УДК 004.58

ІНСТРУМЕНТИ ЗБОРУ ТЕЛЕМЕТРІЇ У СЕРЕДОВИЩІ UNREAL ENGINE

МАЛІНІЧ П. П. (pavlo.malinich@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет

У середовищі Unreal Engine 5 наявна потужна екосистема для формування даних телеметрії. Збір телеметрії є необхідним, починаючи з тестування гри та завершуючи виходом в продакшн, щоб вчасно виявити всі проблемні компоненти гри та усунути ідентифіковані проблеми. Іншим застосуванням телеметрії є формування аналітичної бази для процедурної генерації рівнів. Можливості двигуна Unreal Engine 5 дозволяють інтегрувати збір та обробку телеметрії з такими хмарними системами як GameAnalytics, Firebase, PlayFab, AWS GameKit та інші.

Вступ

Дані телеметрії є важливим матеріалом для ведення аналізу і статистики поведінки об’єктів екосистеми ігрових програм. Тому важливою задачею постає необхідність збору телеметрії на різних етапах створення і тестування сучасних програм реалізації ігрового контенту.

Інструменти збору телеметрії

Часто, коли гравець встановлює онлайн-гру чи гру у фазі бета-версії, він бачить повідомлення про угоду конфіденційності та сповіщення про те, що статистичні дані, дані продуктивності, а також дані пам’яті при критичних збоях будуть надіслані на сервер/хмару видавця гри. З точки зору захисту прав конфіденційності споживачів існує багато спірних етичних моментів, коли прогрес і дії гравця в грі можуть бути відслідковані, збережені і передані видавцеві. В онлайн-іграх ці дані за замовчуванням знаходяться у повному розпорядженні видавця гри, оскільки безпосередньо знаходяться на сервері чи/та хмарі розробника. В офлайн-іграх це виражено меншою мірою, проте у розробника також можуть бути дані, які можна використати, наприклад, у процедурній генерації рівнів [1]. Двигун Unreal Engine 5 має значні можливості для збору телеметрії. Найбільш потужним інструментом, який для цього призначений, є Unreal Insights, який є базовим вбудованим інструментом для збору телеметрії в UE5. Він призначений для детального профайлінгу продуктивності гри, включно з CPU/GPU навантаженням, потоковими подіями, використанням пам’яті та ресурсів й обробкою завантаження активів. Telemetry, зібрана через Unreal Insights, включає час виконання кожної події, тривалість обробки окремих функцій, частоту викликів і залежності між процесами. Ці дані дозволяють розробникам аналізувати ефективність коду, оптимізувати ресурси та визначати "вузькі місця" у продуктивності. Unreal Insights підтримує експорт даних у форматах, придатних для подальшого статистичного або візуального аналізу, що робить його критично важливим для комплексного збору телеметрії в реальному часі [2]. UE5 підтримує інтеграцію з Gameplay Analytics Framework, що дозволяє збирати телеметричні дані про дії гравців, використання об’єктів, прогрес у грі, результати ігрових сесій тощо. Через цей фреймворк можна реєструвати кастомні події, які надсилаються на сервер або зберігаються локально для подальшого аналізу. Для реалізації такої телеметрії використовуються Blueprint або C++ API, які дозволяють додавати логіку збору даних без значного втручання у базовий код гри [3]. Ця система особливо важлива для ігор із соціальними та мультиплеєрними елементами, оскільки дозволяє отримувати аналітичні дані про поведінку користувачів і на основі них ухвалювати дизайн-рішення.

Для збору телеметрії про стан гри під час виконання можна використовувати набір команд консолі Stat, таких як stat memory, stat fps, stat assets та stat streaming. Ці команди дозволяють у реальному часі отримувати інформацію про використання пам'яті, завантаження активів, продуктивність CPU/GPU і кадрову частоту. Дані, зібрані через Stat Commands, можуть бути автоматично логовані для подальшого аналізу або інтегровані у внутрішню систему телеметрії гри. Вони є важливим джерелом метрик для оптимізації гри та тестування на різних апаратних конфігураціях. UE5 дозволяє створювати власні телеметричні події через Event Tracing або стандартне логування (UE_LOG у C++ або Print String у Blueprint) [4]. Це забезпечує високий рівень кастомізації збору даних: розробник може фіксувати конкретні дії гравця, стани об'єктів або внутрішні події гри. Такі дані можна відправляти на сервер, записувати локально або обробляти в реальному часі для формування аналітики. Використання Event Tracing особливо ефективне для дослідження поведінки користувачів та налагодження складних ігрових систем, де стандартні інструменти профайлінгу можуть бути недостатньо точними. Крім вбудованих засобів, UE5 підтримує інтеграцію зі сторонніми сервісами для збору телеметрії, такими як GameAnalytics, Firebase, PlayFab, AWS GameKit та інші. Вони дозволяють зберігати події гравців у хмарі, аналізувати ігрову поведінку, відстежувати метрики продуктивності та створювати аналітичні дашборди [5]. Ці інструменти доповнюють вбудовані можливості UE5, забезпечуючи масштабоване та централізоване управління телеметрією для багатокористувацьких або комерційних проєктів.

