 66% експертів із технології XR погоджуються, що захоплюючий досвід викладання займе унікальне місце в навчальній програмі майбутнього. Студенти зможуть вивчати всі предмети на практиці, використовуючи навчальні платформи метавсесвіту, які, як очікується, з'являться в найближчі роки. Рішення XR є важливими в освітньому дискурсі, щоб гарантувати, що студенти навчаються в безпечному та приємному середовищі.

Метавійськова підготовка для збройних сил

Навчальні рішення Metaverse також можуть бути дуже корисними для військових установ. Імерсивна технологія може швидко зменшити ризики програм навчання солдатів, так само, як це робиться для працівників промислових підприємств. Солдати можуть практикувати свої навички в метавсесвіті, переміщуючи своє навчання. Крім того, солдати можуть бути більш стійкими до стресу, будучи морально підготовленими до небезпечних військових ситуацій. Тренінг Metaverse особливо корисний для тих, хто страждає на посттравматичний стресовий розлад. Терапія експозицією

віртуальної реальності дозволяє практикуючим симулювати небезпечні ситуації в безпечних умовах.



Рисунок 1.8 – Необхідні технології для сценаріїв і характеристик Метавсесвіту

Взаємодія між кластерами та основні технічні характеристика Метавсесвіту представлені на рисунку 1.8.

Метавсесвіт також може подолати розрив між фізичним і віртуальним світом, отже об'єднавши онлайн- і офлайн-комерцію в одне ціле. Це означає, що користувачі зможуть відчувати фізичний світ через метавсесвіт у цифровому вигляді, що зробить покупки в Інтернеті більш особливими.

Метавсесвіт ще не повністю зрілий з точки зору розвитку. Технічні експерти досліджують стратегії та тестують різні технології, щоб розробити ідеї, які нададуть світу більш здійсненні та інтригуючі проекти метавсесвіту.

Згідно з уявленнями провідних технічних футуристів, багато нових технологій розширять можливості метавсесвіту в майбутньому, що підтримуватиме розробку ряду профілічних варіантів використання, які покращать здатність метавсесвіту пропонувати реальні функції. У двох

словах, очікується, що метавсесвіт надасть надзвичайні можливості для підприємств і звичайних користувачів. Отже, це сформує цифрове майбутнє.

Програмне забезпечення для віртуального навчання широко поширене, і не всі компанії використовують це рішення, оскільки новачки повинні спочатку увійти в метавсесвіт, який потребує розробки метавсесвіту. Хоча ця ініціатива повільно впроваджується, розробка метавсесвіту заслуговує на окреме місце на світовому ринку ІТ-послуг. Ось чому ІТ-галузь продовжуватиме досліджувати нові можливості для навчання в метавсесвіті. Згідно з прогнозами, глобальний ринок метавсесвіту становитиме приблизно 800 мільярдів доларів до 2024 року. Це гідний прогноз, який заслуговує на інвестиції. Венчурні капіталісти в усьому світі продовжують надувати цю бульбашку метавсесвіту. Технології XR, блокчейн, метавсесвіт, криптовалюта гейміфікації та інші інноваційні ринкові рішення з часом прокладуть шлях до web3, що відкриє нові можливості для дистанційного навчання.

1.2 Проблеми сучасного автомобілебудування

Завдяки успішним вакцинаціям, поступово відходить у минуле пандемія COVID-19, країни в усьому світі почали докладати більше зусиль для відновлення після економічного спаду, який він спричинив. Пандемія не тільки завдала руйнівних збитків глобальному здоров'ю, але й серйозно знищила кілька галузей світової промисловості. Однак це виявилось особливо руйнівним для таких ринків, як F&B, автомобільної промисловості, електроніки та авіації, серед інших.

Дійсно, автомобільна промисловість, яка в той час зіткнулася з численними перешкодами, такими як зростання спільного використання поїздок, електромобільності тощо, зупинилася. Кілька експертів відтоді оцінили, що сектор зіткнеться з великими труднощами, щоб відновити свій допандемічний імпульс.

На піку пандемії у 2020 році світовий автомобільний сектор переживав одну зі своїх найгірших фаз, стикаючись із безліччю викликів, починаючи від посилення стандартів викидів транспортних засобів до зміни вимог клієнтів. Блокування ще більше призвели до падіння продажів автомобілів. Пізніше 2021 рік представив власний набір викликів, з проблемами ланцюга постачання та дефіцитом напівпровідників, які окреслили галузевий сценарій саме тоді, коли економіки почали робити свої перші обережні кроки до відновлення нормального життя.

Насправді, згідно з даними Європейської асоціації виробників автомобілів (АСЕА), у 2020 році світове виробництво автомобілів впало більш ніж на 16,9% з меншим, ніж очікувалося, відновленням у 2021 році. Наразі галузь стикається з принципово зміненим ландшафтом, коли відомі гіганти приймають раніше нечувані - моделі на основі замовлень для продажу автомобілів у разі нестачі запасів.

Декілька автовиробників, зокрема Ford, General Motors і Hyundai, прогнозували, що майже дворічне обмеження чипів зменшиться до кінця 2022 року. Однак виробники автомобільних мікросхем, з іншого боку, очікують, що галузі знадобиться більше часу для відновлення. Тим часом нестабільна глобальна економіка загрожує подальшим скороченням доходів ринку.

Нижче наведено короткий огляд багатьох критичних проблем, з якими стикається світова автомобільна промисловість, який допоможе зрозуміти поточний сценарій у сфері виробництва автомобілів.

Топ-6 основних викликів в автомобільній промисловості

1. Відновлення виробництва

У той час як пандемія призвела до масових зупинок виробництва у 2020 році через суворі норми соціального дистанціювання та загальнонаціональні карантини, у 2021 році спостерігалася певна активність гравців галузі, які намагалися розпочати відновлення. Однак їхні зусилля були серйозно обмежені через поточні проблеми з ланцюгом поставок, дефіцитом

напівпровідників і різними ступенями карантину, які країни ввели для боротьби з численними хвилями та варіантами вірусу.

Обмежене або повне припинення виробництва в результаті цього ще більше загострило існуючі проблеми автомобільної промисловості, пов'язані з дефіцитом ресурсів і надмірним небажаним виробництвом. Пізніше це призвело до значних фінансових втрат, які безпосередньо вплинули на світовий ВВП.

2022 рік приніс промінь надії, оскільки заходи щодо вакцинації почали діяти, що дозволило країнам без тривоги знову відкривати промисловість. Згідно з останніми даними АСЕА, за перші три квартали 2022 року в ЄС було виготовлено майже 8 мільйонів автомобілів, що на 5,8% більше, ніж у 2021 році за той самий період. Інші основні ринки, включаючи Північну Америку та Китай, повідомили про зростання виробництва на 11,8% і понад 15,1% відповідно. Багато автомобільних компаній також змінили свій підхід до виробництва автомобілів – прийнявши індустрію 4.0 для підвищення ефективності та кращої стійкості виробництва.

Однак експерти вважають, що дефіцит запчастин, який ще більше посилюється через російсько-український конфлікт, все ще може стримувати галузь, маючи більш відчутний вплив на сектор електромобілів. Війна також змусила великі уряди, такі як Велика Британія, пом'якшити свої кліматичні зобов'язання, схваливши нові проекти з розвідки викопного палива та припинивши стимулювання використання акумуляторних електромобілів, щоб запобігти загрозливій енергетичній кризі.

Оскільки кінця дефіциту поставок все ще не видно на горизонті, автовиробники застрягли в підвішеному стані та відходять від традиційних виробничих процесів і стандартів, щоб утриматися на плаву в нестабільному ландшафті.

2. Менше продажів автомобілів

Різне скорочення продажів автомобілів стало критичним викликом для автомобільної промисловості під час пікового періоду COVID-19. Зараз, через

два роки тому, проблема низьких продажів продовжує мучити галузь, з ефектом доміно різних факторів, які чергуються, щоб утримувати низькі цифри. Під час пандемії саме глобальні карантинні заходи вплинули на продажі, оскільки зобов'язання залишатися вдома та віддалена робота позбавили потреби подорожувати. Звичайно, це не стало несподіванкою; купівля нового транспортного засобу була б найменшим пріоритетом для споживачів під час глобальної пандемії.

У 2021 році показники незначно відновилися, але залишалися низькими через низькі запаси. Багатьом бажаючим клієнтам доводилося стикатися з незрозуміло довгим часом очікування, коли популярні моделі надходили з чергою від 12 місяців і більше. Довгі терміни доставки вказували на погравлення попиту в той час, коли пропозиції бракувало. Насправді, коли цей попит зростає, автомобільні гіганти, такі як Toyota, скорочували виробництво через брак запчастин. У лютому 2021 року Toyota оголосила, що знову скорочує виробництво автомобілів більш ніж на 150 000 одиниць.

За даними Центру автомобільних досліджень Німеччини (CAR), світові продажі автомобілів у 2021 році склали понад 71,3 мільйона, що зросло з понад 68,6 мільйона в 2020 році. У той час як очікувалося зростання продажів у 2022 році, умови, створені поєднанням Росії та Конфлікт в Україні та суворі обмеження Китаю на основі нульової політики COVID, ймовірно, призведуть до скорочення на 5%, а число впаде приблизно до 67,6 мільйонів.

3. Масові звільнення

Автомобільний сектор має справу з гострою проблемою втрати робочих місць ще до того, як у 2020 році набули чинності перші локдауни. Протягом останніх кількох років засоби до існування працівників автомобільної промисловості зазнають загрози через низку різних факторів, зокрема зупинку виробництва та застарілу кваліфікацію. будучи найвидатнішим з усіх.

У 2020 році, коли коронавірус не зупинявся, багато компаній були змушені закрити заводи та провести масові звільнення у відповідь на глобальні карантини. Nissan, наприклад, заклав свій підрозділ у Барселоні в Іспанії після

того, як повідомив про величезні втрати. Тим часом шведський виробник автомобілів AB Volvo також оголосив про плани звільнити понад 4100 білих комірців у другій половині 2020 року. Багато інших виробників у Європі також були змушені відправити своїх працівників на короткострокову роботу під час пандемії.

У 2021 році, коли звільнення, спричинені карантинном, відійшли на другий план, основна проблема зміни кваліфікації знову стала основною причиною втрати робочих місць для працівників автомобільної галузі. Перехід до індустрії 4.0 та електрифікації відірвався від трудомісткої традиційної моделі. Експерти вважають, що наслідки переходу, ймовірно, відобразатимуться в довгостроковій перспективі. За оцінками Німецької асоціації автомобільної промисловості (VDA), до 2030 року в Європі, ймовірно, буде втрачено понад 215 000 робочих місць, тоді як Інститут економічної політики США вважає, що до 2030 року в країні буде звільнено понад 75 000 робочих місць.

Переходимо до 2022 року, який приніс власний набір викликів у вигляді російсько-українського конфлікту. Війна викликала масовий протест у всьому світі, коли багато урядів і глобальних компаній розірвали ділові зв'язки з Росією за власний рахунок. За даними New York Times, понад 1000 підприємств публічно розірвали зв'язки з Росією та згорнули діяльність у країні з початку війни.

Японський автомобільний гігант Nissan зазнав збитків у понад 687 мільйонів доларів після продажу своїх активів у Росії лише за 1 долар. Багато інших автовиробників, у тому числі Ford, Toyota, Mercedes-Benz, Renault, також пішли, що призвело до масових втрат робочих місць і подальшої дестабілізації світового ринку.

Загалом, вирішення проблеми звільнення робочої сили, ймовірно, залишиться однією з постійних проблем, з якими стикається автомобільний сектор. Економісти очікують, що ринку знадобиться багато часу, щоб знайти стабільність у цьому відношенні.

4. Порушений ланцюг поставок

Пандемія COVID-19 спровокувала ланцюг подій, які з тих пір продовжували призводити до збоїв у ланцюзі поставок для галузі. Китай, який входить до числа провідних автомобільних ринків у світі, втратив понад дві третини автомобільних виробничих потужностей через блокування. Це також серйозно вплинуло на ланцюг поставок, оскільки країна є одним із провідних експортерів сировини та комплектуючих для цього сектора.

Серед усієї дезорганізації та збоїв багато гравців галузі також оголосили про свій перехід до електрифікації у 2020-21 роках. Наприклад, у січні 2021 року американський суперважковаговик General Motors оголосив про свої наміри створити та продати повний портфель автомобілів з нульовим рівнем викидів до 2035 року. Це створило додатковий тиск на сектор і ще більше загостило вузьке місце у виробництві напівпровідників.

У 2022 році російсько-українська війна змусила експертів автопрому знизити прогнози продажів і виробництва автомобілів на найближчі два роки. Конфлікт закрити численні заводи по всій Східній Європі, спричинивши стрибки цін на і без того дефіцитну сировину, поставивши під загрозу прогрес зелених технологій.

Згідно з журналом Єльського університету Environment 360, ЄС значною мірою покладається на Росію щодо постачання нікелю та інших металів для акумуляторів електромобілів та інших екологічних технологій. Тим часом, попередні оцінки Центру енергетичної політики Клейнмана свідчать про те, що Україна сидить на скарбниці літєвих родовищ, де зберігається приблизно 500 000 тонн невідновлюваного елемента, який робить можливою чисту енергію.

Кластер подій, що впливають на ланцюжок постачання, не показує ознак врегулювання, оскільки потреби в матеріалах продовжують зростати. За даними Білого дому, попит на такі мінерали, як графіт і літій, які використовуються в батареях електромобілів, імовірно, зросте ще більше — на 4000% у найближчі роки, що ще більше зрушить ланцюжок поставок.

5. Ліквідність

Ліквідність є однією з найбільших проблем, з якими зіткнулася автомобільна промисловість після дестабілізації, спричиненої пандемією. Зупинка заводів і падіння продажів поступово призвели до великих фінансових втрат, а дефіцит деталей і напівпровідників уповільнив відновлення, тому виробники комплектного обладнання були змушені працювати з мінімальною ліквідністю.

Ринкові умови ще більше погіршилися через війну в Україні та, ймовірно, витіснять багато невеликих автомобільних компаній з бізнесу. Грошові резерви вже досягли найнижчого рівня під час COVID-19; очікується, що для відновлення ситуації знадобиться час.

