

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-5-81-61>

УДК 7.07

Юрченко І.А., Скригунець С.О.

Національний університет «Львівська політехніка»

СИНТЕЗ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В РОЗРОБЦІ ІНТЕРАКТИВНОЇ НАСТІЛЬНОЇ ГРИ

Анотація. В статті розглянуто настільні ігри з доповненою реальністю як результат синтезу з цифровими технологіями для розширення функціональності ігрового процесу, окреслено шкалу співвідношення феномену реальності-віртуальності та фактору уяви як додаткового джерела контенту в ігровому середовищі. Проведено аналіз засобів доповненої реальності, класифіковано типи AR-ігор та визначено таксономію синтезу фізичного та віртуального світу в іграх, розгорнуто тему мотивації гравця як реакції на параметри оточення, соціальні показники та інші інструменти взаємодії реальних та комп'ютерних ігор. Визначено потенційне розмаїття практичного інструментарію проектування та перспективи вдосконалення користувацького досвіду шляхом інтеграції додаткових ресурсів та технологій. Схарактеризовано наявні концепції та прототипи, ймовірності подальшого розвитку, а також можливості нового дизайну взаємодії в контексті «доповнених» настільних ігор.

Ключові слова: стратегічні настільні ігри, ігровий дизайн, доповнена реальність, багатовимірна типологія ігор, ігрові інтерфейси.

Yurchenko Ihor, Skryhunets Sofia

Lviv Polytechnic National University

SYNTHESIS OF THE AUGMENTED REALITY METHODS IN THE DESIGN OF INTERACTIVE BOARD GAMES

Summary. The article focuses on augmented reality board games as a result of synthesis with digital technology, to enhance the functionality of the gameplay. The scale of proportionality of the reality-virtuality phenomenon and the imagination factor as a source of content in the game environment is mentioned. The possibilities of augmented reality in peripheral areas separate from the gaming industry, but with noteworthy accomplishments and implementation solutions are reviewed. The analysis of the augmented reality tools is carried out, types of AR-games are classified, and taxonomies of synthesis of the physical and virtual world in games are traced. The theme of the motivation of the player as a reaction to environmental parameters, social indicators, and other tools of interaction and influence of real and computer games are specified. The existing recognition and integration technologies are also described in detail. They are outlined by the implemented examples and general characteristics of their interaction mechanics in the context of dynamics, spatiality, and activation parameter. The potential variety of practical design tools and prospects for improving user experience through the integration of additional resources and technologies has been identified. Special attention is paid to the comparative analysis of computer and physical games, their potential strengths and weaknesses are systematically classified depending on the type of play, and the benefits of their collaborative synthesis are determined. The product of this synthesis is identified as a perfect medium of interaction, which contains the potentiality of digital support with no loss of the physical contact factor and the possibilities of human imagination, therefore creating an entirely new scenario of user experience, which is a particularly exciting research subject both from a psychological point of view and for subsequent solutions in the interaction design. The existing concepts and prototypes, the perspectives of further development, as well as the possibilities of the new enhanced interaction in the environment of augmented board games, are presented.

Keywords: strategic board games, game design, augmented reality, multidimensional typology of games, game interfaces.

Постановка проблеми. Впродовж останнього десятиліття прогрес у можливостях тривимірної графіки та технологіях обробки і відображення об'єктів сучасними пристроями трансформував їх у привабливі платформи для створення настільних ігор з використанням доповненої реальності. Цифрове середовище стало невіддільною частиною життя багатьох людей, у тому числі й з метою формування власного дозвілля та розваг. Саме зростаюча прогресивність таких технологій як бездротові мережі, мікропроцесори та датчики відкрила нові можливості для вдосконаленого процесу взаємодії в настільних іграх. Цей новий тип, названий грою з доповненою реальністю, або «augmented board game», викликає значний інтерес у дослідженні, розширюючи можливості реалізації ігрової та його нових форм як синтезу технологій та традиційних ігор.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Процес віртуалізації через призму аудіовізуального мистецтва, його естетизація та класифікація «модифікованої реальності» висвітлені у публікації вітчизняних науковців М. Моженко та М. Прядко [2]. О. Патлайчук розглядає перспективи віртуальної та доповненої реальності як додаткового інструменту в методах вищої освіти, зокрема наголошуючи на потенціалі розвитку та експериментальних можливостях галузі, вплив на якість та доступність навчального процесу [3]. Т.Р. Гуменникова, Т.А. Лугова, О.І. Ряшенко та Ю.Л. Трояновська аналізують взаємозв'язки компонентів STREAM-освіти з фазами розробки комп'ютерної гри, а також визначають способи інтеграції доповненої реальності у вправах із сенсорами руху людини [1]. Т. Ризов, О. Дьокіч та М. Тасевський розглядають дизайн ігрової настільних стратегічних ігор з до-

повненою реальністю через порівняння методик шляхом тестування на фокус-групах [17]. Підсумовуючи результати попередніх досліджень, варто врахувати стрімкий розвиток технологій та численність потенційних галузей застосування доповненої реальності, саме тому напрям лише набуватиме своєї актуальності у майбутньому.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Відкритими питаннями, які потребують систематизації та окреслення нових перспектив залишаються: потенціал та технічні можливості реалізації, цінність вдосконаленої взаємодії у грі, відхід від традиційних комп'ютерних ігор з одночасною можливістю живої комунікації та використання цифрових ресурсів як одного з засобів для створення сучасного різновиду ігрового досвіду.

