

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА ІНФОРМАТИКИ І КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
магістра

на тему:

**Консолідація поведінкових метрик для валідації наративних рішень у
детективних інтерактивних системах**

Виконала: студентка групи бКІ
спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки»

Бугайова Н.О.

Керівник: Вишемирська С. В.

Рецензент: доцент кафедри
Програмних засобів і технологій
к.т.н. О. Є. Огнєва

Хмельницький – 2025 р.

Факультет	<u>Інформаційних технологій та дизайну</u>
Кафедра	<u>Інформатики і комп'ютерних наук</u>
Рівень вищої освіти	<u>магістр</u>
Галузь підготовки	<u>12 «Інформаційні технології»</u> (шифр і назва)
Освітньо-професійна програма	<u>Консолідована інформація</u> (назва)
Спеціальність	<u>122 «Комп'ютерні науки»</u> (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ІКН,

к.т.н.

_____Моїсеєнко С.В.

«_____» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Бугайової Надії Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Консолідація поведінкових метрик для валідації наративних рішень у детективних інтерактивних системах.

1. Керівник роботи Вишемирська Світлана Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ХНТУ від № «16» вересня 2025 р. № 437-с

2. Строк подання студентом роботи

3. Вихідні дані до роботи: Аналіз та збір інформації про наративні техніки, ігрової телеметрії та залученості гравців, включаючи попередні дослідження щодо аналізу поведінки, заснування метрик для валідації наративних технік на основі досліджень, створення інтерактивної детективної системи, побудова віртуальних агентів з марківськими ланцюгами для імітації поведінки гравців і консолідація параметрів поведінки для визначених метрик.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; 1. Теоретичні основи наративних рішень та валідації ігрового досвіду; 2. Аналіз методів вирішення проблеми консолідації метрик та огляд марківських ланцюгів; 3. Створення інтерактивної детективної системи, системи консолідації та впровадження марківської моделі; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Таблиць – 7,

Формул – 14,

Рисунків – 14.

6. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд літературних джерел за тематикою магістерської роботи		
2	Аналіз наративних рішень та методів валідації ігрового досвіду		
3	Проектування марківської моделі розгалуження		
4	Розробка інтерактивної системи та схеми доказів		
5	Написання та оформлення пояснювальної записки до дипломної роботи		

Студент _____ Бугайова Н.О.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Вишемирська С. В.

(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ / ABSTRACT	6
ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ПО ТЕМІ ДОСЛІДЖЕННЯ	15
1.1. Теоретичні основи наративного дизайну та валідації ігрового досвіду	15
1.2. Огляд існуючих підходів до збору та аналізу ігрової телеметрії	22
1.3. Огляд досліджень з аналізу поведінки гравців та оцінки залученості	33
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1	46
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ..	48
2.1. Постановка та обґрунтування проблеми консолідації та інтерпретації поведінкових метрик.....	48
2.2. Моделювання поведінки віртуальних агентів на основі Марківських ланцюгів	52
2.3. Огляд існуючих наративних рішень у детективному жанрі.....	61
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 2	68
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНСОЛІДАЦІЇ МЕТРИК ДЛЯ ДЕТЕКТИВНОЇ ГРИ	70
3.1. Проектування детективної інтерактивної системи.....	70
3.2. Розробка системи консолідації поведінкових метрик	79
3.3. Інтеграція системи Марківських ланцюгів.....	83
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3	89
ВИСНОВОК	91
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	93
Додаток А – Код доказів	96
Додаток Б – код агенту з розгалуженням	99

РЕФЕРАТ / ABSTRACT

Пояснювальна записка до дипломної роботи: 110 с., 14 рис., 14 табл., 7 формул, 2 додатки, 40 джерел.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є процеси взаємодії користувачів з наративно орієнтованими детективними інтерактивними системами та методи збору й обробки даних про поведінку користувачів під час взаємодії з різними формами подачі наративного контенту.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є методи консолідації поведінкових метрик користувачів – час взаємодії з об'єктами, послідовність дій, частота повернення до інформації, успішність розв'язання задач – для валідації ефективності різних наративних технік, тобто драматична або нейтральна подача, візуальні чи текстові форми, лінійна або нелінійна структура, у детективних інтерактивних системах.

Мета і завдання дослідження.

Метою роботи є розробка та апробація методів консолідації поведінкових метрик для валідації ефективності наративних рішень у детективних інтерактивних системах.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз існуючих підходів до збору та аналізу ігрової телеметрії, методів оцінки наративної ефективності та досліджень поведінки гравців.
2. Визначити ключові поведінкові метрики для оцінки взаємодії користувачів з наративним контентом у детективних іграх.
3. Розробити архітектуру системи консолідації поведінкових метрик з різних джерел взаємодії користувача.
4. Створити прототип детективної інтерактивної системи з реалізацією різних наративних технік та вбудованою системою збору даних.
5. Розробити математичні моделі поведінки віртуальних агентів для симуляції взаємодії користувачів з різними типами наративного контенту.
6. Провести експериментальне дослідження з використанням віртуальних агентів та виконати консолідацію і аналіз зібраних поведінкових метрик.