Оскільки фінансові проблеми галузі продовжують панувати, автовиробники, ймовірно, звернуться до урядів за допоміжними заходами для отримання допомоги з ліквідності. Використання штучного інтелекту на автомобільному ринку для прогнозування грошових надходжень у режимі реального часу та встановлення зв'язку з глобальними фінансовими установами для залучення інвестицій у автоматизацію, підвищення кваліфікації та пов'язані технології – це також деякі варіанти, до яких виробники автомобілів можуть скористатися, вирішуючи зазначені проблеми ліквідності.

6. Зміна поведінки клієнтів

Нестабільна, важка рецесія суміш світової економіки, інфляція цін і загальний жахливий стан фінансів і громадського здоров'я спричинили значні зміни в моделях купівлі споживачів.

Протягом 2020 року, критичного періоду, коли пандемія нестримно поширювалася, здійснення великих покупок стало найменшою проблемою для всіх. Багато споживачів відмовилися від своїх поточних зобов'язань щодо купівлі автомобіля, щоб переосмислити фінанси та підготуватися до найгіршого сценарію – ключового виклику, з яким автомобільна промисловість мала величезні труднощі.

У 2021 році для тих, хто міг собі дозволити, придбання автомобіля в дилерських центрах або офлайн-салонах стало майже неможливим, враховуючи річні періоди очікування. Щоб боротися з цим, багато автовиробників намагалися перевести свої запаси на модель на основі замовлення. Це допомогло їм перенаправити свої ресурси на транспортні засоби, які мали попит, призупинити або заморозити складальні лінії моделей, що погано продавалися. Багато хто також зробив процес купівлі автомобіля цифровим і впровадив багато інших кроків, щоб створити все меншу довіру споживачів.

Однак невизначеність, породжена зростаючою геополітичною напруженістю та сумнозвісним крахом криптовалюти 2022 року, перекреслила всі досягнення автовиробників у цьому відношенні. Декілька гравців галузі попередили, що продажі можуть впасти нижче показників 2020 року через дефляцію в економіці та зростаючий підхід споживачів до скупих витрат.

Експерти передбачають, що автомобільний сектор деякий час буде переповнений викликами та ризиками; можливо, знадобиться більше років, ніж очікувалося, щоб знову побачити рівні успіху до пандемії. Протягом наступних років автомобільним компаніям потрібно працювати над вирішенням клубка існуючих проблем за допомогою ефективних стратегічних заходів. Для початку може спрацювати забезпечення надійної сировини, деталей і компонентів, встановлення більш централізованих моделей виробництва та співпраця з урядами та фінансовими установами для впровадження нових стимулів.

Основні етапи розробки автомобіля:

1. Розробка концепції: На цьому етапі інженери та дизайнери придумують ідеї для нових транспортних засобів і створюють прототипи або моделі для перевірки здійсненності цих концепцій.

2. Проектування та інжиніринг: На цьому етапі автомобіль детально проектується і виконуються необхідні інженерні роботи. Сюди входить створення детальних технічних креслень і специфікацій, вибір матеріалів і

компонентів, а також проведення випробувань і моделювання, щоб переконатися, що автомобіль відповідає всім необхідним вимогам безпеки і продуктивності.

3. Випробування та валідація: На цьому етапі прототипи автомобіля будуються і випробовуються в різних умовах, щоб переконатися, що він працює так, як очікувалося, і відповідає всім необхідним стандартам. Це може включати тестування в лабораторії, на випробувальному треку і в реальних умовах водіння.

4. Виробництво: На цьому етапі автомобіль виготовляється на заводі і стає доступним для продажу споживачам. Пост-продакшн: Після того, як автомобіль був проданий, виробник може продовжувати стежити за його експлуатаційними характеристиками і вносити будь-які необхідні оновлення або відкликання, щоб забезпечити подальшу безпечну експлуатацію автомобіля.

Існує декілька факторів, які можуть визначати вартість розробки нового автомобіля, в тому числі:

1. Складність транспортного засобу: Розробка нового автомобіля може бути складним і дорогим процесом, особливо якщо автомобіль повинен мати багато передових функцій або передових технологій.

2. Використовувані матеріали та компоненти: На вартість розробки автомобіля також можуть впливати матеріали та компоненти, що використовуються при його будівництві. Наприклад, використання високоякісних або екзотичних матеріалів може збільшити вартість розробки.

3. Розмір команди розробників: Кількість людей, що працюють над розробкою нового автомобіля, також може вплинути на його вартість. Більша команда може працювати швидше і ефективніше, але вона також потребуватиме більшого бюджету для виплати заробітної плати та інших витрат.

4. Тривалість процесу розробки: Тривалість процесу розробки також може вплинути на загальну вартість розробки нового автомобіля. Більш тривалі терміни розробки можуть вимагати більше ресурсів і фінансування.

5. Передбачуваний ринок для автомобіля: Ринок, для якого призначений автомобіль, також може впливати на вартість його розробки. Наприклад, розробка автомобіля для ринку розкоші може вимагати більшого бюджету, ніж розробка автомобіля для бюджетного ринку.

Існує кілька способів, за допомогою яких можна оптимізувати фактори, що впливають на вартість розробки нового автомобіля:

1. Мінімізація складності: Одним із способів зниження вартості розробки нового автомобіля є мінімізація складності транспортного засобу. Це може включати спрощення конструкції, використання більш стандартних або готових компонентів та усунення непотрібних функцій.

2. Вибір економічно ефективних матеріалів і компонентів: Іншим способом зниження вартості розробки є вибір матеріалів і компонентів, які є економічно ефективними без шкоди для продуктивності або якості. Це може включати використання більш поширених матеріалів або отримання компонентів від декількох постачальників, щоб скористатися знижками за обсяг.

3. Оптимізація команди розробників: Зменшення розміру команди розробників також може допомогти оптимізувати витрати. Це може включати використання більш спеціалізованих або висококваліфікованих членів команди, які можуть працювати більш ефективно, або аутсорсинг певних завдань підрядникам або зовнішнім партнерам.

4. Скорочення строків розробки: Оптимізація термінів розробки також може допомогти зменшити витрати. Це може включати виявлення та вирішення потенційних проблем на ранній стадії процесу, впорядкування комунікації та прийняття рішень, а також використання таких інструментів, як гнучкі методології розробки, для швидкого переходу від одного етапу до іншого.

5. Орієнтація на правильний ринок: Ретельний розгляд передбачуваного ринку для автомобіля також може допомогти оптимізувати витрати на розробку. Розробка автомобіля для конкретного ринку може дозволити виробнику адаптувати дизайн і характеристики до потреб і переваг цього ринку, що потенційно знизить витрати на розробку.

Вивести конкретні формули оптимізації факторів, що впливають на вартість розробки нового автомобіля, складно, оскільки кожна ситуація є унікальною і потребуватиме індивідуального підходу. Однак можна виділити деякі загальні рекомендації щодо оптимізації цих факторів:

Мінімізація складності: Для мінімізації складності може бути корисним визначити і визначити пріоритетність найбільш важливих характеристик і функцій автомобіля, і зосередитися на них, мінімізуючи або усуваючи менш важливі або непотрібні функції.

Вибір економічно ефективних матеріалів і компонентів: Для вибору економічно ефективних матеріалів і компонентів може бути корисним дослідження ринку з метою визначення найбільш економічно ефективних варіантів, які відповідають необхідним експлуатаційним характеристикам і стандартам якості. Також може бути корисно домовитися з постачальниками про знижки за обсяг або укласти з ними угоди про оптові закупівлі.

Оптимізація команди розробників: Для оптимізації команди розробників може бути корисним визначити та усунути непотрібні ролі або завдання, а також зосередитися на наймі висококваліфікованих або спеціалізованих членів команди, які можуть працювати ефективно та результативно.

Скорочення строків розробки: Для скорочення термінів розробки може бути корисним використання гнучких методологій розробки або інших підходів, які наголошують на швидкому створенні прототипів та ітерації. Також може бути корисно встановити чіткі цілі та етапи, а також виявити та вирішити потенційні проблеми на ранній стадії процесу.

Орієнтація на правильний ринок: Для орієнтації на правильний ринок може бути корисно провести маркетингові дослідження, щоб зрозуміти потреби та вподобання потенційних клієнтів, і розробити автомобіль відповідно до них. Це може включати адаптацію характеристик і функцій автомобіля для задоволення конкретних потреб певного сегмента ринку.

1.3 Застосування VR-технологій в автомобілебудуванні

У більшості галузей, включаючи автомобільну, впровадження сучасних технологій є одним із головних факторів успіху на висококонкурентних ринках.

Віртуальна реальність (VR) є однією з цих технологій, яка може допомогти автобізнесу отримати ряд значних переваг.

У магістерській роботі доповнена реальність визначається згідно з визначенням [7] як «пряма реальність у реальному часі» або непрямий погляд на фізичне середовище реального світу, яке було покращено/доповнено додаючи до нього інформацію, згенеровану віртуальним комп'ютером». Хоча багато різних способів створення системи доповненої реальності існують, і всі вони мають однакові три властивості [13]:

- доповнена реальність поєднує об'єкти з реального світу з віртуальними об'єктами та розміщує віртуальні об'єкти в реальному середовищі;
- містить інтерактивний досвід у реальному часі;
- розташовує віртуальні об'єкти у відповідності з об'єктами реального світу.

Реальне середовище та повністю віртуальне середовище можна поєднати разом за допомогою сучасних технологій. Повністю віртуальне середовище, для перегляду якого потрібна технологія віртуальної реальності, не містить реальних об'єктів. Термін «змішана реальність» включає середовище, в якому поєднуються віртуальні та реальні об'єкти.

Незважаючи на те, що віртуальна реальність має багато проявів, ця технологія, як правило, відома тим, що монтується в таких пристроях, як HTC Vive та Oculus Rift. Ці пристрої одягаються на голови користувача та містять два дисплеї, які покривають повний огляд користувача. Віртуальна реальність регулярно використовується для ігрових цілей, але також застосовується в більш «серйозних» галузях, наприклад військове навчання, моделювання хірургії та архітектура. Доповнена віртуальність – це середовище, яке повністю віртуальне, включаючи об'єкти, які походять з реального світу. Хороший приклад ситуації, в якій використовується доповнена віртуальність – це презентація синоптика.

Випадки використання

VR дозволяє користувачам вільно взаємодіяти з тривимірними об'єктами у віртуальному середовищі за допомогою спеціального обладнання, як-от дисплеї на голові (HMD).

Ця можливість дозволяє автомобільним компаніям використовувати захоплюючу технологію для різних цілей, заощаджуючи свої фінансові ресурси на виробництві та управлінні фізичними активами.

Дизайн і віртуальне прототипування

Конструкція транспортного засобу потребує постійного вдосконалення, перевірки та тестування.

Під час роботи з фізичними макетами, часте повернення до попередніх рішень або нескінченні модифікації все це зазвичай значно підвищує загальну вартість проекту.

Таким чином, виробники автомобілів можуть витрачати величезні гроші, поки певний дизайн, нарешті, не буде затверджений.

Процес проектування є одним із найдорожчих і трудомістких етапів у виробництві автомобіля. Кожного разу, коли команда починає будь-які модифікації існуючого макета, вони повинні створити нову модель.

Використовуючи віртуальну реальність, дизайнери автомобілів можуть значно скоротити як вартість проекту, так і час, віртуально візуалізуючи екстер'єр автомобіля замість того, щоб створювати новий фізичний макет у співвідношенні 1:1 кожного разу, коли вони вносять деякі зміни в прототип.

Крім того, команда дизайнерів може здійснювати модифікацію екстер'єру автомобіля в режимі реального часу за допомогою віртуальних макетів.

Віртуальна реальність відкриває ще ширші можливості для автовиробників. Найталановитіші дизайнери автомобілів з усього світу можуть разом працювати над одним макетом, фізично перебуваючи на різних континентах.

Навчання

Віртуальна реальність надає широкі можливості для підготовки інженерів в автомобільній промисловості. Більшість виробників автомобілів використовують підхід, що ґрунтується на спостереженні, щоб навчати своїх працівників збиранню певних моделей автомобілів.

Після того, як ці працівники проходять теоретичну підготовку, вони переходять до практики під контролем експертів. Це етап, на якому працівники можуть припуститися деяких помилок і, як наслідок, завдати певної шкоди певній моделі.

Віртуальна реальність дозволяє працівникам автомобільних заводів навчатися у віртуальному середовищі та безпечно робити помилки. VR робить загальний процес навчання більш ефективним і значно знижує рівень помилок.

Крім того, коли йдеться про безпеку людей, покладатися лише на викладачів недостатньо. При роботі з важкими деталями автомобіля, такими як двигун, фахівці повинні дотримуватися правил безпеки.

VR дозволяє безпечно поставити монтажників практично в будь-яку небезпечну ситуацію і навчити їх правильно поводитися під час стресу та загрози життю.

Виставкові зали віртуальної реальності

Якщо у вас коли-небудь був досвід покупки нового автомобіля, ви обов'язково відвідували дилерський центр, щоб провести його тест-драйв. Однак у вас навряд чи була можливість ознайомитися з автомобілем із точним набором характеристик, які ви плануєте придбати.

У офіційних дилерів зазвичай є кілька доступних моделей автомобілів. Таким чином, ви рідко можете побачити, як ваш майбутній автомобіль буде виглядати в певному кольорі в реальності, поки ви його не отримаєте. Те ж саме з інтер'єром і екстер'єром.

Тому дилери часто пропонують онлайн-конфігуратори, які дозволяють клієнтам налаштувати модель на веб-сайті та побачити плоске зображення того, як цей автомобіль буде виглядати в реальності. Однак 2D зображення забезпечують низький рівень реалістичності.

Імпортувати більше моделей до дилерських центрів не є рішенням, оскільки площа будівлі обмежена. Крім того, дилери прагнуть уникнути ситуації, коли зайві автомобілі залишаються непроданими, оскільки автовиробники регулярно випускають рестайлінгові версії тих чи інших моделей.

