

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Чорноморський національний університет**  
**імені Петра Могили**

**Місюк Тетяна Олегівна**

УДК 004.8

**Система комп'ютерного зору з використанням**  
**технології доповненої реальності**

Напрямок підготовки 6.050101 – «Комп'ютерні науки»  
ДР.ПЗ-401.10790533

Автореферат  
дипломної роботи на здобуття освітньої кваліфікації  
«Бакалавр комп'ютерних наук»

**Миколаїв – 2019**

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем.

Науковий керівник: д. т. н., доцент, завідувач кафедри інтелектуальних інформаційних систем  
Кондратенко Юрій Пантелійович.

Рецензент: к. т. н., доцент, в. о. декана факультету комп'ютерних наук Бойко Анжела Петрівна.

Захист відбудеться 25 червня 2019 р. о 9<sup>30</sup> год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З дипломною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «20» червня 2019 р.

Секретар  
екзаменаційної комісії,

СТ.ВИКЛ.

С.В.Дворецька

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Технологія доповненої реальності з кожним днем стає все більш популярною і все частіше використовується в різних областях. Ця технологія має великий потенціал.

Дана технологія дуже стрімко розвивається у даному світі. Прогнози на майбутнє для доповненої реальності дуже великі. Вважається, що доповнена реальність зможе зробити систему освіти більш інтерактивною та наочною. Тому, необхідно розвивати сучасне покоління дітей з допомогою застосунків доповненої реальності, щоб надалі у них була можливість вільно розуміти принципи роботи з даною технологією та мати можливість вже зараз отримувати знання у таких спосіб.

Впровадження технології доповненої реальності в освітній процес полягає в тому, що її використання збільшить мотивацію студентів, а також підвищить рівень засвоєння інформації за рахунок різноманітності та інтерактивності її візуального представлення.

**Метою дипломної роботи** є аналіз алгоритмів комп'ютерного зору та створення системи комп'ютерного зору з використанням технології доповненої реальності, який надасть можливість учням та студентам використовувати його у школі чи університеті для отримання додаткової віртуальної інформації про досліджуваний об'єкт та мати можливість взаємодіяти з ним.

**Практичним значенням отриманих результатів роботи** є мобільний застосунок доповненої реальності для візуалізації об'єктів живого світу, що представлені у вигляді зображень. Застосунок надає інформацію про виявлені об'єкти та можливість взаємодіяти з віртуальними аналогами об'єктів, які є 3D моделями. Для застосунку було створено прототип та проведено тестування системи, яке показало недоліки системи.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано загальну характеристику досліджуваної теми, обґрунтовано актуальність дипломної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, вказано методи та засоби дослідження.

У **першому** розділі було проаналізовано предметну сферу та поставлено задачу. Предметною сферою є комп'ютерний зір та технологія доповненої реальності. Було проаналізовано схожі існуючі застосунки, що використовують технологію доповненої реальності. Під час постановки задачі було визначено основні характеристики системи та вимоги до її використання.

Комп'ютерний зір являє собою наукову дисципліну, яка вивчає теорію і базові алгоритми аналізу зображень і сцен. Основними задачами в галузі комп'ютерного зору є побудова придатних для подальшого практичного використання моделей камер, які реєструють зображення, та засобів калібрування камер, побудова моделей зображень та моделей їх спотворень, а також побудова геометричних моделей представлення 3D зображень через їх проєкції, що складають основу методів та алгоритмів візуалізації, аналізу, розпізнавання та сприйняття навколишнього простору певною інтелектуальною системою. Серед основних методів комп'ютерного зору можна вказати на методи визначення афінної та проєктивної структур за рухом об'єкта, методи супроводу рухомого об'єкта, методи пошуку в цифрових бібліотеках, методи побудови 3D моделей за послідовністю зображень, а також методи візуального аналізу та оцінювання кількості й параметрів об'єктів сцени.

Сегментація зображень. Поняття сегментації зображень полягає у розбитті зображення на області, які покривають усе зображення. При цьому виділяються такі області, які мають цільові параметри або характеристики для задачі, що вирішується. У процесі сегментації вирішуються дві задачі. Першою задачею є розбиття зображення на області з подальшим аналізом отриманого результату, а другою – зміна форми опису зображення з урахуванням отриманого розбиття на області.

