Progetto di Applicazioni e Giochi Multiplayer su Architettura Unity DOTS

CANDIDATO:

MICHELE RIGHI

RELATORE:

DOTT. PAOLO BELLAVISTA

CORRELATORE:

DOTT. ANDREA GARBUGLI

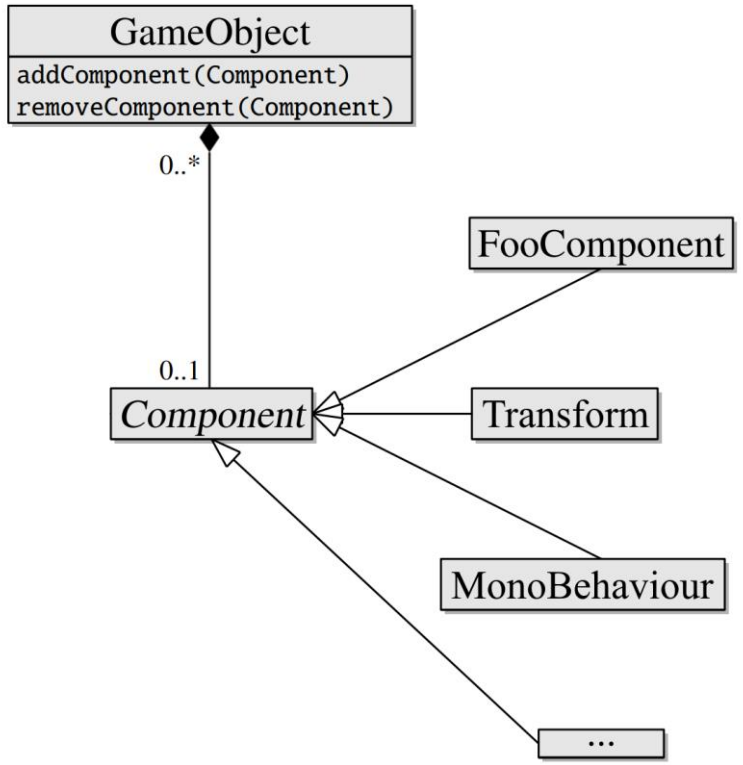
Introduzione

Introduzione

- Nel 2018 Unity ha iniziato una profonda **ristrutturazione** del proprio motore di gioco.

Introduzione

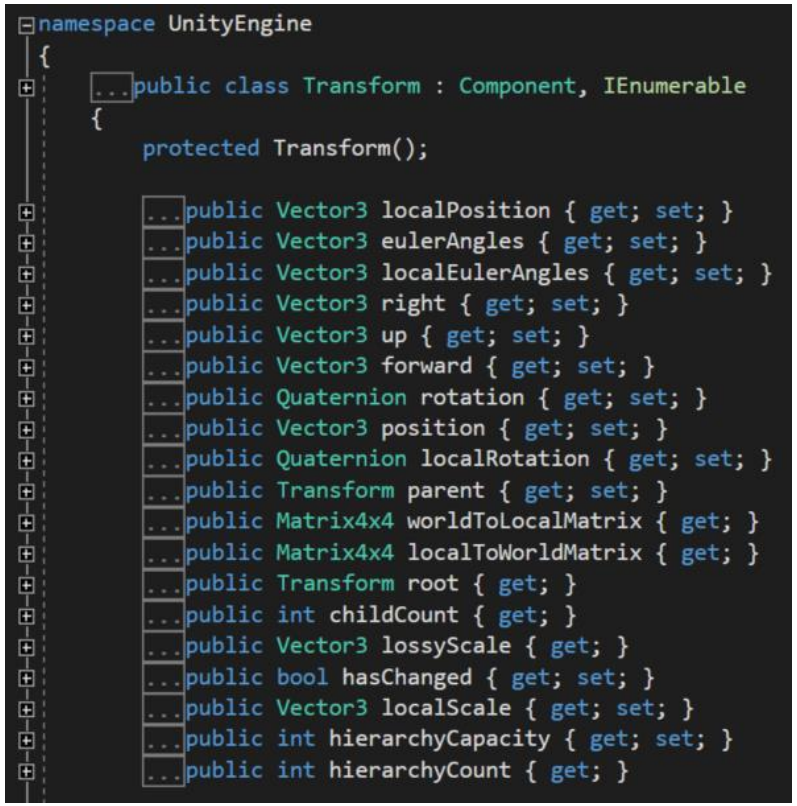
- Nel 2018 Unity ha iniziato una profonda **ristrutturazione** del proprio motore di gioco.
- **Architettura classica** limitata dal modello a **componenti** (GameObject e MonoBehaviour).



Unity: modello a componenti.

Introduzione

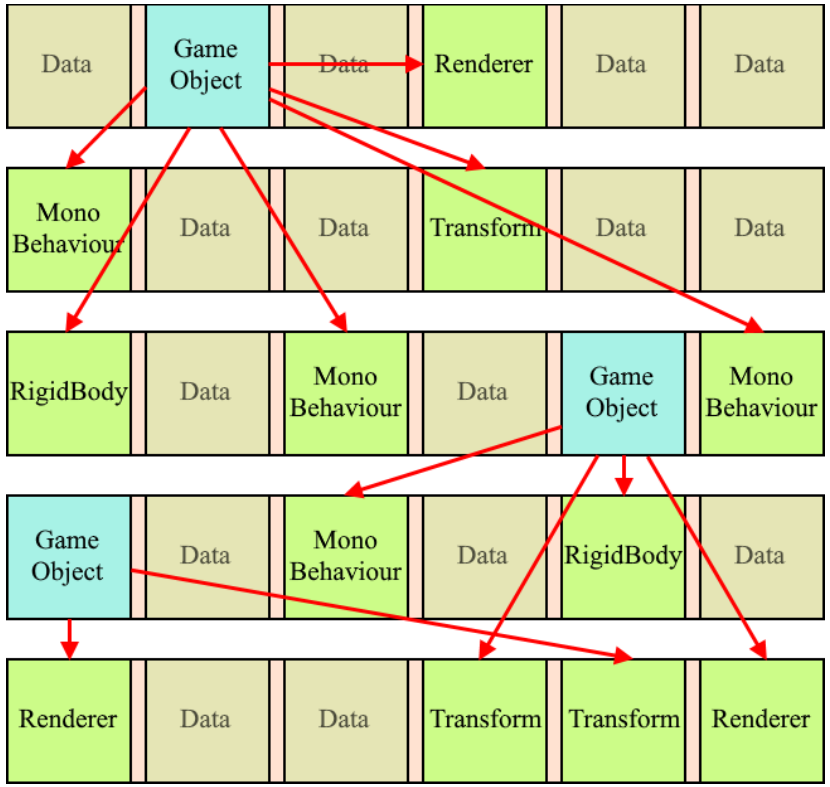
- Nel 2018 Unity ha iniziato una profonda **ristrutturazione** del proprio motore di gioco.
- **Architettura classica** limitata dal modello a **componenti** (GameObject e MonoBehaviour).
  - **Overhead** delle classi (sia GameObject che MonoBehaviour sono classi).



Unity: componente Transform.

Introduzione

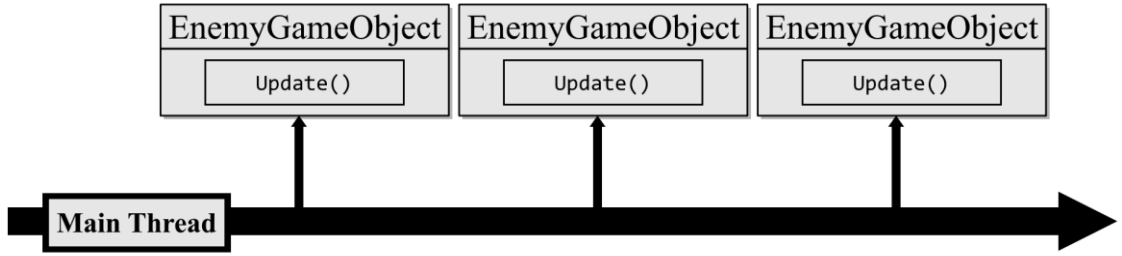
- Nel 2018 Unity ha iniziato una profonda **ristrutturazione** del proprio motore di gioco.
- **Architettura classica** limitata dal modello a **componenti** (GameObject e MonoBehaviour).
  - **Overhead** delle classi (sia GameObject che MonoBehaviour sono classi).
  - **Dati sparpagliati** in memoria, a causa dei riferimenti.



Dati sparpagliati in memoria.

