

## ДОДАТОК А

Слайди презентації

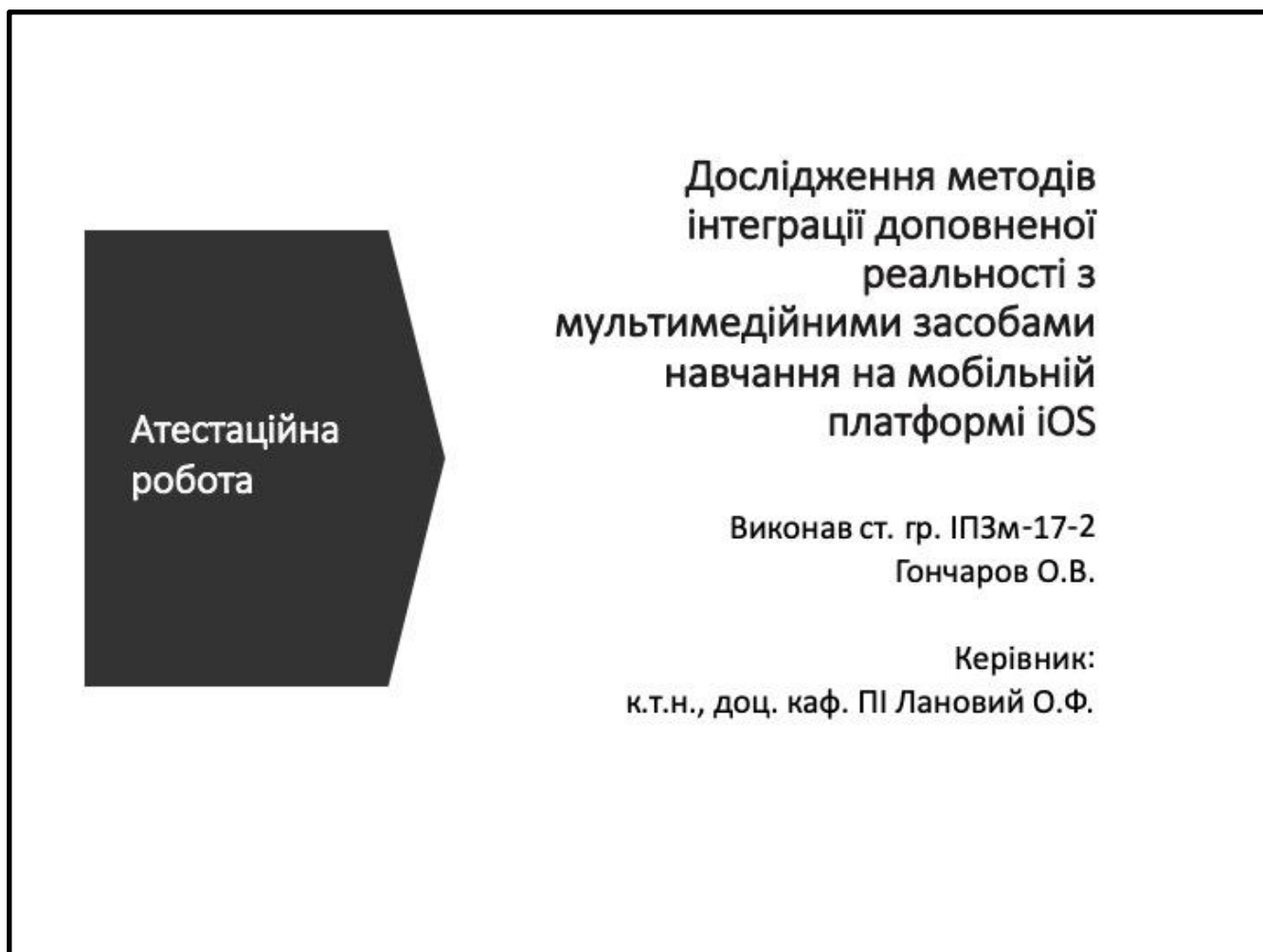


Рисунок А.1 – Титульний слайд

# Мета роботи

Метою атестаційної роботи є:

- Дослідження існуючих засобів і технологій доповненої реальності в сфері освіти на платформі iOS та їх класифікація;
- Проектування та розробка мобільного додатку з використанням технології доповненої реальності на основі маркерів.