Кластеризація в задачах розпізнавання являє собою процес розбиття множини векторів характеристик на підмножини, які називаються кластерами.

Доповнена реальність – це технологія, яка розширює фізичний світ, додаючи на неї шари цифрової інформації. На відміну від віртуальної реальності, AR не створює цілі штучні середовища для заміни реального віртуальним. Вона відображається в прямому перегляді реального середовища і додає до нього звуки, відео, графіку.

Існує 4 типи доповненої реальності:

- безмаркерна;
- на основі маркера;
- проекція;
- накладення.

Елементи доповненої реальності можуть відображатися на різних пристроях: екранах, окулярах, портативних пристроях, мобільних телефонах, дисплеях, встановлених на голові. AR включає такі технології, як S.L.A.M. (одночасна локалізація і картографування), відстеження глибини (невеликі розміри даних датчика, що обчислюють відстань до об'єктів) та компоненти, що вказані нижче.

Дослідження в області доповненої реальності поєднують в собі такі області, як комп'ютерний зір і комп'ютерна графіка. Дослідження в області комп'ютерного зору стосовно AR включають, крім іншого, виявлення і відстеження маркерів і елементів, виявлення і відстеження руху, аналіз зображень, розпізнавання жестів і створення контрольованого середовища, що містить велику кількість різних датчиків. Комп'ютерна графіка по відношенню до AR включає, наприклад, фотореалістичний рендеринг та інтерактивну анімацію. Проста система доповненої реальності складається з камери, обчислювального блоку і дисплея. Камера робить знімок, а потім система збільшує кількість віртуальних об'єктів на зображенні і відображає результат.

Доповнена реальність в освіті. Дослідження показують, що доповнена реальність впевнено може вважатися справжнім проривом в освітній сфері.

Такий підхід дозволяє краще засвоювати інформацію, запам'ятовувати її великі обсяги, причому це стосується і молодших школярів, і старшокласників, і студентів. Щоб встановити це, були проведені експерименти, в ході яких одна група вивчала новий матеріал за допомогою AR, а інша – класичними схемами і посібниками. Тести показали, що представники першої групи засвоїли майже 90% від загального обсягу матеріалу, проявляли дисциплінованість і зацікавленість в навчанні, тоді як класичний підхід показав втричі меншу ефективність

Протестувавши такі застосунки як «Аліса в країні чудес», «Червона шапочка», «Маша і три медведі», «Абетка 2.0» та інші, можна зробити висновок, що технологія доповненої реальності набуває поширення у сфері освіти дітей шкільного та дошкільного віку. Дані екземпляри використовують технологію AR для накладання 3D-зображення поверх плаского зображення. Дане зображення зазвичай має анімацію. Анімації можуть бути як складними, так і базовими, наприклад, анімація помаху крил, руху голови та кінцівок у різних напрямках. Може бути накладена не одна 3D-модель, а декілька, які можуть взаємодіяти один з одним та мають спільну історію, тож вони не є просто випадковими об'єктами, які помістили для заповнення простору на екрані. Деякі із застосунків вимагають від користувача уваги та певної взаємодії з ними. Зазвичай користувача запрошують взаємодіяти із застосунком через звичайні натискання на будь-якому місці на екрані або на заздалегідь зазначеному місці.

Застосування доповненої реальності є дуже широким. Додатки з підтримкою доповненої реальності можуть бути просто інструментом для розваги, можуть виявитися додатковою можливістю для освіти, іноді можуть допомогти врятувати чиєсь життя, а часом просто допомагають виявити місце розташування тієї чи іншої пам'ятки на карті незнайомого міста.

У другому розділі було проведено моделювання та технічне проектування системи. Під час аналізу та проектування систем повинні бути створені їх повні та несуперечливі моделі. При цьому моделлю вважається

сукупність взаємопов'язаних абстрактних елементів з можливим вказанням їх властивостей, поведінки та зв'язків між ними. Для побудови діаграм було використано програму Edraw Max.

UML-діаграма. Діаграма варіантів використання. Метою розробки діаграми варіантів використання є визначення загальних меж системи і предметної області; формування загальних вимог до функціональної поведінки системи; розробка початкової моделі системи та подальша деталізація у формі логічних та фізичних моделей.