При створенні зв'язку між телеметрією і генерацією контенту необхідно починати з аналізу поведінки гравців. Це дозволяє виявити закономірності, які впливають на мотивацію. Після цього система може пропонувати відповідний контент для кожного типу гравця. Така послідовність забезпечує ефективну адаптацію до ігрового процесу. В середовищі Unreal Engine 5 можна реалізувати циклічний конвеєр збору та обробки даних телеметрії (рис. 1), який дозволить поєднати дані зі всіх наявних інструментів і потім структурувати та передати дані на сервер для ведення аналітики та пошуку подальших рішень.

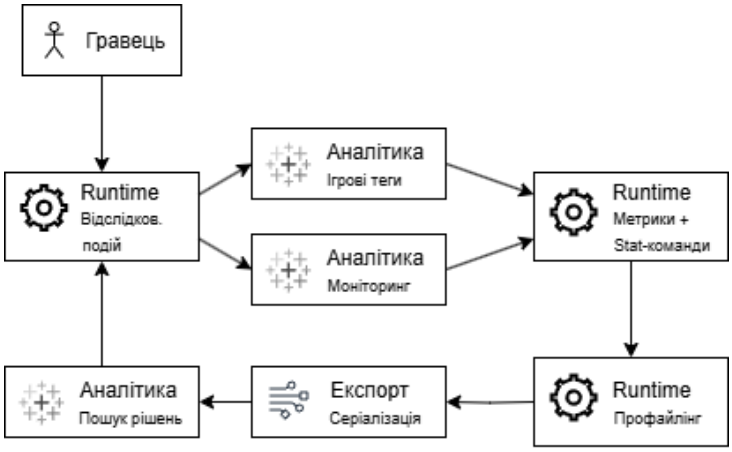


Рисунок 1 – Конвеєр збору та обробки даних телеметрії у середовищі UE5

У процедурній генерації ігрового контенту аналітичні дані залученості гравців, зібрані за допомогою телеметрії, розглядаються як ключовий показник ефективності повторного проходження. До них належать кількість повторних сесій, їхня середня тривалість, інтервали між сесіями, відсоток завершених проходжень, а також поширені шаблони взаємодії з ігровим контентом. Кількість і тривалість повторних сесій дають загальну оцінку рівня реіграбельності. Інтервали між ними свідчать про глибину зацікавленості та схильність до повернення в гру. Частка завершених сесій демонструє потенціал гри до повторного залучення гравця, а аналіз найчастіших шляхів проходження допомагає визначити елементи, що стимулюють повернення до гри [1].

Висновок

Сучасне середовище Unreal Engine 5 забезпечує комплексну екосистему для збору, обробки та аналізу телеметричних даних, що охоплюють як продуктивність гри, так і поведінку гравців.

Використання аналітичних інструментів для збору телеметрії дозволяє розробникам отримувати детальні метрики CPU/GPU навантаження, використання пам’яті, завантаження ресурсів та частоти викликів функцій, а також збирати кастомні події, пов’язані з діями користувачів. Інтеграція зі сторонніми хмарними сервісами забезпечує масштабоване централізоване зберігання та аналітичну обробку даних, що особливо важливо для багатокористувацьких або комерційних проєктів. Зібрана телеметрія є ключовим інструментом для оптимізації продуктивності гри, налагодження складних систем та оцінки поведінки користувачів у реальному часі. Телеметрія також виступає основою для процедурної генерації контенту та адаптивного підходу до створення рівнів, що дозволяє підвищувати реіграбельність та мотивацію гравців. Аналіз таких показників, як кількість та тривалість повторних сесій, інтервали між ними, відсоток завершених проходжень та найпоширеніші шляхи взаємодії з контентом, дозволяє розробникам приймати обґрунтовані рішення щодо дизайну та балансування гри. Таким чином, телеметрія в UE5 є не лише інструментом контролю продуктивності та виявлення помилок, але й потужним засобом для формування аналітичної бази, яка забезпечує адаптивний ігровий досвід та підвищує ефективність процедурної генерації контенту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. П. П. Малініч, В. В. Войтко, "Програмна архітектура взаємозв’язку аналітики телеметрії відеоігор та динамічної генерації ігрового контенту", Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. том. 355, н. 4, с. 365–372, 2025, doi: 10.31891/2307-5732-2025-355-52.
2. M. P. Spencer and J. P. Bos, "Off road autonomous vehicle modeling and repeatability using real world telemetry via simulation," in Autonomous Systems: Sensors, Processing and Security for Ground, Air, Sea and Space Vehicles and Infrastructure 2022, vol. 12115, SPIE, Jun. 2022, pp. 153–166.
3. В. В. Войтко, П. П. Малініч, "Особливості створення ландшафтів у середовищі Unreal Engine," Матеріали LIV Всеукраїнської науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 24–27 березня 2025 р.
4. В. В. Войтко, П. П. Малініч, "Використання карти висот у сфері комерційної доставки в межах міста," Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ та управління: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції (Суми/Вінниця, 20–21 листопада 2024 р.), Суми/Вінниця: НІКО / КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2024, с. 28.
5. П. П. Малініч, "Важливість навчальних дисциплін з програмування для кар’єрного успіху GameDev-розробників та ігрових дизайнерів," Proceedings of the scientific and pedagogical internship, Riga, Latvia: Baltija Publishing, Mar. 31–May 11, 2025, pp. 25–28.