Метою роботи є виявлення та аналіз особливостей синтезу засобів доповненої реальності в контексті проектування дизайну взаємодії та його впливу на інтерактивність сценаріїв та сюжетів у настільних іграх. Завдяки експериментальному дизайну взаємодії, системному підходу, численним моделям та інструментам проектування, враховуючи соціальні та функціональні ролі, шаблони ігрового дизайну та аналіз задач стає можливим виокремити основні закономірності та перспективні точки розвитку в галузі. Завданням є:

- розкриття сутності настільної гри як культурного феномену;
- окреслення поняття доповненої реальності та категорій взаємодії з реальним світом;
- розгляд фактору уяви як додаткового джерела контенту у формуванні користувачього досвіду;
- систематизація, аналіз взаємозв'язків та результатів синтезу цифрових ігрових середовищ з традиційними;
- окреслення майбутніх перспектив та засобів удосконалення ігрової взаємодії у комплексі з цифровими просторовими інструментами.

Виклад основного матеріалу. Настільні ігри беруть початок ще з Древнього Єгипту 3500 р. до н. е. [18]. Вони є одним з найдревніших типів ігор, та найчастіше зустрічаються у Стародавньому світі. Сьогодні в них залишилися віддані прихильники, проте їх кількість істотно знизилась з моменту появи відеогри. І хоча традиційні та сучасні ігри помітно відрізняються між собою, їх переважно розважальна сутність залишається ідентичною. Однак очевидним є те, що тенденція збільшення кількості відеогравців переважає над шанувальникам класичної настільної гри. Потенціал інтеграції доповненої реальності в ігровий процес відкриває новий спосіб цифрової взаємодії без втрати живого

соціального фактору, трансформація якого у відеогрі набула пасивного характеру. *Доповнена реальність (AR)* – це різновид віртуального середовища (VE), або віртуальної реальності (VR), як її частіше визначають [4]. Технології AR спрямовані на те, щоб вивести можливості візуалізації та взаємодії з об'єктами із традиційного цифрового середовища, та втілити їх у просторі реального світу.

Категорії змішаної реальності

Інтерфейси змішаної реальності – це результат комбінації реального світу з віртуальним простором та його елементами [7]. Поняття доповненої реальності поширюється на вміст та відображення віртуального контенту з графічних, аудіо- та гаптичних ресурсів, хоча основний фокус зберігається саме на візуальній складовій. Більш ніж двадцять років тому Пол Мілграм охарактеризував інтерфейси змішаної реальності схемою «Континууму реальності-віртуальності», де з одного кінця інтерфейс забезпечує абсолютно реальний контент, а з іншого використовує лише віртуальний, а між ними розташовані AR (Augmented Reality – доповнена реальність) та AV (Augmented Virtuality – доповнена віртуальність, де реальний контент інтегровано у віртуальне середовище) [14].

Доповнена реальність довела свою цінність в багатьох галузях. Використовуючи цю технологію, лікарі можуть аналізувати медичні знімки, спроектовані на тіло пацієнта, що надає їм бачення близьке до рентгенівського зору та допомагає в діагностиці [5], археологам доступне спостереження за віртуальними реконструкціями історичних місць [22], а інженери можуть використовувати суміщені AR-креслення для роботи з механізмами [8]. Не менш активно застосовується ця технологія і в освіті на прикладі Google Expeditions [6], у маркетингу в якості креативних рішень для привертання уваги до продукту [16], в туризмі [9], дизайні інтер'єру [19], та електронній комерції, як асистент при примірці одягу, взуття чи аксесуарів перед купівлею [12]. Галузь розваг також стрімко розвиває дослідницьку базу доповненої реальності. Завдяки колосальним обсягам даних, технології у взаємодії з машинним навчанням роблять впевнені кроки у більш серйозні напрямки. Можливості AR та перспективи різноманітності ігор роблять їх досконалими сферами взаємодії.

