

У порівнянні зі стандартним ревербератором Ableton Live результати показали:

- зниження середнього часу реверберації для гучних фрагментів приблизно на 25–35 %;
- підвищення динамічної узгодженості звучання міксу (суб'єктивна оцінка слухачів: +18 % за шкалою сприйняття природності);
- зменшення потреби у ручній автоматизації параметрів приблизно на 40 %.

Ефект показав найкращі результати при роботі з вокалом і живими інструментами, де динаміка сигналу суттєво змінюється.

Таким чином, адаптивний ревербератор підтвердив ефективність алгоритмічного підходу до динамічної аудіообробки у реальному часі.

Середовище Max for Live довело свою придатність для створення інтелектуальних інтерактивних ефектів завдяки прямому доступу до параметрів DAW та можливості програмування у Max/MSP.

Перспективним напрямом подальших досліджень є поєднання адаптивних алгоритмів із методами машинного навчання для передбачення оптимальної реакції ефектів у різних музичних контекстах, а також інтеграція подібних систем у live-перформанси та VR/AR-аудіосередовища.

#### **Список використаних джерел**

1. Zhao, W., & Pérez-Cota, F. Adaptive Filtering for Multi-Track Audio Based on Time-Frequency Masking Detection. // *Signals*. – 2024. – Vol. 5, No. 4. – P. 633–641.
2. Xiao, J., Zhaorui, L., Xiaorun, S., Haiyang, L., & Jing, L. Self-Adaptive Mixing System for Spatial Audio in Virtual Reality. // 10th Forum Acusticum 2023: European Acoustics Association (EAA), Turin, Italy, September 11–15, 2023.
3. Max 9 User Guide [Електронний ресурс]. – Cycling'74. Covina, CA 91723 USA. – 2017. – 1054 p.

### **ВІД BLENDER ДО MARCA: ІНТЕГРАЦІЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ В ДОСЛІДНИЦЬКИХ ПРОЄКТАХ NASA**

М. О. Юріна, Д. О. Багаєв, П. В. Храмцов, М. А. Чернюк, к.т.н., проф. М. М. Колендовська, ХНУРЕ, м. Харків

Сучасні космічні дослідження поєднують візуальні технології, штучний інтелект і тривимірне моделювання. У проєктах NASA 3D-моделювання допомагає у створенні космічних апаратів, поверхні планет, наприклад, для тестування комп'ютерного зору та інших досліджень космосу. Дослідники аналізують системи навігації, камери, інші прилади, і прогнозують як буде поводитися марсохід на різних типах ґрунту ще до запуску місії.

Важливо, щоб деталі марсохода були надійними та якісними, адже саме від цього залежить успішність усієї місії. Тривимірне моделювання дає змогу перевіряти поведінку таких деталей за різних температур і умов, наближених до марсіанських. За допомогою 3D-моделей дослідники тестують алгоритми комп'ютерного зору, аналізують роботу ходової системи, щоб уникнути помилок і несправностей у реальній місії. Лише після багатьох перевірок марсохід готовий до реального використання в наукових місіях.

Прикладом застосування 3D-моделювання є місія Mars 2020 Perseverance. Під час місії досліджувався кратер Єзеро – місце, де колись могла текти річка. Після аналізу даних зібраних марсоходом, дослідження показали, що у цій ділянці можуть міститися біосигнатури – ознаки, що свідчать про можливе існування життя на Марсі у минулому. Під час місії записувались данні розташування марсохода, які потім були використані у створенні візуалізації маршруту марсохода, що важливо для аналізу поверхні.

Під час місії Opportunity були визначені відмінності між шарами порід. Це було зроблено за допомогою стереоскопічних зображень та аналізу кам'яних відкладів. Такі 3D-панорами створюються завдяки обробці даних з двох камер, що дозволяє отримати об'ємне зображення місцевості. Такі панорами можна відтворити у Blender, моделюючи поверхні та використовуючи матеріали для тестів та аналізу.

Ходова система марсоходу Opportunity була спеціально спроектована для подолання складної кам'янистої поверхні, піску та великих перепадів температур. Завдяки добре продуманим колесам і системі навігації Opportunity зміг подолати понад 45 кілометрів, що стало рекордом серед марсоходів. Перед запуском місії його рух моделювали у 3D, щоб перевірити, як він поводитиметься на різних поверхнях, і чи витримає навантаження. Ці перевірки допомогли забезпечити надійність роботи деталей під час реальної місії.

У межах програми Mars Science Laboratory був створений ще один відомий апарат – Curiosity. Для тестування його ходової системи використовували прототип під назвою Scarecrow Rover. Він мав ту ж ходову частину, але без основного корпусу, що дало змогу перевірити, як апарат долатиме схили, пісок і кам'янисті ділянки.

Для власного дослідження була створена 3D модель марсохода у середовищі Blender. Було відтворено головні елементи справжнього марсохода. Модель поєднує рухову систему, корпус, камери, маніпулятор і сонячні панелі.