Діаграма варіантів використання представлена на рис. 1.2.

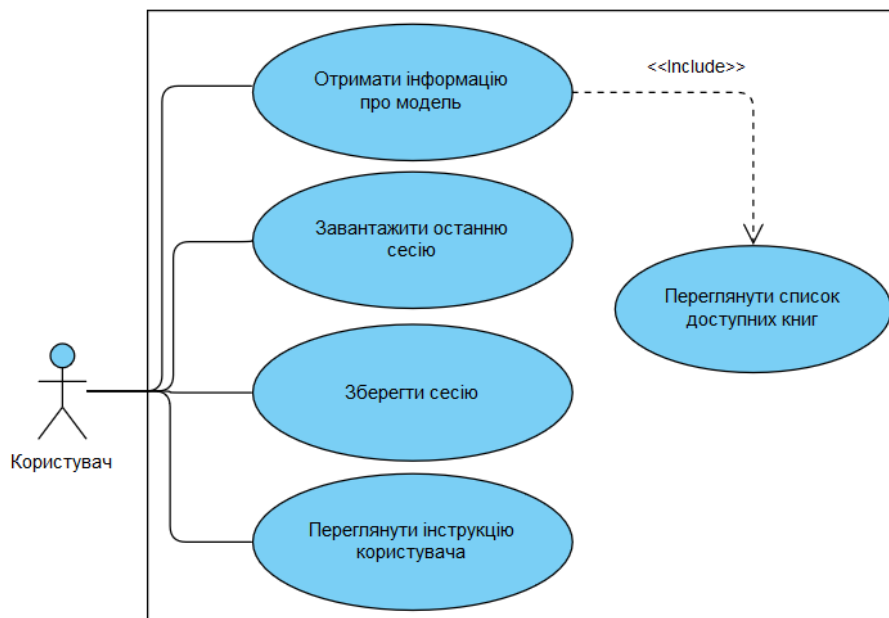


Рис. 1.2. Діаграма варіантів використання

Діаграма класів. Діаграма класів необхідна для представлення статичної структури моделі системи, що розробляється. На діаграмі класів представлено взаємозв'язки між сутностями системи, їх внутрішню структуру та типи відносин.

Діаграма класів, що представлена на рис. 1.3 відображає структуру класів системи, що розроблюється.



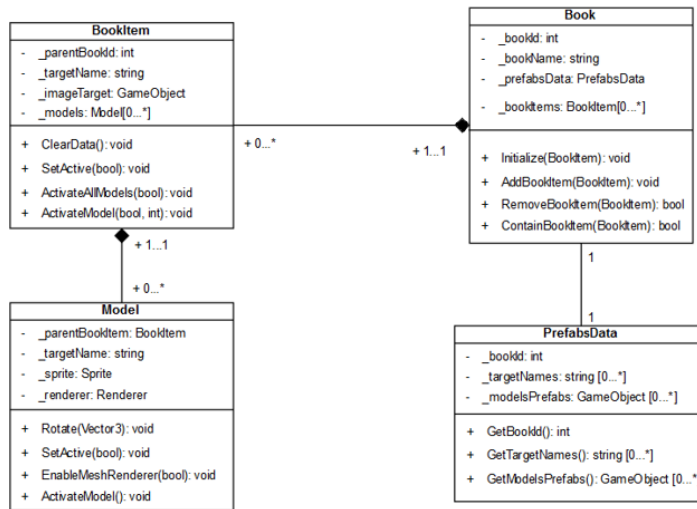


Рис. 1.3. Діаграма класів

Функціональна модель описує функції системи, можливі варіанти її використання; може містити відомості про обіг інформації в системі, об'єкти та суб'єкти, що взаємодіють з системою; може бути динамічною або статичною моделлю.

Контекстна діаграма містить короткі дані про точку зору посадової особи чи підрозділу, з позиції якого створюється модель, та ціль, для досягнення якої розробляють систему. Дана інформація є важливою для керування процесом розробки моделі та вводить для процесу та системи певні обмеження. Контекстна діаграма А-0 наведена на рис. 1.4.