Introduzione

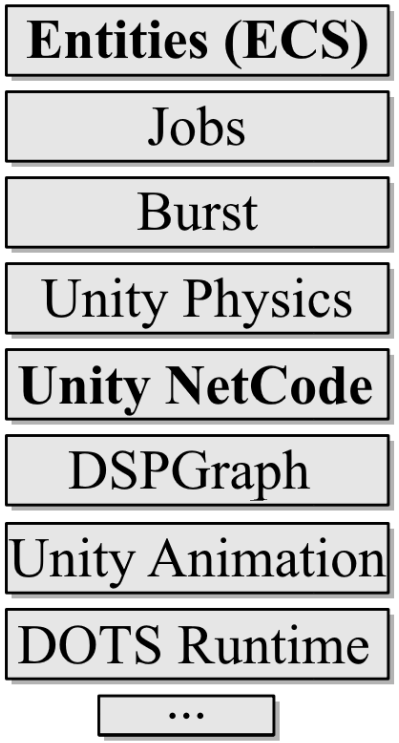
- Nel 2018 Unity ha iniziato una profonda **ristrutturazione** del proprio motore di gioco.
- **Architettura classica** limitata dal modello a **componenti** (GameObject e MonoBehaviour).
  - **Overhead** delle classi (sia GameObject che MonoBehaviour sono classi).
  - **Dati sparpagliati** in memoria, a causa dei riferimenti.
  - **Core multipli** della CPU **non utilizzati**.



Unity: esecuzione dei MonoBehaviour.

Introduzione

- Nel 2018 Unity ha iniziato una profonda **ristrutturazione** del proprio motore di gioco.
- **Architettura classica** limitata dal modello a **componenti** (GameObject e MonoBehaviour).
  - **Overhead** delle classi (sia GameObject che MonoBehaviour sono classi).
  - **Dati sparpagliati** in memoria, a causa dei riferimenti.
  - **Core multipli** della CPU **non utilizzati**.
- Soluzione: Unity **Data-Oriented Technology Stack** (DOTS).



Unity: librerie DOTS.

Argomenti principali

Entity Component System (ECS)

NetCode

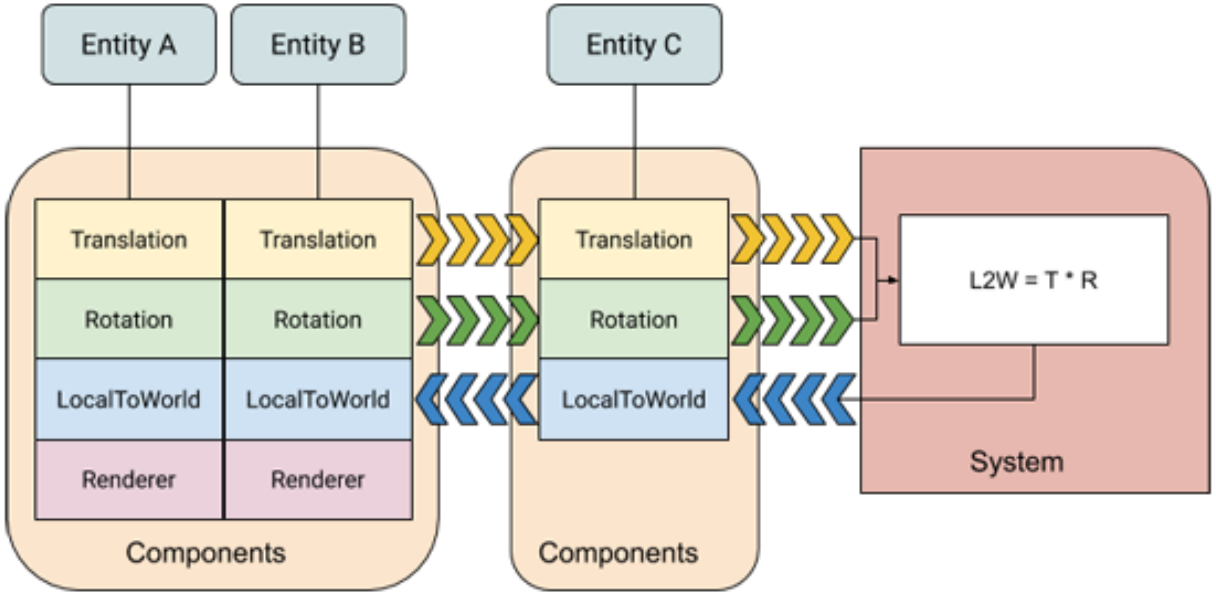
Prototipi

Risultati sperimentali

Conclusioni

Entity Component System (ECS)

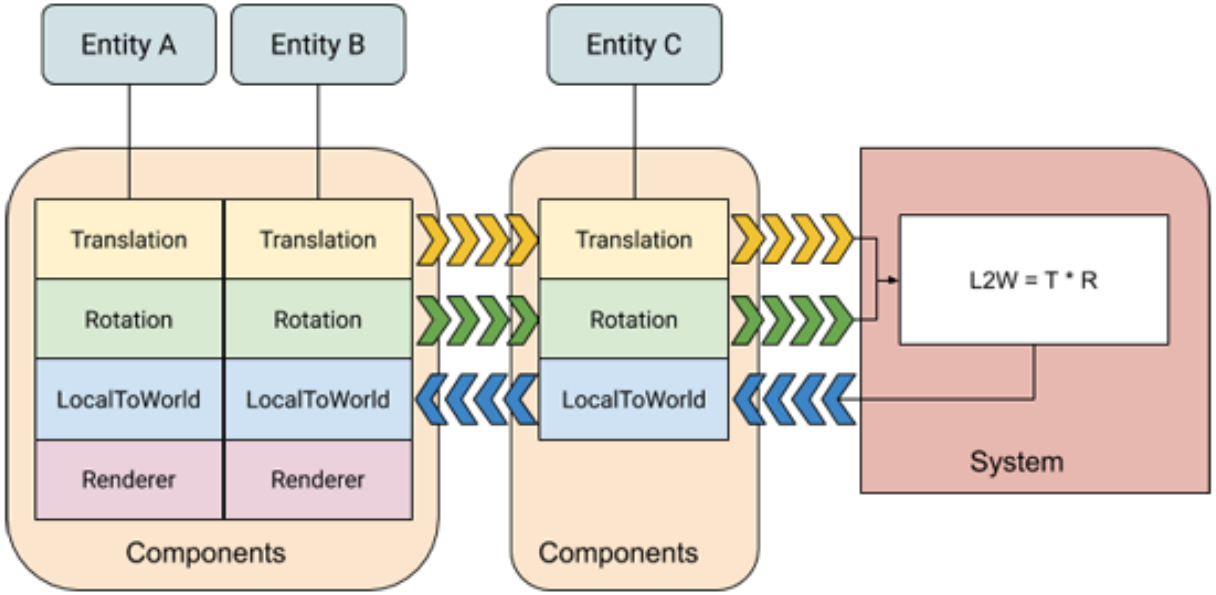
- **Entities**.
- **Components**.
- **Systems**.



Esempio funzionamento ECS

Entity Component System (ECS)

- **Entities**. Le «**cose**» concrete che popolano il gioco a tempo di esecuzione. Sono paragonabili alle **chiavi** (ID numerici) di un database.
- **Components**.
- **Systems**.



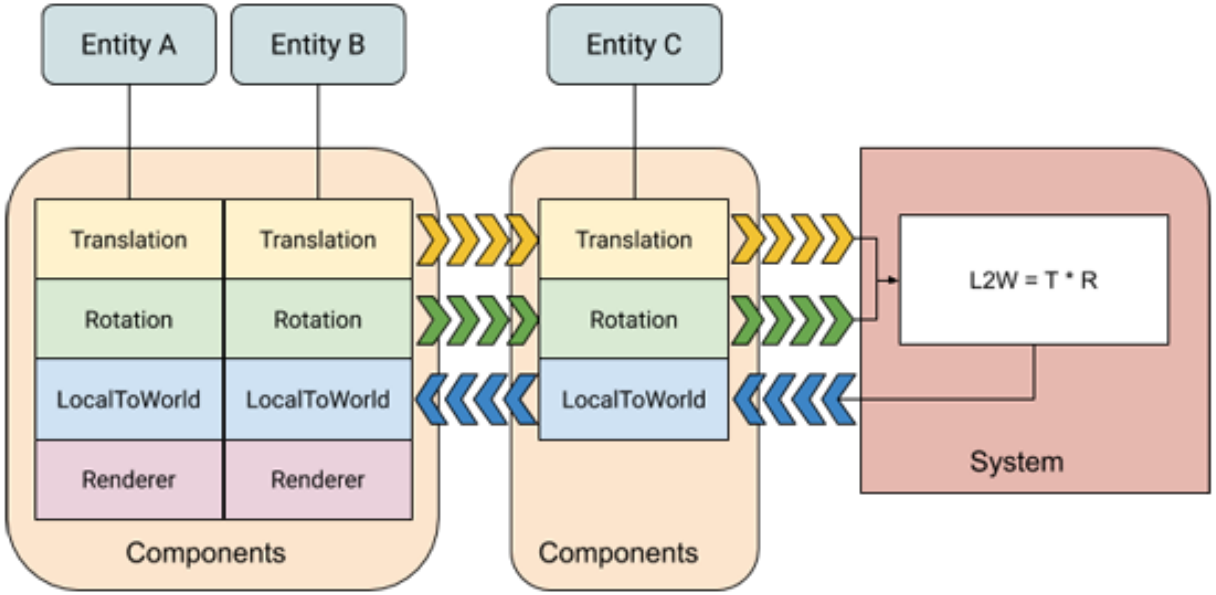
Esempio funzionamento ECS

Entity Component System (ECS)

- **Entities**. Le «**cose**» concrete che popolano il gioco a tempo di esecuzione. Sono paragonabili alle **chiavi** (ID numerici) di un database.