Схема континууму реальності-віртуальності може бути застосована в галузі розваг у контексті опису користувачього досвіду як відображення пропорцій реального та віртуального змісту. К. Степлтон розширив цю схему додаючи уяву як третє джерело контенту [20]. У RPG, інтерак-

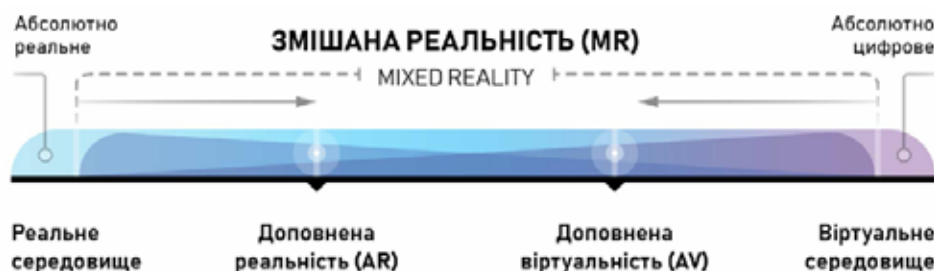


Рис. 1. Континуум реальності-віртуальності П. Мілграма

Джерело: розроблено автором за даними [14]



Рис. 2. Змішана реальність в контексті ігрового процесу

Джерело: розроблено автором за даними [20]

тивному сторітеллінгу чи «вигаданих» іграх (анг. games of make-believe) уявний контент грає вирішальну роль. В іграх, де досвід гравця часто зумовлений створеною атмосферою, суттєва частка глибини та повноцінності її сприйняття залежить від уяви, як відповіді на об'єктивні подразники.

Категорії доповненої реальності

Доповнена реальність, як правило, втілюється за допомогою точок прив'язки у фізичному світі, їх використання зумовлено просторовими параметрами для навігації.

Типи дисплеїв у доповненій реальності класифікуються за технологією впровадження та видами пристроїв, вибір яких опирається на цілі проекту, контекст та вимоги середовища.

Таксономія синтезу реального та віртуального світу

Перш за все, потрібно класифікувати параметри, за якими основне середовище чи продукт

різних AR/AV систем можуть бути відображені в умовах багатомірного простору. Три (проте не одині) суттєві властивості цього простору визначаються наступними параметрами:

1. *Реальність* – співвідношення штучного цифрового середовища з реальним.
2. *Занурення* – віртуальні та реальні середовища можуть бути відображені з або без необхідності спостерігача повністю занурюватися в них.
3. *Безпосередність* – параметр видимості об'єктів первинного світу безпосередньо, чи за допомогою синтезу з цифровим носієм.

Порівнюючи настільні та відеоігри можна дійти висновку, що показники ентузіазму в цифрових комп'ютерних іграх мають спадну тенденцію на інтуїтивному, поведінковому та рефлексорному рівнях, у порівнянні з традиційними [13]. У них гравці відчувають соціальну близькість, живу взаємодію та помітне задоволення у процесі. Традиційні ігри

Таблиця 1

Категорії доповненої реальності за технологією впровадження

Категорія	Тип	Приклад	Характеристика
Тригерна	1а. Маркерна: площинна	Blippar Plantale	Активацію здійснює площинний маркер
	1б. Маркерна: об'єкт	Aurasma IKEA Place	Більшість об'єктів можна використовувати як маркери
	2. На основі розташування	Pokemon Go Night Sky	Накладання цифрової інформації на карту або огляд камери в реальному часі. GPS здійснює активацію
	3. Динамічне доповнення	Warby Parker Swivel Complete Anatomy	Значне інтерактивне доповнення з можливим розпізнаванням об'єктів та/або відслідковуванням руху
Базується на відображенні	4. Комплексне доповнення	Google Glass	Динамічний перегляд та пряме добування даних з мережі на основі розташування, маркерів, або розпізнавання об'єктів
	5. Непряме доповнення	Wall Painter	Розумне доповнення зображень реального світу
	6. Неспецифічне цифрове доповнення	Swat the Fly	Доповнення будь якого огляду камери незалежно від розташування

Джерело: розроблено автором за даними [7]

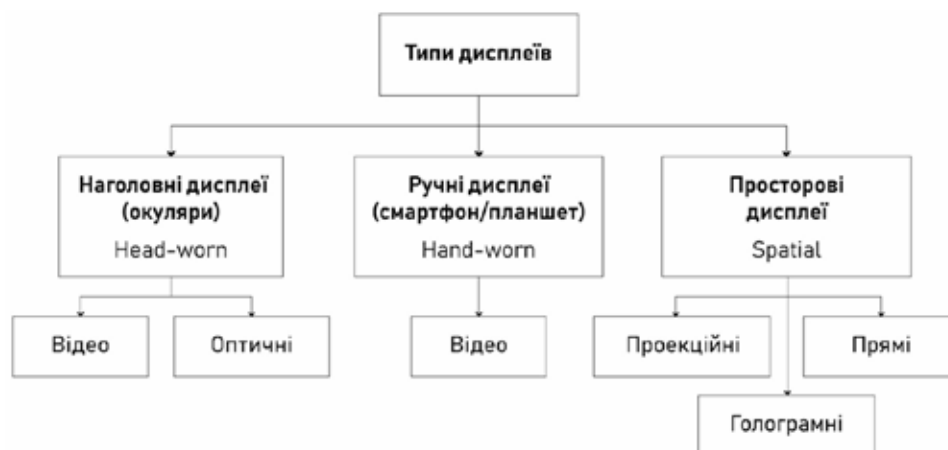


Рис. 3. Типи дисплеїв доповненої реальності

Джерело: розроблено автором за даними [21]

