



Дисципліна «Операційні системи»

Лабораторна робота №1



Тема: «Розробка сучасних засобів людино-машинної взаємодії на основі маркер-орієнтованої технології доповненої реальності»

Викладач: Олександр А. Блажко,
доцент кафедри ІС Одеської політехніки, blazhko@ieee.org

Мета роботи: придбання навичок у розробці сучасних засобів людино-машинної взаємодії на основі маркер-орієнтованої технології доповненої реальності з використанням *Web AR* та веб-сервісу *GitHub* системи контролю версій *Git*.

План.

1. Теоретичні відомості
 - 1.1 Проблеми людино-машинної взаємодії
 - 1.2 Континуум «Реальність-віртуальність»
 - 1.3 Принципи роботи *AR*-технології
 - 1.4 Напрями використання доповненої реальності
2. Завдання для виконання
- Контрольні питання

1 Теоретичні відомості

1.1 Проблеми людино-машинної взаємодії

Механічні обчислювальні пристрої або електронні комп'ютери намагаються досягти основну мету їх використання – скоротити час на обчислення та зменшити трудомісткість ручної праці робітників-обчислювачів.

Але при цьому виникає проблема - складність взаємодії людини з механічними обчислювальними пристроями або електронними комп'ютерами, тому що людина повинна добре розібратися у всіх особливостях спілкування з невідомою їй машиною, щоб процес взаємодії був перш за все – без помилок.

Взаємодія використовує засоби:

- передачі даних (*INPUT*-засіб);
- виводу отримання даних (*OUTPUT*-засіб).

На рисунку 1 наведено приклади типів *INPUT/OUTPUT*-засобів людино-машинної взаємодії.



Рис. 1 – Типи *INPUT/OUTPUT*-засобів людино-машинної взаємодії

Докладніше про історію *INPUT/OUTPUT*-засобів людино-машинної взаємодії можна дізнатися в презентації [1] списку літератури.

Обираючи *INPUT/OUTPUT*-засіб необхідно пам'ятати, що основною його метою є наближення користувача до досягнення мети використання обчислювального пристрою, зменшуючи час на його надійне використання:

- кількість ручних операцій, додаткових дій людини повинна бути мінімальною;
- ймовірність помилок, які виконує людина, повинна бути мінімальною.

1.2 Континуум «Реальність-віртуальність»

На початку 90-х років було запропоновано розвивати людино-машинну взаємодію на основі континуума «Реальність-віртуальність» або континуума змішаної реальності.

Континуум (от лат. continuum - безперервне) - безперервність при різноманітті елементів.

На рисунку 2 показано основні рівні континуума «Реальність-віртуальність».



Рис. 2 – Основні рівні континуума «Реальність-віртуальність»

На рисунку 2 показано:

- ліворуч – реальне середовище, реальність, фізичне середовище, часто видиме середовище безпосередньо або через відео-дисплей;
- праворуч – віртуальне середовище, віртуальна реальність (*Virtual Reality, VR*), яка містить віртуальні об'єкти, створені комп'ютерними засобами;
- в середині – змішана реальність (*Mixed Reality, MR*) - об'єднання реального і віртуального середовища.

Аналізуючи континуум «Реальність-Віртуальність» на рисунку 2, побачимо, що:

- доповнена реальність (*Augmented Reality, AR*), як мінімалістичний *MR*-приклад, знаходиться ближче до реального середовища для відображення віртуальних об'єктів серед реальних об'єктів;
- доповнена віртуальність (*Augmented Virtuality, AV*), як максималістичний *MR*-приклад, знаходиться ближче до віртуального середовища з метою:
 - відображення реальних об'єктів серед віртуальних об'єктів;
 - впливу реальних об'єктів на віртуальні об'єкти.

Доповнена реальність на відміну від доповненою віртуальності, не вимагає складних електронних контролерів руху людини у віртуальному середовищі (*VR*-контролери). Доповненій реальності потрібна лише відео-камера.

Чи можна розглядати *AR*-технологію або *AV*-технологію як один із новітніх засобів людино-машинної взаємодії?

1.3 Принципи роботи *AR*-технології

Впродовж 30 років *AR* активно розвивається, використовуючи новітні програмні алгоритми та апаратні рішення, але загальний опис ланцюжка процесів *AR*-технології залишається незмінним, як показано на рисунку 3.