- **Components**. I **dati** associati alle entità. Immagazzinano lo stato ma non contengono alcun tipo di logica. Sono paragonabili alle **tuple** di un database.

- **Systems**.



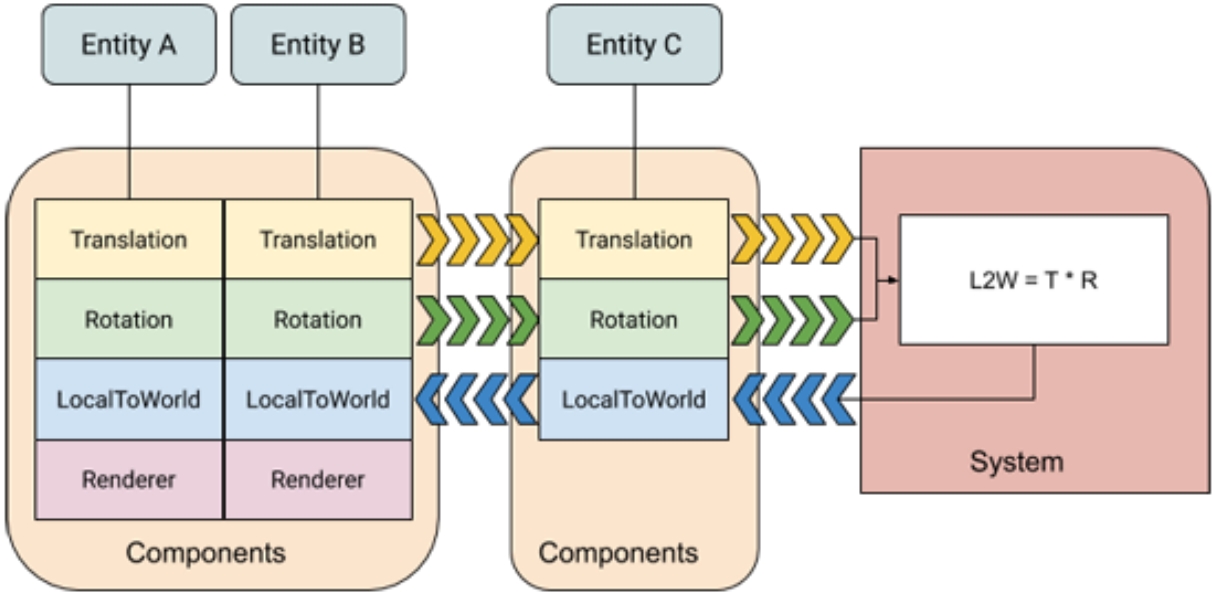
Esempio funzionamento ECS

Entity Component System (ECS)

- **Entities**. Le «**cose**» concrete che popolano il gioco a tempo di esecuzione. Sono paragonabili alle **chiavi** (ID numerici) di un database.

- **Components**. I **dati** associati alle entità. Immagazzinano lo stato ma non contengono alcun tipo di logica. Sono paragonabili alle **tuple** di un database.

- **Systems**. Permettono di realizzare il **comportamento**, modificando lo stato dei componenti. Sono paragonabili alle **query** di una database.

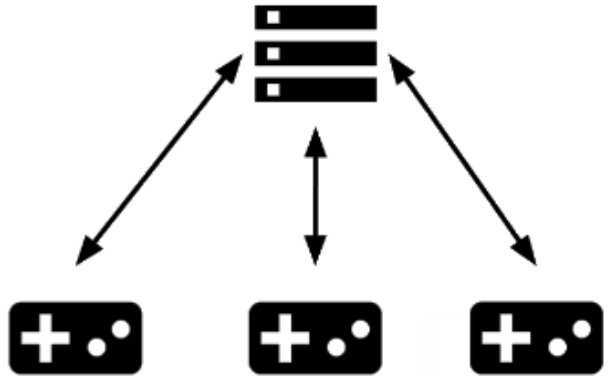


Esempio funzionamento ECS

NetCode

NetCode

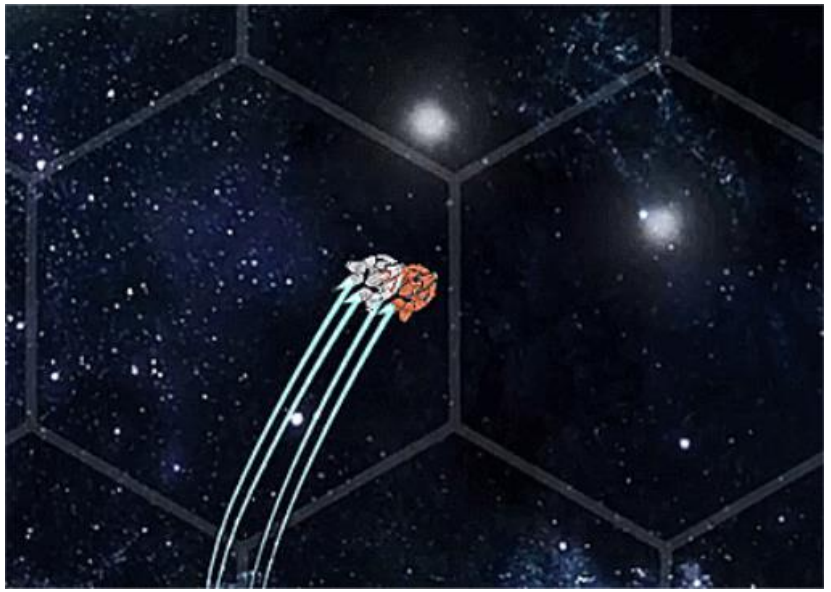
- Topologia di rete basata su un modello a client/server con **server autoritativo**.



Modello a server autoritativo

NetCode

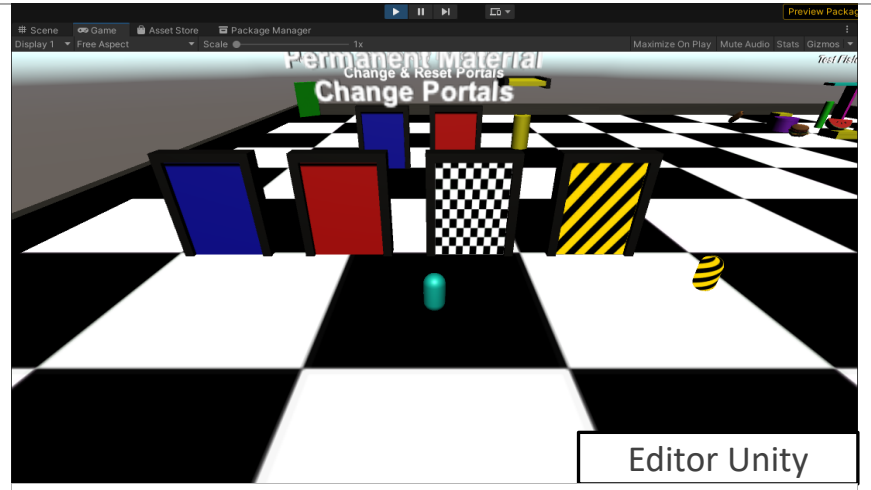
- Topologia di rete basata su un modello a client/server con **server autoritativo**.
- Riduzione della latenza tramite l'utilizzo della **predizione lato client**.

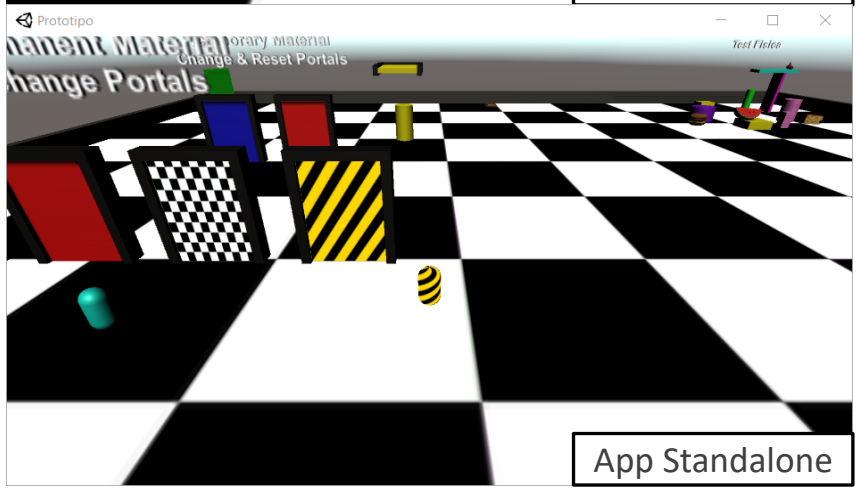


Esempio predizione lato client (nave bianca).