7. Розробити дашборд візуалізації консолідованих метрик для оцінки ефективності наративних технік.
8. Сформулювати рекомендації щодо застосування різних наративних технік на основі отриманих результатів.

Методи дослідження.

Для вирішення поставлених завдань у роботі використовуються наступні методи:

- Методи аналізу та синтезу – для дослідження існуючих підходів до ігрової аналітики, оцінки наративних технік та систематизації поведінкових метрик.
- Методи математичного моделювання – для побудови моделей поведінки віртуальних агентів на основі марківських ланцюгів та теорії випадкових процесів.
- Методи об'єктно-орієнтованого проектування – для розробки архітектури системи консолідації метрик та детективної інтерактивної системи.
- Методи статистичного аналізу – для обробки зібраних поведінкових даних, обчислення метрик ефективності та порівняльного аналізу різних наративних технік.
- Метод експерименту – для проведення контрольованих експериментів з користувачами для збору даних, їхньої консолідації та оцінки гіпотез щодо ефективності наративних технік.
- Методи візуалізації даних – для розробки дашборду відображення консолідованих метрик та результатів аналізу.

Наукова новизна отриманих результатів.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- Запропоновано метод консолідації поведінкових метрик з різних джерел взаємодії користувача в єдину аналітичну структуру для детективних інтерактивних систем.

- Розроблено підхід до валідації ефективності наративних технік на основі багатокритеріальної моделі оцінки, що інтегрує консолідовані поведінкові метрики.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблена система консолідації метрик дозволяє об'єднувати дані про поведінку гравців з різних ігрових систем в єдину структуру для аналізу. Також методологія дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації структури наративу та підвищення залученості гравців.

Апробація результатів. За результатами роботи було підготовлено та опубліковано тези «Консолідація поведінкових метрик для валідації наративних рішень у детективних інтерактивних системах» у збірнику матеріалів конференції «*Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference «Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact» (November 24-26, 2025, Antwerp, Belgium)*. European Open Science Space, 2025. P. 117. Отримано сертифікат учасника за підписом голови організаційного комітету.

Ключові слова: консолідація даних, поведінкові метрики, наративний дизайн, детективні ігри, марківські ланцюги, ігрова аналітика, Unity, NavMeshAgent.

Object of research. The object of the study is the processes of user interaction with narrative-oriented detective interactive systems and methods of collecting and processing data about user behavior during interaction with various forms of presenting narrative content.

Subject of research. The subject of the study is the methods of consolidating behavioral metrics of users –, the time of interaction with objects, the sequence of actions, the frequency of return to information, the success of solving problems – for validating the effectiveness of various narrative techniques, i.e. dramatic or neutral presentation, visual or textual forms, linear or nonlinear structure, in detective interactive systems.

The purpose and tasks of the research. The purpose of the work is to develop and test methods of consolidating behavioral metrics for validating the effectiveness of narrative decisions in detective interactive systems.

To achieve the set goal, it is necessary to solve the following tasks:

1. Conduct an analysis of existing approaches to the collection and analysis of game telemetry, methods of evaluating narrative effectiveness, and studies of player behavior.
2. Identify key behavioral metrics for evaluating user interaction with narrative content in detective games.
3. Develop the architecture of the system of consolidation of behavioral metrics from various sources of user interaction.
4. Create a prototype of a detective interactive system with the implementation of various narrative techniques and a built-in data collection system.
5. Develop mathematical models of the behavior of virtual agents to simulate user interaction with different types of narrative content.
6. Conduct experimental research using virtual agents and perform consolidation and analysis of collected behavioral metrics.
7. Develop a consolidated metrics visualization dashboard to evaluate the effectiveness of narrative techniques.

Formulate recommendations for the application of various narrative techniques based on the obtained results.

Research methods. The following methods are used to solve the tasks:

- Methods of analysis and synthesis – for the study of existing approaches to game analytics, evaluation of narrative techniques and systematization of behavioral metrics.
- Mathematical modeling methods – for building behavior models of virtual agents based on Markov chains and the theory of random processes.
- Object-oriented design methods – for developing the architecture of the metric consolidation system and the detective interactive system.

- Methods of statistical analysis – for processing collected behavioral data, calculating performance metrics and comparative analysis of various narrative techniques.

- Experimental method – for conducting controlled experiments with users to collect data, consolidate them and evaluate hypotheses about the effectiveness of narrative techniques.

- Data visualization methods – for developing a dashboard display of consolidated metrics and analysis results.

Scientific novelty of the obtained results. The scientific novelty of the work is as follows:

- A method of consolidating behavioral metrics from various sources of user interaction into a single analytical structure for detective interactive systems is proposed.

- An approach to the validation of the effectiveness of narrative techniques has been developed based on a multi-criteria evaluation model that integrates consolidated behavioral metrics.

Practical significance of the obtained results. The developed system of metric consolidation allows combining data on the behavior of players from different game systems into a single structure for analysis. Also, the methodology allows you to make informed decisions about optimizing the structure of the narrative and increasing the involvement of players.