Ніхто не хоче платити за стару машину, як за нову, а знижки призводять до зменшення прибутку дилерів. Тому, щоб догодити своїм клієнтам, дилерські центри повинні використовувати інший підхід, заснований на імерсивних технологіях.

У віртуальному середовищі клієнти можуть налаштувати будь-яку модель автомобіля відповідно до того, як вони збираються її придбати. Використовуючи VR HMD і тактильний пристрій, вони зможуть віртуально відкрити двері автомобіля та сісти на водійське сидіння.

VR позбавляє від необхідності орендувати великі площі та розміщувати багато автомобілів у дилерських центрах. Віртуальні виставкові зали можна легко та швидко створити незалежно від розміру будівлі, яку орендує дилер.

Audi використовує захоплюючу технологію віртуальної реальності у своїх дилерських центрах, щоб надати клієнтам надзвичайно реалістичні враження від їхнього індивідуально налаштованого автомобіля .

За допомогою VR HMD клієнти можуть індивідуально налаштувати свій автомобіль і бачити кожен деталь у віртуальному середовищі, вибираючи з різних варіантів обладнання. Це позитивно впливає на рішення клієнтів щодо покупки, оскільки вони можуть спробувати те, що збираються купити.

Рішення Audi VR дозволяє клієнтам віртуально побачити свої майбутні автомобілі на 360 градусів зі світловими та звуковими ефектами. Крім того, за допомогою віртуальної реальності вони можуть бачити свої налаштовані транспортні засоби в різних умовах, наприклад, у час доби.

Від моменту, коли клієнт робить замовлення, може пройти кілька місяців, поки він нарешті не отримає автомобіль. Наприклад, клієнти Tesla Model 3 2 роки чекали електромобіль своєї мрії.

Віртуальна реальність дозволяє дилерам автомобілів показати своїм клієнтам майбутнє, що робить технологію занурення ідеальним маркетинговим інструментом.

Безпека самокерованих автомобілів

За останні кілька років безпілотні автомобілі зробили величезний крок у своєму розвитку. Однак такі гігантські постачальники технологій, як Google і Uber, все ще працюють над забезпеченням високого рівня безпеки.

На відміну від людини-водія, автономні автомобілі повинні мати масивні заздалегідь визначені алгоритми, які дозволять транспортним засобам впоратися з абсолютно будь-якою ситуацією. Крім того, у цих алгоритмах слід враховувати будь-який дорожній фактор.

Неможливо вручну визначити сценарії водіння для автономного автомобіля, оскільки їх безліч. Єдиний спосіб навчити безпілотний транспортний засіб поводитися в небезпечних ситуаціях — дозволити йому навчитися керувати автомобілем і «запам'ятовувати» кожну ситуацію, з якою він стикається.

Тому, щоб бути ефективним, цей навчальний процес має тривати роки. Виробники автомобілів можуть значно скоротити час, необхідний для навчання своїх безпілотних транспортних засобів, розширивши програмне забезпечення для тестування технологією віртуальної реальності.

Програмне забезпечення для тестування – це система, яка аналізує сценарії дорожнього руху та допомагає автомобілю «зрозуміти», як йому слід поводитися наступного разу.

Базуючись на широкому діапазоні методів і технологій, таких як інтерактивне редагування, імпорт бази даних, тривимірне перетворення геометрії, розподілені паралельні обчислення, візуалізація та моделювання, програмне забезпечення для тестування розпізнає та запам'ятовує дорожні умови.

Замість того, щоб проїжджати сотні тисяч миль, виробники автомобілів можуть симулювати реальні дорожні умови у віртуальному середовищі, що дозволяє програмному забезпеченню для тестування навчатися набагато швидше, оскільки у віртуальному середовищі автомобіль не потребує палива та ремонту.

Сучасні випробування безпілотних автомобілів неможливі без справжнього водія всередині, щоб забезпечити безпеку інших автомобілів і пішоходів у разі надзвичайної ситуації або будь-яких системних помилок. Завдяки підключенню VR до тестового програмного забезпечення немає потреби в людині на водійському сидінні.

Автономне тестування автомобіля на основі віртуальної реальності значно скорочує витрати на паливо, плановий ремонт або відпочинок для людини-водія, яка повинна стежити за поведінкою автомобіля.

Крім того, моделювання руху забезпечує 100% безпеку для інших транспортних засобів і пішоходів. У віртуальному середовищі можна безпечно тестувати безпілотні автомобілі, не піддаючи ризику інших людей і майно.

У віртуальному середовищі система автономного автомобіля може безпечно робити помилки, наприклад, обігрівати пішоходів або збивати інші автомобілі, і запам'ятовувати ці ситуації, щоб уникнути їх, опинившись на реальній дорозі.

VR дозволяє виробникам автомобілів тестувати свої автомобілі за будь-яких погодних умов і в будь-якому місці. Імерсивна технологія може допомогти постачальникам забезпечити високий рівень безпеки для своїх автономних транспортних засобів із меншими витратами та скороченим часом.

Архітектура програм віртуальної реальності в автомобільній промисловості залежить від типу програми. Проте в усіх випадках архітектура рішення VR включає наступні 3 компоненти: клієнтська програма VR, база даних, веб-панель адміністрування (рис. 1.9).

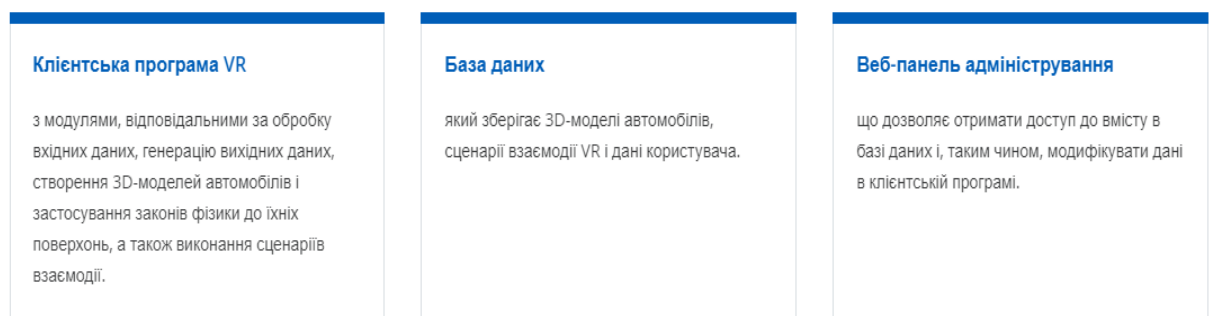


Рисунок 1.9 – Архітектура програмного забезпечення автомобільної VR

Як виробники автомобілів використовують VR

Всесвітньо відомі автовиробники вже почали впроваджувати віртуальну реальність у свій бізнес. Давайте розглянемо, як Ford, Volkswagen і Toyota використовують VR для своїх цілей.

Форд

Завдяки віртуальній лабораторії Ford дозволив своїм дизайнерам та інженерам перебувати в різних країнах і співпрацювати над дизайном автомобіля в режимі реального часу. Виробник автомобілів створив «Ford's Immersive Vehicle Environment», також відоме як «FIVE». Це спеціальна кімната, оснащена датчиками та набором маркерів для захоплення руху, розміщених на тілі користувача.

Увесь стек технологій записує кілька тисяч точок даних, які включають положення тіла користувача, поставу та рухи. Щоб створити справжню фіктивну машину для взаємодії користувачів у віртуальному середовищі, Ford використовує 3D-друк.

Завдяки цій взаємодії інженери можуть робити точні розрахунки з урахуванням безпеки співробітників. Система FIVE допомогла автовиробнику зменшити травматизм працівників на 70%, а також на 90% усунути ергономічні проблеми.

Дизайнери автомобілів створюють екстер'єр автомобіля за допомогою програмного забезпечення автоматизованого проектування (САПР), наприклад Autodesk. Такі рішення дозволяють виконувати 3D моделювання. На відміну від програмного забезпечення САПР, процес проектування в FIVE зазвичай починається з ескізу у віртуальній реальності.

Однак моделі САПР можна легко імпортувати в систему FIVE, що прискорює загальний процес проектування, дозволяючи дизайнерам втілювати свої ідеї в реальність без будь-яких обмежень фізичного прототипування. Усі поверхні, текстури та кольори залишаються у FIVE.

Ефективність FIVE підтвердили 135 000 деталей, перевірених протягом року. Починаючи з 2013 року, поширення досвіду віртуальної реальності Ford постійно зростає.

Це кардинально змінює спосіб, у який автовиробник виробляє транспортні засоби, як швидко він це робить і які фінансові переваги він

отримує завдяки скороченню часу на проектування та витрат на розподіл працівників.

Volkswagen

Найбільший автовиробник у світі станом на 2018 рік вирішив запровадити VR більш економним способом, ніж Ford. Замість створення дорогих індивідуальних рішень, таких як FIVE, Volkswagen звернувся до віртуальної реальності через HTC VIVE , VR-дисплей, який монтується на голову.

Німецький автомобільний бренд використовує HTC VIVE з тією ж метою, що й Ford. Імерсивна технологія VR дозволяє інженерам і дизайнерам Volkswagen працювати над тією самою моделлю віддалено в режимі реального часу. Поки деякі співробітники перебувають у штаб-квартирі у Вольфсбурзі, інші можуть залишитися на фабриці Seat у Барселоні.

Незважаючи на те, що Ford FIVE надає широкий спектр можливостей, він все ще має свої недоліки. Окрім вартості, досвід Ford у віртуальній реальності дозволяє одночасно занурюватися лише двом співробітникам. Інші експерти, залучені до процесу проектування, мають займатися оформленням документів.

Завдяки HMD кілька фахівців можуть бути занурені у віртуальну реальність, і немає потреби у багатьох датчиках. Таким чином, Volkswagen значно економить кошти та спрощує співпрацю співробітників у їхніх ключових функціональних сферах.

Toyota

Toyota розробила симулятор водіння у віртуальній реальності під назвою TeenDrive365. Симулятор, призначений для використання з Oculus Rift, дозволяє учням навчитися керувати автомобілем у віртуальній реальності, перш ніж вони вирушать на реальну дорогу.

Завдяки реалістичній 3D-графіці, анімації, шумам і повній симуляції дорожнього руху TeenDrive365 вчить слухачів бути уважними на дорозі та уникати будь-яких відволікаючих факторів, таких як надсилання текстових повідомлень або розмова з дратуючими друзями під час водіння.

VR реалістично показує, що може статися, якщо молоді водії нехтують правилами безпеки. У віртуальному середовищі вони можуть майже відчутти на собі негативні наслідки безвідповідальної поведінки на дорозі.

Японський автогігант також використовував технологію віртуальної реальності в рекламних цілях. Вони створили 360-градусне відео для HTC Vive, щоб показати свій новий гібридний Prius як передовий автомобіль.

Під час перегляду цього відео користувачі відчують себе на місці справжнього водія та можуть їздити по віртуальній дорозі. На жаль, важко визначити, як це відео вплинуло на рішення клієнтів щодо покупки. Однак цей підхід видається ефективнішим, ніж їхня інша відеореклама, відома як одна з найгірших рекламних роликів 2016 року .

Віртуальна реальність може допомогти виробникам автомобілів скоротити час виходу на ринок і витрати, необхідні для проектування та складання транспортних засобів. Використовувана для навчання технологія занурення VR дозволяє автомобільним брендам значно пришвидшити та покращити процес навчання та, як наслідок, підвищити свою продуктивність.

Крім того, автосалони можуть збільшити свої прибутки, дозволяючи клієнтам у віртуальній реальності персоналізувати автомобіль своєї мрії, а потім безпечно протестувати його. VR також може значно скоротити час виходу на ринок безпілотних автомобілів, прискоривши тестування системи безпеки.

Іншими словами, автомобільна промисловість може значно принести користь віртуальній реальності, використовуючи цю технологію для ряду випадків використання.

2 ВИБІР ДАНИХ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

2.1 Розрахунок аеродинамічних характеристик автомобіля

Для визначення аеродинамічних характеристик необхідно розрахувати величину сили опору повітря:

$$P_w = C_w \cdot F \cdot q, \quad (2.1)$$

де $q = \rho \cdot \frac{V^2}{2}$ – швидкісний напор, кг/с²;

ρ – густина повітря, кг/м³; на рівні моря $\rho = 1,225$ кг/м³;

F – площа Міделя;

C_w – безрозмірний коефіцієнт повної аеродинамічної сили.

Проекцію P_n сили P_w на напрямок руху автомобіля називають лобовою силою опору повітря, тобто

$$P_n = C_x \cdot F \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2} \quad (2.2)$$

де C_x – безрозмірний коефіцієнт лобового опору повітря; V – відносна швидкість повітря, км/год.; F – площа лобового контуру;

$0,5 \cdot C_x \cdot \rho = K_v$ – коефіцієнт обтічності. Коефіцієнт обтічності K_v є еквівалентним силі опору повітря, що діє на 1 м² площі автомобіля при відносній швидкості 1 м/с. Він залежить від форми кузова та кута напливу повітря τ . Між коефіцієнтами C_x та K_v існує чисельна залежність $K_v = 0,6 C_x$. Для сучасних автомобілів коефіцієнт K_v знаходиться в наступних межах: гоночні автомобілі 0,125...0,145, легкові автомобілі 0,195... 0,345, вантажні автомобілі 0,590... 0,690, автобуси з кузовом вагонного типу 0,245...0,395.

При русі автомобіля в нерухомому повітряному середовищі відносна швидкість повітря $V_n = V$. Тоді

$$P_n = K_v \cdot F \cdot V^2 \quad (2.3)$$

Добуток $K_v \cdot F$ називають фактором обтічності. Площа F може бути визначена із технічної документації на автомобілі, а при її відсутності – наближено з наступних виразів:

– для вантажних автомобілів і автобусів

$$F = BH \quad (2.4)$$

де B – колія автомобіля, H – найбільша висота автомобіля, м;

– для легкових автомобілів

$$F = \alpha \cdot B_r \cdot H_r \quad (2.5)$$

де α – коефіцієнт заповнення площі; для легкових автомобілів $\alpha = 0,78-0,80$; для вантажних $\alpha = 0,85-0,90$ (більші значення беруться для автомобілів більшої вантажопідйомності); B_r , H_r – найбільші ширина та висота автомобіля.