не лише викликають рясніші емоційні реакції, як позитивні так і негативні, але й отримують суттєву перевагу з точки зору комунікації, як покращення міжособистісних відносин, у свою чергу цифрове середовище не завжди може забезпечити відповідний рівень взаємодії, створений фізичними аналогами. Дослідження Н. Лаззаро підтверджує й те, що групові ігри частіше викликають інтенсивні реакції й високий рівень зацікавленості, аніж гра наодинці [18]. Вони формують нові моделі поведінки, ритуали та емоції, що збагачує процес гри.

Класифікація AR ігор

За дослідженням М. Кнауер та Й. Мютерляйн AR-ігри можуть бути класифіковані за чотирма критеріями [11]. До них належать:

- Відстежування;
- Пристрій;
- Середовище;
- Орієнтація;

Відстежування визначається переважно методами на основі маркерів або без маркерів (наприклад відстежування параметрів середовища), але також охоплює й інші форми – на основі GPS та теплового відстежування. Використання даної техніки впливає на ігровий процес та користувацький досвід з точки зору просторової гнучкості, точності та занурення.

До критерію «*Пристрій*» належить як і позиціонування дисплею, так і техніка показу, що відповідно впливає на поле зору. Пристрій також визначає можливість взаємодії.

Середовище, як складова класифікації визначається просторовою областю, в якій ведеться гра. Саме тому цей параметр відрізняє мобільну або стаціонарну платформу, гру всередині приміщення або ззовні, кількість гравців. Цей параметр також визначає те, чи є гра настільною з доповненою реальністю, чи мобільною AR грою.

Врешті **Орієнтація** описує рівень реальності або віртуальності гри: цифрова гра, посилена чи підтримувана фізичним світом, або навпаки. Таким чином орієнтація додатково визначається за шкалою П. Мілграма.

Фактор мотивації у взаємодії AR та настільної гри

Гра у реальному світі та комп'ютерні ігри володіють власними сильними сторонами. Можливість

комбінування цих якостей дозволяє використовувати доповнену реальність для покращення наявних ігрових сценаріїв та створення нових. Саме тому варто проаналізувати сильні сторони реального світу та комп'ютерної гри, роль доповненої реальності в їх поєднанні та розширенні, і цінність даного типу ігор, як сфери наукових досліджень. Для прикладу може бути розглянутий ігровий досвід гравця, який окреслюється чотирма показниками:

- фізичний;
- соціальний;
- психічний;
- емоційний.

Фізичний показник

Фізичний показник гри характеризує фізичне відчуття процесу гри, уміння та артефакти, які має використовувати гравець. Прикладами суто фізичних ігор є пейнтбол, більшість спортивних ігор та комп'ютерні ігри, що базуються на певних навичках. Комп'ютерні ігри є обмеженими у фізичному аспекті використання гравцем інтерфейсного обладнання. І хоча це не заважає їм фокусуватися на предметних навичках, діапазон фізичних можливостей залишається обмеженим. Окрім цього, комп'ютерні ігри зазвичай не мають реального впливу на навколишнє середовище гравця для надання зворотного зв'язку. Ігри в реальному часі часто суто фізичні, гравці можуть вільно використовувати моторику в просторі та впливати один на одного. Середовище гри може бути вибрано для впливу на гравців, а також використане в якості джерела ігрового контенту. Одним з обмежень є те, що розробникам ігор та гравцям доступний неповний контроль фізичного середовища, проте цей фактор може бути полегшений інтеграцією віртуального контенту в AR. У перспективі AR-ігри можуть бути фізичними майже на тому ж рівні, що й реальна гра, з додатковою перевагою у вигляді цифрового вмісту предметному світі. Сучасне апаратне забезпечення доповненої реальності обмежено впливає на гравців фізично, проте у майбутньому цей параметр можна вдосконалити тактильним зворотним зв'язком та іншими технологіями, що розвиваються.

Соціальний показник

Соціальний показник гри полягає в тому, як гравці взаємодіють між собою. Він містить елементи співпраці, переговори та побудову відносин.

Класичним прикладом соціальної гри є настільна рольова гра, проте багато масивних багатокористувачьких онлайн-ігор також мають сильний соціальний аспект. Попередні дослідження К. Кійокава, М. Білнхарст, С.Е. Хейс, А. Гупта, Й. Саннохе та Г. Като, пов'язані з комунікаційною поведінкою гравців у спільних AR-інтерфейсах доводять, що колаборативні AR-ігри демонструють такий же тип взаємодії, як і звичайний живий аналог [10]. Таким чином, учасники AR-ігор мають можливість міжособистісної комунікації в природному вигляді. Окрім цього, AR-ігри дозволяють залучати й віддалених гравців, як у комп'ютерних аналогах, тим не менш сфера та характер взаємодії у такій комунікації дещо відмінні. Одним з потенційних завдань є створення платформ, де віддалені учасники матимуть змогу співпраці на аналогічних (або, щонайменше, близьких за змістом) рівнях, як і учасники в процесі живої взаємодії.