Ключовим процесом роботи *AR*-застосунку є розпізнавання об'єкту реального світу. Цей процес потребує попереднього проведення процедури навчання з учителем – машинного навчання комп'ютеру, коли людина послідовно надає комп'ютеру зображення реальних об'єктів та вказує їх властивості, а комп'ютер створює базу даних з цими об'єктами.



Рис. 3 – Принципи роботи AR-технології

Розпізнавання базується на вирішенні задачі розпізнавання образів, яка входить до задач штучного інтелекту:

- в процесі створення програми визначаються зображення об'єктів реального світу;
- на основі зображення об'єктів створюються або використовуються існуючі математичні моделі об'єктів;
- моделі зберігаються в базі даних моделей;
- в процесі роботи програми повторно створюється математична модель зображення об'єкта з відеокамери;

– виконується пошук моделі в базі даних моделей;

– якщо модель знайдено, виконуються запрограмовані дії

Основними типами розпізнавання є:

- безмаркерне розпізнавання – звичайне розпізнавання;
- маркерне розпізнавання: для кожного об'єкта створюється окреме спрощене зображення – маркер, який приймає участь в процесі розпізнавання.

1.4 Напрями використання AR-технологій

Повертаючись до *INPUT/OUTPUT*-засобів людино-машинної взаємодії, необхідно відповісти на запитання: які з розглянутих *INPUT/OUTPUT*-засобів можна замінити (повністю або частково) на засоби з *AR/AV*-технологіями (рисунок 4).



Рис. 4 – Можливі зв'язки *AR/AV*-технологій із *INPUT/OUTPUT*-засобами

AR-технологія може допомогти відповісти на запитання [5]:

- 1) Хто оглядає?
- 2) Що оглядається?
- 3) Де оглядається?
- 4) Коли оглядається?

Хто оглядає? - Ідентифікатор відеокамери автоматично однозначно ідентифікує:

- користувача, який спрямовує відеокамеру на маркер;
- мобільний робототехнічний пристрій, який знайшов у полі зору своєї відеокамери маркер.

Що оглядається? - Маркер реального об'єкта однозначно ідентифікує цей об'єкт.

Де оглядається? - Розташування може бути прив'язано до:

- користувача;
- реального об'єкта;
- простору, що оточує користувача або реальний об'єкт.

Коли оглядається? - Час огляду може бути прив'язаний до події, пов'язаної зі станом об'єкту:

- у минулому часі, наприклад, ймовірний минулий стан об'єкту, з урахуванням поточного стану;
- у теперішньому часі, наприклад, поточний стан об'єкту;
- у майбутньому часі, ймовірний стан об'єкту з урахуванням поточного та минулого станів;
- у вигаданому (фантастичному) часі.

Класифікація напрямків використання *AR*-технології:

1) Візуальний пошук: підказки навігаційного характеру за запитом користувача, наприклад:

- пошук конкретного товару або послуги;
- пошук об'єкта із затребуваними характеристиками;
- пошук людей;

2) Розпізнавання: надання контекстної інформації про об'єкт або людину, які знаходяться перед відеокамерою;

3) Навігація: надання покрокових інструкцій для реалізації конкретного завдання, наприклад:

- підбір рецепта/алгоритму приготування блюда;
- підказки для ремонту автомобіля/обладнання.

4) Перевтілення: накладення віртуальних об'єктів на зображення оточення реального світу для кращого уявлення про просторові характеристики віртуального об'єкта, наприклад:

- отримання зображення приміщення з розставленими предметами меблів;
- огляд каталогу з одягом;

5) Візуалізація продукції під контекстні завдання: вирішення інженерних або конструкторських завдань у промислових підприємствах, наприклад:

- демонстрація роботи обладнання в конкретних виробничих умовах;
- отримання уявлення про те, як буде рухатися прототип транспортного засобу в реальних дорожніх умовах.

Докладніше про «Доповнена реальність (*Augmented Reality, AR*) та змішана реальність (*Mixed Reality, MR*) як новітня історія розвитку людино-машинної взаємодії» можна дізнатися в презентації [2] списку літератури.

