

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ MULTI-GPU ОТОБРАЖЕНИЯ НА ГИБРИДНЫХ ИГРОВЫХ СИСТЕМАХ

Шабанов Т. О.¹, Касик М. О.¹, Суворов А. М.¹

Научный руководитель – Богданов М. К.¹

¹Университет ИТМО

SHto2004@yandex.ru, maxka@live.ru, andryusha.suvorov.05@mail.ru

Введение

Современные гибридные игровые системы всё больше переходят на совместное использование дискретных и интегрированных видеокарт [1]. Такие системы предлагают доступный и энергоэффективный путь масштабирования вычислительных ресурсов без необходимости в дорогостоящих multi-GPU решениях на нескольких дискретных картах.

Центральное место в таких системах занимают два классических, но до сих пор активно развиваемых алгоритма мульти-GPU рендеринга: Alternate Frame Rendering (AFR) [2] и Split Frame Rendering (SFR) [3]. AFR распределяет между GPU целые кадры, обеспечивая минимальный обмен данными и отличную масштабируемость при низкой латентности. SFR, напротив, делит кадр на пространственные зоны (горизонтальные, вертикальные или произвольные участки экрана), позволяя обоим процессорам работать над одним кадром одновременно, но требуя более сложной синхронизации буферов глубины, цвета и освещения.

Несмотря на зрелую поддержку этих подходов в современных низкоуровневых API (DirectX 12 Explicit Multi-Adapter, Vulkan Multi-GPU extensions, а также проприетарные механизмы NVIDIA и AMD), их эффективная реализация на разных гибридных платформах остаётся серьёзным вызовом. Разница в тактовых частотах, объёме и скорости памяти, а также ограниченная пропускная способность PCIe/NVLink приводит к проблемам балансировки нагрузки и артефактам при переключении между GPU.

Основная часть

В работе рассматриваются результаты тестирования SFR-подобного алгоритма на гибридных игровых системах, обладающими двумя разными GPU, при разных степенях загруженности основного GPU. Исследуется выигрыш по времени относительно single-GPU рендеринга и целесообразность применения этого метода в игровых движках.

В контексте multi-GPU алгоритмов берутся во внимание различные техники совместной работы нескольких графических процессоров: AFR, SFR, функциональное разделение.

Рассмотренные методы организации рендера или архитектуры, основанные на AFR/SFR, такие как CHOPIN [4], GPUpd [5], EMA [6] показывают различную производительность относительно друг друга и в сравнении с простым рендером на одном графическом процессоре. Среди этих методов были выбраны те, что наиболее эффективны на современных гибридных игровых системах, таких как игровые ноутбуки с dGPU + iGPU.

Выводы

В ходе проделанных экспериментов с измерением производительности было выяснено, что применение алгоритмов SFR/AFR на современных игровых системах с разными GPU невозможно технически или нецелесообразно в пользу single-GPU методов. Даже небольшая передача пространства экрана в работу более слабого GPU менее эффективна, чем объединённая отрисовка на одном устройстве.

Литература

1. Steam. Steam Hardware Stats [Электронный ресурс]. URL: <https://store.steampowered.com/hwsurvey/>. (дата обращения: 19.02.2026)
2. Greg Ryder I. W. Microstuttering in AFR-based multi-GPU rendering [Электронный ресурс]. 2011. URL: <https://www.tomshardware.com/reviews/radeon-geforce-stutter-crossfire,2995-2.html> (дата обращения: 20.02.2026).
3. Molnar S. и др. A Sorting Classification of Parallel Rendering. 1994.
4. Ren X., Lis M. CHOPIN: Scalable Graphics Rendering in Multi-GPU Systems via Parallel Image Composition // 2021 IEEE International Symposium on High-Performance Computer Architecture (HPCA). IEEE, 2021. С. 709–722.
5. Kim Y. и др. GPUd: A fast and scalable multi-GPU architecture using cooperative projection and distribution // Proceedings of the Annual International Symposium on Microarchitecture, MICRO. IEEE Computer Society, 2017. Т. Part F131207. С. 574–586.
6. Microsoft Corporation. Multi-Adapter [Электронный ресурс]. 2017. URL: <https://devblogs.microsoft.com/directx/directx-12-multiadapter-lighting-up-dormant-silicon-and-making-it-work-for-you/>. (дата обращения: 21.02.2026).