

IT ЖАҢА ТРЕНДТЕРІ
НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИТ
NEW IT TRENDS

DOI 10.51885/1561-4212_2023_4_400

MFTAA 50.10.47

**Т.Б. Халық¹, Ж.О. Оралбекова¹, М.Г. Жартыбаева¹, А.Б. Нуржанова¹,
Ш.Е. Ахметжанова², Г.А. Тюлепбердинова³**¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

E-mail: tomi.x0170@gmail.com

E-mail: oralbekova@bk.ru*

E-mail: makkenskii@mail.ru

E-mail: nuraizhan87@mail.ru

²М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

E-mail: shina_70@mail.ru

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

E-mail: tyulepberdinova@mail.ru

**ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНАЙЫЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЫЛЖЫМАЙТЫН
МҮЛІК НАРЫҒЫНДА ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ****ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ
ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА РЫНКЕ НЕДВИЖИМОСТИ****POSSIBILITIES AND BENEFITS OF USING AUGMENTED REALITY
TECHNOLOGIES IN THE REAL ESTATE MARKET**

Аңдатпа. Бұл жұмыста толықтырылған шынайылықты қолдану салалары қарастырылып, зерттелді, әдеби шолу жасалды. Әдеби шолу толықтырылған шынайылықтың көп салаларда тәжірибелік қолданысқа ие, дамып келе жатқан технологиялардың бірі және таңдап алынған зерттеу тақырыбы өзекті екенін көрсетті. Толықтырылған шынайылық технологиясын жылжымайтын мүлік нарығында пайдаланудың мүмкіндіктері мен артықшылықтарын көрнекі түрде көрсету мақсатында BI Group құрылыс компаниясының төрт тұрғын үйі таңдап алынды. Бұл үйлердің толықтырылған шынайылық технологиясының көмегімен 3D моделін беретін интерактивті қосымша құрылды. Пайдаланушы интерфейсі әзірленді. Батырмалардың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ететін арнайы тоғыз скрипт жазылды. Қосымшаны қолдануға ыңғайлы болу үшін Android операциялық жүйесінде жұмыс істейтін мобильдік нұсқасы әзірленді. Қалалық инфрақұрылым жобаларында толықтырылған шынайылықтың қолдану қажеттілігі сипатталды.

Түйін сөздер: Толықтырылған шынайылық, 3D модель, визуализациялау, цифрлық түрлендіру, Android негізінде, инфрақұрылымдық жобалар.

Аннотация. В данной работе Рассмотрены и изучены области применения дополненной реальности, сделан обзор литературы. Обзор литературы показал, что дополненная реальность является одной из новых технологий с практическим применением во многих областях и выбранная тема исследования актуальна. Для наглядной демонстрации возможностей и преимуществ использования технологии дополненной реальности на рынке недвижимости были выбраны четыре жилых дома строительной компании BI Group. Было создано интерактивное приложение для создания 3D-модели этих домов с использованием технологии дополненной реальности. Создан пользовательский интерфейс. Написано девять специальных скриптов, обеспечивающих корректную работу кнопок. Для удобства использования приложения

разработана мобильная версия, работающая на операционной системе Android. Описана необходимость использования дополненной реальности в проектах городской инфраструктуры.

Ключевые слова: Дополненная реальность, 3D модель, визуализация, цифровое преобразование, на базе Android, инфраструктурные проекты.

Abstract. In this work the areas of application of augmented reality were considered, studied, and reviewed. The literature review showed that augmented reality is one of the emerging technologies with practical application in many fields and the selected research topic is relevant. In order to visually demonstrate the possibilities and advantages of using augmented reality technology in the real estate market, four BI Group construction company residential buildings were selected. An interactive application was developed to provide a 3D model of these houses using augmented reality technology. The user interface has been developed. Nine special scripts have been written to ensure the proper operation of the buttons. For the convenience of using the application, a mobile version running on the Android operating system has been developed. The need to use augmented reality in urban infrastructure projects was described.

Keywords: Augmented reality, 3D model, visualization, digital transformation, Android based, infrastructure projects.

Kіpіcne. Толықтырылған шынайылық – қазіргі таңда дамып келе жатқан технологиялардың бірі. Виртуалды шынайылық жасанды орта ретінде қабылданса, толықтырылған шынайылықты виртуалды шынайылықтың дербес жағдайы деуге болады, бұл технология пайдаланушыға виртуалды объектерді нақты әлеммен біріктіреді. Толықтырылған шынайылық деп келесі үш сипаттамаға ие: 1) нақты және виртуалды ортаны біріктіретін; 2) нақты уақытта интерактивті; 3) 3D форматында тіркелген, жүйе ретінде қарастыруға болады [1].