Психічний показник

Психічний показник гри стосується розв'язання проблем та завдань, дедуктивного мислення та розумових навичок загалом. Яскравими прикладами психологічних є головоломки, ігри по розпорядженню ресурсів та стратегічні. Комп'ютерні ігри підтримують складні моделі взаємодії, симуляції реальних світових систем та великі об'єми даних, що дає змогу створювати набагато складніші сценарії. Штучний інтелект дає змогу поодинокій грі з цікавими опонентами та створення асистентів, що допомагатимуть гравцю у навчанні та роботі зі складними симуляціями. Врешті, комп'ютери можуть допомогти гравцям у візуалізації заплутаних та детальних даних. По суті, цифровий простір ігор, що визначаються психічним показником, слугує вдосконаленням та доповненням людських навичок та продуктів розумових процесів, а також виконує складні розрахунки. В ментальних іграх реального світу використовуються простіші правила, оскільки гравці повинні вирішувати всі симуляції самостійно. Це ніяким чином не обмежує глибини ментальної гри реального світу, але обмежує сферу потенційних сценаріїв. Реальний світ також є сильним середовищем взаємодії для ігор, котрі потребують просторових роздумів та рішень. Гравці можуть розглядати предмети з різних точок зору та використовувати своє природне сприйняття простору для вирішення головоломок. Хорошим прикладом є класична головоломка, особливо тривимірна. У свою чергу ігри, розроблені для AR, обов'язково мають доступ до тих самих ресурсів симуляції та можливостей AI. Окрім того вони володіють можливістю передачі ігрової інформації в просторовому контексті, що дає гравцям змогу кращої та посиленої ментальної взаємодії з ігровим контентом.

Емоційний показник

Емоційний показник в іграх можна назвати найскладнішим для розуміння. Він стосується того, як гра впливає на гравця емоційно, а також симпатіями, які він розвиває з персонажами чи гравцями, або ж відчуттями, викликаними зануренням в ігровий світ. Комп'ютерні ігри можуть забезпечити потужне аудіо- та візуальне середовище, яке стимулює емоції гравця, завдяки його сприйняттю ігрового світу сенсорною системою. Ігри реального світу прагнуть залучити емоції гравця за допомогою менш переконливої, а проте більш негайної

та активної стимуляції. В тріаді змішаної фантазії К. Степлтона, описаній вище, він припускає, що найбільш оптимальним шляхом залучення уваги гравця є саме надання як фізичного, так і віртуального контенту. Експерименти у сфері AR ігор слугують й іншою метою, адже окрім вдосконалення та розробки нових ігрових середовищ вони також слугують багатообіцяючим феноменом для подальшого пошукового та діагностичного дослідження.

Інтеграція AR в настільну гру

Жодна з ігор не є бездоганним відображенням даних категорій та показників, а завжди є комбінацією всіх чотирьох. І хоча комп'ютерні ігри чудово розкривають себе в одних сферах, а фізичні в інших, мало з них досконало підходять для багатопланових жанрів. Перевага доповненої реальності полягає в можливості створення ігор, які беруть найкраще з обох середовищ. Стартап Tilt Five, вперше оприлюднений на платформі Kickstarter у вересні 2019 р. пропонує настільну гру доповненої реальності на основі використання наголовних дисплеїв з камерою-трекером положення голови, двома HD мікропроекторами, мікрофоном та динаміками, перемикачем управління голографічного середовища та відповідною ігровою дошкою, та наразі є сучасним прикладом комплексної та успішної інтеграції інструментів доповненої реальності в настільні ігри. Перевагою є відсутність фізичної прив'язки до конкретного типу гри та жанру, можливість сингльплеєру та мультиплеєру, розширеного моніторингу, збереження результатів тощо. Часткове керування середовищем за допомогою перемикача близьке до механіки пристроїв керування у VR, а проекція гри повністю відтворює цифрове середовище в межах ігрової дошки в залежності від положення та куту огляду гравця, таким чином формуючи персональний режим перегляду для кожного. Такий рівень можливостей виводить настільну гру на новий рівень, тим не менш відхиляючись у більш віртуальний напрям шкали Мілграма, не зважаючи на соціальний фактор та перенесення у фізичний світ. До переліку інструментів проєктування, завдяки яким можна створювати прототипи та готові продукти, розробляти моделі, фільтри, ефекти, а також розвивати середовище на базі маркерів, локації тощо належать: Lens StudioSpark, Augment, AR Studio, Apple's ARKit, Google's ARCore, Unity 3D, Vuforia, MaxST, Wikitude та багато інших. У подальших дослідженнях має сенс експериментальне прототипування з юзабіліті-тестуванням актуальних пропозицій втілення, а також перспектива галузі інтернету речей як додаткового фактору у розробці.