Prototipi

PROTOTIPO 1: VIDEOGIOCO COMPLETO

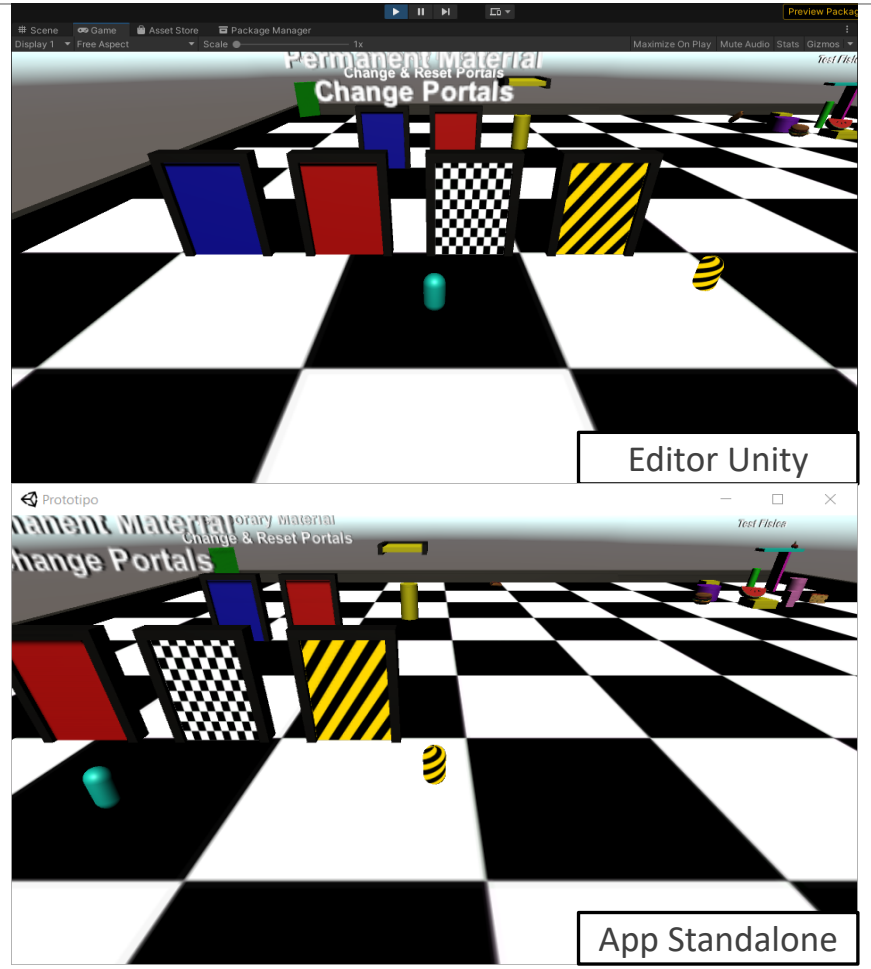




Prototipi

PROTOTIPO 1: VIDEOGIOCO COMPLETO

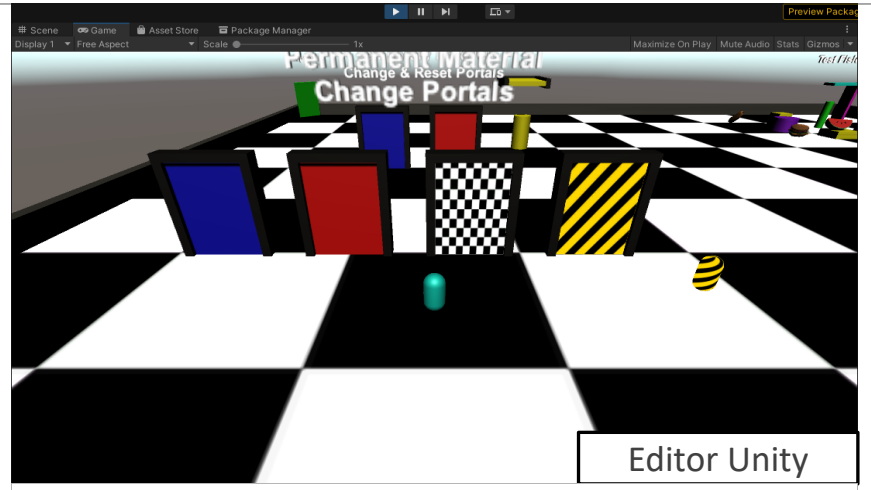
- Applicazione basata su architettura **ECS**, fornita dal package Entities.



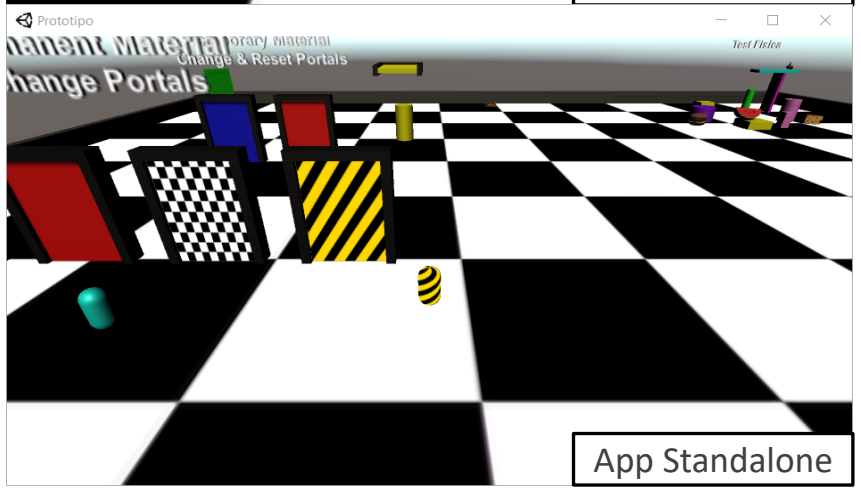
Prototipi

PROTOTIPO 1: VIDEOGIOCO COMPLETO

- Applicazione basata su architettura **ECS**, fornita dal package Entities.
- Networking implementato tramite l'utilizzo del package **NetCode**.



Editor Unity

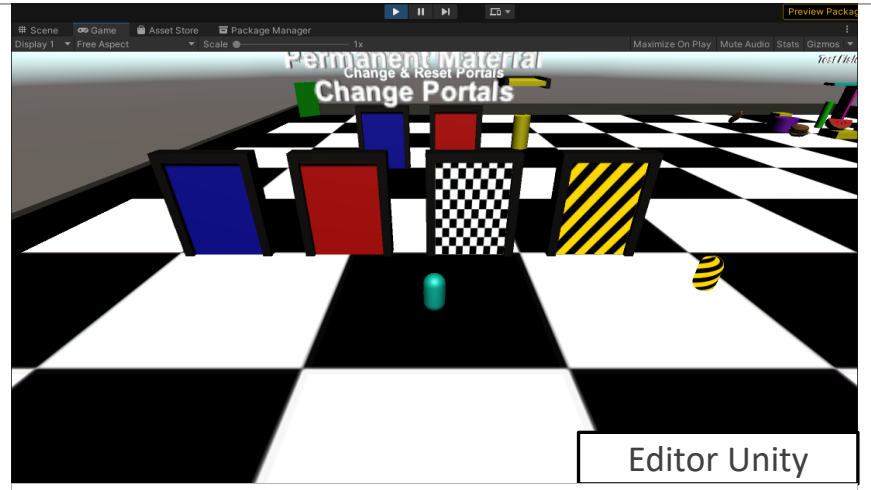


App Standalone

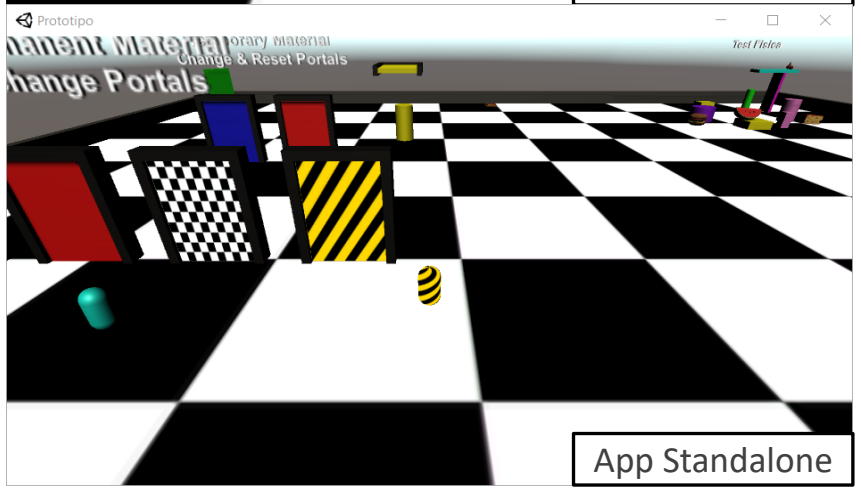
Prototipi

PROTOTIPO 1: VIDEOGIOCO COMPLETO

- Applicazione basata su architettura **ECS**, fornita dal package Entities.
- Networking implementato tramite l'utilizzo del package **NetCode**.
- Simulazione fisica realizzata utilizzando il package **Physics**.