2

Рисунок А.2 – Слайд 2

# Постановка задачі

- Провести аналіз предметної галузі;
- Провести класифікацію засобів і технологій доповненої реальності та сценарії їх використання в освіті;
- Дослідити методи комп'ютерного бачення в доповненій реальності;
- Сформулювати вимоги до програмної системи та спроектувати відповідну архітектуру;
- Виконати програмну реалізацію мобільного додатку;
- Зробити висновки.

3

Рисунок А.3 – Слайд 3

## Аналіз існуючих застосувань



Рисунок А.4 – Слайд 4

## Класифікація доповненої реальності

- Доповнена реальність на основі маркерів (Marker-based AR);
- Доповнена реальність без маркерів (Markerless AR);
- Проекційна доповнена реальність (Projection AR);
- Доповнена реальність на основі накладання (Superimposition based AR).

5

Рисунок А.5 – Слайд 5

## Формула зв'язку координат відповідних точок знімка камери і місцевості

$$h_i = \frac{1}{r_3^T p_i + t_z} (R p_i + T)$$

де  $R = \begin{pmatrix} r_1^T \\ r_2^T \\ r_3^T \end{pmatrix}$  – матриця обертання;

$T = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix}$  – вектор трансляції;

$p_i(x_i, y_i, z_i)^T$  – сукупністю 3D неколінеарних опорних точок у координаті світового кадру;

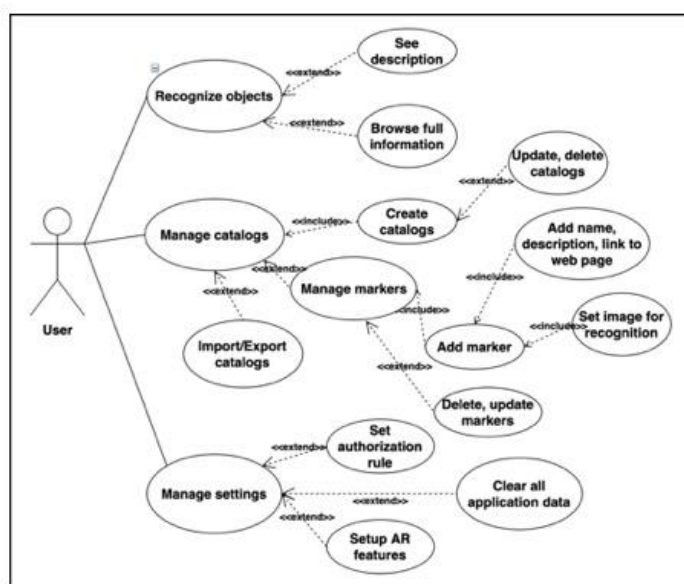
$q_i(x'_i, y'_i, z'_i)^T$  – координати простору камери;

$h_i(u_i, v_i, 1)^T$  – проекцією  $p_i$  на нормовану площину зображення.