Висновки і пропозиції. Введення AR у настільну гру робить її більш захопливою та привертає увагу ширшої аудиторії. Позитивним аспектом є насамперед ігрове оточення, менш агресивне, аніж відеоігри. В такому випадку один гравець може використовувати елементи AR, в той час як інші одночасно вести гру без потреби у доповненій реальності. Тому в залежності від налаштувань гравців середовище може бути адаптивним. Ігри доповненої реальності уможливають діапазон потенційно необмежених рівнів взаємодії, а також мають особливу цінність будучи продуктом колаборації, як з точки зору розробки, так і процесу користування, саме тому поєднуючи найкращі якості класичних настільних ігор можна суттєво

вдосконалити ігровий процес та взаємодію, а синтез з AR дозволить їй залучати категорії гравців, переважно сконцентрованих на відеоіграх. Даний продукт синтезу заохоче соціальну комунікацію між гравцями. У довгостроковій перспективі вар-

то досліджувати соціальний потенціал набагато ширшого класу настільних ігор з доповненою реальністю, адже це може суттєво змінити те, як люди взаємодіють та співпрацюють один з одним у майбутньому.

Список літератури:

1. Гуменикова Т.Р., Лугова Т.А., Ряшенко О.І., Трояновська Ю.Л. Інтеграція процесу розробки комп'ютерних ігор з доповненою реальністю у компоненти STREAM-освіти. *Вісник сучасних інформаційних технологій*. 2018. № 01. С. 46–58.
2. Моженко М.В., Прядко О.М. Віртуальна реальність: від технології до мистецтва. *Мистецтвознавчі записки*. 2018. № 34. URL: <http://journals.urau.ua/mz/article/view/191129/191125> (дата звернення: 20.04.2020).
3. Патлайчук О.В. Віртуальна і доповнена реальність як допоміжний засіб організації навчального процесу. *Проблеми соціально-гуманітарних наук: матеріали всеукраїнської студентської науково-практичної конференції*, м. Миколаїв, 7 грудня 2017 р. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Миколаїв, 2018. С. 58–68.
4. Azuma R.T. A Survey of Augmented Reality. *Presence*. August 1997, vol. 6, no. 4, pp. 355–385. URL: <https://www.mitpressjournals.org/doi/pdfplus/10.1162/pres.1997.6.4.355> (дата звернення: 20.04.2020).
5. Bajura M., Fuchs H., Ohbuchi R. Merging virtual objects with the real world: seeing ultrasound imagery within the patient. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*. July 1992. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/133994.134061> (дата звернення: 20.04.2020).
6. Craddock M. I. Immersive Virtual Reality, Google Expeditions, and English Language Learning. *Library Technology Reports*. May/June 2018, vol. 54, no. 4. URL: <https://journals.ala.org/index.php/ltr/article/viewFile/6669/8958> (дата звернення: 20.04.2020).
7. Edwards-Stewart A., Hoyt T., Reger G. Classifying different types of augmented reality technology. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*. January 2016, vol. 14, pp. 199–202. URL: https://www.researchgate.net/publication/315701832_Classifying_different_types_of_augmented_reality_technology (дата звернення: 20.04.2020).
8. Feiner S., Macintyre B., Seligmann D. Knowledge-based augmented reality. *Communications of the ACM*. July 1993, vol. 36, no 7. URL: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/159544.159587> (дата звернення: 20.04.2020).
9. Han D., Jung T., Gibson A. Dublin AR: Implementing Augmented Reality in Tourism. *Information and Communication Technologies in Tourism*. 2014. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-03973-2_37 (дата звернення: 20.04.2020).
10. Kiyokawa K., Billingham M., Hayes S., Gupta A., Sannohe Y., Kato H. Communication Behaviors of Co-located Users in Collaborative AR Interfaces. *ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. January 2002. URL: https://www.researchgate.net/publication/221221266_Communication_Behaviors_of_Co-Located_Users_in_Collaborative_AR_Interfaces (дата звернення: 20.04.2020).