Як правило, значення B , B_{max} , H вибираються за прототипом.

При визначенні опору повітря руху автомобіля використовується також фактор обтічності. Величина

Фактор обтічності автомобіля:

$$W = K_v \cdot F$$

де F – площа лобового опору,

K_v – коефіцієнт обтічності.

2.2 Необхідне обладнання для використання VR-технологій

Google запустив одну з перших HMD доповненої реальності. Хоча їх HMD під назвою Google Glass був призначений для розробників, зрештою це мало на меті представити розроблену версію Google Glass для споживчого ринку. Це скло містило призму у верхньому правому куті зору користувача на якій проєктуються віртуальні об'єкти (рис. 2.1). Хоча окуляри Google Glass більше не виробляються, є припущення, що компанія працює над новою технологією доповненої реальності. [12]

У 2016 році Microsoft випустила перше видання Hololens для розробників. З усіх пристроїв доповненої реальності HMD, Hololens вважається одним із найперспективніших. Це викликано тим, що він запуснений без підключення до комп'ютера, він має чотири камери для відстеження та віртуальні об'єкти реалістично розміщені в полі зору користувача. Керувати пристроєм слід жестами рук. Крім того, велика кількість компаній, переважно в галузі інжинірингу та проєктування, оголосили про співпрацю з Microsoft для розробки та використання програмного забезпечення для Hololens. Однак ця технологія має свої недоліки: це відносно важкий і великий пристрій порівняно з іншими HMD. Крім того, віртуальні об'єкти можна побачити лише тоді, коли вони знаходяться в центрі зору користувача [4]. Зображення Microsoft Hololens подано на рис. 2.2.



Рисунок 2.1 – Окуляри Google Glass



Рисунок 2.2 – Microsoft Hololens

Компанія Epson виготовляє окуляри доповненої реальності переважно для бізнесу. Вже є два окуляри на ринку: Moverio BT-100 і Moverio BT-200. Наступник цих окулярів, Moverio BT-300. (рисунок 2.3). Усі окуляри для пристроїв Epson працюють з Android і з ними працює додатковий трекпад. [14]

Vuzix має на ринку одне скло для бізнесу під назвою M100. Ці окуляри посилені з маленьким екраном у верхньому правому куті зору користувача, як Google Glass. Компанія планує випустити два нових пристрої для підприємств, M300 і M3000. Останній, Vuzix експериментує зі склом, у якому голограми проєктуються на погляд користувача. (рис. 2.4). [11]



Рисунок 2.3 –Окуляри Moverio BT-300



Рисунок 2.4 – Окуляри Vuzix

У галузі промисловості компанія Daqri працює як з розумним шоломом, так і з розумними окулярами, обидва надають досвід доповненої реальності [12]. Зображення цих технологій можна знайти на рисунках 2.5 і 2.6.



Рисунок 2.5 – Розумний шолом Daqri



Рисунок 2.5 – Розумні окуляри Daqri

Гіперіндустрія від Inglobe Technologies

У співпраці з Huawei компанія Inglobe Technologies провела тематичне дослідження для розширення реальні інструкції для техніків Huawei

Technologies [4]. Досліджено покращення в ефективності роботи техніків при виконанні загальних завдань з використанням доповненої реальності. Інструмент являє собою мобільний додаток, розроблений для смартфонів і планшетів Android і iOS і здатний розпізнавати цілі завдяки технології 3D стеження. У цьому випадку ціль завжди є інвертор SUN2000-KTL, який є пристроєм, який в основному перетворює електроенергію постійного струму з фотоелектричної енергії системи. Після розпізнавання цілі з'являється список доступних процедур, які відображаються техніку. Крім того, менеджер з технічного обслуговування може призначити певні завдання техніків. Коли технічний спеціаліст запускає завдання, програма відображає серію кроків, у тому числі інструкції та елементи доповненої реальності, якими можна підсвічувати точки на цілі або процедурні анімації (рис. 2.6). По-друге, додаток вміє показувати додаткову контекстну інформацію, таку як технічні документи, фотографії та відео.

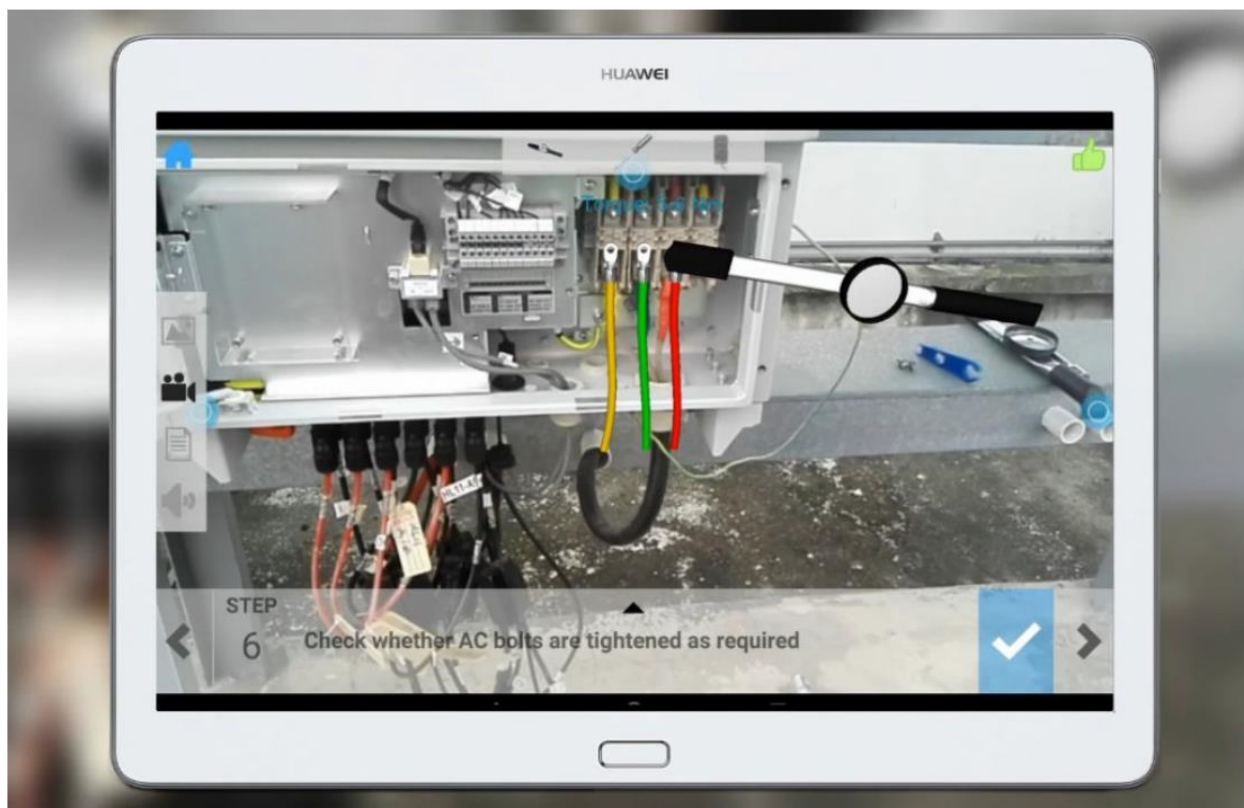


Рисунок 2.6 –Доповнена реальність на SUN2000-KTL

Відповідно до проаналізованих даних компаній і досліджень, які створили доповнену реальність продукт для модернізування існуючих та розробки нових автомобілів, може розглядатися в трьох різних існуючих концепціях:

1. Навчання техніка з використанням інтерактивних 3D моделей, які можуть парити в просторі. Технік швидше розуміє машину, оскільки технік може розмістити машини або частин машини в навколишньому просторі, ходити навколо машини і навіть знімати певні частини від машини, щоб мати можливість побачити що всередині.

2. Інструкція доповненої реальності, яка надає техніку інформацію про те, що робити крок за кроком. Беручи до уваги продукти CN2Tech, Fieldbit і Inglobe Technologies, це можна легко досягти.

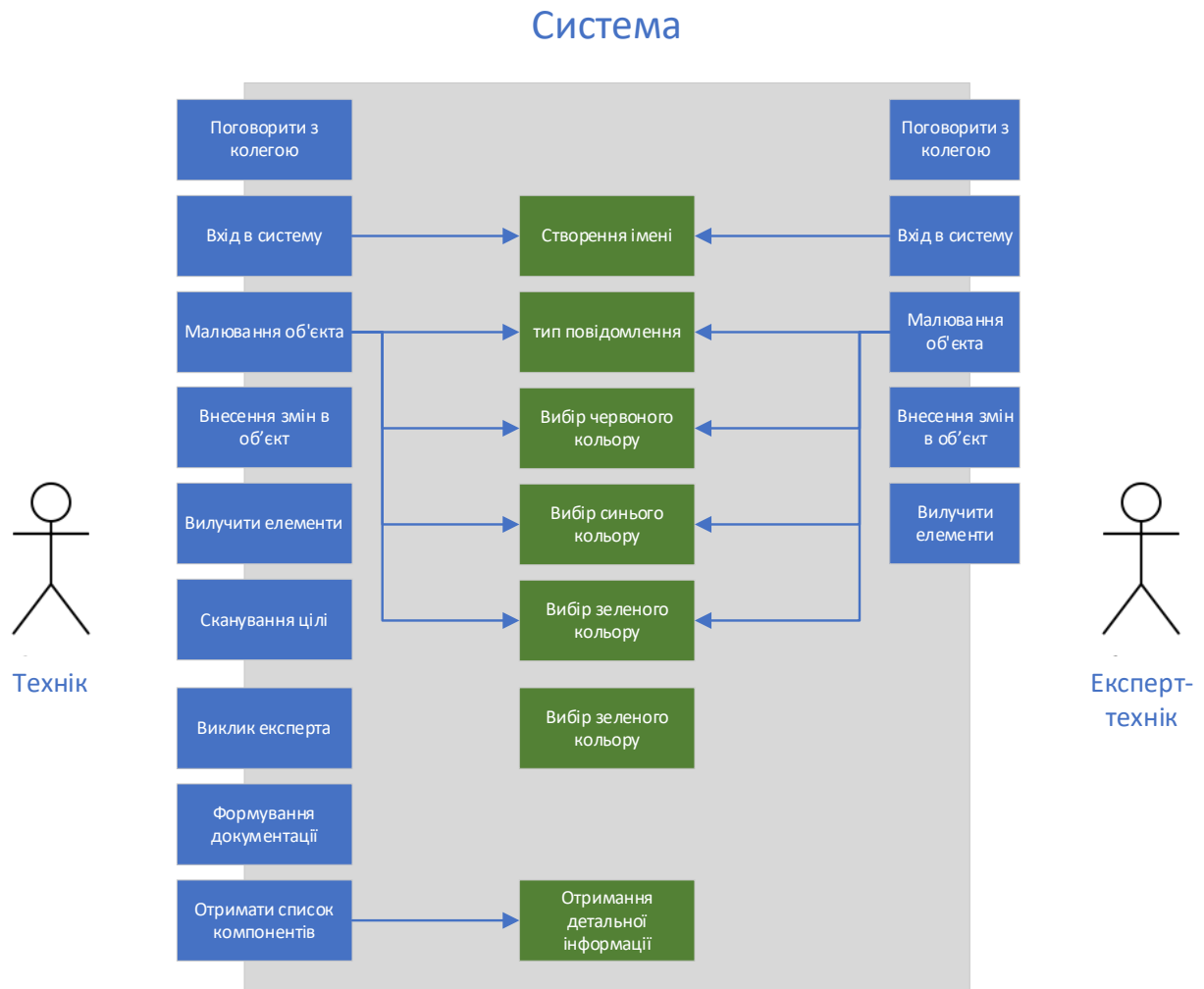
3. Проектування автомобіля відповідно до заявлених характеристик. Характеристики містяться в чітко визначених обмеженнях, що покращує ефективність процесу розробки.

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ VR-ТЕХНОЛОГІЙ

3.1 Архітектура системи проектування автомобілів за допомогою VR-технологій

Опишемо як створюється остаточний прототип. По-перше, архітектура системи, частково складається з аналізу взаємодії користувача системи, а частково складається декомпозиції системи. По-друге, описано, як ці композиції та взаємодія користувачів розроблені та реалізовані в кінцевому прототипі. Це пояснюється в темах: програмне забезпечення для програмування, інтерфейс користувача, відстеження доповненої реальності та створення мережі.

Щоб отримати чітке уявлення про те, які взаємодії система повинна дозволити, усі вимоги які передбачають взаємодію користувача, включені в діаграму варіантів використання (рис. 3.1). Ця діаграма включає двох різних користувачів: техніків, які є користувачами, які можуть виконувати або готувати завдання, і техніків-експертів, яких техніки викликають на допомогу. Обидва користувачі взаємодіють з iPad, які з'єднані між собою. Кожна сторона системи містить список взаємодії, які ввімкнено для користувача на одній стороні. Взаємодії, які відображаються в середині – «включати зв'язки» або «розширювати зв'язки» [10]. з



Один із способів проектування архітектури системи – описати систему або її частини як чорні ящики. Кожен чорний ящик має входи та виходи – вони розроблені на високому рівні, включаючи коробку, яка представляє всю систему. Згодом чорні ящики представлятимуть дрібніші частини системи та стануть більш деталізованими.

На рис. 3.2 вся система представлена одним чорним ящиком. У цьому випадку два користувача взаємодіють з системою. Усі введені користувачем дані, перераховані на діаграмі варіантів використання в попередньому параграфі, узагальнюються як «взаємодія з користувачем». Ці взаємодії включають роботу програми із сенсорним екраном iPad, а також взаємодія із системою. Технік, що виконує або готує завдання отримує вихідні дані від програми в трьох категоріях. По-перше, голос як допомога колезі. По-друге,

вид камери, включаючи об'єкти доповненої реальності. По-третє, документація машини.

