



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

Dipartimento di Informatica

Corso di Laurea Triennale in Informatica

TESI DI LAUREA

Sviluppo di un Blockchain system all'interno di un Metaverso educativo

RELATORE

Prof. Fabio Palomba

Università degli Studi di Salerno

CANDIDATO

Emanuele Di Gregorio

Matricola: 0512108753

Anno Accademico 2022-2023

Per Nonno Liberato

Questa tesi è stata realizzata nel

sesa^{lab}
SOFTWARE ENGINEERING
SALERNO

*Sono le persone che nessuno immagina che possano fare certe cose,
quelle che fanno cose che nessuno può immaginare.*

-Alan Turing

Abstract

Data l'avvento della Pandemia, è stato reso chiaro quanto sia importante l'evoluzione della tecnologia dell'ambito della didattica a distanza, gli strumenti utilizzati finora non sono stati progettati originariamente per uno scopo didattico, invece il Sistema SENEM è un progetto nato, sviluppato ed adesso anche migliorato, appositamente per la didattica a distanza(DAD).

Il Sistema SENEM è un progetto sviluppato con lo scopo di utilizzare le tecnologie del Metaverso per superare i limiti fisici della didattica a distanza, come la bassa percezione di sé, l'inattività, la scarsa espressione emotiva e la bassa presenza durante la lezione, andando a sopperire a queste limitazioni grazie all'integrazione di funzionalità come l'utilizzo e personalizzazione degli Avatar oppure la possibilità di interagire con gli altri utenti collegati in tempo reale. Questa ricerca ha come obiettivo esaminare uno studio di sviluppo e fattibilità per l'integrazione della Blockchain all'interno del Sistema SENEM.

In primis si introduce il concetto di Metaverso, Blockchain e le correlazioni tra essi, poi verrà spiegato com'è strutturato e gestito il progetto SENEM evidenziando le potenzialità e i limiti presenti, ed infine concludere mostrando i risultati ottenuti grazie all'integrazione di nuove funzionalità legate alla Blockchain.

Indice

Elenco delle Figure	iii
1 Introduzione	1
1.1 Motivazione ed obiettivi	1
1.2 Risultati ottenuti	2
1.3 Struttura della Tesi	2
2 Background e Stato dell'Arte	4
2.1 La Tecnologia Blockchain	4
2.1.1 In che modo i diversi settori utilizzano la Blockchain?	5
2.1.2 Quali sono le caratteristiche di una tecnologia Blockchain?	7
2.1.3 Quali sono le componenti chiave della tecnologia Blockchain?	8
2.1.4 Quali sono le tipologie di reti Blockchain?	9
2.2 Il Metaverso	11
2.2.1 Che cos'è il Metaverso	11
2.2.2 Tecnologie del Metaverso	12
2.2.3 Caratteristiche Principali	13
2.3 Analisi dell'Interazione tra Blockchain e Metaverso	16
2.3.1 Perché la Blockchain è rilevante nel contesto del Metaverso?	17
2.4 Metodologia Raccolta Articoli Scientifici	18

3	Sistema Esistente SENEM: A Novel Software Engineering-Enabled Educational Metaverse	19
3.1	Analisi Progettuale	19
3.1.1	Rappresentazione dei File	21
3.2	Considerazioni	23
4	Studio di Sviluppo e Fattibilità	24
4.1	Infura e Fattibilità	24
4.2	Obiettivi	26
4.3	Preparazione	26
4.4	Sviluppo	27
4.4.1	Caricamento file IPFS	27
4.4.2	Cancellazione file IPFS	27
4.4.3	Caricamento slide sulla Lavagna	27
4.4.4	Sostituzione slide sulla Lavagna	28
4.5	Implementazione	28
5	Conclusioni	29
	Bibliografia	31

Elenco delle figure

3.1	Rappresentazione menu personalizzazione Avatar.	20
3.2	Rappresentazione Login.	20
3.3	Lavagna(LIM).	22
3.4	Leggio posto sul palco.	22
4.1	Aggiornamento interfaccia Leggio.	28

CAPITOLO 1

Introduzione

1.1 Motivazione ed obiettivi

Il Metaverso e la Blockchain due tecnologie ormai da anni in continuo aggiornamento e sempre più presenti nei discorsi di tutti i giorni ormai dall'avvento della Pandemia, infatti molti studi ed articoli che hanno iniziato a fare ricerche su ambiti sempre più vasti, uno in particolar modo [1], ha effettuato questo studio di ricerca sulla possibile integrazione di una progettazione Blockchain all'interno di un Metaverso in ambito educativo. Questo articolo, cita un importante framework chiamato Infura che possiamo considerare una valida possibilità per poter applicare in maniera pratica questa integrazione, rivelandosi una valida motivazione per portare avanti questo studio di fattibilità.