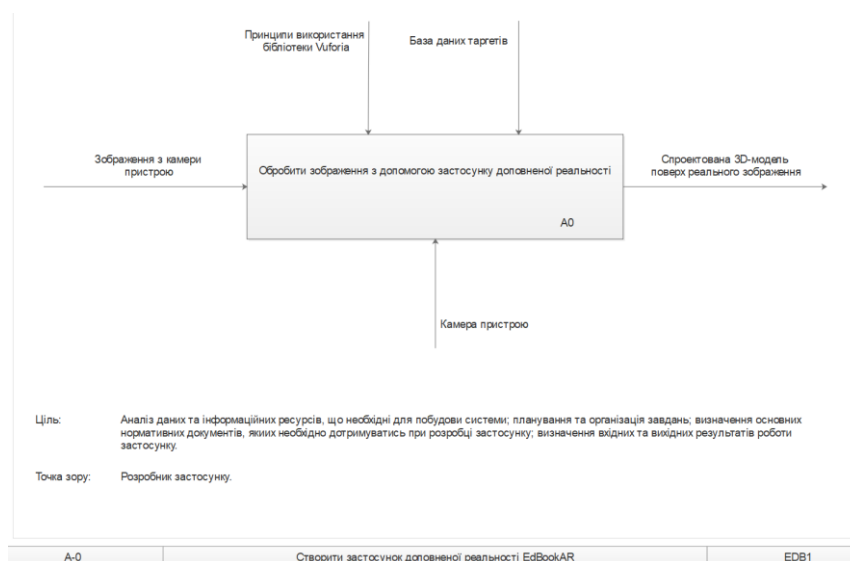


Рис. 1.4. Контекстна діаграма вищого рівня А-0

Далі проведемо декомпозицію діаграми наступного рівня (рис. 1.5).

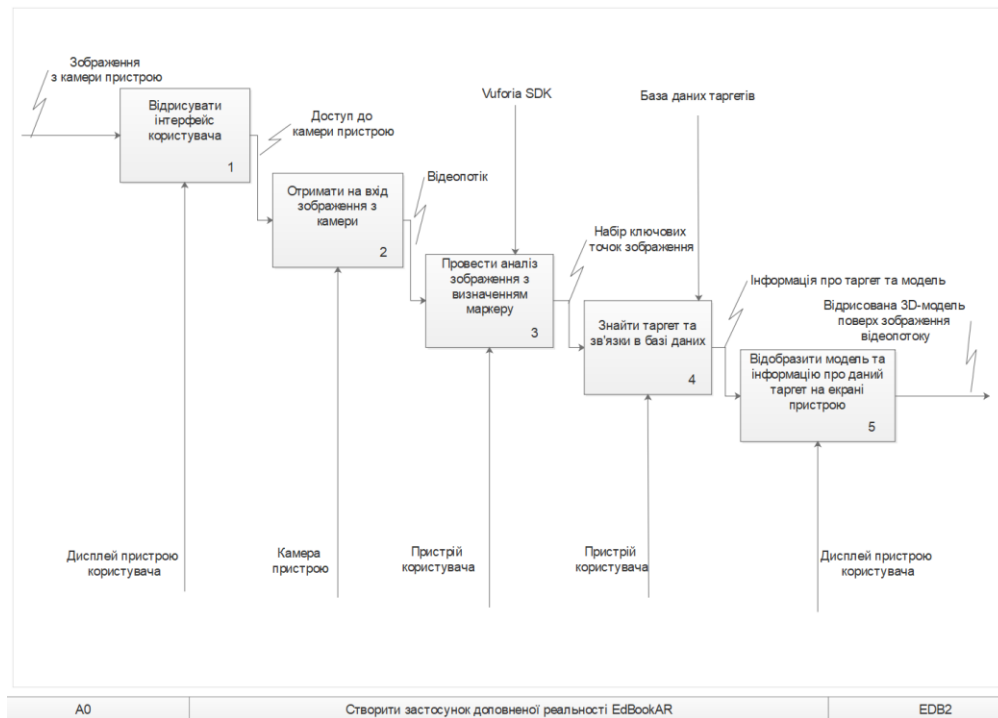


Рис. 1.5. Діаграма декомпозиції 1-го рівня

Програмно технічне забезпечення. OpenCV. Бібліотека OpenCV є однією із найвідоміших та найрозвиненіших бібліотек комп'ютерного зору, яка постачається з відкритим вихідним кодом. Спектр можливостей даної бібліотеки дуже широкий. В ній зібрана велика кількість алгоритмів для використання технології комп'ютерного зору. Після підключення даної бібліотеки до проекту розробник отримує доступ до більш ніж 500 функцій, призначених для вирішення різних задач.

