

ABSTRACT

This study compares the performance of Client-Server and Peer-to-Peer Full Mesh architectures in a local network-based multiplayer game developed using Unity. The selection of network architecture is a fundamental design decision that directly affects the quality of the gameplay experience; however, there are still limited empirical studies that quantitatively compare these two architectures in a local network context. The evaluation was conducted under two scenarios: S1 with 2 players and S2 with 5 players, each repeated three times with a session duration of 300 seconds. The measured parameters included seven performance metrics: latency, throughput, packet loss, jitter, CPU usage, GPU usage, and memory usage. In the Client-Server architecture, a dedicated server was employed, while the P2P architecture utilized a Full Mesh topology with direct device-to-device communication. The results indicate that the P2P Full Mesh architecture significantly outperforms in critical network parameters, achieving 37.4% lower latency in S1 and 27.7% lower in S2, as well as 58.2% higher throughput in S1 and 77.6% higher in S2. P2P also demonstrated lower jitter in both scenarios. Conversely, the Client-Server architecture is more efficient in client-side resource utilization, with CPU usage reduced by 49.9% and RAM usage decreased by 30.8% in S2, along with more stable FPS showing a difference of 9.2 fps. Packet loss in the Client-Server model is also lower due to centralized QoS mechanisms. Additionally, a trade-off phenomenon between CPU and GPU usage was observed in the P2P architecture as the number of players increased, where higher CPU load for connection management reduced GPU allocation for rendering. In conclusion, the P2P Full Mesh architecture is more optimal for small-scale local multiplayer games that prioritize responsiveness, while the Client-Server architecture is more suitable for scenarios involving a larger number of players or when client resource efficiency and visual stability are the primary concerns.

Keywords: Client-Server, Latency, Local area network, Multiplayer game, Network architecture, Peer-to-Peer, System resources, Unity.

ABSTRAK

Penelitian ini membandingkan performa arsitektur Client-Server dan Peer-to-Peer Full Mesh pada game multiplayer berbasis jaringan lokal yang dikembangkan menggunakan Unity. Pemilihan arsitektur jaringan merupakan keputusan desain fundamental yang berdampak langsung pada kualitas pengalaman bermain, namun belum banyak studi empiris yang membandingkan kedua arsitektur secara terukur dalam konteks jaringan lokal. Pengujian dilakukan pada dua skenario, yaitu S1 dengan 2 pemain dan S2 dengan 5 pemain, masing-masing diulang sebanyak 3 repetisi dengan durasi 300 detik per sesi. Parameter yang diukur meliputi tujuh metrik performa yaitu latensi, throughput, packet loss, jitter, penggunaan CPU, GPU, dan memori. Pada arsitektur Client-Server digunakan dedicated server, sedangkan P2P menggunakan topologi Full Mesh dengan komunikasi langsung antar-perangkat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa arsitektur P2P Full Mesh unggul pada parameter jaringan kritis, dengan latensi lebih rendah sebesar 37,4% pada S1 dan 27,7% pada S2, serta throughput lebih tinggi sebesar 58,2% pada S1 dan 77,6% pada S2. Jitter P2P juga lebih rendah pada kedua skenario. Sebaliknya, arsitektur Client-Server lebih efisien dalam penggunaan sumber daya sisi klien, dengan CPU lebih rendah 49,9% dan RAM lebih hemat 30,8% pada S2, serta FPS yang lebih stabil dengan selisih 9,2 fps. Packet loss Client-Server juga lebih rendah berkat mekanisme QoS terpusat. Ditemukan juga fenomena trade-off antara beban CPU dan GPU pada P2P saat jumlah pemain meningkat, di mana CPU yang sibuk untuk pengelolaan koneksi menyebabkan alokasi GPU untuk rendering berkurang. Kesimpulan penelitian ini bahwa P2P Full Mesh lebih optimal untuk game multiplayer lokal berskala kecil yang mengutamakan responsivitas, sedangkan Client-Server lebih optimal untuk skenario dengan pemain lebih banyak pemain atau ketika efisiensi sumber daya klien dan stabilitas visual menjadi prioritas utama.

Kata Kunci: Arsitektur jaringan, Client-Server, Game multiplayer, Jaringan lokal, Latensi, Peer-to-Peer, Sumber daya sistem, Unity.