Алғашқыда толықтырылған шынайылық ойын үшін қолданумен басталса, қазіргі таңда толықтырылған шынайылықты қолдану аясы ауқымды. Жеке оқыту мүмкіндігі шектеулі немесе қолжетімсіз болған кезде толықтырылған шынайылық технологиясы әр түрлі пәнді оқытуды тиімді жеңілдеті алады. Мысалы медицина білім беру саласында хирургияны оқытуға келетін болсақ, халықаралық тәжірибемен бөлісу мақсатында толықтырылған шынайылықты қолдану іс жүзінде жүзеге асырылды [2]. COVID-19 пандемиясы жоғары, төмен және орта деңгейлі елдер арасында хирургиялық дағдыларды бөлісу мүмкіндіктерін күрт төмендетті. Толықтырылған шынайылық технологиясы бір елдегі тәлімгерлерге халықаралық іс-сапарсыз хирургиялық жағдайларда басқа елде тәлімгерді іс жүзінде оқытуға мүмкіндік берді. АҚШ пен Ұлыбританиядағы үш аға хирург-уролог толықтырылған шынайылық жүйелерін пайдаланып, Африка континентіндегі төрт хирург-уролог тағылымдамашыларымен жұмыс істеді. Жаттықтырушылар мен тыңдаушылар тәжірибелерін бағалай отырып, операциядан кейінгі сауалнаманы толтырды. Сауалнама нәтижесі бойынша тыңдаушылар виртуалды оқыту сапасын 83% жеке оқытуға баламалы деп бағалады. Жаттықтырушылар 67 % жағдайда технологияның көрнекі сапасын қолайлы деп хабарлады. Технологияның аудиовизуалды мүмкіндіктері көп жағдайда жақсы әсер етті.

Толықтырылған шынайылық құрылысты автоматтандыру құралдары сияқты әртүрлі технологияларды қамтитын киберфизикалық жүйелер инфрақұрылымды басқару секторында танымал болуда [3]. Шет елдерде құрылыс жобаларының үш өлшемді визуализациясын жасау үшін толықтырылған шынайылық технологиясы немесе ғимаратты ақпараттық модельдеу жүйесі қолданылады [4]. Біздің елде көбінесе толықтырылған шынайылық технологиясы ғана қолданысқа ие. Соңғы онжылдықта құрылыс жобаларының стандартты өртке қарсы эвакуация жолдарының сызбалары әдетте қауіпті аймақтарды және эвакуациялау жолдарын түсіндіру үшін екі өлшемді көріністері басшылыққа алынады. Бірақ бұндай сызбаларды қарапайым пайдаланушы

жылдам түсіне алмай, олардың ғимарат ішіндегі нақты орнын таба алмай, эвакуацияның жолдарын таңдай алмай уақыт жоғалтады. Осылайша, өрттер орын алған жағдайда құрылыс объектісінің өрті шығынға әкелуі мүмкін және қаза тапқан немесе жарақат алған жұмысшылардың саны көп болуына әкеп соғады. Сол себептен құрылыс жобаларының үш өлшемді визуализациясын жасау үшін толықтырылған шынайылық қолданылды. Бұл зерттеу жұмысы өртті эвакуациялау жүйесін жақсарту және қауіпті жерлерден эвакуациялау үшін ақпаратқа нақты уақытта қол жеткізуді қамтамасыз ету үшін толықтырылған шынайылық көмегімен тұрғын үйлердің 3D моделін беретін мобилдік қосымшаның прототипін жасауға бағытталған.

Бұл зерттеу жұмысының жаңашылдығы бірқатар негізгі аспектілерден көрінеді. Біріншіден, біз осы тәсілдің артықшылықтары мен келешегі туралы егжей-тегжейлі талдауды қамтамасыз ете отырып, жылжымайтын мүлік нарығында толықтырылған шынайылық технологиясының практикалық қолданылуын қарастырамыз. Екіншіден, бұл мақалада толықтырылған шынайылықты пайдалана отырып, тұрғын үйлердің 3D модельдерін жасау үшін арнайы бейімделген интерактивті қосымшаның әзірленуі сипатталған. Бұл инновациялық тәсіл жылжымайтын мүлікті неғұрлым көрнекі және интерактивті таныстыруды қамтамасыз етеді, әзірлеушілер үшін де, тұрғын үйлерді сатып алушылар үшін де жаңа мүмкіндіктер ашады.