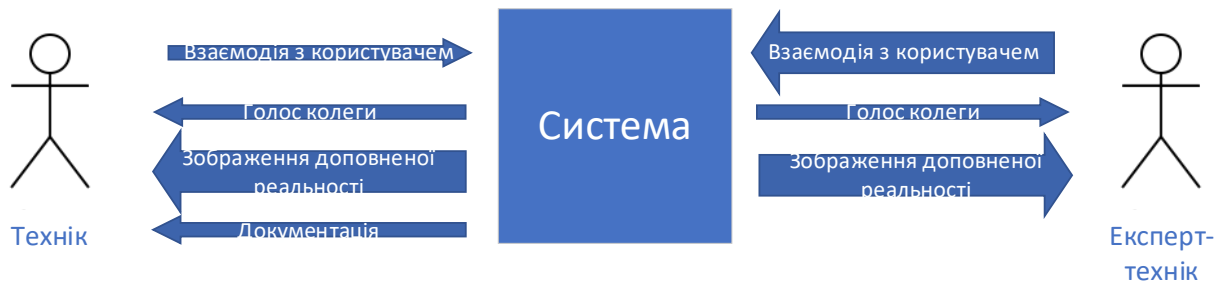


Рисунок 3.1 – Чорний ящик 1: вхід і вихід всієї системи

При відкритті задньої коробки всієї системи видно, що система складається з двох пристроїв iPad, які спілкуються через мережу (рис. 3.3).

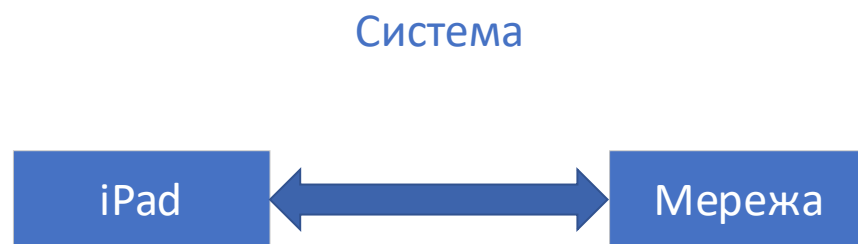


Рисунок 3.3 – Чорний ящик 2: уся система складається з двох iPad, які спілкуються через мережу

iPad

Пристрої iPad складаються з чотирьох основних компонентів, які спільно обробляють дані користувачів видаючи бажаний результат для цих користувачів. Вхід і вихід системи, показані на рис. 3.2 спочатку обробляються вхідними та вихідними компонентами на пристроях. Голос зареєстрований на мікрофон, тоді як інший вхід користувача реєструється сенсорним екраном iPad. Вхід камери пов'язаний з камерою iPad. Вихід для користувача надається через аудіо та дисплей iPad.

Операційна система обробляє дані, введені користувачем, і вихідні дані програми є посередником між додатками та компонентами введення/виведення. Хоча спілкування більше є присутнім між операційною системою та іншими частинами, лише зв'язок, який спеціально побудований

для прототипу або використовується прототипом (рис. 3.4). Оскільки операційна система включає в себе мережевий компонент, усі програми спілкуються через мережу за допомогою операційної системи.

Окрім програми доповненої реальності, на iPad використовуються ще дві програми. Стандартний інтернет-браузер Apple, використовується для відкриття PDF-документації. FaceTime – програмне забезпечення для відеодзвінків Apple використовується для встановлення голосового зв'язку між двома iPad.

Необхідним входом для додатків доповненої реальності, окрім мережевого зв'язку, є вид камери та інформація на сенсорному екрані. Усі жовті компоненти та вхідні/вихідні з'єднання використовується програмою для техніка, який готує або виконує завдання. Програма для допоміжного техніка не використовує ці компоненти та з'єднання.

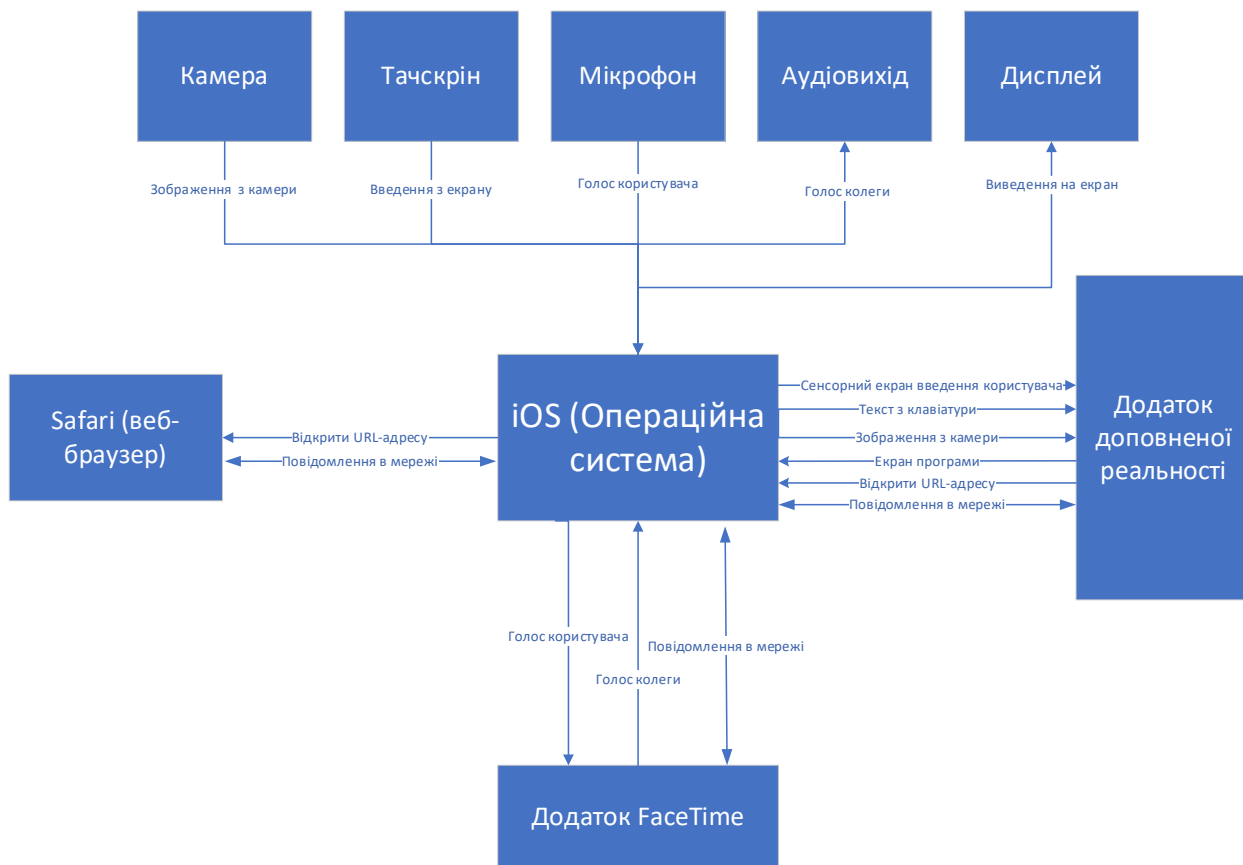


Рис. 3.4 – Чорний ящик 3: усі компоненти на iPad, використані для прототипу

Додаток доповненої реальності

Програма доповненої реальності складається з ядра програми, яке взаємодіє з трьома основними частинами програмного забезпечення (рис. 3.5). Оскільки тільки ядро може спілкуватися з операційною системою, весь зв'язок із програмою та поза її межами має передаватися через ядро. Вирішено розділити програмне забезпечення на три частини: мережа, інтерфейс користувача та відстеження доповненої реальності. Мережева частина відповідає за зв'язок із іншим iPad. Це включає мережеві протоколи, обробку мережевих змін і створення або читання мережевих повідомлень з іншого iPad і на нього.

Інтерфейс користувача включає такі компоненти, як кнопки та поля введення, які розміщені статично. Ці компоненти не узгоджуються з видом камери або 3D середовищем. Інтерфейс користувача відповідає за відображення або отримання інформації від користувача. Частина відстеження доповненої реальності вирівнює 3D-середовище за видом камери, що він отримує від ядра. Коли на записі камери розпізнається зона машини, і 3D-середовище будується відповідним чином, всередині цього середовища можна малювати віртуальні об'єкти. Компонент відстеження доповненої реальності відповідає за розпізнавання машинних областей і вирівнювання віртуальних об'єктів із цим середовищем, щоб вони створювали досвід доповненої реальності.

Усі жовті з'єднання використовуються лише техніком, який готує або виконує завдання. Синє з'єднання використовується лише під час застосування допомоги техніку допоміжним персоналом.



Рисунок 3.5 – Чорна скринька 4: чотири основні компоненти програми доповненої реальності

Користувацький інтерфейс

Інтерфейс користувача програми складається з чотирьох категорій: зображення, інформація про машину, налаштування мережі та інформацію про мережу (рис. 3.6). Категорія зображення включає компоненти для впливу на тип зображення в програмі. Термін «вибір об'єкта» відноситься до функціональних можливостей вибору об'єкта або його кольору. Інформація про категорію машини вимагає інформації про те, який вид машини буде спроектовано. Це дозволить вивести основні обмеження на деталі автомобіля. Якщо модуль використовується для модифікації існуючого автомобіля, то шляхом вбору відповідної категорії на iPad буде виведено всі характеристики даного автомобіля, а в віртуальних окулярах буде відображено обраний автомобіль.

Отже, друга категорія використовує інформацію для детального відображення інформації про машину для користувача. Третя категорія, налаштування мережі, може бути адаптована до мережі встановленням з'єднання. Мережевий компонент програми зчитує необхідну інформацію. Ця

інформація містить IP-адресу сервера, а також частоту кадрів і якість зображення, яке необхідно надіслати в клієнтську програму. Інформація про мережу категорії відображає статус підключення до користувача. Ця інформація відображається з текстом і вимагає наявності мережевого компоненту програми для оновлення цієї інформацією.

Початок/кінець дзвінка – це кнопка, яку користувач може натиснути, щоб розпочати або завершити дзвінок техніку. Повідомлення під назвою «вхід» позначено синім кольором, оскільки це ім'я для входу в програму «звичайного» техника включено в оновлення налаштувань. Це оновлення буде спрямовано на доповнену реальність відстеження частини програми замість мережевої частини (рис. 3.5).



Рисунок 3.6 – Чорний ящик 5: усі функції, включені в інтерфейс користувача

Відстеження доповненої реальності

На рис. 3.7 можна побачити, які компоненти та функції що входять до складу відстеження доповненої реальності є частиною програмного забезпечення продукту. iPad, яким керує технік-виконавець має компонент, який відстежує 3D-середовище навколо користувача. Оскільки програмне забезпечення відстежує 3D-світ з камери, це робиться візуально. Коли ця частина розпізнає необхідні перспективи, він генерує нові координати, які є ядром програми та які можна використовувати, щоб адаптувати віртуальний світ до реального світу, який оточує користувача. Програмне забезпечення для відстеження також розпізнає область машини, яка знаходиться на огляді камери. Коли область машини розпізнається, програмне забезпечення повертає номер машини як виведення в інші компоненти програми.

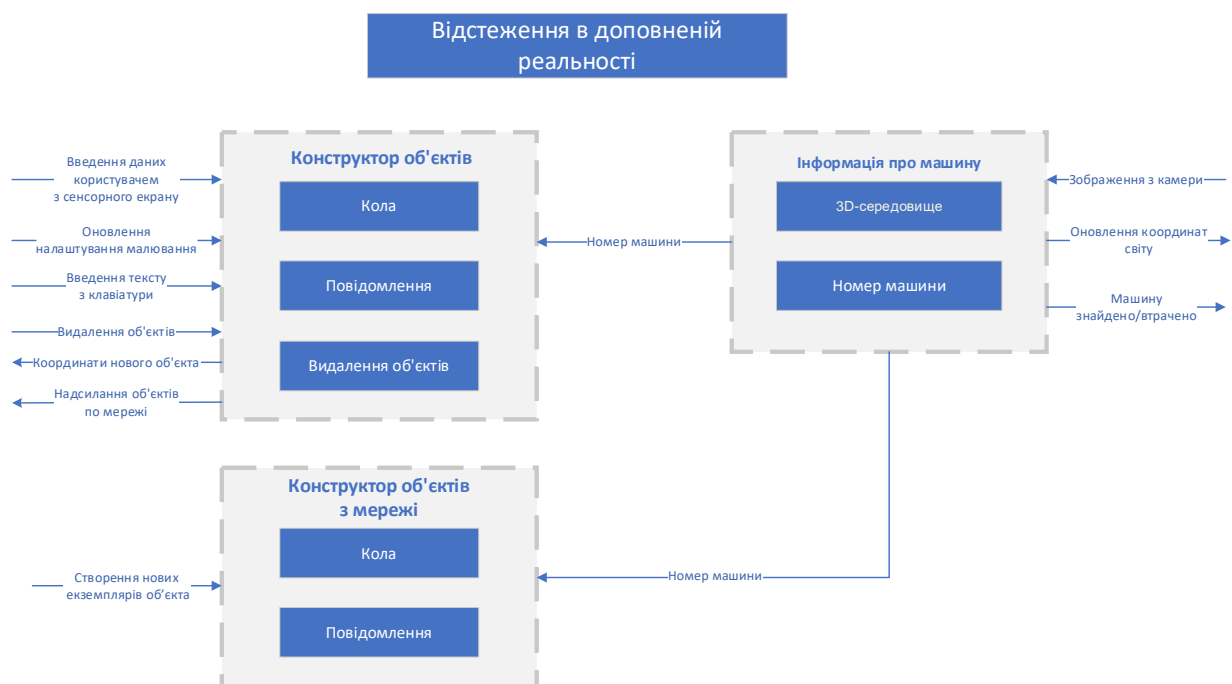


Рисунок 3.7 – Чорний ящик б: усі функції, включені в відстеження доповненої реальності

Інша частина доповненої реальності відповідає за створення віртуального екземпляра об'єкта по заданим характеристикам. Як вхідні дані він отримує параметри об'єкта. Ці параметри включають, який об'єкт

необхідно створити, якого кольору він має бути та ім'я автора. Ця частина програмного забезпечення також відповідає за видалення віртуальних об'єктів і, якщо iPad контролюється допоміжним техніком, надсилати згенеровані об'єкти через мережу на інший iPad.