2 Завдання для виконання

2.1 Визначення варіанта завдання

Відомо, що за декілька століть історії механічного світу було винайдено багато пристроїв, які автоматизували такі задачі інформаційних систем як: отримання даних, зберігання даних, обчислення даних та передачі даних. В таблиці 1 наведено приклади таких пристроїв. Необхідно вибрати пристрій у відповідності із варіантом зі стовпчика «Варіант таблиці - https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UFeUcvAKVkbH9xHDDRNDhRZm2DhF-_GukwyjF1tug

Таблиця 1 – Варіанти завдань з типами механічних та електромеханічних пристроїв для обчислення, зберігання та передачі даних

№	Назва	Посилання на опис
1	Арифмометр Лейбніца	https://en.wikipedia.org/wiki/Stepped_reckoner
2	Калькулятор Паскаля	https://en.wikipedia.org/wiki/Pascal%27s_calculator
3	Обчислювальна машина Штафеля	https://pl.wikipedia.org/wiki/Maszyna_licz%C4%85ca_Staffela
4	Лічильний годинник Шиккарда	https://cherto4ka.xyz/posibniki/history/page21.html
5	Бруски Жена-Люка	https://en.wikipedia.org/wiki/Genaille%E2%80%93Lucas_rulers
6	Антикітерський механізм	https://en.wikipedia.org/wiki/Antikythera_mechanism
7	Лічильна машина Леонардо да Вінчі	https://cherto4ka.xyz/posibniki/history/page20.html
8	Палички Непера	https://cherto4ka.xyz/posibniki/history/page8.html
9	Абак	https://cherto4ka.xyz/posibniki/history/page7.html
10	Арифмометр Однера	https://en.wikipedia.org/wiki/Odhner_Arithmometer
11	Арифмометр Полені	https://en.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Poleni
12	Логарифмічна лінійка Отреда	https://en.wikipedia.org/wiki/William_Oughtred
13	Логарифмічна лінійка Гюнтера	https://cherto4ka.xyz/posibniki/history/page9.html
14	Арифмометр Томаса	https://cherto4ka.xyz/posibniki/history/page16.html
15	Логарифмічна лінійка Роберта Біссакара	https://cherto4ka.xyz/posibniki/history/page9.html

Таблиця 1 - продовження

№	Назва	Посилання на опис
16	Жакардова машина	https://en.wikipedia.org/wiki/Jacquard_machine
17	Оптичний телеграф братів Шапп	https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_telegraph
18	Телеграф Рональдса	https://en.wikipedia.org/wiki/Francis_Ronalds
19	Телеграф Морзе	https://kimon.hosting.nyu.edu/physical-electrical-digital/items/show/1096
20	Телеграф Кука та Вітстона	https://en.wikipedia.org/wiki/Cooke_and_Wheatstone_telegraph
21	Телетайп (телепринтер)	https://en.wikipedia.org/wiki/Teleprinter
22	Електромеханічний табулятор перепису населення	http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/census-tabulator.html
23	Електромеханічний інтегруючий (підсумовуючий) табулятор	http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/i-tabulator.html
24	Електромеханічний числовий обліковий табулятор	http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/tabulator.html
25	Електромеханічний різницевий табулятор	http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/packard.html
26	Електромеханічний алфавітний обліковий табулятор	http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/405.html
27	Мікрофон Г'юза	https://en.wikipedia.org/wiki/David_Edward_Hughes
28	Фонограф Едісона	https://en.wikipedia.org/wiki/Phonograph
29	Реєстратор часу зайнятості працівників	https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_856741
30	Механічна пошукова система Mundaneum	https://en.wikipedia.org/wiki/Mundaneum

2.2 Створення WebAR-застосунку мультимедіа інформаційного буклету

Необхідно створити мультимедіа інформаційний буклет з коротким описом роботи пристрою за визначеним варіантом завдання у вигляді WebAR-застосунку, процес створення якого проходить наступні етапи:

- 1) підготовка набору мультимедіа-файлів;
- 2) підготовка набору WebAR-маркерів *BarCode*-типу;
- 3) створення електронної підкладки буклету з розміщеними маркерами;
- 4) створення WebAR-застосунку;
- 5) розміщення файлів WebAR-застосунку в *GitHub*-репозиторії;
- 6) розміщення WebAR-застосунку в мережі;
- 7) створення *QR*-коду для запуску WebAR-застосунку;
- 8) розміщення *QR*-коду на електронній підкладці буклету.