Бұған қоса, бұл зерттеу жасалған әдебиттер шолуына негізделіп қалалық инфрақұрылым жобаларында толықтырылған шынайылықты пайдаланудың келешекке болжамды перспективасын ұсынады. Бұл инновациялық тұжырымдама қалалық ортаны түрлендіру және AR технологиясын пайдалана отырып, азаматтардың өмір сүру тәжірибесін жақсарту мүмкіндіктерін талқылайды. Қосымшаның Android операциялық жүйесімен үйлесімді мобильді нұсқасы әзірленді және GitHub платформасына жүктелді, бұл қосымшаның пайдаланушыларға қолжетімділігін кеңейтеді және жылжымайтын мүлікке арналған мобильді технологиялардағы заманауи трендтер контекстінде біздің зерттеулерімізді маңызды етеді.

Әдеби шолу. Толықтырылған шынайылық зерттеушілердің назарын өзіне көптеп аударуда. Бүгінгі күнде Скопус деректер қорында “augmented reality” (толықтырылған шынайылық) түйін сөзімен тіркелген жұмыстардың саны 48275 құжатты құрайды, бұл көрсеткіш алдыңғы жылмен салыстырғанда 8556 жұмысқа артқан [5].

Н.С. Джаявардена, П. Тайчон, С. Куач, А. Раззак және А. Бель «Виртуалды шынайылық пен толықтырылған шынайылық бейне жарнамаларының сендіру әсерлері: тұжырымдамалық шолу» атты жұмысында өңдеу ықтималдығы моделінің әлеуметтік-психологиялық теориясын пайдалана отырып, виртуалды және толықтырылған шынайылығы бар жарнама арқылы тұтынушыларды сендірудің концептуалды моделін ұсынды [6]. Авторлар виртуалды және толықтырылған шынайылықты қолданудың артықшылықтарын көрсету үшін өңдеу ықтималдығы моделінің көмегімен бірқатар теориялық және эмпирикалық жұмыстарды бағалайтын жүйелі әдебиеттерге шолу жасады. Олар виртуалды және толықтырылған шынайылықты жарнамаға қосу арқылы тұтынушылардың көзқарасын зерттеді. Виртуалды және толықтырылған шынайылық жарнамаларының технологиялық контексті, олардың сапасы, демографиялық айырмашылықтар тұтынушыларды сендіруге ықпалын тигізетінін көрсетті.

Ұшқыштарды дайындау саласына келетін болсақ, ондаған жылдар бойы әртүрлі сипаттамалары мен сенімділік дәрежесі бар ұшу тренажерлерінің көмегіне жүгінді. Дегенмен, көптеген зерттеулер тренажерлік жаттығулардың мойындалған үлесіне қарамастан, дайындалған тапсырмаға байланысты нақты ұшу тәжірибесі әлі де қажет екенін көрсетті. Сол себептен Д.Х. Арджони, И.С. Рехдер, Д.М.П. Фигейра және

Э.Виллани имитациялық сценарийді жасау үшін ұшақтан тыс ортадағы элементтер толықтырылған шынайылық гарнитурасы арқылы көрсетілетін ұшу кезіндегі жаттығулар үшін толықтырылған шынайылық технологиясын пайдалануды ұсынды [7]. Олар тренажерлік жаттығуларға толықтырылған шынайылық жүйесін енгізу адам факторларына, мысалы, стресс пен жұмыс жүктемесіне, сондай-ақ өнімділікке қалай әсер ететінін зерттеді. Имитациялық ортада алынған нәтижелер ұшу науқанының нәтижелеріне баламалы болса да, ұшу тренажерінде жүргізілген эксперименттік науқан толықтырылған шынайылық гарнитурасының кейбір эргономикалық аспектілерінің ұшқышқа шешім қабылдауға әсерін бағалауға мүмкіндік берді. [8] жұмыстың авторлары ұшқыштың жағдай туралы хабардар болуын арттыру үшін кабинаға орналастырылған ақпаратты көрсететін толықтырылған шынайылықтың әлеуетін зерттеді. Зерттеуге қатысқан ұшқыштар AR қимылымен және дауыстық пәрменді тексеру тізімдерімен салыстыру үшін негіз ретінде дәстүрлі қону бақылау парақтарын толтырды. Зерттеу нәтижелері командалық қимылдар қосымша танымдық және физикалық жүктемелер тудыратынын көрсетті. AR қолданбаларында жауап беру уақытының кешігуі, тар көру өрісі, дауысты тану дәлдігі, динамикалық ортада калибрлеу және қосымша зерттеуді қажет ететін түсініксіз бас позициясының қозғалысы сияқты кейбір шектеулер болды. Керісінше, дауыс пәрмендері бар бақылау тізімдері қатысушылардың жұмыс жүктемесін азайту және ұшқыштың жағдай туралы хабардар болу өнімділігін арттыру тұрғысынан айтарлықтай жақсы көрсеткіштер көрсетті. Дегенмен, толықтырылған шынайылық құрылғысы ұшулардың экономикалық тиімділігін арттыру үшін бастапқы кезеңде оқытудың тамаша құралы бола алады.