VXL. VXL – це колекція C++ бібліотек розроблених для дослідження ті реалізації комп'ютерного зору. Бібліотека була створена з ціллю побудови легкої, швидкої та стійкої системи. Вона розроблена на ANSI/ISO C++ і призначена для роботи на багатьох пристроях.

LTI-lib. LTI-lib є об'єктно-орієнтованою бібліотекою алгоритмів та структур даних; часто застосовується при обробці зображень та у сфері комп'ютерного зору. Бібліотека була розроблена у технічному університеті як частина науково-дослідних проектів в області комп'ютерного зору з

технологіями робототехніки, розпізнавання об'єктів, голосу та жестів. Основною ціллю розробки даної бібліотеки є створення об'єктно-орієнтованої бібліотеки на мові C++, що у більшості випадків спрощує використання коду та його обслуговування, але при цьому існують швидкі алгоритми, які можна використовувати в застосунках.

**ARToolKit.** ARToolKit – це програмна бібліотека на мовах C і C ++, яка дозволяє легко розробляти програми доповненої реальності. Бібліотека працює на операційних системах SGI IRIX, Linux, Mac OS X та Windows PC. Остання версія є абсолютно мультиплатформенною. Щоб створити доповнену реальність, бібліотека використовує можливості відстеження відео, які обчислюють реальний стан камери і орієнтацію щодо квадратних фізичних маркерів або природних маркерів об'єктів в реальному часі. Так ARToolKit вирішує дві ключові проблеми в доповненій реальності: точка зору відстеження і віртуальний об'єкт взаємодії.

**ARCore.** ARCore – розроблена Google платформа для побудови доповненої реальності для Android та iOS. Використовуючи різні API, ARCore дозволяє телефону буквально відчувати своє середовище, розуміти світ і взаємодіяти з інформацією. Вона працює з різними поверхнями: горизонтальні, вертикальні і під кутом до поверхні землі. Нарешті, вона виконує оцінку навколишнього середовища, визначає поточні умови освітлення.

**Vuforia.** Vuforia – це платформа для створення додатків з доповненою реальністю для телефонів і планшетів на операційних системах iOS та Android. Платформа розвивається дуже динамічно і нові функції додаються досить часто.

**Ігровий двигун Unity.** Unity – багатоплатформовий інструмент для розробки дво- та тривимірних додатків та ігор, що працює на операційних системах Windows і OS X. Створені за допомогою Unity застосунки працюють під системами Windows, OS X, Android, Apple iOS, Linux, а також на ігрових консолях Wii, PlayStation 3 і Xbox 360. Редактор Unity має простий Drag&Drop інтерфейс, який легко налаштовувати, що складається з різних вікон, завдяки

чому можна проводити налагодження гри прямо в редакторі. Рушій підтримує такі сценарні мови: C#, JavaScript (модифікація).

У **третьому** розділі було обґрунтовано вибір базових програмних засобів та розроблено кінцеву систему. Перед розробкою фінальної версії системи було створено прототип, потім проведено тестування системи. У даному розділі описано програмну реалізацію та керівництво користувача.

На даний час існує декілька хороших фреймворків для роботи з AR, наприклад, Wikitude, EasyAR, ARToolkit, Vuforia. Проведемо їх аналіз з метою визначення оптимального фреймворку для майбутнього застосунку.

Проаналізувавши всю інформацію та взявши до уваги наявне обладнання для тестування майбутнього застосунку, було вирішено обрати бібліотеку Vuforia.

Часто користувач має певні труднощі з формулюванням вимог до системи. Прототип програмного забезпечення будується для того, щоб користувач мав можливість побачити схематичну реалізацію того, як розробник уявляє певну частину системи.

Важливими опціями системи, які повинен мати користувач, є опція вибору книги та вихід з застосунку. Вибір книги необхідний для того, щоб система могла отримати інформацію з бази даних безпосередньо про всі таргети, які передбачено розробником для даної книги.