2.2.1 Підготовка набору мультимедіа-файлів

Створити наступні мультимедіа-файли з латинськими літерами без прогалин та спеціальних символів:

- 1) *JPG*-файл зображення з відомостями про автора буклету (ПІБ студента, група);
- 2) аудіо-файл (*MP3*), який містить озвучування текстових відомостей з *JPG*-файлу зображення попереднього пункту;
- 3) *JPG*-файл зображення з короткими відомостями про автора пристрою (зображення автора, прізвище автора, місце проживання, роки життя, роки створення пристрою);
- 4) аудіо-файл (*MP3*), який містить озвучування текстових відомостей з *JPG*-файлу зображення попереднього пункту;
- 5) *JPG*-файл зображення пристрою;
- 6) аудіо-файл (*MP3*), який містить озвучування коротких відомостей про принцип роботи пристрою.

Текст та озвучування може бути англomовним або українськомовним. Для швидкого завантаження файлів на смартфон рекомендується створювати файли не більше 1 Мб.

2.2.2 Підготовка набору WebAR-маркерів BarCode-типу

Підготувати три маркери *BarCode*-типу необхідно за інструкцією з пункту 2.2.2 документу [4] списку літератури.

2.2.3 Створення електронної підкладки буклету з розміщеними маркерами

Підготувати електронну підкладку буклету з розміщеними маркерами за інструкцією з пункту 2.2.3 документу [4] списку літератури.

Структура розташування маркерів буклету повинна відповідати шаблону, наведеному на рисунку 4.

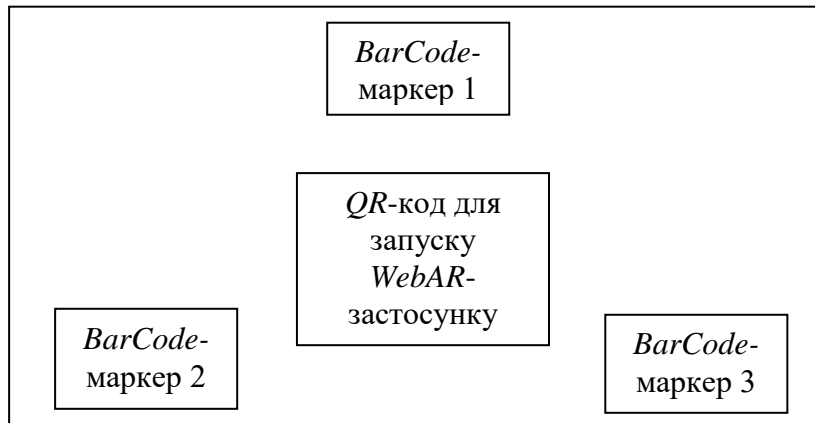


Рис. 4 – Шаблон розташування маркерів буклету на аркуші формату A4

Кожний з трьох *Barcode*-маркерів повинен передавати наступний *AR*-контент:

- «маркер 1» передає відомості про автора буклету;
- «маркер 2» передає відомості про автора пристрою;
- «маркер 3» передає відомості про принцип роботи пристрою.

2.2.4 Створення *WebAR*-застосунку

Створення *WebAR*-застосунку вимагає наявності *GitHub*-облікового запису, який необхідно зареєструвати за адресою <https://github.com/>. Подробиці в документі [3] списку літератури.

Створити *WebAR*-застосунок необхідно за інструкцією з пункту 2.2.4 документу [4] списку літератури.

2.2.5 Розміщення файлів *WebAR*-застосунку в *GitHub*-репозиторії

Розмістити файли *WebAR*-застосунку в *GitHub*-репозиторії за інструкцією з пункту 2.2.5 документу [4] списку літератури.

2.2.6 Розміщення *WebAR*-застосунку в мережі

Розмістити *WebAR*-застосунок в мережі необхідно за інструкцією з пункту 2.2.6 документу [4] списку літератури.

2.2.7 Створення *QR*-коду для запуску *WebAR*-застосунку

Створити *QR*-код за інструкцією з пункту 2.2.7 документу [4] списку літератури.

2.2.8 Розміщення *QR*-коду на електронній підкладці буклету

Розмістити *QR*-код на електронній підкладці буклету за інструкцією з пункту 2.2.8 документу [4] списку літератури. Файл створеного буклету необхідно розмістити у *PDF*-форматі в кореневому каталозі *GitHub*-репозиторію.

Якщо під час перевірки роботи *WebAR*-застосунку після натискання на текст «Press ...» відбувається довготривалий запуск, необхідно перевірити правильність мультимедіа-файлів:

- назви файлів латинськими літерами без прогалин та спеціальних символів;
- можливі проблеми з *M4A*-типом файлів, які рекомендується перетворити у *MP3*.