Approbation of results. Based on the results of the work, the abstract “Consolidation of behavioral metrics for validating narrative decisions in interactive detective systems” was prepared and published in the collection of conference materials “Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference ”Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact" (November 24-26, 2025, Antwerp, Belgium). European Open Science Space, 2025. P. 117. A certificate of participation signed by the chair of the organizing committee was received.

Keywords: data consolidation, behavioral metrics, narrative design, detective games, markov chains, game analytics, Unity, NavMeshAgent.

ВСТУП

Актуальність теми. Залучення гравців через якісний нарратив є одним з факторів успішності ігор для конкурентної переваги. Зараз індустрія поступово переходить від інтуїтивних методів створення нарративу до підходів, що базуються на даних про поведінку гравців. Студії використовують різні системи аналітики, такі як Unity Analytics або GameAnalytics для відстеження того, як гравці взаємодіють з ігровим контентом: які діалоги читають повністю, які пропускають, скільки часу витрачають на дослідження локацій, які рішення приймають. Через відсутність системи консолідації даних розробники не можуть точно оцінити, які саме способи розповіді історії працюють краще: коли інформацію подають через драматичний діалог чи коли гравець сам знаходить візуальні підказки. Дані про діалоги зберігаються окремо від даних про дослідження локацій, що унеможливорює комплексний аналіз впливу нарративних технік на залученість гравців.

Детективні ігри особливо підходять для такого дослідження з кількох причин. По-перше, процес розслідування вимагає від гравця активної взаємодії з різними джерелами інформації: дослідження локацій, читання документів, діалоги, аналіз доказів. Це створює великий обсяг даних про поведінку користувача. По-друге, на відміну від інших жанрів, в детективах робота з інформацією є основною ігровою механікою, що робить метрики взаємодії особливо показовими для оцінки ефективності різних способів подачі нарративу. По-третє, детективні ігри мають чітку мету – розгадати загадку, що дозволяє об'єктивно оцінити, чи допомогли різні нарративні техніки гравцю досягти результату.

Ця робота присвячена розробці системи, яка об'єднає дані про поведінку користувачів з різних частин гри в єдину систему аналітики та оцінювати, які способи розповіді історії працюють ефективніше. Це допоможе розробникам приймати обґрунтовані рішення про те, як краще подавати сюжет, базуючись на реальних даних, а не тільки на здогадках.

Мета і завдання дослідження.

Метою роботи є розробка та апробація методів консолідації поведінкових метрик для валідації ефективності наративних рішень у детективних інтерактивних системах.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз існуючих підходів до збору та аналізу ігрової телеметрії, методів оцінки наративної ефективності та досліджень поведінки гравців.
2. Визначити ключові поведінкові метрики для оцінки взаємодії користувачів з наративним контентом у детективних іграх.
3. Розробити архітектуру системи консолідації поведінкових метрик з різних джерел взаємодії користувача.
4. Створити прототип детективної інтерактивної системи з реалізацією різних наративних технік та вбудованою системою збору даних.
5. Розробити математичні моделі поведінки віртуальних агентів для симуляції взаємодії користувачів з різними типами наративного контенту.
6. Провести експериментальне дослідження з використанням віртуальних агентів та виконати консолідацію і аналіз зібраних поведінкових метрик.
7. Розробити дашборд візуалізації консолідованих метрик для оцінки ефективності наративних технік.
8. Сформулювати рекомендації щодо застосування різних наративних технік на основі отриманих результатів.

Об'єкт дослідження.

Об'єктом дослідження є процеси взаємодії користувачів з наративно орієнтованими детективними інтерактивними системами та методи збору й обробки даних про поведінку користувачів під час взаємодії з різними формами подачі наративного контенту.

Предмет дослідження.

Предметом дослідження є методи консолідації поведінкових метрик користувачів – час взаємодії з об'єктами, послідовність дій, частота повернення до інформації, успішність розв'язання задач – для валідації ефективності різних

нарративних технік, тобто драматична або нейтральна подача, візуальні чи текстові форми, лінійна або нелінійна структура, у детективних інтерактивних системах.

Методи дослідження.

Для вирішення поставлених завдань у роботі використовуються наступні методи:

- Методи аналізу та синтезу – для дослідження існуючих підходів до ігрової аналітики, оцінки нарративних технік та систематизації поведінкових метрик.
- Методи математичного моделювання – для побудови моделей поведінки віртуальних агентів на основі марківських ланцюгів та теорії випадкових процесів.
- Методи об'єктно-орієнтованого проектування – для розробки архітектури системи консолідації метрик та детективної інтерактивної системи.
- Методи статистичного аналізу – для обробки зібраних поведінкових даних, обчислення метрик ефективності та порівняльного аналізу різних нарративних технік.
- Метод експерименту – для проведення контрольованих експериментів з користувачами для збору даних, їхньої консолідації та оцінки гіпотез щодо ефективності нарративних технік.
- Методи візуалізації даних – для розробки дашборду відображення консолідованих метрик та результатів аналізу.