6

Рисунок А.6 – Слайд 6

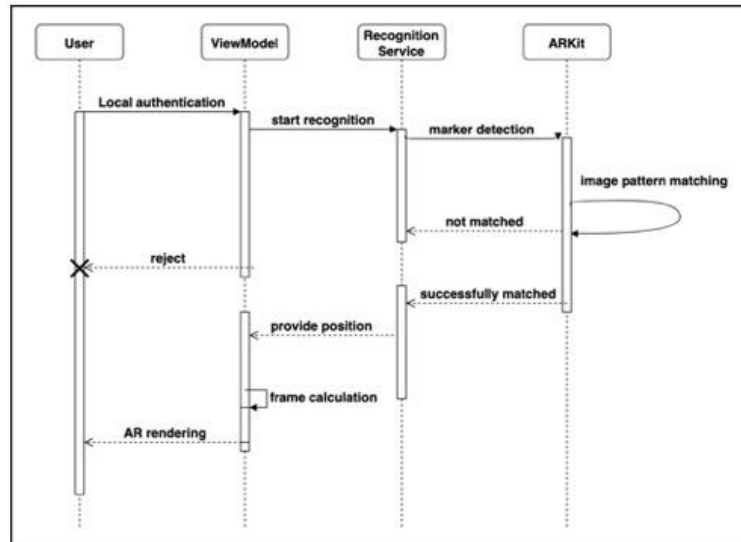
## UML-модельовання Use Case діаграма



7

Рисунок А.7 – Слайд 7

## UML-моделювання Діаграма послідовності



8

Рисунок А.8 – Слайд 8

## Засоби реалізації

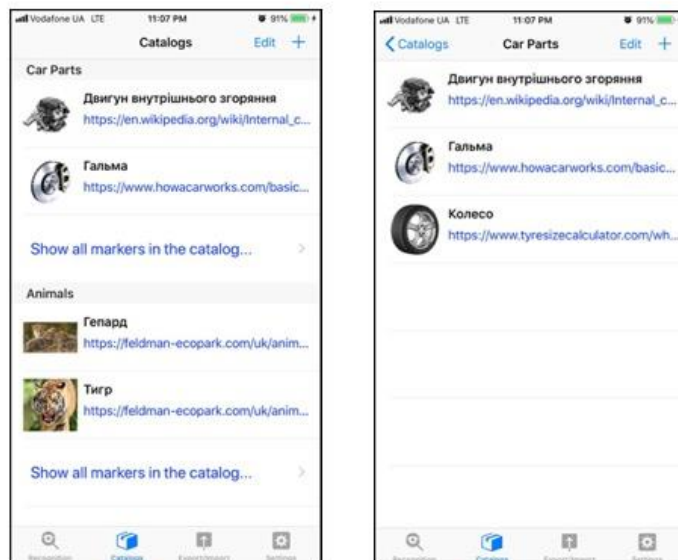
- Swift 5;
- iOS SDK;
- ARKit;
- SceneKit;
- Core Data;
- Xcode;
- iCloud Drive;