2.3 Оформлення рішення для оцінювання викладачем

Надання рішень для оцінювання викладачем необхідно виконувати в окремому *GitHub*-репозиторії, який для вас створено викладачем. Для отримання адреси вашого *GitHub*-репозиторію необхідно написати листа на пошту blazhko@ieee.org, вказавши в листі ваш *GitHub*-обліковий запис.

В подальшому необхідно перейти до наданого *GitHub*-репозиторію та створити в ньому каталог з назвою «*Laboratory-work-1*» (кнопка «*Add file*» -> «*Create new file*»), при створенні якого одночасно створити файл *README.md*, вказавши роздільником символ /

У файлі *README.md* необхідно вказати посилання на *GitHub*-репозиторій з вашим *WebAR*-буклетом. Створення файлу завершується натисканням кнопки «*Commit new file*» в нижній частині екрану.

На рисунку 5 наведено приклади фрагментів екрану зі створення каталогу та файлу.

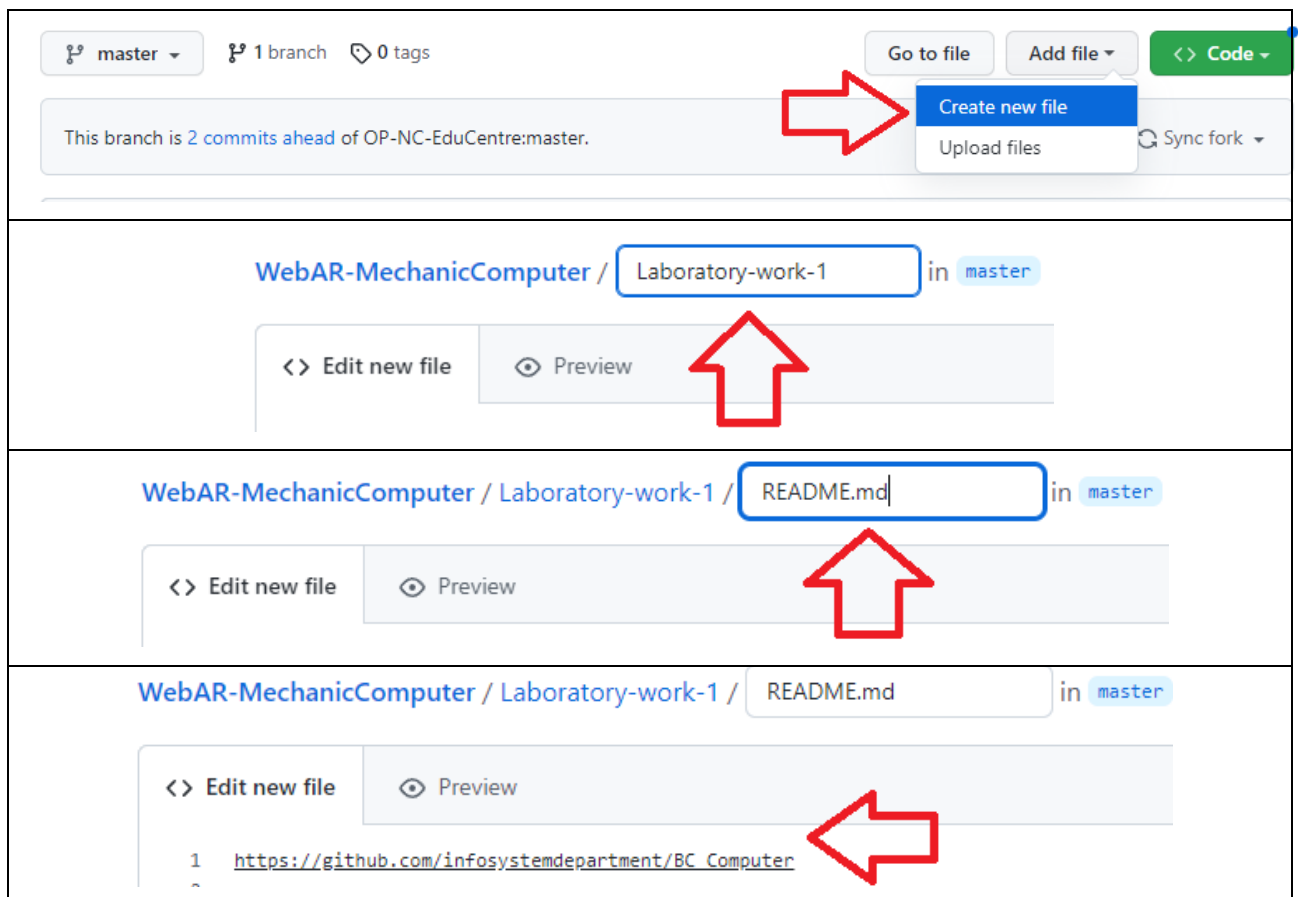


Рис. 5 – Приклади фрагментів екрану зі створення каталогу та файлу

Контрольні запитання

1. Вкажіть основну мету, яку намагалися досягти механічні обчислювальні пристрої?
2. З якою проблемою стикається людина під час взаємодії з механічним обчислювальним пристроєм?
3. Вкажіть щонайменше два найбільш популярних типу дій *INPUT*-засобів людино-машинної взаємодії.
4. Вкажіть щонайменше два найбільш популярних типу відчуттів *OUTPUT*-засобів людино-машинної взаємодії.
5. Про яку мету треба пам'ятати, обираючи *INPUT/OUTPUT*-засіб?
6. Чим змішана реальність відрізняється від реального або віртуального середовища?
7. Яка перевага у використанні доповненої реальності у порівнянні з використанням доповненої віртуальності?
8. Яка особливість доповненої віртуальності у порівнянні з доповненою реальністю?
9. В чому полягає процес навчання з учителем, який забезпечує роботу *AR*-технології?
10. В чому різниця між маркерним розпізнаванням та безмаркерним розпізнаванням у *AR*-технології?
11. Яка перевага маркерного розпізнавання у порівнянні з безмаркерним розпізнаванням?
12. Який недолік маркерного розпізнавання у порівнянні з безмаркерним розпізнаванням?
13. Про що говориться при відповіді на питання *AR*-технології «Хто оглядає?»
14. Про що говориться при відповіді на питання *AR*-технології «Де оглядається?»