Editor Unity

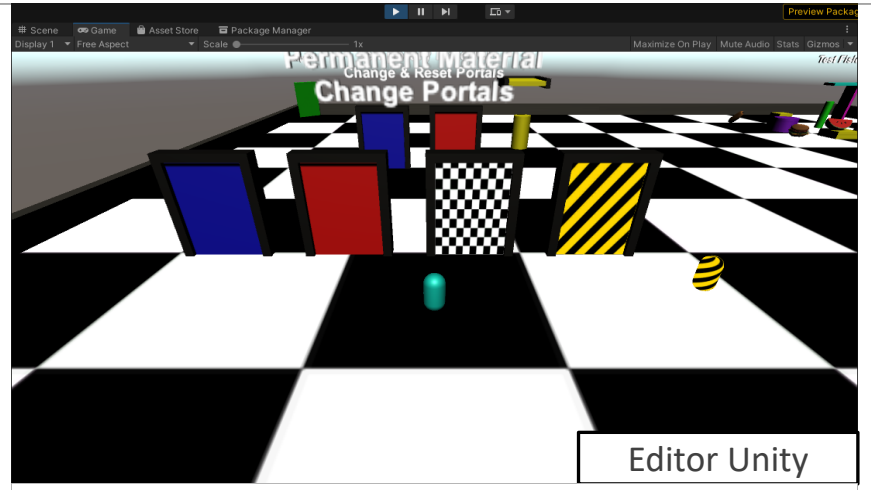


App Standalone

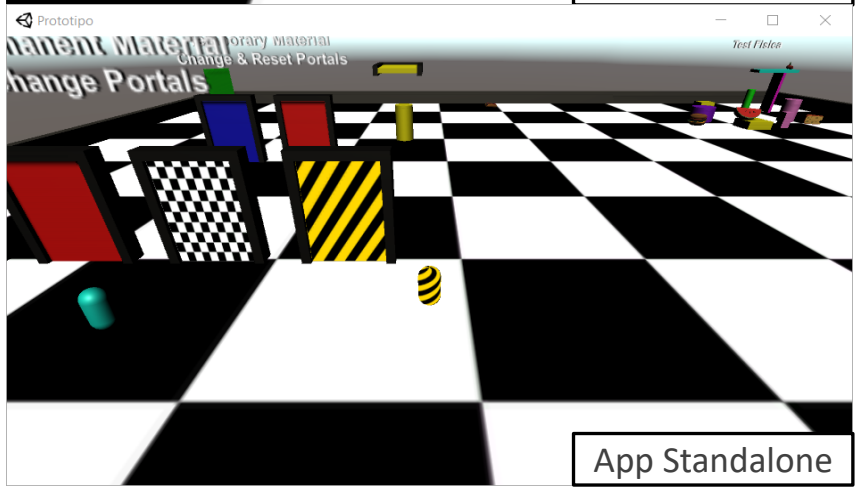
Prototipi

PROTOTIPO 1: VIDEOGIOCO COMPLETO

- Applicazione basata su architettura **ECS**, fornita dal package Entities.
- Networking implementato tramite l'utilizzo del package **NetCode**.
- Simulazione fisica realizzata utilizzando il package **Physics**.
- Funzionalità realizzate: **portali cambia colore**, **teletrasporti**, **raccolta oggetti**.



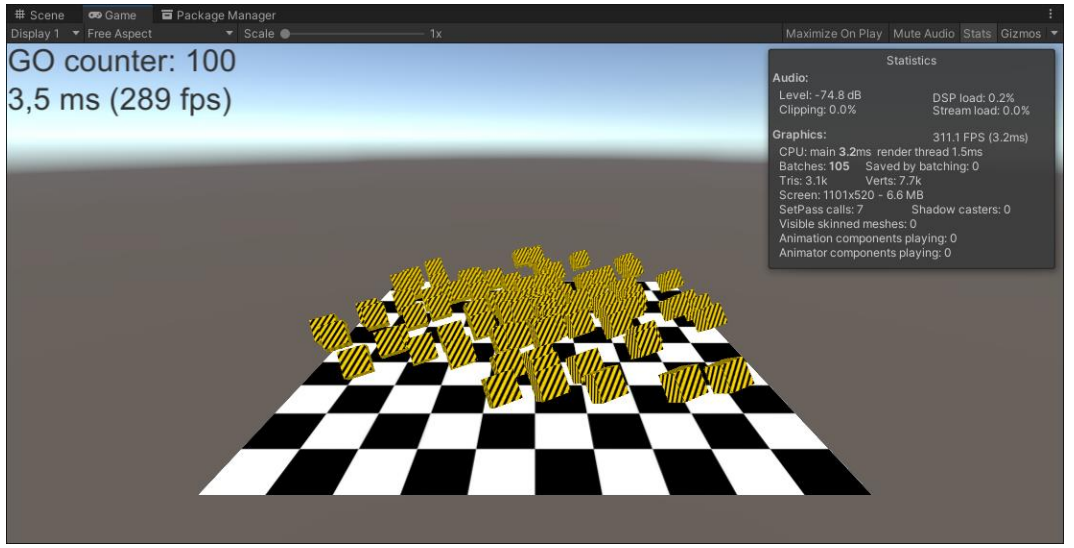
Editor Unity



App Standalone

Prototipi

PROTOTIPO 2: STRESS TEST

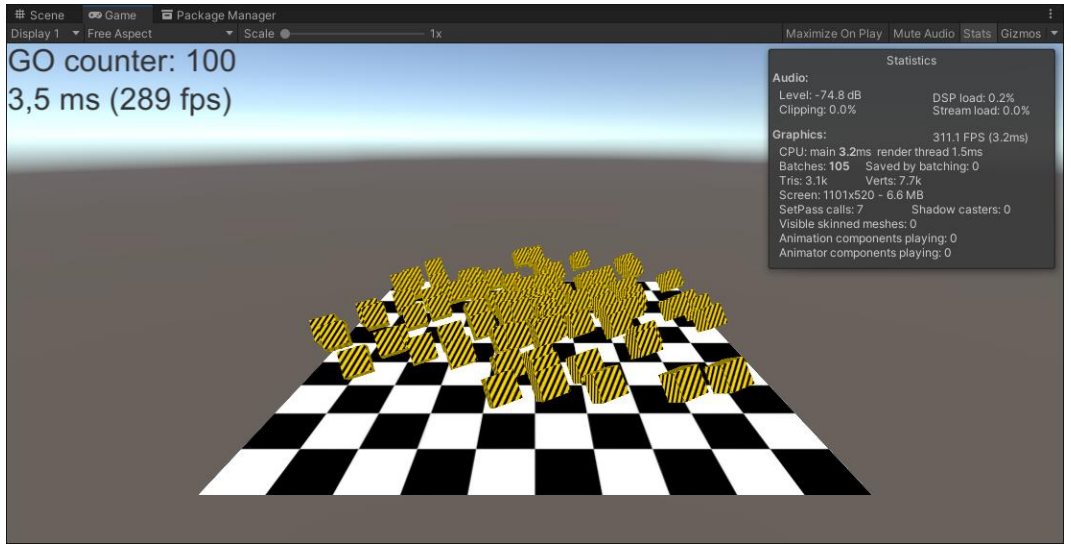


Prototipo per lo Stress Test (100 cubi).

Prototipi

PROTOTIPO 2: STRESS TEST

- Piccola applicazione che genera un numero arbitrario di cubi che vengono poi fatti ruotare.

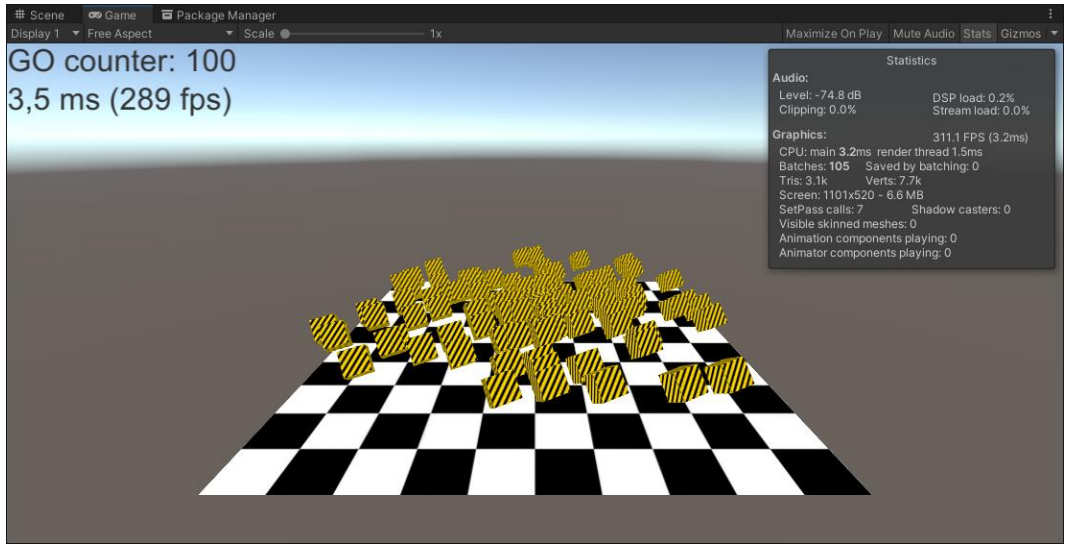


Prototipo per lo Stress Test (100 cubi).

