

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ ЗВУКУ У ВІДЕОІГРАХ ТА МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ДОДАТКАХ. Частина 1**

Штепура С.Р.

Науковий керівник – к.т.н., проф. каф. МІРЕС Шейко С.О.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків,  
Україна

serhii.shtepura@nure.ua

Audio content in video game industry helps to create an immersive world for players by filling it with environmental sounds, music, and effects. Creating sound design in video games involves a combination of recording, editing and synthesis techniques to create audio resources. Sound synthesis seems like an attractive option for solving the problem of limited memory. Instead of storing several pre-recorded audio clips in memory, synthesis allows you to create audio variations instantly. When synthesising any sound consisting of many frequencies, we can easily mislead the listener's perception by replacing several frequencies that are close to each other with one that represents them all. Quality scaling in sound synthesis aims to optimise performance for individual sound objects.

Відеоігрова індустрія в сучасному світі залишається однією з найшвидше зростаючих та найбільш прибуткових галузей розваг. Індустрія відеоігор значною мірою залежить від технологій, і вона постійно розширює межі можливого. Розвиток апаратних можливостей, рендерингу графіки, віртуальної реальності та штучного інтелекту сприяють постійній еволюції ігрового досвіду. Індустрію рухають інновації та творчість, а розробники постійно розширюють межі викладення історії, геймплейних механік та технологічних досягнень. Постійно з'являється потік нових ідей та концепцій від інді-студій до AAA-видавців, що робить індустрію свіжою та захопливою. З розвитком мобільних ігор, хмарних ігрових сервісів і доступних платформ, таких як смартфони та планшети, ринок відеоігор значно розширився. Ця доступність відкрила ігри для ширших демографічних груп, включно з казуальними гравцями, сім'ями та людьми старшого віку. Відеоігри стали значною частиною сучасної культури, впливаючи на розваги, мистецтво та соціальну взаємодію. Індустрія отримала широке визнання, а події, турніри та конвенції, присвячені відеоіграм, збирають велику аудиторію в усьому світі. Цей культурний вплив забезпечує постійну актуальність та інтерес до індустрії відеоігор.

Однією із основних складових створення атмосфери та ефекту занурення є аудіо контент. Аудіо наповнення допомагає створити імерсивний світ для гравців, заповнюючи його звуками навколишнього середовища,

музикою та ефектами. Це робить гру більш реалістичною та емоційно залучує гравців. Звуковий дизайн відіграє важливу роль у передачі ігрового нарративу та викликанні емоційних реакцій у гравців. Діалоги, озвучення та музика можуть ефективно передавати емоції персонажів, розвиток сюжету та драматичні моменти, посилюючи загальне враження від гри. Також звук забезпечує важливий зворотній зв'язок для гравців, вказуючи на дії та зміни в ігровому стані. Звукові підказки, такі як кроки, рух ворога чи небезпека навколишнього середовища, допомагають гравцям орієнтуватися в ігровому світі, приймати стратегічні рішення та ефективно реагувати на ігрові події. Розвиток аудіо технологій, таких як об'ємний звук, просторовий звук та бінауральний звук, дозволив розробникам створювати більш захоплюючі та реалістичні звукові образи в іграх, висловити своє художнє бачення і творчість, формуючи настрій, атмосферу та естетику гри. Ці технології посилюють відчуття присутності гравців і просторову обізнаність. Захоплююче звукове оформлення може привернути увагу гравців, підтримати їхній інтерес і покращити загальний ігровий досвід.

Створення звукового дизайну у відеоіграх передбачає поєднання художньої творчості, технічних знань і співпраці між саунддизайнерами, композиторами, програмістами та розробниками ігор. З практичної точки зору це поєднання технік запису, редагування та синтезу для створення аудіоресурсів.