Так як в проєкті будуть використовуватись заздалегідь визначені зображення, необхідно створити базу даних з ними на стороні Vuforia. Можна додати різні типи маркерів. У нашому випадку буде використано лише один тип маркеру – картинка. Для того, щоб створити базу даних таргетів, було відскановано зображення в книгах та завантажено їх на сайт Vuforia для розробників.

Всі моделі та іконки було взято з мережі Інтернет та з повними правами на їх використання у некомерційних проєктах.

Призначення застосунку. Застосунок призначений для використання в освітніх цілях. Наприклад, застосунок може бути використаний для навчання

дітей дошкільного віку. У такому випадку книги можуть мати безліч зображень тварин, рослин, предметів довкілля. Застосунок може навчати дітей взаємодіяти з такими предметами. В медицині застосунок може мати досить велику сферу застосування. Так, наприклад, при скануванні зображення людського тіла, можуть з'являтися у відповідних місцях органи та їх назви на мові користувача та латинській. Також, коли проводиться навчання студентів, даний застосунок можна використати для допомоги у визначенні певної хвороби, яка проявляється візуально на тілі хворого. При великій базі даних таргетів та наявності певного технічного обладнання можна отримати застосунок, що має добру швидкодію та надає досить точні результати.

Умови виконання застосунку. Для нормальної роботи застосунку необхідно, щоб він запускався на пристроях на основі операційної системи Android. Версія ОС не повинна бути нижче за 4.4. Пристрій повинен мати камеру, до якої необхідно надати доступ застосунку для користування.

Vuforia може розпізнавати і відслідковувати цілі шляхом аналізу контрастних характеристик маркеру, які у полі зору камери. Для покращення розпізнаємості та відслідковування об'єкту можна використовувати режим фокусування камери пристрою.

Умови освітленості в середовищі значною мірою впливають на ефективність розпізнавання цілі. Користувач повинен впевнитися, що в робочому середовищі достатньо світла, щоб деталі зображення було добре видно і цільові об'єкти було добре видно в полі зору камери.

Для розпізнавання реальне зображення повинно бути не менше 12 см в ширину і такої висоти, щоб Vuforia модуль міг розпізнати маркер.

Якість розпізнавання та відслідковування з використанням Vuforia SDK може значно погіршитися, якщо роздруковані об'єкти не пласкі.

Друковані фізичні цілі можуть бути глянцевими. В умовах природнього освітлення така поверхня не є проблемою. Але при певних кутах нахилу деякі джерела світла можуть створювати глянцевий відблиск, який покриває більшу

частину маркеру. Відблиски можуть створити проблеми при розпізнаванні об'єкту, так як це можна назвати частковим закриттям маркеру.

Характеристики цілі набагато важче визначити при користувач направляє камеру пристрою під гострим кутом до цілі. Це погіршує і відслідковування цілі. Ціль, яку бачить камера, буде розпізнана швидше, якщо нормалі цілі добре вирівняні відносно нахилу камери.

У **четвертому** розділі було проаналізовано нормативні документи про охорону праці та визначено умови роботи при написанні дипломної роботи. Описано процес проведення розрахунків для штучного освітлення на робочому місці та зроблено висновки щодо покращення штучного освітлення на робочому місці.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Законодавство України про охорону праці – це система взаємозв'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у галузі охорони праці. Воно складається з Кодексу законів про працю України, Законів України «Про охорону праці», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про охорону здоров'я», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про пожежну безпеку», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та інших. Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України.

Робота з комп'ютером супроводжується тривалими зоровими навантаженнями і негативно впливає на здоров'я очей. Правильно виконане освітлення робочого місця здійснює позитивний вплив на психофізіологічний стан людини, сприяє підвищенню ефективності та високій працездатності.

Досягнення оптимальних умов роботи проводиться шляхом забезпечення природнього освітлення в світлий час доби та сприятливого штучного освітлення в темний період доби.

Для забезпечення умов, що необхідні для зорового комфорту, в системі освітлення повинні бути реалізовані наступні вимоги:

- рівномірне освітлення;
- оптимальна яскравість;
- відсутні відблиски та засвіченості;
- правильний контраст;
- правильна кольорова гамма;
- відсутній стробоскопічний ефект або пульсація світла.