Коли iPad отримує об'єкти через мережу, він також повинен моделювати їх. Тому що віртуальні об'єкти мають бути видимими для кращого проектування.

Мережа

Мережевий компонент програмного забезпечення складається з двох частин: адаптера мережі, який відповідає за мережеве з'єднання для передачі повідомлень, і безпосередньо мережевих повідомлень. Програма, яку використовує допоміжний технік, завжди є сервером, який очікує на клієнтів. Сервер надсилає повідомлення про згенеровані об'єкти допоміжним техніком. Усі мережеві повідомлення передаються через ядро програми, яке взаємодіє з операційною системою iPad.

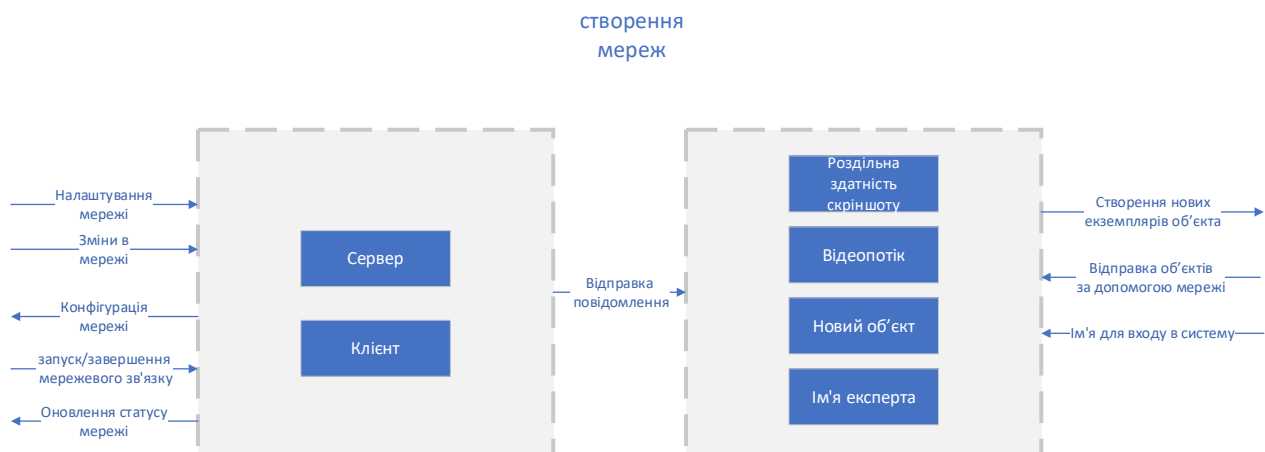


Рисунок 3.8 – Чорний ящик 7: два компоненти мережевої частини в програмі

3.2 Розробка системи проектування автомобіля

Щоб створити програму для iPad, необхідна існуюча структура програмування для розробки програми. Оскільки програма доповненої реальності потребує розробки в середовищі 3D, було вибрано розробку програми з інфраструктурою, яка вже включає роботу з 3D-середовищем. Оскільки програмне забезпечення Unity3D є програмним забезпеченням для розробки, яке дозволяє розробляти в 3D і включає налаштування за допомогою сценаріїв C#, цю програму обрано як основу для прототипу. Крім того, це програмне забезпечення широко використовується, тобто доступна документація щодо більшості аспектів програми.

Unity3D пропонує інтерактивний інтерфейс для створення, розміщення та налаштування віртуальних об'єктів у середовищі 3Denvironment, а також сценарії C# для налаштування поведінки об'єктів. Перш ніж проект Unity3D можна буде інсталиювати на iPad, проект потрібно експортувати в проект Xcode. Xcode — це стандартне програмне забезпечення для кодування Apple, яке може встановлювати проекти розробки на пристрої Apple. Щоб експортувати проект Unity3D, Unity3D пропонує бібліотеку «Simple Mobile Placeholder», яка автоматично екпортує проект [1].

Оскільки нефункціональна вимога стверджує, що інтерфейс користувача має бути зрозумілим, було вибрано базувати інтерфейс переважно на візуальних об'єктах. Ця вимога була заснована на спостереженні, що техніки радше працювали візуально, ніж читаючи. Нижче обговорюється реалізація всіх чотирьох категорій в інтерфейсі користувача.

1. Зображення. Як тільки користувач відкриває середовище роботи з програмою він має пройти аутентифікацію в системі за логіном та паролем, після чого потрапляє в головне меню програми (рис. 3.9), на якому відображено ім'я або логін користувача, а також дві екранні форми. Форма «Design new» містить в собі кнопки для створення нових об'єктів

автотранспорту з попередньо встановленими граничними характеристиками відповідного класу. Форма «Edit project» містить список вже створених моделей авто, їх назву, відомості про останні зміни в моделі та попередній перегляд вмісту файлу з макетом автомобіля. Під час натискання на кнопки з готовими проектами можна їх відкрити для перегляду чи видалити.

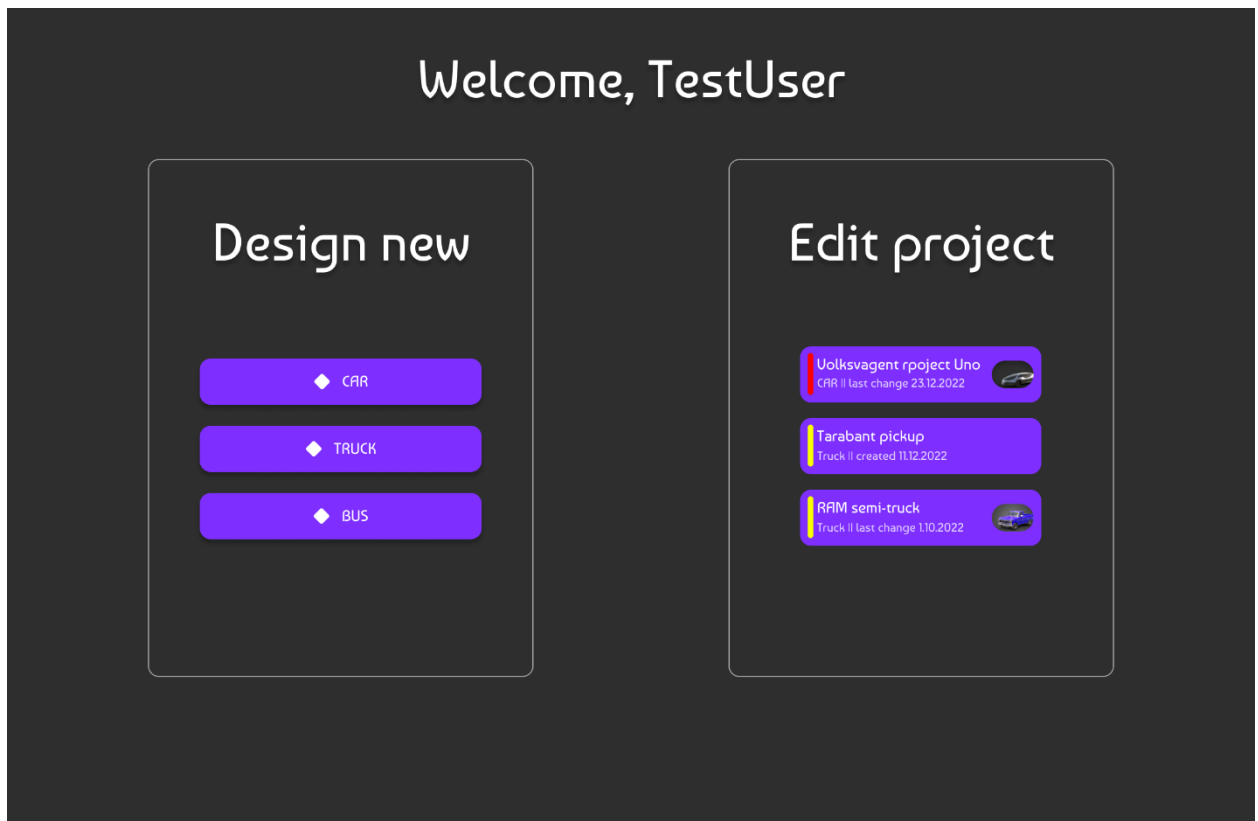


Рисунок 3.9 – Головне меню програмного модуля

2. Інформація про автомобіль може бути переглянута під час переходу на наступну екранну форму. Відображення в режимі планшету виводить три категорії інформації про об'єкт моделювання, такі як: вага, системи руху та екстер'єр (рис. 3.10). Також в залежності від обраного класу автотранспорту деякі значення можуть підсвічуватись різними кольорами при наближенні до граничних значень виду транспорту. Також присутня кнопка «Редагувати», яка розблоковує модель і дає можливість налаштувати певні дані, як в режимі планшету, так і під час знаходження в віртуальному середовищі.

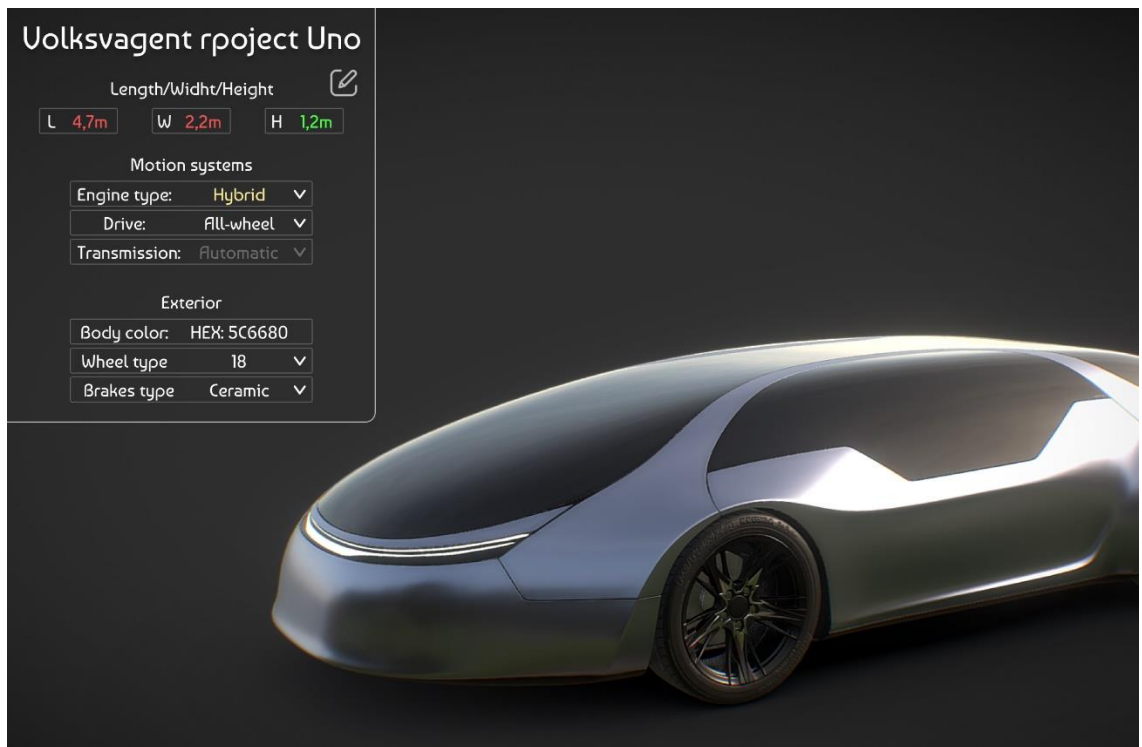


Рисунок 3.10 – Інформація про транспорт та його вигляд

Також під час редагування доступні функції схематичної генерації аеродинаміки та генерації приблизних цін на проектування моделі в натуральному вигляді. Ці функції можна викликати за допомогою кнопок «Schematically generate aerodynamics» та «Generate sample price chart» відповідно (рис. 3.11). Доступні різні фізичні властивості для точнішого налаштування генерації аеродинаміки:

- **швидкість вітру** – має значний вплив на продуктивність і паливну ефективність автомобіля. Автомобіль, що рухається проти сильного зустрічного вітру, буде відчувати більший опір повітря, що може призвести до зниження продуктивності і збільшення витрати палива. Аналогічно, автомобіль, що рухається з попутним вітром, буде відчувати менший опір повітря, що може призвести до поліпшення характеристик і зниження витрати палива. Щоб врахувати швидкість вітру, виробники автомобілів використовують моделювання обчислювальної гідродинаміки (CFD), випробування в аеродинамічній трубі та фізичні випробування для оптимізації конструкції та форми автомобіля, щоб зменшити опір та покращити

характеристики. Вони також використовують такі елементи, як активні жалюзі решітки радіатора, задні спойлери та панелі днища для зменшення коефіцієнта лобового опору та покращення аеродинаміки автомобіля. Крім того, використання легких матеріалів, таких як вуглецеве волокно і алюміній, також може поліпшити аеродинаміку і зменшити вагу автомобіля, що дозволяє підвищити паливну ефективність і продуктивність;

- **Сила лобового опору** – це опір, який відчуває автомобіль під час руху в повітрі. Вона викликана тертям і різницею тиску між повітрям попереду і позаду автомобіля. Силу лобового опору можна розділити на дві основні складові: опір тиску і опір тертя об обшивку. Опір тиску викликається різницею тиску між передньою і задньою частинами автомобіля і пов'язаний з формою автомобіля. Автомобілі з більш обтічною формою, наприклад, з низькою передньою частиною і звуженою задньою частиною, відчувають менший опір тиску. Також варто зазначити, що автомобілі з більш гладкою поверхнею, наприклад, з глянцевою лакофарбовою покриттям, будуть мати менший опір;

- **Коефіцієнт аеродинамічного опору** – це число, яке представляє собою відношення сили лобового опору до динамічного тиску і використовується для кількісної оцінки аеродинамічної ефективності автомобіля. Нижчий коефіцієнт лобового опору вказує на те, що автомобіль є більш аеродинамічним і відчуває меншу силу лобового опору при русі в повітрі;

- **Максимальна швидкість.** Для досягнення високої максимальної швидкості автовиробники зосередяться на зниженні сили лобового опору автомобіля, що дозволить йому рухатися по повітрю більш ефективно і з більшою швидкістю. Це досягається за рахунок оптимізації конструкції і форми автомобіля для зниження коефіцієнта лобового опору і поліпшення аеродинаміки, а також використання легких матеріалів для зниження ваги транспортного засобу. Крім того, потужність двигуна і система трансмісії також мають вирішальне значення у визначенні максимальної швидкості.