Толықтырылған шынайылық барлық дерлік салада оң нәтижелер бермеді. Стоматологиялық имплантация хирургиясында толықтырылған шынайылық айтарлықтай жоғары нәтижелер көрсетпеді [9].

Сот-медициналық сараптама саласы әрбір тартылған маманның кең ауқымды білімі мен тәжірибесін талап етеді. Толықтырылған шынайылықты тергеушілерге оқиға орнындағы әртүрлі тапсырмаларда, сондай-ақ кейінірек тергеу үдерісінде қолдау көрсету үшін пайдаланудың оң тәжірибесі бар [10].

Толықтырылған шынайылық тұтынушылардың онлайн сатып алу ниеттеріне қалай әсер ететінін анықтауға бағытталған зерттеулерде: толықтырылған шынайылық технологиясы көмегімен тұтынушылардың диагностика, психологиялық қашықтық, тәуекелдер және электрондық коммерция өнімдерін сатып алу ниетін жақсартатынын көрсетті [11].

Сонымен бірге толықтырылған шынайылық пен геолокация технологияларын пайдалана отырып, мобильді қосымшаның көмегімен тарихи және ойын-сауық орындарын бөліп көрсету арқылы туризмді дамыту мақсатында қолданыс тапты [12-13].

AR технологиясын геокеңістіктікі жоспарлау жобаларына қатысу барысында қолдану тәжірибелері бар. Бұл технологияның интерактивті және үш өлшемді сипаты жоспарлау үдерістерінде байланыс пен ақпарат алмасудың жоғары сапасына мүмкіндік береді. Авторлармен техникалық шектеулерге байланысты, жалпы жоспарлау үдерісінде толықтырылған шынайылықты қолдану шектеулі екені анықталды. Дегенмен, бұл пайдалы технология, өйткені ол пайдаланушылардың көбірек қатысуына және жобаларды жоспарлау кезінде пайдаланушылар арасында анық түсінуге мүмкіндік береді [14].

Әдеби шолу көп салаларда толықтырылған шынайылықтың тәжірибелік қолданысқа ие екенін, дамып келе жатқан технологиялардың бірі және тандап алынған зерттеу тақырыбы өзекті екенін көрсетті.

Материалдар және зерттеу әдістері. Қосымшаны әзірлеу үшін Unity 3D ойын

қозғалтқышы, Vuforia SDK мен 3D модельдеуге арналған Blender платформасы пайдаланылды. Бұл қосымшаны әзірлеу үдерісін 1-суретте көрсетілгендей негізгі үш кезеңмен сипаттауға болады.

Трекер арқылы визуализациялау үшін нысан суретін жасау	Объекттерді 3D модельдеу	ойын қозғалтқышында нысандармен жұмыс
<ul style="list-style-type: none"> • бөліктерді сканерлеу. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3D объект модельдерін Blender платформасында құру. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unity 3D ойын қозғалтқышына нысандарды Blender-ден экспорттау; • қажетті кітапханаларды Unity 3D қозғалтқышына импорттау; • скрипттерді жазу.