15. Про що говориться при відповіді на питання *AR*-технології «Коли оглядається?»
16. Наведіть приклади напрямку використання *AR*-технології як «Візуальний пошук»
17. Наведіть приклади напрямку використання *AR*-технології як Навігація?
18. Наведіть приклади напрямку використання *AR*-технології як «Перевтілення»?
19. Які недоліки *Native AR*-застосунків у порівнянні з *WebAR*-застосунками?
20. Які недоліки *WebAR*-застосунків у порівнянні з *Native AR*-застосунками?
21. Чим штрихкоди на основі *UPS* (*Universal Product Code*) відрізняються від штрихкодів на основі *QR-Code* (*Quick Response Code*) ?

Література

1. Олександр Блажко (2023). Історія людино-машинної взаємодії (Human-Computer-Interaction). URL : <https://drive.google.com/file/d/1RfLZwW9u51UTqg2gzjhlrHuFg1xz--u>
2. Олександр Блажко (2022). Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) та змішана реальність (Mixed Reality, MR) як новітня історія розвитку людино-машинної взаємодії. URL : <https://drive.google.com/file/d/1cagK7nqSVynLJbxheC4AsvHcDRT5O6zV>
3. Олександр Блажко (2022) Лабораторний практикум №1 – «Реалізація людино-машинної взаємодії на основі доповненої реальності (Augmented Reality, AR)» Додаток 1 - «Налаштування GitHub-репозиторію». URL : <https://drive.google.com/file/d/1Q9lqEaMp6uCGWbjk8ZjTHl-6tzmFREef>
4. Олександр Блажко (2023) Лабораторний практикум №1 - «Реалізація людино-машинної взаємодії на основі доповненої реальності (Augmented Reality, AR)» Додаток 2 - «Розробка мульти-маркерних WebAR-застосунків з використанням простого WebAR-конструктору на *GitHub*-репозиторії». URL : <https://drive.google.com/file/d/1Q9C5RTIUnAxpCwXrbuUPx7BK5Hlx8BzG>
5. Röltgen, Daniel & Dumitrescu, Roman. (2020). Classification of industrial Augmented Reality use cases. Procedia CIRP. 91. 93-100. 10.1016/j.procir.2020.01.137. URL : https://www.researchgate.net/publication/343733332_Classification_of_industrial_Augmented_Reality_use_cases
6. Олександр Блажко (2023) Відео-запис заняття з лабораторної роботи №1. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=LvpEt12gxBE>
7. Олександр Блажко (2022) Відео-запис заняття з лабораторної роботи №1. Продовження. Напрями використання AR-технології. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=Pu8qg0HGdEw>