Автомобіль з більш потужним двигуном і досконалою системою трансмісії зможе досягти більш високої максимальної швидкості. На максимальну швидкість транспортного засобу також впливають зчеплення шин з дорогою та підвіска, гальмівна система і рульове управління автомобіля. Для досягнення високої максимальної швидкості ці системи повинні бути спроектовані таким чином, щоб витримувати високі швидкості та забезпечувати необхідну стабільність і контроль для водія. Максимальна швидкість автомобіля обмежена законами фізики і правилами безпеки, а також конструкцією і технологією автомобіля. Виробники також повинні враховувати безпеку і комфорт пасажирів, тому багато автомобілів мають обмежувачі швидкості, які не дозволяють транспортному засобу перевищувати певну швидкість;

- В аеродинаміці **максимальний тиск** відноситься до найвищого тиску, який виникає на поверхні рухомого об'єкта, такого як літак або автомобіль, коли він рухається в повітрі. Цей тиск створюється молекулами повітря, що тиснуть на поверхню об'єкта, і він може мати значний вплив на аеродинамічні характеристики об'єкта.

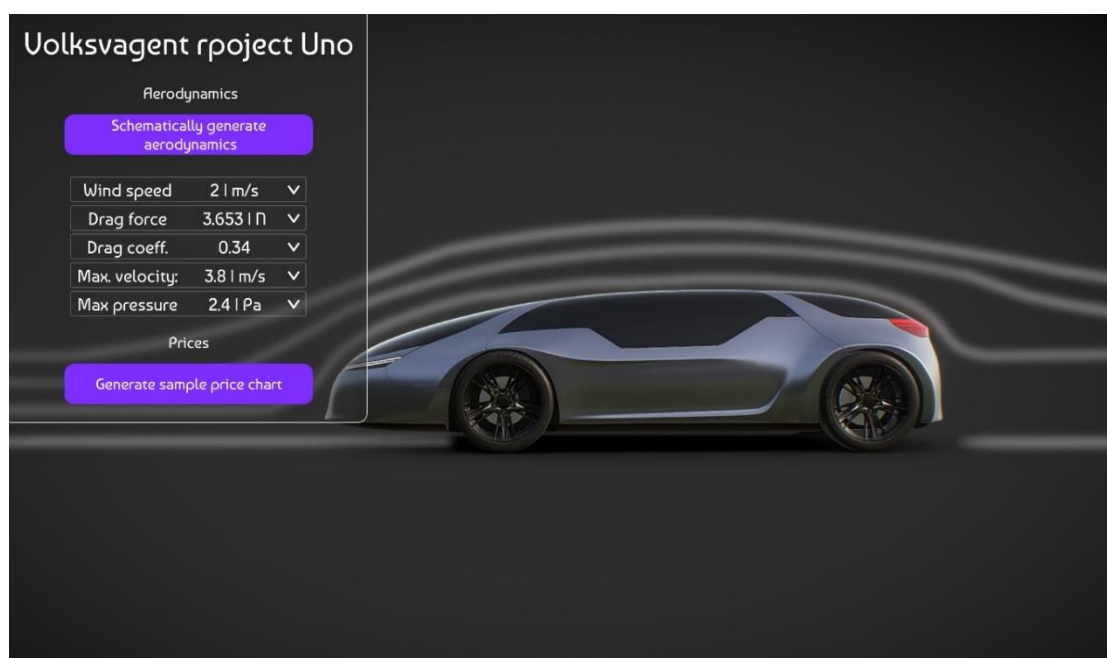


Рисунок 3.11 – Схематична генерація аеродинаміки моделі

Аеродинаміки використовують вимірювання тиску, щоб зрозуміти схеми потоку навколо об'єкта і визначити області високого і низького тиску. Розподіл тиску на поверхні об'єкта може бути використаний для розрахунку сил лобового опору і підйомної сили, що діють на об'єкт, що має важливе значення для проектування ефективних і безпечних літальних апаратів і транспортних засобів. На кузові автомобіля максимальний тиск зазвичай виникає в передній частині автомобіля, де повітряний потік вперше контактує з автомобілем.

3. Налаштування та інформація щодо мережі. Мережева частина відіграє важливу роль у функціонуванні модуля. Насамперед стабільне та високошвидкісне інтернет з'єднання забезпечує комфортну роботу для команди осіб, часто розташованих в різних точках земної кулі. В поєднанні з системами віртуальної реальності, всі хто бере участь у розробці автомобіля, незалежно від свого місцезнаходження можуть віртуально зібратися в одному місці та досить точно взаємодіяти як один з одним, так і з моделлю автомобіля. Хоч налаштування мережі і становить значну частину роботи в розгортанні модуля, але основні дії відбуваються лише під час першого встановлення систем на робочих місцях або налаштування безпосередньо робочого обладнання пов'язаного з інтернет-інфраструктурою компанії автовиробника. Після цього для забезпечення функціонування потрібні лише превентивні дії (такі, як додатковий інтернет провайдер, резервні джерела живлення для мережевого обладнання, системи захисту від кібератак, тощо) та незначні зміни, які не матимуть значного впливу навіть на один робочий день команди. Тому виведення загальної інформації безпосередньо користувачу програми не є необхідним, лише у виняткових випадках користувачу або команді може бути повідомлено про певні проблеми з мережею спеціальними сповіщеннями.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі запропонована інформаційна технологія на основі віртуальної реальності для ефективного проектування та дизайну автомобілів, що дозволяє зменшити витрати на розробку автомобілів.

Мета магістерської роботи підвищення ефективності процесів розробки автомобіля за допомогою інформаційної технології на основі віртуальної реальності досягнута.

В процесі проведення магістерського дослідження проведено дослідження особливостей Метавсесвіту та роль в ньому віртуальної реальності. Встановлено, що віртуальна реальність – це технологія, яка дозволяє розвивати Метавсесвіт. Не менш важливим є використання зазначеної технології при розробці, проектуванні та дизайні автомобіля, що підвищить ефективність автомобілебудування в світі. В процесі роботи над магістерською роботою визначено основні виклики в автомобілебудуванні, та яким чином це можна визначити за допомогою віртуальної реальності.

Встановлено основне обладнання необхідне для проектування автомобіля. До нього відноситься окуляри або розумний шолом та iPad.

Визначено основні характеристики при проектуванні автомобіля. До них відноситься: коефіцієнт використання маси, типи шин, параметри двигуна, аеродинамічні характеристики, тощо.

Розроблено архітектуру та прототип системи проектування автомобілів за допомогою VR-технологій. Інтерфейс користувача програми складається з чотирьох категорій: зображення, інформація про машину, налаштування мережі та інформацію про мережу. Категорія зображення включає компоненти для впливу на тип зображення в програмі. Термін «вибір об'єкта» відноситься до функціональних можливостей вибору об'єкта або його кольору. Інформація про категорію машини вимагає інформації про те, який вид машини буде спроектовано. Це дозволить вивести основні обмеження на деталі автомобіля. Якщо модуль використовується для модифікації існуючого автомобіля, то

шляхом вбору відповідної категорії на iPad буде виведено всі характеристики даного автомобіля, а в віртуальних окулярах буде відображено обраний автомобіль.

В якості перспективних напрямків подальшого дослідження є розробка модуля для ремонту автомобіля декількома техніками, які знаходяться віддалено один від одного. Це дозволить проводити віддалено консультації, що покращить ефективність проведення ремонтних робіт. Також не менш важливим напрямком подальшого дослідження є удосконалення модулів для водіння автомобілем, а найбільш актуальним в сучасних реаліях є навчання керування та налаштування озброєння та військової техніки.

ЛІТЕРАТУРА

1. “Building your Unity game to an iOS device for testing”, *Unity3D*, 2016. [Online]. Available: <https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/mobile-touch/building-your-unity-game-ios-device-testing>.
2. “Inglobe presents an Industrial Augmented Reality case study with Huawei”, *HyperIndustry*, 2016. [Online]. Available: <http://hyperindustry.inglobetechnologies.com/inglobe-presents-anindustrial-augmented-reality-case-study-with-huawei/>.
3. “Introducing the Vuzix Blade 3000 Smart Sunglasses”, *Vuzix*, 2017. [Online]. Available: <https://www.vuzix.com>.
4. “Moverio Smart Eyewear”, *Epson*, 2017. [Online]. Available: <https://epson.com/moverioaugmented-reality-smart-glasses>.
5. “The Gateway to Augmented Reality”, *Daqri*, 2017. [Online]. Available: <https://daqri.com/products>.
6. “Vuforia Object Scanner”, *Vuforia Developer Library*, 2017. [Online]. Available: <https://library.vuforia.com/articles/Training/Vuforia-Object-Scanner-Users-Guide>.
7. J. Carmigniani, B. Furth, M. Anisetti, P. Ceravolo, E. Damiani and M. Ivkovic, “Augmented Reality Technologies”, *Multimedia Tools and Applications*, vol. 51, no. 1, pp. 341-377, 2010.
8. M. Fitzsimmons, “Hands on: Microsoft Hololens review”, 2017. [Online]. Available: <http://www.techradar.com/reviews/wearables/microsoft-hololens-1281834/review>.
9. M. Gurman, “Apple’s Next Big Thing: Augmented Reality”, *Bloomberg Technology*, 2017. [Online]. Available: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-03-20/apple-s-next-big-thing>.
10. M. Isaac, “Mark Zuckerberg Sees Augmented Reality Ecosystem in Facebook”, *The New York Times*, p. B1, 19 April 2017.

11. N. Bilton, "Broken Glass", *The New York Times*, p. E1, 5 February 2015.
12. P. Milgram and F. Kishino, "A Taxonomy of Mixed Reality Virtual Displays", *IEICE Transactions of Information Systems*, vol. E77-D, no. 12, 1994.
13. R. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier and B. MacIntyre, "Recent Advances in Augmented Reality", *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 21, no. 6, pp. 34-47, 2001.
14. S.A. McLeod, "Observation Methods", *SimplyPsychology*, 2015. [Online]. Available: [https:// www.simplypsychology.org/observation.html](https://www.simplypsychology.org/observation.html).
15. Virtual Reality & Digital Twins - Електронний ресурс. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.logistics.dhl/cg-en/home/insights-and-innovation/thought-leadership/trend-reports/virtual-reality-digitaltwins.html>
16. Антонюк М. Віртуальна та доповнена реальність: як нові технології надихають вчитися. / Микола Антонюк // *osvitoria.media* - Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/opinions/virtualna-ta-dopovnena-realnist-yakoyu-mozhe-buty-suchasna-osvita/>
17. Гангало І.М., Лісовий Д.О. Розпізнавання об'єктів за допомогою технологій комп'ютерного зору// *Телекомунікаційні та інформаційні технології*. №2, 2022.
18. Історія віртуальної реальності з 19-го століття по наші дні - Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.imena.ua/blog/the-history-of-virtual-reality/>
19. Карпенко Д.І., Дослідження технології доповненої реальності та розробка інтерактивного музейного AR-додатку // *Харківський національний університет 87 радіоелектроніки* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/11967/1/Karpenko_DI_2019.pdf
20. Лісовий Д.О. Підвищення ефективності процесів розробки автомобіля на основі технології віртуальної реальності // *XV Науково-технічна конференція «Сучасні інфокомунікаційні технології»* . – Київ: ДУТ, 2022.

21. Луценко Є. Google розробив віртуальний тур Версальським палацом [Електронний ресурс] / Євгенія Луценко // hromadske.ua. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://hromadske.ua/posts/google-rozrobivvirtualnij-tur-versalskim-palacom>

22. Проскураков С. Віртуальна реальність може замінити седативні препарати під час операцій дослідження. Проскураков Самуїл // hromadske.ua. – Електронний ресурс. - Режим доступу: <https://hromadske.ua/posts/virtualna-realnist-dozvolila-pozbutisya-sedativnih-preparativ-pid-chas-operacij>

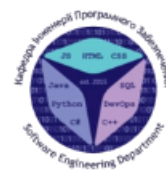
23. Усатенко В. Д., Особливості застосування сучасних технологій для створення віртуального освітнього середовища // КПІ імені Ігоря Сікорського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/11967/1/Karpenko_DI_2019.pdf

24. Що таке розширена реальність (XR): віртуальна (VR), доповнена (AR) і змішана (MR)? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gsminfo.com.ua/43036-shho-take-rozshyrena-realnist-xr-virtualna-vr-dopovnena-ar-i-zmishana-mr.html>

ДОДАТОК



ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ



Кафедра інженерії програмного забезпечення

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА на тему

**«Підвищення ефективності процесів розробки автомобіля на
основі технології віртуальної реальності»**

Виконав : Студент групи ПДМ-62 Лісовий Денис Олександрович

Керівник: к.п.н., доц. Корецька В.О.