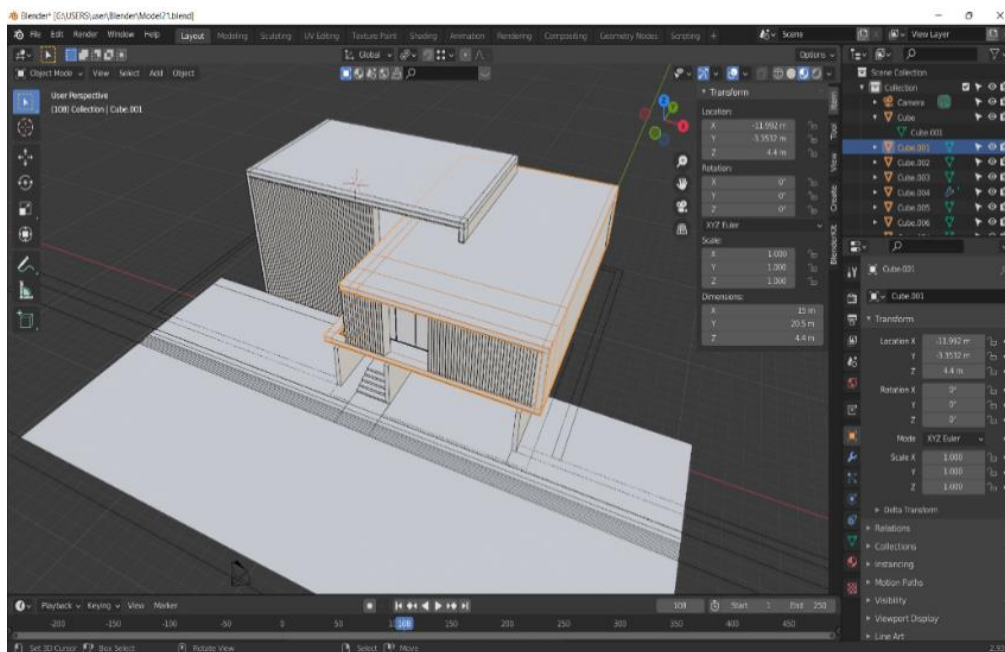
1-сурет. Қосымшаны әзірлеу кезеңдері

Үш өлшемді нысандарды құру үдерісі модельдеу, ал нысандардың өздері модель деп аталады. 3D модельдің қолмен салынған кескіннен айырмашылығы, оларды барлық бұрыштардан қарап, үш өлшемде айналдыруға және жылжытуға болады [15].

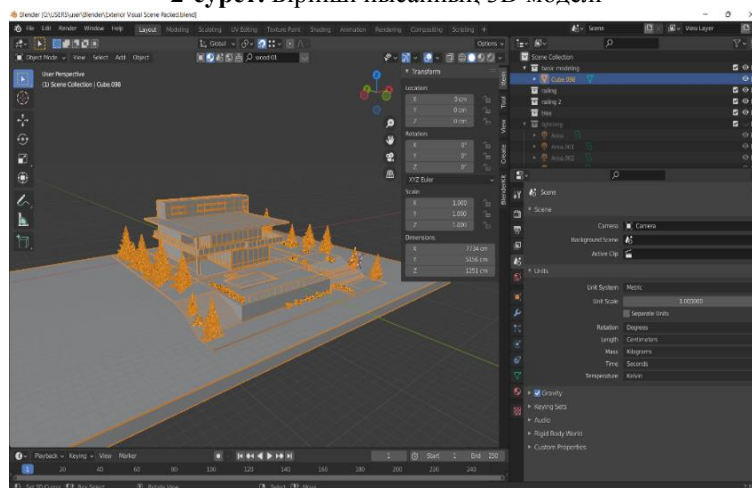
Нәтижелері және оларды талқылау. Бұл мақаланың мақсатына жету үшін келесі жұмыстар сәтті орындалды:

1. Камераның көмегімен оқылып, танылатын нысанның дизайны жасалды.

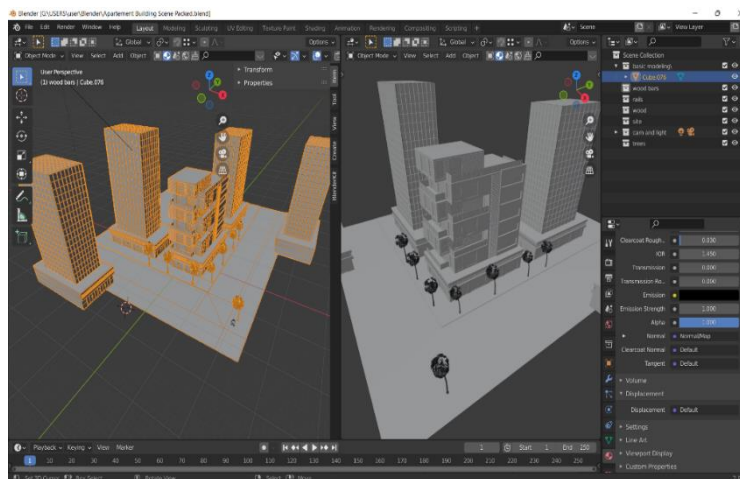
Blender платформасында нысандарды 3D модельдеу үшін модельді цифрлық түрде қалыптастырып, 3D үлгілеріне физикалық кескіндерге мүмкіндігінше шынайы етіп көрсету үшін материалдар және текстуринг, жарықтандыру, рендеринг қолданылды. Нәтижеде 4 нысанның 3D-моделі дайындалды (2-5-суреттер).