9

Рисунок А.9 – Слайд 9

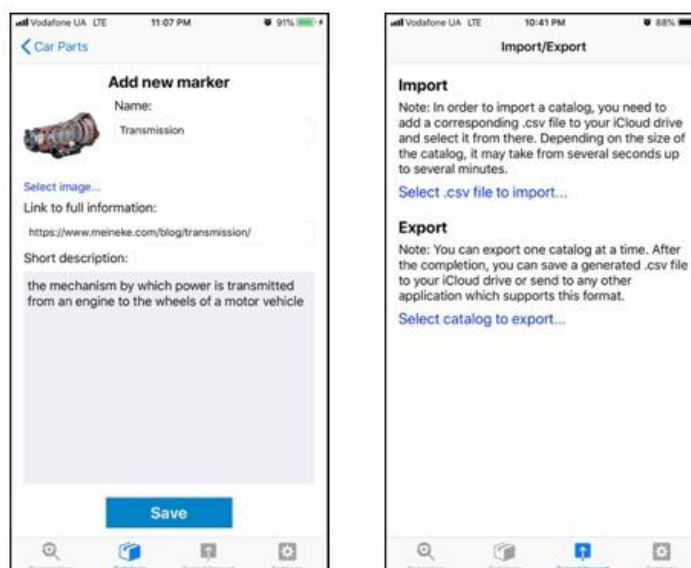
# Інтерфейс користувача



10

Рисунок А.10 – Слайд 10

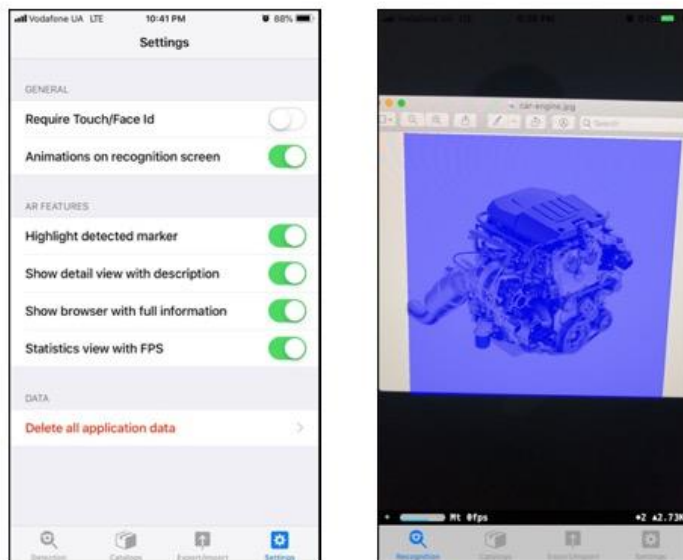
# Інтерфейс користувача



11

Рисунок А.11 – Слайд 11

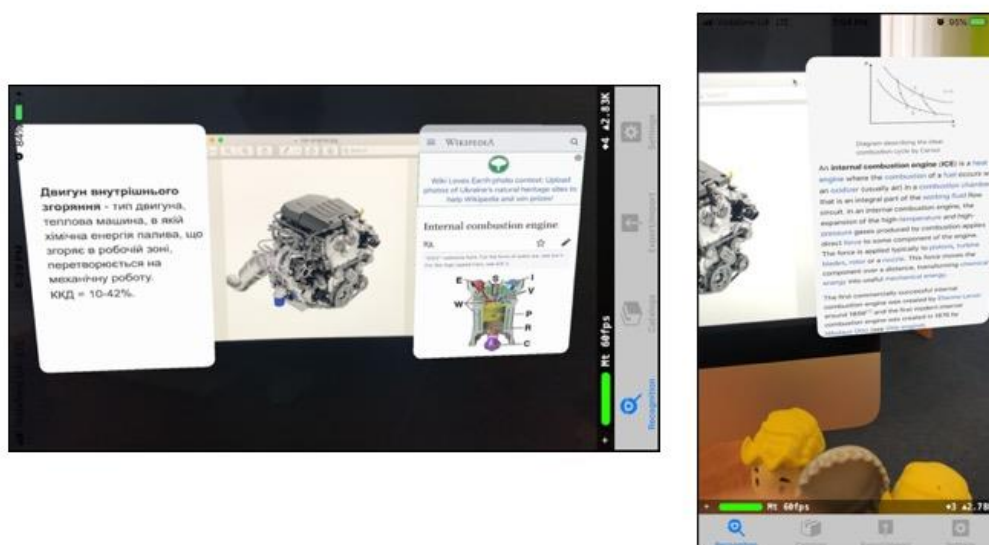
# Інтерфейс користувача



12

Рисунок А.12 – Слайд 12

# Інтерфейс користувача



13

Рисунок А.13 – Слайд 13

## Висновки

- Виконано поставлену задачу в повному обсязі, проведено аналіз предметної галузі, класифікації засобів і технологій доповненої реальності та сценаріїв їх використання в освіті;
- Досліджено методи комп'ютерного бачення в доповненій реальності;
- Спроектовано та реалізовано мобільний додаток з використанням доповненої реальності на основі маркерів.

14

Рисунок А.14 – Слайд 14

## ДОДАТОК Б

Тези доповіді на XXII Міжнародному молодіжному форумі «Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті», 17-19 квітня 2018 року.