Робота над дипломним проектом відноситься до IV розряду зорових робіт (мінімальний розмір об'єкту, що розглядається – товщина напису букви – 0,3 мм; розряд зорової роботи – робота високої точності) при великому контрасті та світлому фоні (підрозряд зорової роботи «Г»).

Розрахунок освітленості. Нормованим параметром природнього освітлення є коефіцієнт природнього освітлення (КПО). КПО встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт.

Для штучного освітлення нормованим параметром виступає  $E_{\text{мін}}$  – мінімальний рівень освітленості, та  $K_{\text{п}}$  – коефіцієнт пульсації світлового потоку, який не повинний бути більшим ніж 20 %.

Для IV розряду зорових робіт мінімальна освітленість складає 400-700 лк.

Для штучного освітлення у приміщенні використовуються люмінесцентні лампи. Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 16 м<sup>2</sup>, ширина якої складає 4 м, довжина – 4 м, висота – 3 м.

Скористаємося методом використання світлового потоку. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою (4.1)

$$F = \frac{E * K * S * Z}{\eta}, \quad (4.1)$$

де  $F$  – світловий потік, що розраховується, лм;

$E$  – нормована мінімальна освітленість, лк;  $E = 400$  лк;

$S$  – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку  $S = 16 \text{ м}^2$ );

$Z$  – відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку  $Z = 1,1$ );

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку  $K = 1,5$ );

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку ( $\rho_{\text{стін}} = 40\%$  і  $\rho_{\text{стелі}} = 60\%$ ).

Обчислимо індекс приміщення за формулою (4.2)

$$I = \frac{S}{h(A + B)}, \quad (4.2)$$

де  $S$  – площа приміщення,  $S = 16 \text{ м}^2$ ;

$h$  – розрахункова висота підвісу,  $h = 2,9$  м;

$A$  – ширина приміщення,  $A = 4$  м;

$B$  – довжина приміщення,  $B = 4$  м.

Підставивши значення отримаємо значення індексу рівне 0,69. Знаючи індекс приміщення  $I$ ,  $\eta = 0,24$ .

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку  $F$  отримаємо його значення рівне 44000 лм.



Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ-40-4, світловий потік яких  $F = 3000$  лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у світильниках за формулою (4.3)

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}}, \quad (4.3)$$

де  $N$  – кількість ламп, що визначається;

$F$  - світловий потік,  $F = 44000$  лм;

$F_{\text{л}}$ - світловий потік лампи,  $F_{\text{л}} = 3000$  лм.

Кількість ламп дорівнює 14. На момент виконання роботи у приміщенні було 8 люмінесцентних ламп, тому рівень штучного освітлення не задовольняв санітарним нормам. Рекомендується збільшити кількість ламп до норми для забезпечення нормальних умов праці.

Поліпшення умов і охорони праці дуже вагомо впливають як на економічні так і на соціальні результати виробництва. Комфортні умови праці сприяють високій працездатності. Механізація і автоматизація виробничих процесів, удосконалення технології, скорочення і ліквідація важкої ручної праці є важливим фактором високої працездатності і продуктивності праці.

В ході роботи було виявлено, що за багатьма параметрами робоче місце не підходить для тривалої роботи за комп'ютером: недостатня освітленість, погана ергономічність робочого місця.

Однак, при дотриманні вказаних норм та рекомендацій можна забезпечити безпечні умови праці при роботі з персональним комп'ютером, за яких рівні вказаний шкідливих впливів зводяться до мінімуму. Це дозволяє зберегти здоров'я та високу працездатність при регулярній довготривалій роботі з персональним комп'ютером.

**Структура дипломної роботи.** Пояснювальна записка до дипломної роботи складається із вступу, 4 розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає 88 сторінок, 10 рисунків, 1 таблиця та 28 посилань на літературні джерела.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дипломна робота пов'язана з дослідженням комп'ютерного зору та з використанням технології доповненої реальності у застосунках. У ході виконання дипломної роботи було досліджено алгоритми комп'ютерного зору. Комп'ютерний зір використовується для розпізнавання та ідентифікації об'єктів, діагностування захворювань, керування безпілотними автомобілями та літаками.