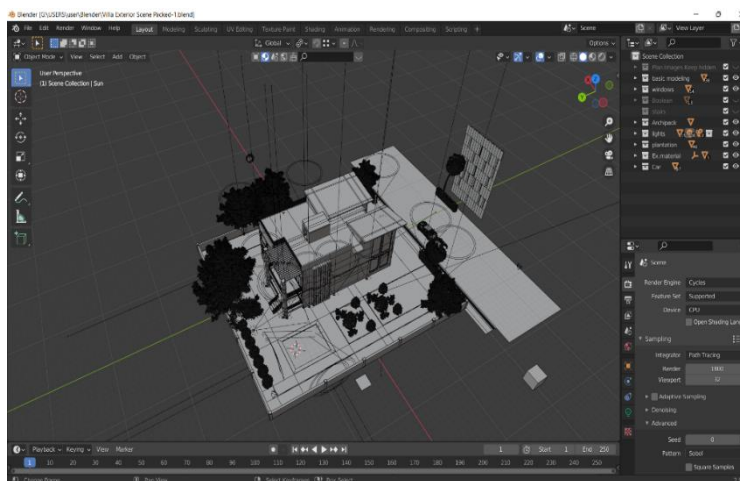
2-сурет. Бірінші нысанның 3D моделі



3-сурет. Екінші нысанның 3D моделі



4-сурет. Үшінші нысанның 3D моделі



5-сурет. Төртінші нысанның 3D моделі

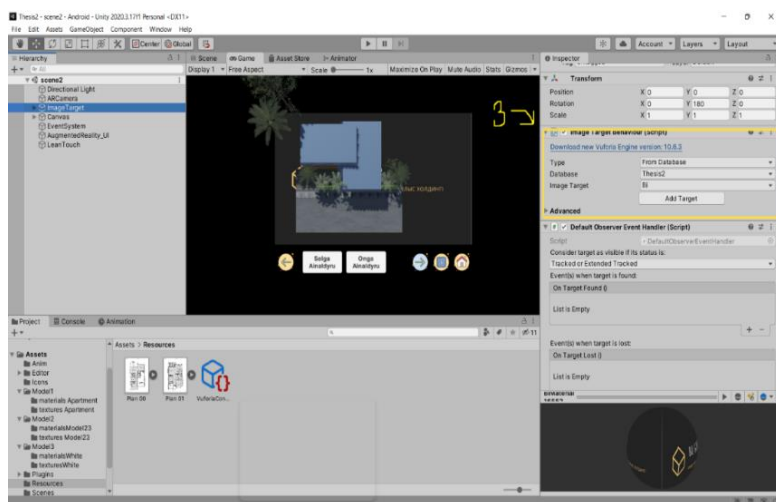
Жоғарыда 2-5-суреттерде көрсетілген төрт нысанның 3D модельдері Unity программасына импортталуы үшін .fbx кеңейтілуімен сақталды.

2. Төрт нысанның 3D модельдері Unity бағдарламасына импортталды. Unity мен Blender программаларында координаттар жүйелеріне байланысты сәйкессіздіктер реттеліп, төрт нысанның 3D модельдері Unity бағдарламасына дұрыс импортталды. Rotation мен Scale мәндері өзгертілді. Әр нысанның беттерінің дұрыс бағытталуы тексерілді.

3. Unity үшін лицензиялық кілтпен Vuforia SDK плагині жүктелді.

4. Target Manager арқылы нысандар суреттерінің деректер қоры құрылды.

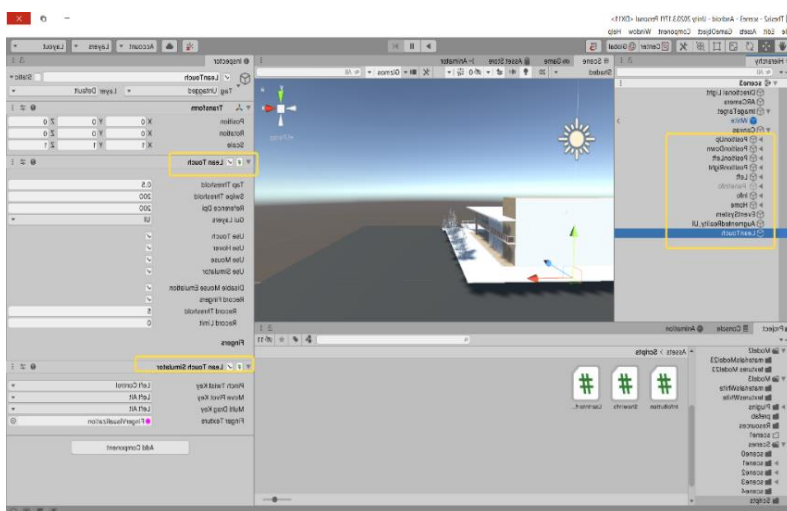
5. Құрылған деректер қоры Unity Editor үшін жүктеп алынды (6-сурет).