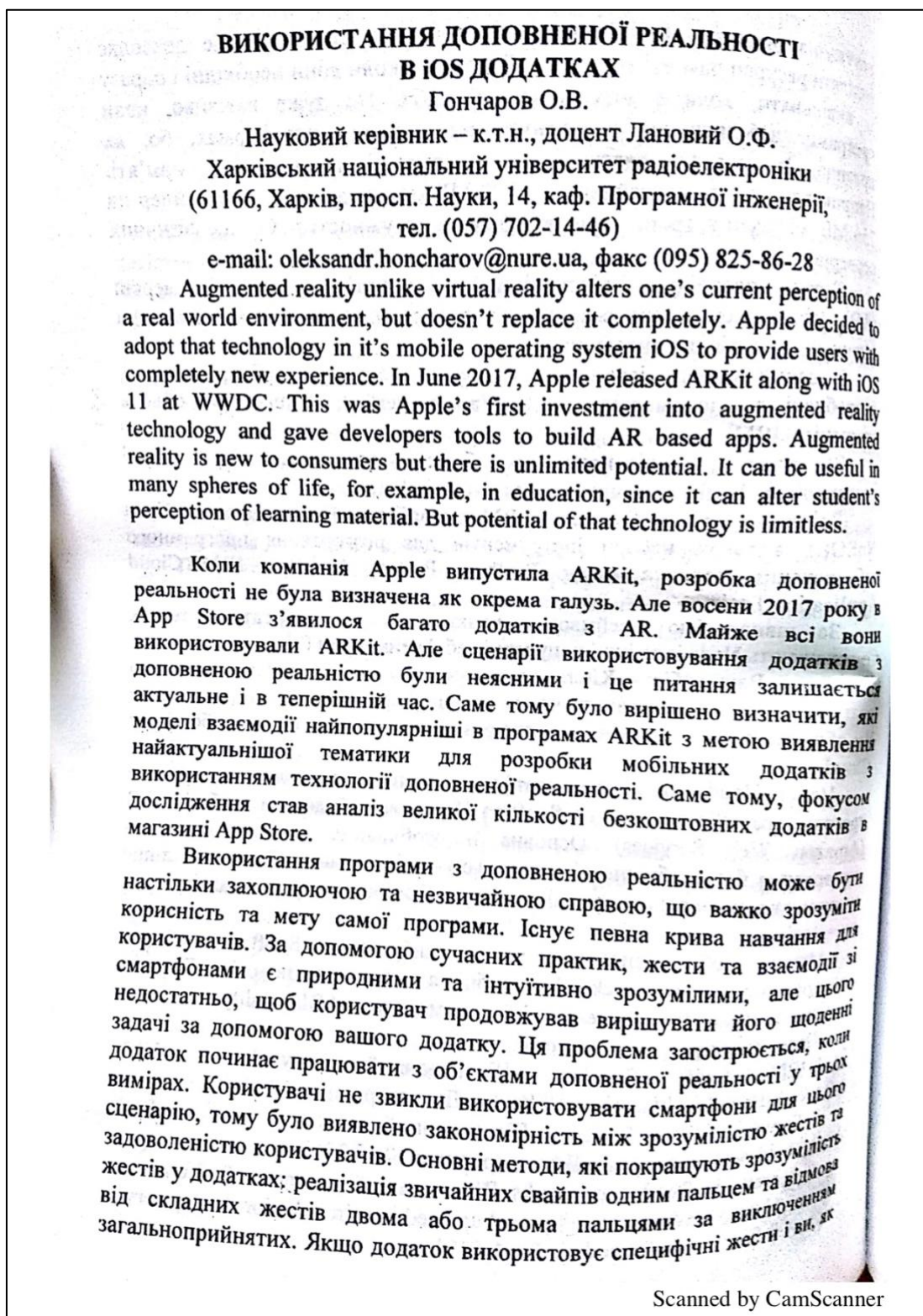


Рисунок Б.1 – Перша сторінка тез доповіді за 2018

розробник, не можете від нього відмовитися, ви повинні проілюструвати використання у виді прикладу зі схематичними позначеннями напрямку взаємодії.

Треба відзначити, що також було виявлено закономірність між тематикою мобільного додатку та популярністю продукту серед користувачів. Найбільш актуальними є додатки, котрі допомагають вирішувати реальні проблеми за допомогою додання AR об'єктів. Дуже гарним прикладом є додаток IKEA Place, котрий дозволяє встановлювати моделі меблів в реальній кімнаті. За допомогою цього додатку користувачі можуть знайти саме те, що їм потрібне, та швидко замовити що річ. Даний концепт допомагає заощаджувати користувачам багато часу та надає можливості, котрі були недоступними до цього. Також популярною тематикою є використання місцезнаходження користувача та доповненої реальності разом. Наприклад, відображення об'єктів на карті в залежності від поточних координат користувача або місця, де він перебуває. Якщо це великий багатопверховий торговий центр, то додаток допоможе знайти потрібний магазин та проілюструє його поверх реальних об'єктів, котрі відображаються на камері або мапі.

Проаналізувавши суть доповненої реальності та способів її використання у мобільних iOS додатках можна зробити висновок, що основним напрямком розробки повинно бути задоволення існуючих потреб користувачів шляхом заощадження часу на їх задоволення в порівнянні з традиційним шляхом. Таким чином можна зазначити, що тематика використання доповненої реальності для створення розважальних додатків та ігор ще не є настільки актуальною, тому це не повинно бути основним пріоритетом під час створення власної бізнес ідеї.

Джерела:

1. [Електронний ресурс]Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/augmented\\_reality](https://en.wikipedia.org/wiki/augmented_reality)
2. Dieter Schmalstieg. Augmented Reality [Текст]: Principles and Practice/ Dieter Schmalstieg, Tobias Höllerer. — Addison-Wesley, 2015. — 448с.
3. Steve Aukstakalnis. Practical Augmented Reality [Текст]: A Guide to Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR/ Steve Aukstakalnis. — Addison-Wesley Professional, Sep 8, 2016. — 448с.

Тези доповіді на XXIII Міжнародному молодіжному форумі «Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті», 16-18 квітня 2019 року.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБАХ НАВЧАННЯ НА МОБІЛЬНІЙ ПЛАТФОРМІ IOS**

Гончаров О.В.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Лановий О.Ф.  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Програмної інженерії,  
тел. (057) 702-14-46)

e-mail: [oleksandr.honcharov@nure.ua](mailto:oleksandr.honcharov@nure.ua), факс (095) 825-86-28

AR is a quickly evolving technology. Tech giants are working quite hard in order to enhance the development frameworks. With Apple's ARKit introduction, developers now have the access to some effective tools to create AR apps. Now, it is apparent that AR has a high volume for growth. The examples of AR are prevalent in gaming, marketing, movies, travel, education, etc. This technology gives enough opportunities for existing and new businesses. Seeing its rise in the market, it's easy to see its advantages in the education sphere. Integrating the AR content book strategy with inquiry-based learning systems will give us a proactive and social experience. Eventually, the subjects can be connected to students' lives and make them more engaged in education.