Робота пов'язана з технологією доповненої реальності, яка має потенціал для розвитку та може застосовуватися у різних областях. Її використання допомагає підвищити наочність навчальних матеріалів, а процес користування товарами зробити більш інтерактивним.

Розглянуті у даній роботі засоби та технології демонструють багатий функціонал платформи доповненої реальності Vuforia, яка дозволяє створювати застосунки доповненої реальності для використання у різних областях.

Практичним результатом роботи є мобільний застосунок доповненої реальності для візуалізації об'єктів живого світу, що представлені у вигляді зображень. Застосунок надає інформацію про виявлені об'єкти та можливість взаємодіяти з віртуальними аналогами об'єктів, які є 3D-моделями. Для застосунку було створено прототип та проведено тестування системи, яке показало недоліки системи.

Застосунок, що було розроблено, відрізняється від аналогів тим, що надає повнішу інформацію про предмети та існує можливість інтерактивної взаємодії з ними. Даний застосунок має набагато більшу освітню цінність, ніж деякі його аналоги.

Подальший розвиток розробленого застосунку полягає у накопиченні інформації у базі даних для ширшого використання, а також у використанні більш якісних моделей, а також перенесення моделей на віддалений сервер з метою їх завантаження на пристрій користувача лише за потребою.

Застосунок можна використовувати у школах та дитячих садках для візуалізації предметів, які неможливо отримати за певних умов. При внесенні певних змін у роботу застосунку та за наявності експерта в медичній галузі, його можна використовувати у медицині для візуалізації зв'язків між органами та системами органів в живих організмах.

У розділі про охорону праці було досліджено основні нормативні документи, визначено норми умов праці робітника. Було проаналізовано умови роботи та порівняно з нормами. Також, було проведено розрахунок штучного освітлення робочого приміщення та надано рекомендації щодо результатів розрахунку.

## АНОТАЦІЯ

Місюк Тетяна Олегівна Система комп'ютерного зору з використанням технології доповненої реальності – На правах рукопису.

Дипломна робота на здобуття освітньої кваліфікації «Бакалавр комп'ютерних наук». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2019.

Метою дипломної роботи є аналіз алгоритмів комп'ютерного зору та створення застосунку доповненої реальності, який надасть можливість учням та студентам використовувати його для отримання додаткової віртуальної інформації про досліджуваний об'єкт та мати можливість взаємодіяти з ним. Робота складається з 4 розділів.

Результатом роботи є застосунок на платформу Android, який, використовуючи інструменти доповненої реальності, надає користувачу можливість отримати об'єкт віртуального середовища на зображенні реального світу. Даний застосунок призначений для використання в освітніх цілях, зокрема для використання у школах та університетах для більш інтерактивної взаємодії учнів та навчального матеріалу.

Загальний об'єм роботи: 88 – сторінок, 10 – рисунків, 1 -таблиця, 28 – посилань.

*Ключові слова: комп'ютерний зір, computer vision, алгоритми аналізу зображень, доповнена реальність, augmented reality, AR, графічний інтерфейс, гральний рушій, Unity, Vuforia.*

**ABSTRACT**

Misyuk Tetiana Olegovna A computer vision system using the technology of augmented reality - Have the rights of the manuscript.

Diploma work for receiving educational qualification «Bachelor of Computer Science». - Petro Mohyla Black Sea National University, Nikolaev, 2019.

The purpose of the thesis is to analyze the algorithms of computer vision and create an augmented reality application, which will allow students and students to use it at school or university to obtain additional virtual information about the object under study and be able to interact with it. The work consists of 4 sections.

In the given work the analysis of algorithms of computer vision for work with images and existing decisions and methods of work with the augmented reality is spent; the comparative analysis of existing analogues of the appendix is spent. The work presents schemes that characterize the functional model of the system.

The result of the work is an application for the Android platform, which, using augmented reality tools, gives the user the opportunity to get an object of virtual environment in the picture of the real world. This application is intended for use in educational purposes, in particular, for use in schools and universities for a more interactive interaction between students and educational material.

The total amount of work: 88 – pages, 10 – pictures, 1 – table, 28 – references to literature.

*Keywords: computer vision, image analysis algorithms, augmented reality, AR, graphical interface, game engine, Unity, Vuforia.*