6-сурет. Құрылған деректер қорының Unity-ге жүктелуі

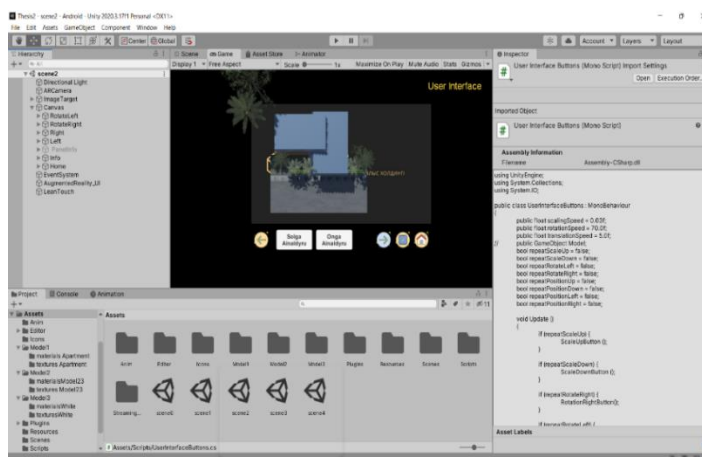
6. Пайдаланушы интерфейсі әзірленді. Қосымшаны қолдануға ыңғайлы болу үшін батырмалар жасалды.

Пайдаланушы интерфейсіндегі батырмалар мен скриптерді жазу көрінісі 7-8-суреттерде келтірілген.



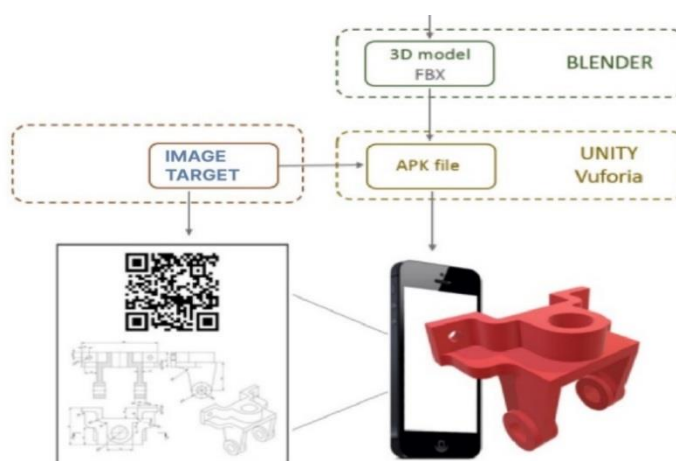
7-сурет. Батырмалар

Батырмалардың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ететін арнайы 9 скрипт жазылды. Бұл скрипттер мен мобильдік қосымша GitHub платформасына жүктелді [16].



8-сурет. Unity-де скрипттерді жазу көрінісі

Жасалған жұмыстың негізгі қадамдары 9-суретте көрсетілген.



9-сурет. Істелген жұмыстың негізгі қадамдары

Әзірленген қосымша Android операциялық жүйесі 6.0-ден жоғары болатын смартфондарға орнатылады.

Қорытынды. Толықтырылған шынайылық технологиясының көмегімен төрт тұрғын үйдің 3D моделін беретін интерактивті қосымша құрылды. Пайдаланушы интерфейсі әзірленді. Батырмалардың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ететін арнайы тоғыз скрипт жазылды. Қосымшаны қолдануға ыңғайлы болу үшін Android операциялық жүйесінде жұмыс істейтін мобильдік нұсқасы әзірленді.