11. Knauer M., Mütterlein J. Two Worlds, One Gameplay: A Classification of Visual AR Games. *Digital Games Research Association and Society for the Advancement of the Science of Digital Games*. August 2016, vol. 13, no. 1. URL: <http://www.digra.org/digital-library/publications/two-worlds-one-gameplay-a-classification-of-visual-ar-games> (дата звернення: 20.04.2020).
12. Lu Y., Smith S., Augmented Reality E-Commerce Assistant System: Trying While Shopping. *Human-Computer Interaction. Interaction Platforms and Techniques*. 2007. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73107-8_72 (дата звернення: 20.04.2020).
13. Mendes M. S., Furtado E., Furtado V., Franklin de Castro M. How Do Users Express Their Emotions Regarding the Social System in Use? A Classification of Their Postings by Using the Emotional Analysis of Norman. *Conference: International Conference on Social Computing and Social Media*. June 2014. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-07632-4_22 (дата звернення: 20.04.2020).
14. Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F. Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Proceedings of SPIE*. January 1994. URL: https://www.researchgate.net/publication/228537162_Augmented_reality_A_class_of_displays_on_the_reality-virtuality_continuum (дата звернення: 20.04.2020).
15. Nilsen T., Linton S., Looser J. Motivations for Augmented Reality Gaming. *HIT Lab NZ*. 2004. URL: https://www.researchgate.net/publication/228893331_Motivations_for_augmented_reality_gaming (дата звернення: 20.04.2020).
16. Rauschnabel P.A., Reto F., Hinsch C. Augmented reality marketing: How mobile AR-apps can improve brands through inspiration. *Journal of Retailing and Consumer Services*. July 2019, vol. 49, pp. 43–53. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969698918310257> (дата звернення: 20.04.2020).
17. Rizov T., Djokic J., Tasevski M. Design of a Board Game With Augmented Reality. *FME Transactions*. 2019, vol. 47, no. 2. URL: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1451-2092/2019/1451-20921902253R.pdf> (дата звернення: 20.04.2020).
18. Sebbane M. Board Games from Canaan in the Early and Intermediate Bronze Ages and the Origin of the Egyptian Senet Game. *Journal of the Institute of Archaeology of Tel Aviv University*. [online] vol. 28, no. 2, pp. 213–230. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/tav.2001.28.2.213> (дата звернення: 20.04.2020).
19. Siltanen S., Oksman V., Ainasoja M., User-centered design of Augmented Reality interior design service. *International Journal of Arts & Sciences*. 2013, vol. 6, no. 1, pp. 547–563. URL: <http://universitypublications.net/ijas/0601/pdf/SPQ643.pdf> (дата звернення: 20.04.2020).
20. Stapleton C., Hughes C. E. Interactive imagination: Tapping the emotions through interactive story for compelling simulations. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2003, vol. 23, no. 5, pp. 11–15. URL: https://www.researchgate.net/publication/3209124_Interactive_imagination_Tapping_the_emotions_through_interactive_story_for_compelling_simulations (дата звернення: 20.04.2020).
21. Syberfeldt A., Holm M., Danielsson O., Wang L., Brewster R. L. Support Systems on the Industrial Shop-floors of the Future – Operators' Perspective on Augmented Reality. *Conference: Procedia CIRP*. May 2016, vol. 44. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116002341> (дата звернення: 20.04.2020).
22. Vlahakis V., Ioannidis M., Karigiannis J., Tsotros M., Gounaris M., Stricker D., Gleue T., Daehne P., Almeida L. Archeoguide: An augmented reality guide for archaeologist sites. *IEEE Computer Graphics and Applications*. October 2002. URL: https://www.researchgate.net/publication/3208993_Archeoguide_An_augmented_reality_guide_for_archaeologist_sites (дата звернення: 20.04.2020).