Prototipi

PROTOTIPO 2: STRESS TEST

- Piccola applicazione che genera un numero arbitrario di cubi che vengono poi fatti ruotare.
- Rotazione dei cubi realizzata in modi differenti:



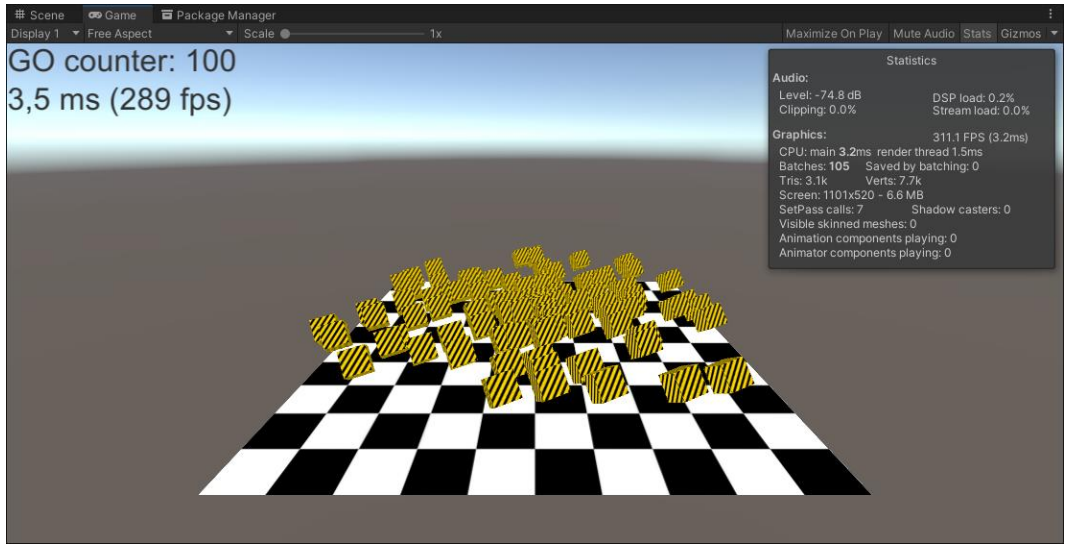
Prototipo per lo Stress Test (100 cubi).

Prototipi

PROTOTIPO 2: STRESS TEST

- Piccola applicazione che genera un numero arbitrario di cubi che vengono poi fatti ruotare.
- Rotazione dei cubi realizzata in modi differenti:

1. GameObject + MonoBehaviour (architettura classica).
2. ECS «vanilla».
3. ECS + Jobs.
4. ECS + Parallel Jobs.
5. ECS + Parallel Jobs + Burst.



Prototipo per lo Stress Test (100 cubi).

Risultati Sperimentali

Risultati Sperimentali

- Lo sviluppo dei prototipi ed i relativi test sono stati eseguiti sulla seguente **architettura hardware**:
  - Processore Intel® Core™ i7-7700HQ con 4 core (8 processori logici) e frequenza di clock pari a 2.80GHz.
  - Memoria RAM da 16GB.
  - Scheda video NVIDIA GeForce GTX 1060.
  - Sistema Operativo Microsoft Windows 10 Home, a 64 bit.

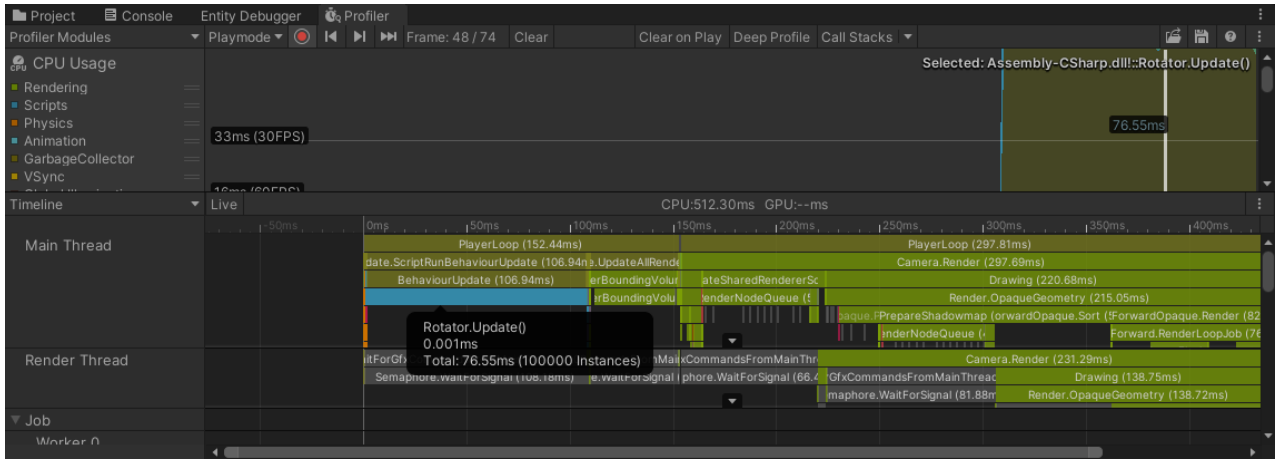
Risultati Sperimentali

- Lo sviluppo dei prototipi ed i relativi test sono stati eseguiti sulla seguente **architettura hardware**:
  - Processore Intel® Core™ i7-7700HQ con 4 core (8 processori logici) e frequenza di clock pari a 2.80GHz.
  - Memoria RAM da 16GB.
  - Scheda video NVIDIA GeForce GTX 1060.
  - Sistema Operativo Microsoft Windows 10 Home, a 64 bit.
- I test sono stati eseguiti, per ciascuna soluzione, su 10, 100, 1.000, 10.000, 100.000 e 1.000.000 di cubi.

Risultati Sperimentali

- Rotazione di 100.000 GameObject, tramite MonoBehaviour:

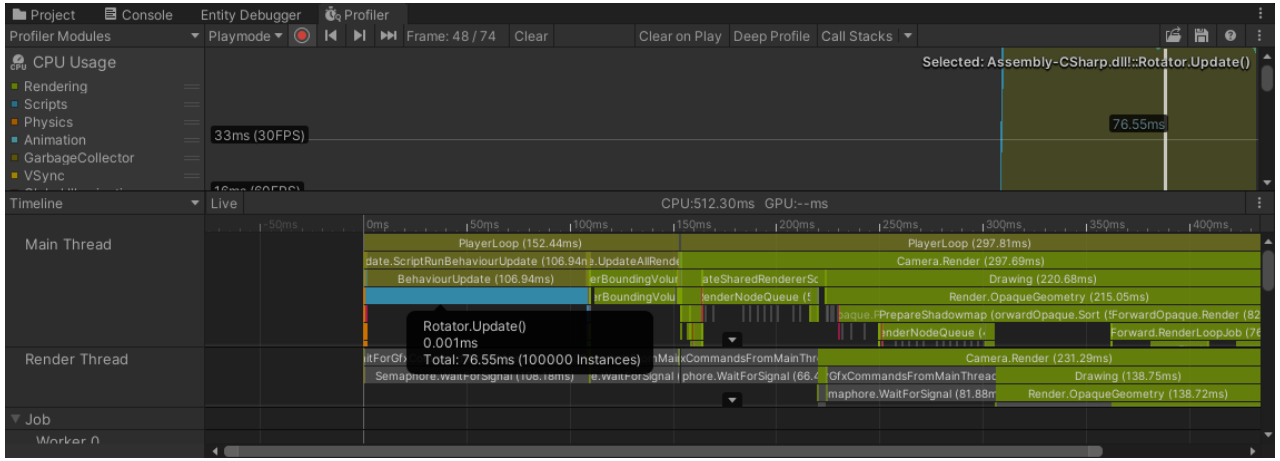
FPS	~2,5
ms Rotator	~77
ms totali CPU	~430



Risultati Sperimentali

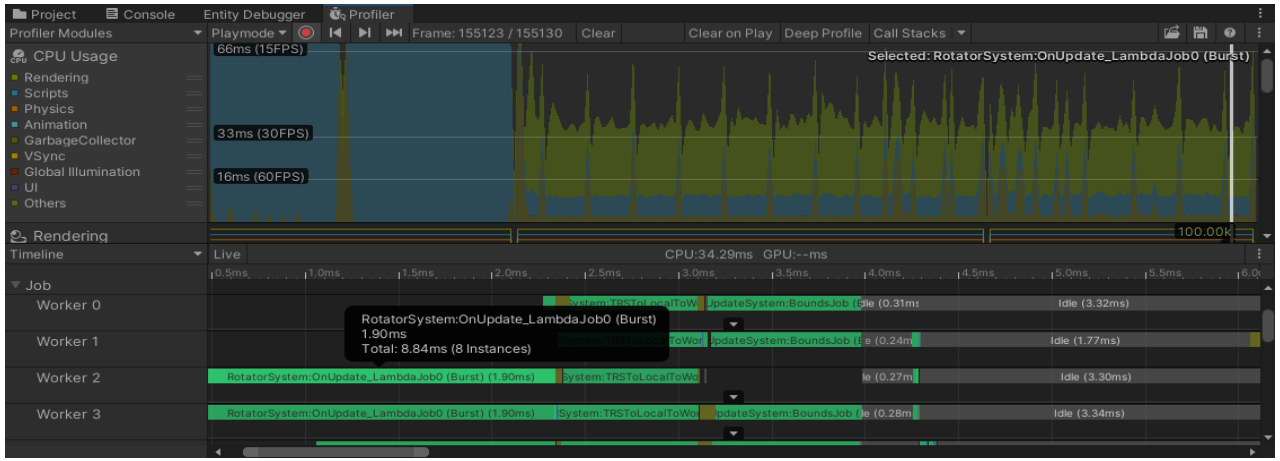
- Rotazione di 100.000 GameObject, tramite MonoBehaviour:

FPS	~2,5
ms Rotator	~77
ms totali CPU	~430

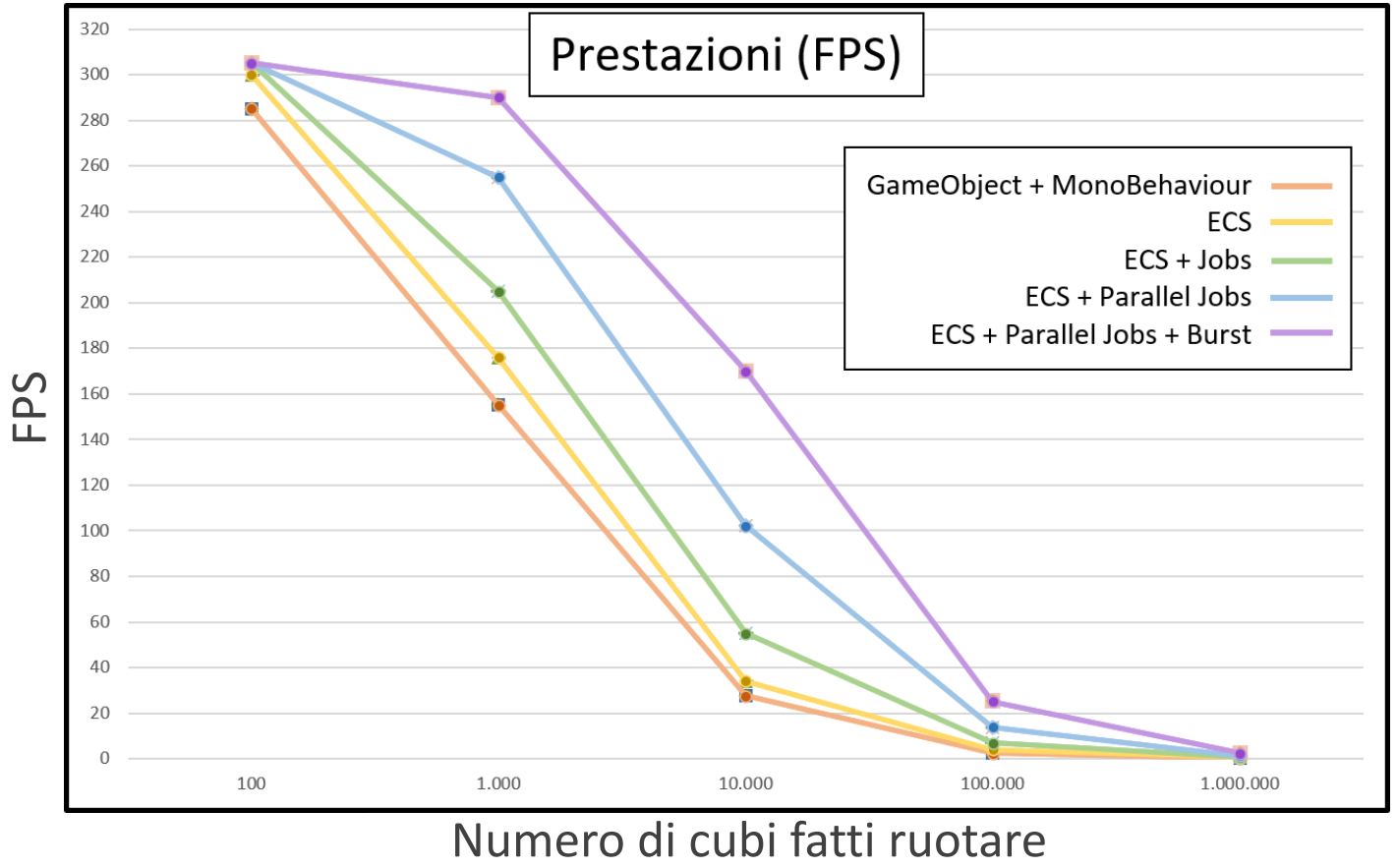


- Rotazione di 100.000 entità utilizzando ECS + Jobs + Burst:

FPS	~25,2
ms Rotator	~8,84
ms totali CPU	~39,8

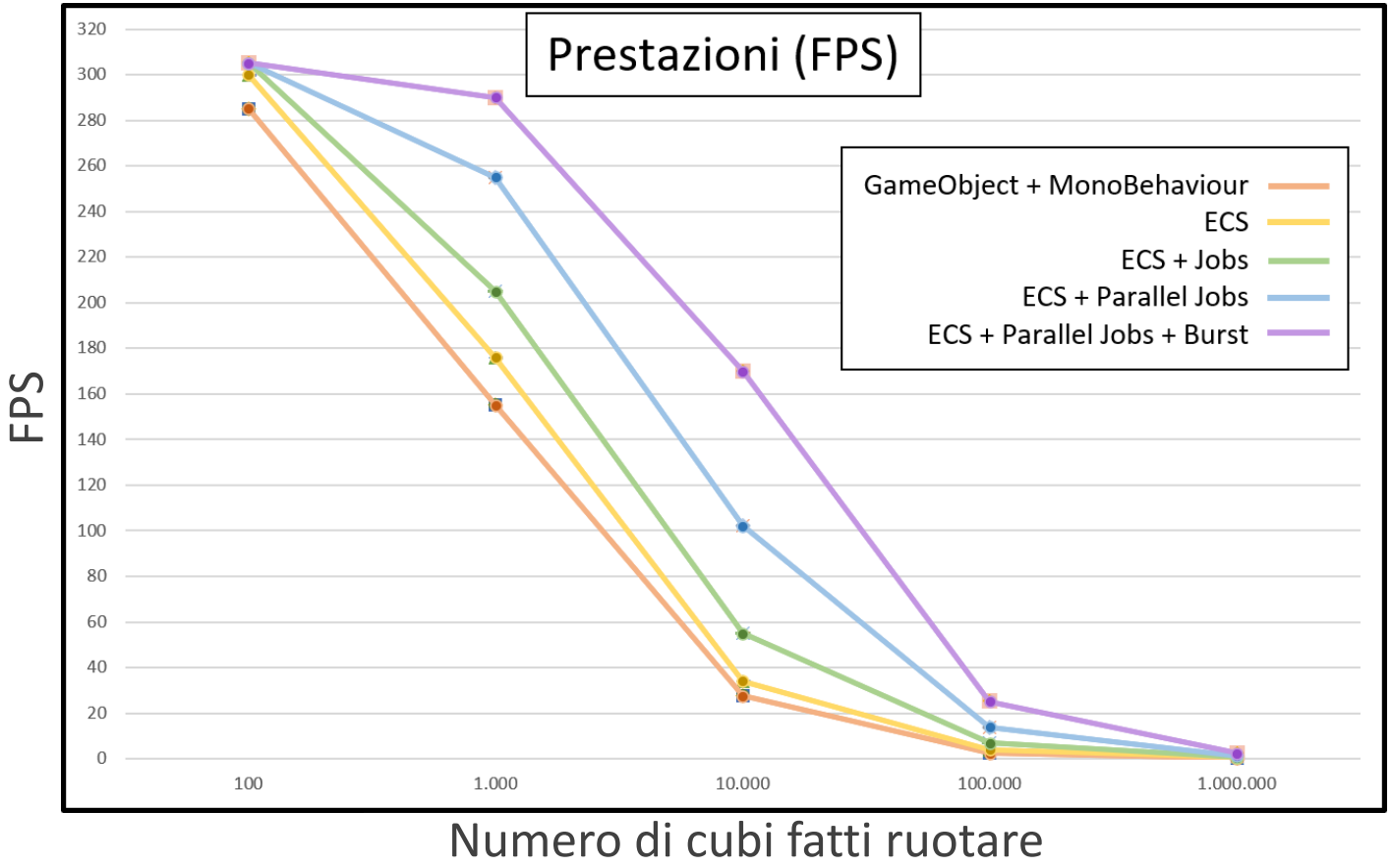


Risultati Sperimentali



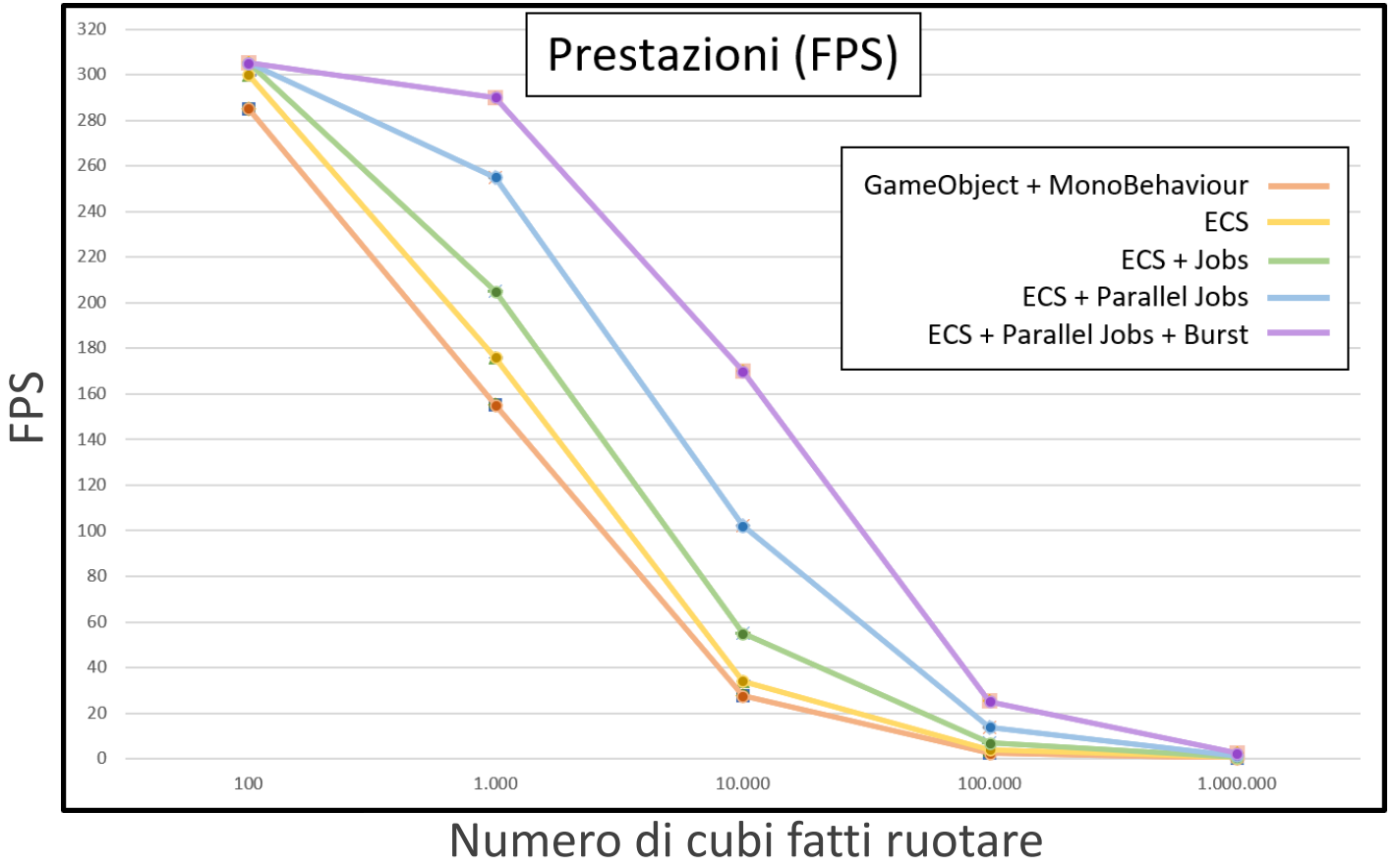
Risultati Sperimentali

- Il grafico mostra le **differenza di FPS** fra le varie implementazioni.



Risultati Sperimentali

- Il grafico mostra le **differenza di FPS** fra le varie implementazioni.
- ECS e l'utilizzo dei package DOTS portano ad un **miglioramento di prestazioni**, rispetto all'architettura classica basata su GameObject.



Conclusioni

PRO

CONTRO

Conclusioni

PRO

- **Separazione logica** dei dati e del comportamento.

CONTRO

Conclusioni

PRO

- **Separazione logica** dei dati e del comportamento.
- **Codice** altamente **leggibile** e **riutilizzabile**.

CONTRO

Conclusioni

PRO

- **Separazione logica** dei dati e del comportamento.
- **Codice** altamente **leggibile** e **riutilizzabile**.
- **Uso massimizzato** delle risorse, soprattutto **CPU** e **cache**, grazie al layout dei dati.

CONTRO

Conclusioni

PRO

- **Separazione logica** dei dati e del comportamento.
- **Codice** altamente **leggibile** e **riutilizzabile**.
- **Uso massimizzato** delle risorse, soprattutto **CPU** e **cache**, grazie al layout dei dati.
- Riduzione dei consumi (maggiore durata della batteria).

CONTRO

Conclusioni

PRO

- **Separazione logica** dei dati e del comportamento.
- **Codice** altamente **leggibile** e **riutilizzabile**.
- **Uso massimizzato** delle risorse, soprattutto **CPU** e **cache**, grazie al layout dei dati.
- Riduzione dei consumi (maggiore durata della batteria).
- Modello di rete con **latenza minima.**

CONTRO

Conclusioni

PRO

- **Separazione logica** dei dati e del comportamento.
- **Codice** altamente **leggibile** e **riutilizzabile**.
- **Uso massimizzato** delle risorse, soprattutto **CPU** e **cache**, grazie al layout dei dati.
- Riduzione dei consumi (maggiore durata della batteria).
- Modello di rete con **latenza minima.**

CONTRO

- Ancora in fase di sviluppo.

Conclusioni

PRO

- **Separazione logica** dei dati e del comportamento.
- **Codice** altamente **leggibile** e **riutilizzabile**.
- **Uso massimizzato** delle risorse, soprattutto **CPU** e **cache**, grazie al layout dei dati.
- Riduzione dei consumi (maggiore durata della batteria).
- Modello di rete con **latenza minima.**

CONTRO

- Ancora in fase di sviluppo.
- I package saranno soggetti a possibili cambiamenti dal calibro differente.

Conclusioni

PRO

- **Separazione logica** dei dati e del comportamento.
- **Codice** altamente **leggibile** e **riutilizzabile**.
- **Uso massimizzato** delle risorse, soprattutto **CPU** e **cache**, grazie al layout dei dati.
- Riduzione dei consumi (maggiore durata della batteria).
- Modello di rete con **latenza minima.**

CONTRO

- Ancora in fase di sviluppo.
- I package saranno soggetti a possibili cambiamenti dal calibro differente.
- Parti delle funzionalità presenti nell'architettura classica non ancora supportate.

Conclusioni

SVILUPPI FUTURI DOTS

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI PROTOTIPO

Conclusioni

SVILUPPI FUTURI DOTS

- Release ufficiale di DOTS.

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI PROTOTIPO

Conclusioni

SVILUPPI FUTURI DOTS

- Release ufficiale di DOTS.
- Estensione del supporto alla conversione.

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI PROTOTIPO

Conclusioni

SVILUPPI FUTURI DOTS

- Release ufficiale di DOTS.
- Estensione del supporto alla conversione.
- Riduzione del codice necessario per implementare il flusso di esecuzione di NetCode.

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI PROTOTIPO

Conclusioni

SVILUPPI FUTURI DOTS

- Release ufficiale di DOTS.
- Estensione del supporto alla conversione.
- Riduzione del codice necessario per implementare il flusso di esecuzione di NetCode.
- Aggiunta di ulteriori interfacce utili per l'analisi.

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI PROTOTIPO

Conclusioni

SVILUPPI FUTURI DOTS

- Release ufficiale di DOTS.
- Estensione del supporto alla conversione.
- Riduzione del codice necessario per implementare il flusso di esecuzione di NetCode.
- Aggiunta di ulteriori interfacce utili per l'analisi.

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI PROTOTIPO

- Lobby prepartita.

Conclusioni

SVILUPPI FUTURI DOTS

- Release ufficiale di DOTS.
- Estensione del supporto alla conversione.
- Riduzione del codice necessario per implementare il flusso di esecuzione di NetCode.
- Aggiunta di ulteriori interfacce utili per l'analisi.

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI PROTOTIPO

- Lobby prepartita.
- Scoreboard.

Conclusioni

SVILUPPI FUTURI DOTS

- Release ufficiale di DOTS.
- Estensione del supporto alla conversione.
- Riduzione del codice necessario per implementare il flusso di esecuzione di NetCode.
- Aggiunta di ulteriori interfacce utili per l'analisi.

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI PROTOTIPO

- Lobby prepartita.
- Scoreboard.
- Sistema per la gestione dell'inventario.

Conclusioni

SVILUPPI FUTURI DOTS

- Release ufficiale di DOTS.
- Estensione del supporto alla conversione.
- Riduzione del codice necessario per implementare il flusso di esecuzione di NetCode.
- Aggiunta di ulteriori interfacce utili per l'analisi.

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI PROTOTIPO

- Lobby prepartita.
- Scoreboard.
- Sistema per la gestione dell'inventario.
- Nuova valutazione approfondita della latenza in rete.

Unity DOTS

PERFORMANCE BY DEFAULT