Київ - 2022

ІСНУЮЧІ ПРОБЛЕМИ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

- **Відновлення виробництва**
- **Менше продажів автомобілів**
- **Масові звільнення**
- **Порушений ланцюг поставок**
- **Ліквідність**

МЕТА, ОБ'ЄКТА ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

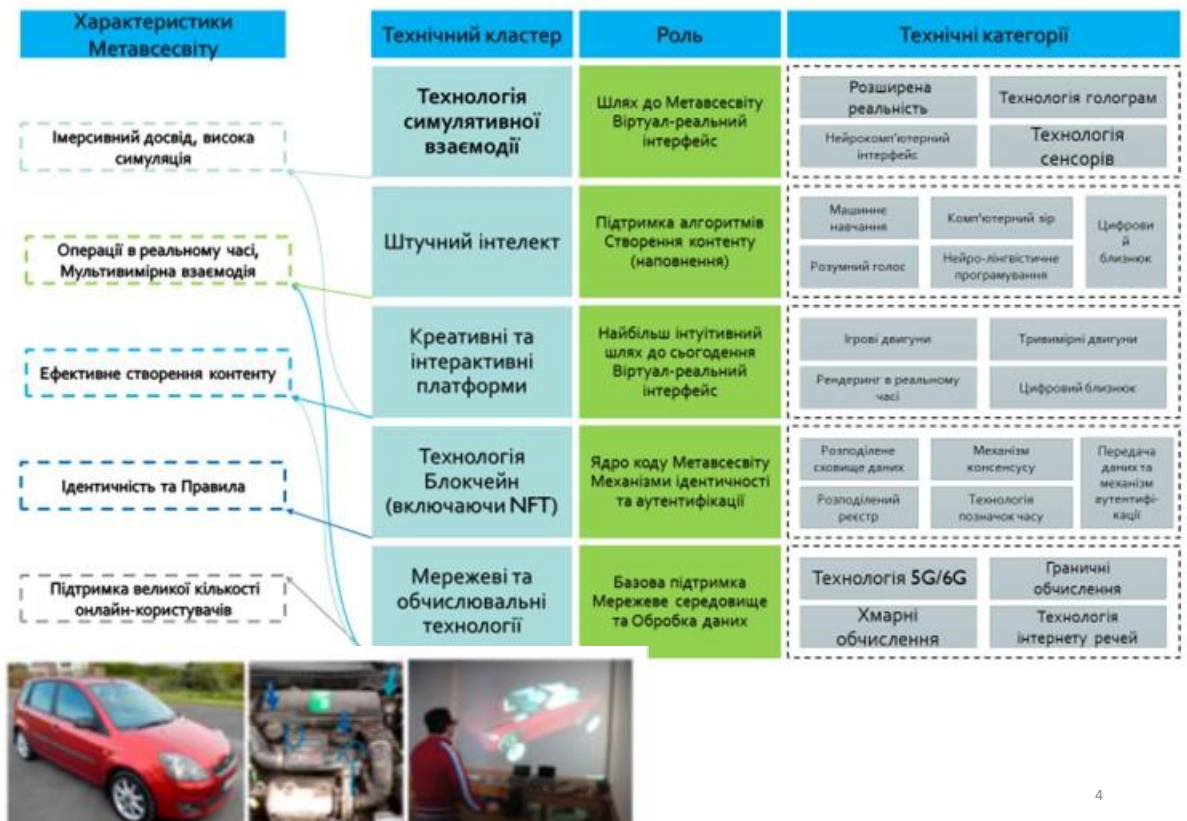
Мета: підвищення ефективності процесів розробки автомобіля за допомогою інформаційної технології на основі віртуальної реальності

Об'єкт: проектування автомобіля

Предмет: методи та засоби розробки віртуальної реальності

3

МЕТАВСЕСВІТ ТА ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ



4

АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ VR

Клієнтська програма VR

з модулями, відповідальними за обробку вхідних даних, генерацію вихідних даних, створення 3D-моделей автомобілів і застосування законів фізики до їхніх поверхонь, а також виконання сценаріїв взаємодії.

База даних

який зберігає 3D-моделі автомобілів, сценарії взаємодії VR і дані користувача.

Веб-панель адміністрування

що дозволяє отримати доступ до вмісту в базі даних і, таким чином, модифікувати дані в клієнтській програмі.

5

РОЗРАХУНОК АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ

Величина сили опору повітря:

$$P_w = C_w \cdot F \cdot q,$$

де $q = \rho \cdot \frac{V^2}{2}$ – швидкісний напор, кг/с²;

ρ – густина повітря, кг/м³; на рівні моря $\rho = 1,225$ кг/м³;

F – площа Міделя;

C_w – безрозмірний коефіцієнт повної аеродинамічної сили.

Фактор обтічності автомобіля:

$$W = K_v \cdot F$$

де F – площа лобового опору,

K_v – коефіцієнт обтічності.

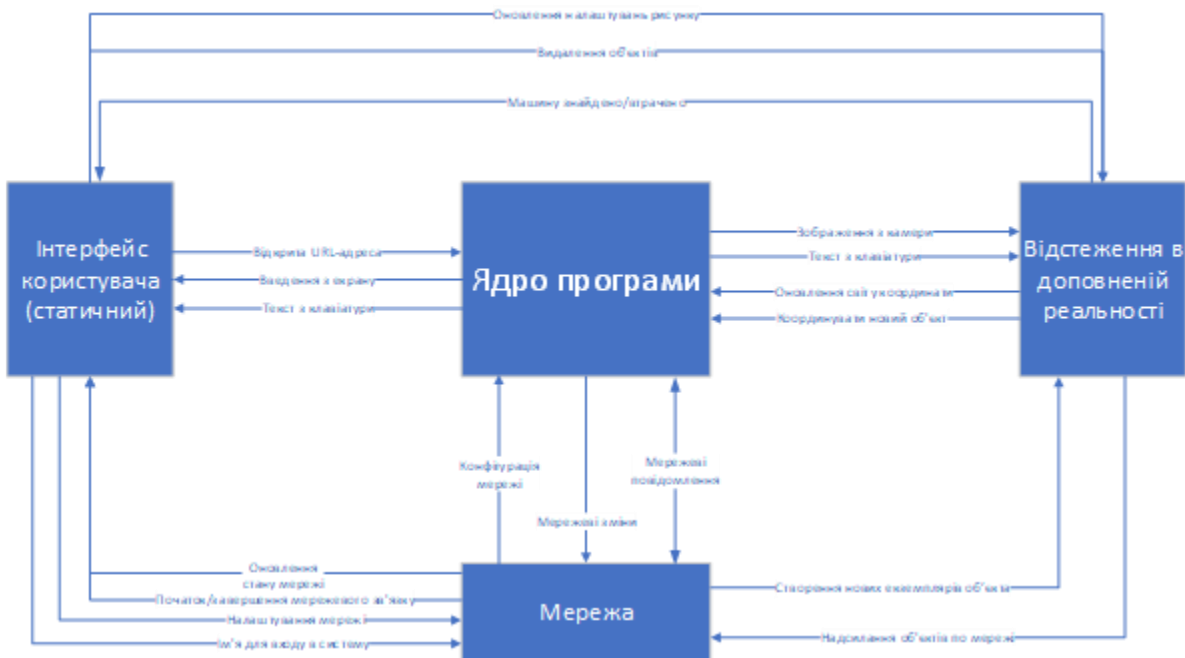
6

USE CASE ДІАГРАМА



7

ЧОТИРИ ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ ПРОГРАМИ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ



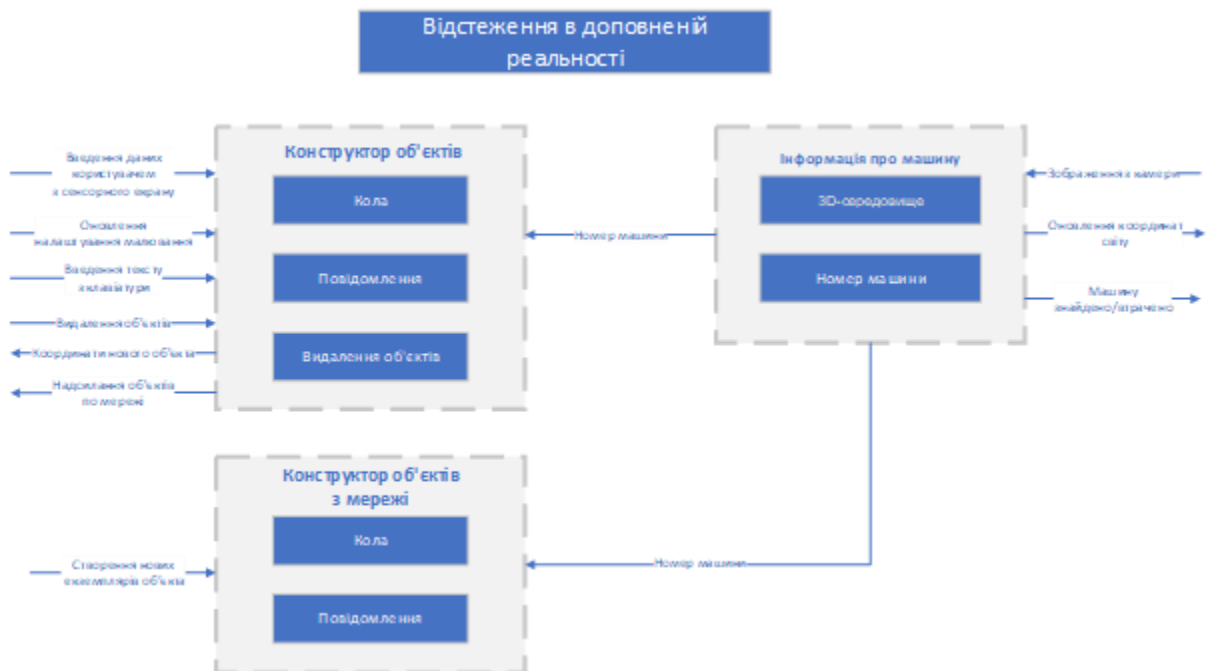
8

ВСІ ФУНКЦІЇ, ВКЛЮЧЕНІ В ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА



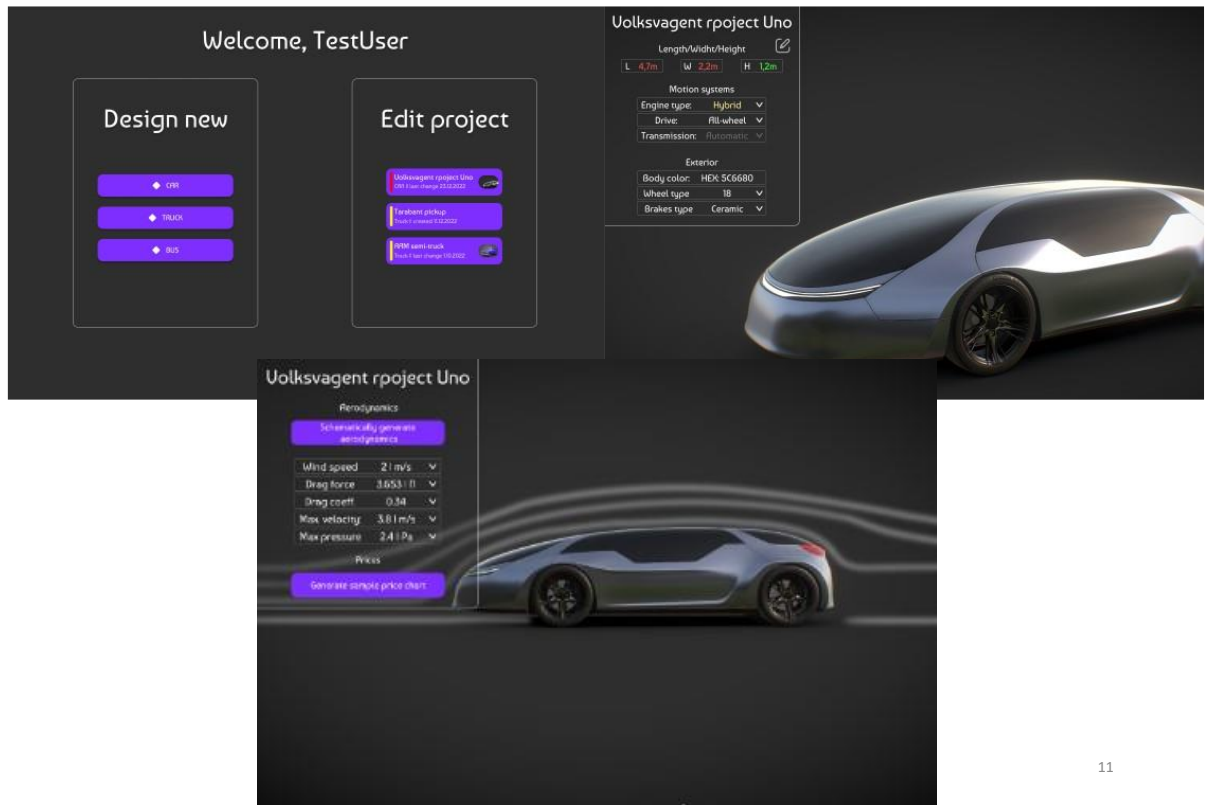
9

ВСІ ФУНКЦІЇ, ВКЛЮЧЕНІ В ВІДСТЕЖЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ



10

ЕКРАННІ ФОРМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ



11

ВИСНОВКИ

1. В магістерській роботі запропонована інформаційна технологія на основі віртуальної реальності для ефективного проектування та дизайну автомобілів, що дозволяє зменшити витрати на розробку автомобілів.
2. Мета магістерської роботи підвищення ефективності процесів розробки автомобіля за допомогою інформаційної технології на основі віртуальної реальності досягнута.
3. В процесі проведення магістерського дослідження проведено дослідження особливостей Метавсесвіту та роль в ньому віртуальної реальності.
4. В процесі роботи над магістерською роботою визначено основні виклики в автомобілебудуванні та яким чином це можна визначити за допомогою віртуальної реальності.
5. Встановлено основне обладнання необхідне для проектування автомобіля. До нього відноситься окуляри або розумний шолом та iPad.
6. Визначено основні характеристики при проектуванні автомобіля. До них відноситься: коефіцієнт використання маси, типи шин, параметри двигуна, аеродинамічні характеристики, тощо.
7. Розроблено архітектуру та прототип системи проектування автомобілів за допомогою VR-технологій. Інтерфейс користувача програми складається з чотирьох категорій: зображення, інформація про машину, налаштування мережі та інформацію про мережу.

12

ПУБЛІКАЦІЇ ТА АПРОБАЦІЯ

Статті:

1. Гангало І.М., Лісовий Д.О. Розпізнавання об'єктів за допомогою технологій комп'ютерного зору// Телекомунікаційні та інформаційні технології. №2, 2022. с. 52-56

Тези доповідей:

1. Лісовий Д.О. Підвищення ефективності процесів розробки автомобіля на основі технології віртуальної реальності // XV Науково-технічна конференція «Сучасні інфокомунікаційні технології». – Київ: ДУТ, 2022. с. 62-63

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!