References:

- Humennykova, T.R., Luhova, T.A., Riashenko, O.I., & Troianovska, Y.L. (2018). Intehratsiia protsesu rozrobky kompiuternykh ihor z dopovnenoiu realnistiu u komponenty STREAM-osvity [Integration of the augmented reality computer games development process into STREAM education components]. *Herald of Advanced Information Technology*, no. 01, pp. 46–58.
- Mozhenko, M.V., & Pryadko, A.M. (2018). Virtualna realnist: vid tekhnologii do mystetstva. [Virtual reality – from technology to the art]. *Mystetstvoznavchi Zapysky*, [online] no. 34. Available at: <http://journals.uran.ua/mz/article/view/191129/191125> (accessed: 20 April 2020).
- Patlaichuk, O.V. (2018). Virtualna i dopovnena realnist yak dopomizhnyi zasib orhanizatsii navchalnoho protsesu [Virtual and augmented reality as an assistive tool of learning process organization]. In: Admiral Makarov National University of Shipbuilding, *Problems of social sciences and humanities*, Proceedings of the All-Ukrainian student scientific-practical conference, Mykolaiv, December 7 2017. Mykolaiv, pp. 58–68.
- Azuma, R.T. (August 1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence*, [online] vol. 6, no. 4, pp. 355–385. Available at: <https://www.mitpressjournals.org/doi/pdfplus/10.1162/pres.1997.6.4.355> (accessed: 20 April 2020).
- Bajura, M., Fuchs, H., & Ohbuchi, R. (July 1992). Merging virtual objects with the real world: seeing ultrasound imagery within the patient. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*. Available at: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/133994.134061> (accessed: 20 April 2020).
- Craddock, M.I. (May/June 2018). Immersive Virtual Reality, Google Expeditions, and English Language Learning. *Library Technology Reports* [online], vol. 54, no. 4. Available at: <https://journals.ala.org/index.php/ltr/article/viewFile/6669/8958> (accessed: 20 April 2020).
- Edwards-Stewart, A., Hoyt, T., & Reger, G. (January 2016). Classifying different types of augmented reality technology. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine* [online], vol. 14, pp. 199–202. Available at: https://www.researchgate.net/publication/315701832_Classifying_different_types_of_augmented_reality_technology (accessed: 20 April 2020).
- Feiner, S., Macintyre, B., & Seligmann, D. (July 1993). Knowledge-based augmented reality. *Communications of the ACM*. [online] vol. 36, no. 7. Available at: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/159544.159587> (accessed: 20 April 2020).
- Han, D., Jung, T., & Gibson, A. (2014). Dublin AR: Implementing Augmented Reality in Tourism. *Information and Communication Technologies in Tourism*. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-03973-2_37 (accessed: 20 April 2020).
- Kiyokawa, K., Billinghurst, M., Hayes, S., Gupta, A., Sannohe, Y., & Kato, H. (January 2002). Communication Behaviors of Co-located Users in Collaborative AR Interfaces. *ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/221221266_Communication_Behaviors_of_Co-Located_Users_in_Collaborative_AR_Interfaces (accessed: 20 April 2020).
- Knauer, M., & Mütterlein, J. (August 2016). Two Worlds, One Gameplay: A Classification of Visual AR Games. *Digital Games Research Association and Society for the Advancement of the Science of Digital Games*. [online] vol. 13, no. 1. Available at: <http://www.digra.org/digital-library/publications/two-worlds-one-gameplay-a-classification-of-visual-ar-games> (accessed: 20 April 2020).
- Lu, Y., Smith, S. (2007). Augmented Reality E-Commerce Assistant System: Trying While Shopping. *Human-Computer Interaction. Interaction Platforms and Techniques*. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73107-8_72 (accessed: 20 April 2020).
- Mendes, M. S., Furtado, E., Furthado, V., Franklin de Castro, M. (June 2014). How Do Users Express Their Emotions Regarding the Social System in Use? A Classification of Their Postings by Using the Emotional Analysis of Norman. *Conference: International Conference on Social Computing and Social Media*. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-07632-4_22 (accessed: 20 April 2020).
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (January 1994). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Proceedings of SPIE*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/228537162_Augmented_reality_A_class_of_displays_on_the_reality-virtuality_continuum (accessed: 20 April 2020).
- Nilsen, T., Linton, S., & Looser, J. (2004). Motivations for Augmented Reality Gaming. *HIT Lab NZ*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/228893331_Motivations_for_augmented_reality_gaming (accessed: 20 April 2020).
- Rauschnabel, P.A., Reto, F., & Hinsch, C. (July 2019). Augmented reality marketing: How mobile AR-apps can improve brands through inspiration. *Journal of Retailing and Consumer Services* [online], vol. 49, pp. 43–53. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969698918310257> (accessed: 20 April 2020).
- Rizov, T., Djokic, J., & Tasevski, M. (2019). Design of a Board Game With Augmented Reality. *FME Transactions*, [online], vol. 47, no. 2. Available at: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1451-2092/2019/1451-20921902253R.pdf> (accessed: 20 April 2020).
- Sebbane, M. (2001). Board Games from Canaan in the Early and Intermediate Bronze Ages and the Origin of the Egyptian Senet Game. *Journal of the Institute of Archaeology of Tel Aviv University*, 2001, vol. 28, no. 2, pp. 213–230. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/tav.2001.2001.2.213> (accessed: 20 April 2020).
- Siltanen, S., Oksman, V., & Ainasoja, M. (2013). User-centered design of Augmented Reality interior design service. *International Journal of Arts & Sciences* [online], vol. 6, no. 1, pp. 547–563. Available at: <http://universitypublications.net/ijas/0601/pdf/SPQ643.pdf> (accessed: 20 April 2020).
- Stapleton, C., & Hughes, C. E. (2003). Interactive imagination: Tapping the emotions through interactive story for compelling simulations. *IEEE Computer Graphics and Applications* [online], vol. 23, no. 5, pp. 11–15. Available at: https://www.researchgate.net/publication/3209124_Interactive_imagination_Tapping_the_emotions_through_interactive_story_for_compelling_simulations (accessed: 20 April 2020).
- Syberfeldt, A., Holm, M., Danielsson, O., Wang, L., & Brewster, R. L. (May 2016). Support Systems on the Industrial Shop-floors of the Future – Operators' Perspective on Augmented Reality. *Conference: Procedia CIRP* [online], vol. 44. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116002341> (accessed: 20 April 2020).
- Vlahakis, V., Ioannidis, M., Karigiannis, J., Tsotros, M., Gounaris, M., Stricker, D., Gleue, T., Daehne, P., & Almeida, L. (October 2002). Archeoguide: An augmented reality guide for archaeologist sites. *IEEE Computer Graphics and Applications*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/3208993_Archeoguide_An_augmented_reality_guide_for_archaeologist_sites (accessed: 20 April 2020).