Қалалық инфрақұрылым жобаларында су, кәріз, газ, жылу үшін жаңа құбыр желілерін орнату және олардың ағымдағы жөндеу жұмыстары кездеседі. Көбінесе мұндай жобалар олардың орналасуы, геометриясы және түрі бойынша төселген құбырлар туралы дұрыс емес ақпаратпен сипатталады. Әдеби шолу жасау негізінде құрылыстағы толықтырылған шынайылықтың бірнеше тәжірибелік қолданбалары ғана сипатталған екенін байқауға болады. Бұл осы технологияны құрылыста сәтті енгізу үшін нұсқаулықтардың және стандартталған енгізу үлгілерінің әлі де жоқтың қасы деуге болады. Болашақта осы

жұмыстың жалғасы ретінде толықтырылған шынайылықты қалалық инфрақұрылым жобаларына қолдану көзделіп отыр.

Алғыс. Жұмыс ЖРН АР09058557 жобасы шеңберінде 24.02.2021 ж. №63-КМУ2 келісім-шарт негізіндегі ҚР ҒЖБМ грантының қолдауымен орындалды.

References

1. Dominique G., Kunitsky K., Natchagande G., Jalloh M., Gebreamlak A.L., Lawal I., Agoukpe M.M., Hodonou F.D., Yeivi D.M.I., Avakoudjo J.D.G., McCammon K., Watson G., Scotland K.B. Evaluation of augmented reality technology in global urologic surgery // The American Journal of Surgery. – 2023. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2023.05.014>.
2. Mulay R., Verma S.S., Sharma H. Methodical study and advancement in AR/VR applications in present and future technologies // Handbook of Augmented and Virtual Reality. – 2023. – P. 69–80.
3. Um, J., Park, J.M., Park, S.Y., Yilmaz, G. Low-cost mobile augmented reality service for building information modeling // Automation in Construction. – 2023. – Volume 146. – P.104662. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104662>.
4. Kanangkaew S., Jokkaw N., Tongthong T. A real-time fire evacuation system based on the integration of Building Information Modeling and Augmented Reality // Journal of Building Engineering. – 2023. – Volume 67. – P.105883. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.105883>.
5. БД Сконус: <https://www.scopus.com/> (date of access: 7.06.2023)
6. Jayawardena N.S., Thaichon P., Quach S., Razzaq A., Behl A. The persuasion effects of virtual reality (VR) and augmented reality (AR) video advertisements: A conceptual review // Journal of Business Research. – 2023. – Volume 160. – P.113739. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113739>.
7. Arjoni D.H., Rehder I.S., Figueira J.M.P., Villani E. Augmented reality for training formation flights: An analysis of human factors // Heliyon. – 2023. – Volume 9, Issue 3. – P. e14181. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14181>.
8. Li W.-C., Zhang J., Court S., Kearney P., Braithwaite G. The influence of augmented reality interaction design on Pilot's perceived workload and situation awareness // International Journal of Industrial Ergonomics. – 2022. – Volume 92. – P.103382. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103382>.
9. Tao B., Fan X., Wang F., Chen X., Shen Y., Wu Y. Comparison of the accuracy of dental implant placement using dynamic and augmented reality-based dynamic navigation: An in vitro study // Journal of Dental Sciences. – 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.05.006>.
10. Golomingi R., Dobay A., Franckenberg S., Ebert L., Sieberth T. Augmented reality in forensics and forensic medicine – Current status and future prospects // Science & Justice. – 2023. – Volume 63, Issue 4. – P.451-455. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2023.04.009>.
11. Uhm, J.-P., Kim, S., Do, C., Lee, H.-W. How augmented reality (AR) experience affects purchase intention in sport E-commerce: Roles of perceived diagnosticity, psychological distance, and perceived risks // Journal of Retailing and Consumer Services. – 2022. – Volume 67. – P.103027. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103027>.
12. Pereira M., Silva J.C., Pinheiro M., Carvalho S., Santos G. Points of interest in the city of Barcelos in Portugal through augmented reality // Internet of Things and Cyber-Physical Systems. – 2024. – Volume 4. – P. 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.07.002>.
13. Ronaghi M.H., Ronaghi M. A contextualized study of the usage of the augmented reality technology in the tourism industry // Decision Analytics Journal. – 2022. – Volume 5. – P.100136. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100136>.
14. Jansen R., Mendoza F.R., Hurst W. Augmented reality for supporting geo-spatial planning: An open access review // Visual Informatics. – 2023. <https://doi.org/10.1016/j.visinf.2023.07.002>.
15. Kiruthiga D., M., Kanya N., Ethiraj N., Sendilvelan S. Augmented and virtual reality incorporation in the manufacturing industry 4.0 // Computational Intelligence based Optimization of Manufacturing Process for Sustainable Materials. – 2023. – P.133–145.
16. <https://github.com/makkenskii/3D-buildings-bi>