Звук у природі виникає внаслідок коливань поверхні непружного тіла під дією зовнішнього імпульсу. Вібрації порушують навколишнє повітря, що призводить до формування хвилі тиску, яка розповсюджується назовні від об'єкта. Якщо частота цієї хвилі тиску лежить у діапазоні від 20 Гц до 22 000 Гц, наші вуха реагують на неї, що викликає суб'єктивне сприйняття звуку. Найточнішим методом моделювання цих коливань є застосування класичної механіки до об'єкта, розглядаючи його як неперервну сутність. Однак такий підхід призводить до складних рівнянь, для яких немає аналітичних розв'язків для будь-якої форми об'єкта. Щоб вирішити цю проблему, можна створити відповідні дискретні апроксимації геометрії об'єкта, що робить завдання більш підходящим для математичного аналізу [1].

Створення реалістичного, фізично обґрунтованого звуку на сучасних ігрових консолях супроводжується рядом проблем. По-перше, обмежений обсяг пам'яті консолі та невеликий обсяг аудіопам'яті створюють обмеження для зберігання попередньо записаних кліпів з високоякісними контактними звуками. Хоча ці кліпи вимагають невеликих обчислень, вони все одно мають зберігатися в пам'яті через велику затримку потокового передавання з диска. Оскільки реальні звуки ударів мають невеликі варіації тембру в залежності від точки контакту з поверхнею об'єкта, потрібно багато кліпів, щоб досягти достатньої варіативності, що ще більше поглиблює проблему пам'яті. По-друге, аудіосистема має працюва-

ти з фіксованим процесорним обсягом, що ускладнює розподіл обчислювальних ресурсів між різними підсистемами в грі, такими як графіка, фізика та штучний інтелект. Забезпечення фіксованого бюджету стає викликом, особливо коли в будь-який момент може бути активовано велику кількість звуків. І все-таки рішення для реалістичного аудіо в ідеалі повинні легко інтегруватися з існуючими аудіоінструментами та виробничими потужностями, забезпечувати достатній контроль і бути простими для використання аудіодизайнерами. Синтез звуків виглядає привабливим варіантом для розв'язання проблеми обмеженості пам'яті. Замість того, щоб зберігати в пам'яті кілька заздалегідь записаних звукових кліпів, синтез дозволяє створювати варіації аудіо на льоту. Крім того, моделі, що лежать в основі синтезу, часто не можуть бути представлені досить компактно. Більшість існуючих технологій для інтерактивних, фізично заснованих звуків зіткнень базуються на модальному підході, що виражає вихідний звук як сукупність незалежних резонансних модуляцій, кожен з яких має свій власний характерний коефіцієнт підсилення, частоту та експоненціальний спад. Проте, якість звуків, що генеруються за допомогою ідеалізованої моделі експоненціального спаду, часто не задовольняє потреби. Експоненціальний спад може не урахувати передачу енергії між модуляціями та інші нелінійні ефекти [2]. Навіть при наявності точної фізичної моделі, реалістичне відтворення звуків реального світу залишається складним завданням, оскільки вимагає детального моделювання сил удару, які важко сформулювати, та виходять за рамки обмежень продуктивності сучасних відеоігор. Модальний синтез також не може відтворити звуки, що не мають виразних модальних компонентів (наприклад, звук кроку). Спектрально-моделюючий синтез (СМС) моделює частотний спектр звуку, а не фізичні процеси, що його генерують [3]. СМС зазвичай розкладає звук на часткові квазісинусоїдальні треки, які поступово змінюються в часі за амплітудою та частотою, а також на залишкові. Цей підхід є більш загальним, ніж модальний синтез, і може забезпечувати більш якісні результати, але водночас він є більш витратним у плані обчислень.

Далі описані методи симуляції звуку для синтезу, а також для поширення його ефективно, базуючись на маніпуляціях із людським сприйняттям, тим самим забезпечуючи реалістичність звуку в іграх. Дві основні техніки – стиснення режимів і масштабування якості можуть бути використані для підвищення ефективності розглянутого нами підходу, використовуючи людське слухове сприйняття.