В багатьох країнах працівники сфери освіти прагнули би почати використання доповненої реальності під час процесу навчання для поліпшення освітніх матеріалів використовуючи можливості, котрі надає AR. Це могло б зацікавити студентів і мотивувати їх до більш ретельного засвоєння знань. Включення додаткових даних, котрі були раніше недоступні, може сильно покращити розуміння вивчаємого предмету та конкретної сфери знань. Наприклад, інтерактивна AR модель сонячної системи з усіма планетами, які обертаються навколо сонця, є гарним прикладом. Працівники університету Варшави, використовуючи AR технології, змогли відтворити історичні місця Варшави. Користувачі можуть використовувати їх iPhone чи iPad щоб переглядати моделі історичних будівель накладені на реальні сучасні місця в місті.

Для вирішення задач подібного роду, Apple створила технологію ARKit. Технічно ARKit є системою візуальної інерційної одометрії (VIO), з деяким 2D відстежуванням площини. VIO означає, що програмне забезпечення відстежує вашу позицію в просторі у режимі реального часу, тобто ваше розташування в просторі перераховується між кожним оновленням кадру на дисплеї, приблизно 30 або більше разів на секунду. Ці розрахунки проводяться двічі, паралельно. Ваша поза відстежується через візуальну систему (камеру), зіставляючи точку в реальному світі з пікселем на датчику камери кожного кадру. Також ваша поза відстежується інерційною системою (акселерометр і гіроскоп – разом називають інерційною одиницею вимірювання або IMU). Вихідні дані обох цих систем потім об'єднуються через фільтр Калмана, який визначає, яка з

двох систем забезпечує найкращу оцінку вашої “реальної” позиції (називається Ground Truth) і передає це оновлення через ARKit SDK. Так само, як ваш одометр у вашому автомобілі відстежує відстань, на яку подорожував автомобіль, система VIO відстежує відстань, яку ваш iPhone здійснив у просторі.

Великою перевагою, яку приносить VIO, є те, що показання IMU зчитуються приблизно 1000 разів на секунду і базуються на прискоренні (русі користувача). Dead Reckoning використовується для вимірювання руху пристрою між показаннями IMU. Dead Reckoning – це припущення, на кшталт вимірювання дистанції за допомогою людського ока, але помилка є набагато меншою. Таким чином, візуальні та інерційні системи відстеження базуються на абсолютно різних системах вимірювань без взаємної залежності. Це означає, що фотокамера може бути закрита або може переглядати сцену з декількома оптичними функціями (наприклад, білою стіною), а інерційна система в цей час буде брати «навантаження» на себе. В альтернативному сценарії пристрій може залишатися на місці і візуальна система буде отримувати більш стабільне розташування в просторі, ніж інерційна система. Фільтр Калмана постійно вибирає найкращу позицію з двох, тому результатом є стабільне відстеження.

Сучасні пристрої на платформі iOS володіють одними з найкращих сенсорів фотокамери та відстеження руху (акселерометр, гіроскоп) в галузі, та найпотужнішими мобільними процесорами. Це дозволяє розробляти мобільні додатки використовуючи складні алгоритми, котрі в режимі реального часу можуть відстежувати навколишній світ та додавати AR об'єкти до нього. Це відкриває багато можливостей для застосування технології в сфері освіти, бо вона є однією з найбільш перспективних галузей доповненої реальності та може вирішувати складні завдання мотивації навчання та допомагати мільйонам студентів на всій планеті.

#### Джерела

1. Dan Simon. Optimal State Estimation [Текст]: Kalman, H Infinity, and Nonlinear Approaches/ Dan Simon. — Wiley-Interscience, 2006. - 552с.
2. Steve Aukstakalnis. Practical Augmented Reality [Текст]: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR/ Steve Aukstakalnis. — Addison-Wesley Professional, Sep 8, 2016. - 448с.
3. Helen Papagiannis. Augmented Human [Текст]: How Technology Is Shaping the New Reality/ Helen Papagiannis. — O'Reilly Media, Aug 31, 2017. - 156с.