Модель має корпус у вигляді сфери, до якої під'єднуються інші прилади та компоненти. Зверху розташована камера, яка потрібна для візуального сканування місцевості, визначення перешкод і побудови карти рельєфу, і може використовуватись для дослідження комп'ютерного зору.

Шестиколісна ходова система забезпечує стійкість під час руху. Кожне колесо має рифлену поверхню, що важливо для високої прохідності. У Blender цю систему можна використовувати для симуляцій руху по різних поверхнях, тестування фізичних параметрів і розрахунку стійкості.

Дві сонячні панелі дають джерело енергії для апарата. Вони відображають принцип автономного енергоживлення, який використовується у марсоходах.

На задній частині розміщено механічну руку-маніпулятор із захоплювачем. З нею апарат може взаємодіяти з поверхнею і збирати зразки каміння. Поруч із ним змодельовано відсік для зберігання матеріалів, там будуть зберігатися зразки з планети для подальшого аналізу.

Модель надає можливість візуалізувати основні принципи роботи реальних дослідницьких роботів. Її можна використовувати для демонстрації роботи камер, аналізу руху, тестування алгоритмів комп'ютерного зору.

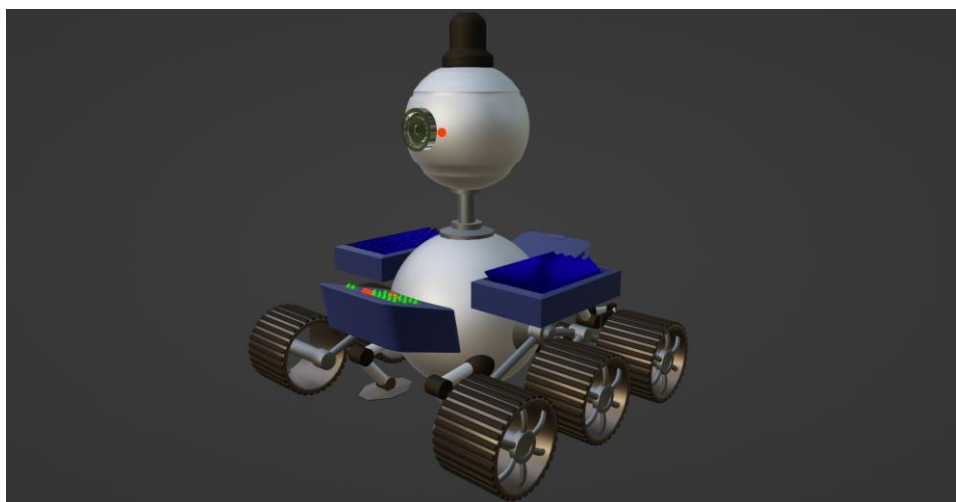


Рис. 1. Зовнішній вигляд марсоходу

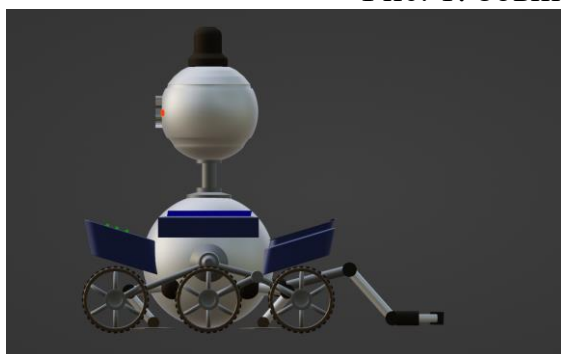


Рис. 2. Вигляд збоку

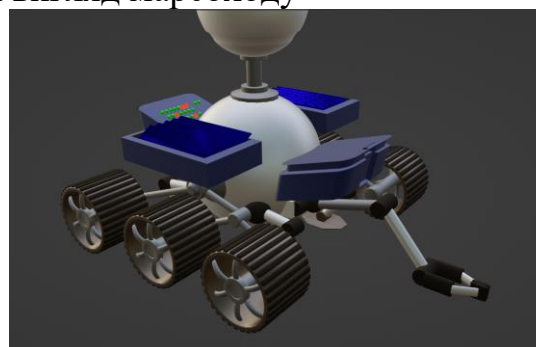


Рис. 3. Вигляд ззаду

## ІНТЕГРАЦІЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ТА ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В ІГРОВИЙ КОНТЕНТ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КВЕСТІВ

І. А. Ярков, к.т.н., проф. М. М. Колендовська, ХНУРЕ, м. Харків

У сучасній індустрії відеоігор створення квестів є одним із найважливіших аспектів, що визначають якість ігрового досвіду. Проте процес ручного проектування завдань, сценаріїв і сюжетних гілок є трудомістким і вимагає значних людських ресурсів. На цьому тлі все більшого поширення набувають технології Procedural Content Generation (PCG) - процедурної