Sistema SENEM, questo è il nome di un progetto basato su Unity che permetterebbe a migliaia di persone di poter effettuare le proprie lezioni a distanza andando ad abbattere tutti i limiti creati durante la pandemia, come la bassa percezione di sé, l'inattività, la scarsa espressione emotiva e bassa presenza durante la lezione. Tutte problematiche che si sono andate a sviluppare durante la Pandemia. Questo progetto eccelle particolarmente nell'ambiente grafico e funzionale ma usandolo,

inevitabilmente si finisce per notare una limitazione che grava questo progetto, cioè l'assenza di un sistema di persistenza, infatti, quest'ultima designata nei possibili sviluppi futuri del Sistema SENEM rappresenta un'ottima occasione per integrare la Blockchain in un progetto sviluppato in Unity e quindi andando ad utilizzare C#, non presente nella documentazione Infura.

1.2 Risultati ottenuti

Durante questo studio di sviluppo è fattibilità, sono stati evidenziati strumenti adatti allo sviluppo in progetti sviluppati in Unity, oltre ad integrare nuove funzionalità che rendono ora il Sistema SENEM Persistente, grazie all'utilizzo di script di upload/download di file e di illustrazione di quest'ultimi.¹

1.3 Struttura della Tesi

I capitoli sviluppati in questa tesi sono:

- **Background e Stato dell'Arte** In questo capitolo vengono analizzati i Concetti di Blockchain citando i settori, caratteristiche, componenti e tipologie; il Metaverso con un'integrazione di cos'è, le tecnologie utilizzate e le caratteristiche principali; finendo con le analisi sulle interazioni tra Metaverso e Blockchain.
- **Sistema Esistente SENEM: A Novel Software Engineering-Enabled Educational Metaverse** In questa sezione viene mostrata tutto quello che è il Sistema SENEM con la contestualizzazione e spiegazione di funzioni, ruoli implementati e limiti presenti.
- **Studio di Sviluppo e Fattibilità** Questo capitolo è il cuore dello studio di Tesi siccome racchiude una spiegazione dei mezzi per cui lo studio è stato reso possibile, le nuove funzionalità da sviluppare scelte come obiettivi, illustrazione risultato finale e spiegazione di come sono stati trattati ed integrati i nuovi script.

¹https://github.com/zEmanu/SENEM_Metaverse

- Conclusioni Il termine di questo studio comprende l'illustrazione dei risultati ottenuti, dei miglioramenti effettuati dal progetto originale e di nuove limitazioni che si sono presentate.

Background e Stato dell'Arte

2.1 La Tecnologia Blockchain

La Blockchain è un metodo innovativo e sofisticato per archiviare e condividere dati all'interno di una rete aziendale, garantendo trasparenza e sicurezza. La base di questa tecnologia risiede nella creazione di un database costituito da blocchi interconnessi, che formano una struttura a catena. Questo design unico garantisce la sicurezza delle informazioni archiviate, poiché qualsiasi tentativo di eliminare o modificare la catena richiede il consenso dell'intera rete. Di conseguenza, la tecnologia Blockchain offre il notevole vantaggio di creare un registro permanente, in grado di monitorare e registrare in modo efficiente varie attività come ordini, pagamenti, conti e transazioni. Inoltre, questo sistema incorpora misure di sicurezza che salvaguardano da accessi non autorizzati, garantendo una comprensione e percezione uniforme di queste transazioni condivise tra tutti i partecipanti.

2.1.1 In che modo i diversi settori utilizzano la Blockchain?

La Blockchain è una tecnologia emergente che viene adottata in modo innovativo da vari settori. Descriviamo alcuni casi d'uso in vari settori nelle sottosezioni seguenti:¹

Campo Energetico

Dagli articoli studiati evince che, la tecnologia Blockchain ha aperto una vasta gamma di possibilità per l'industria energetica. Facilitando lo scambio energetico peer-to-peer e consentendo iniziative di crowdfunding per progetti di energia rinnovabile. Possiamo prendere questi casi d'uso come esempio:

- La Blockchain ha il potenziale per semplificare notevolmente l'accesso alle fonti energetiche sostenibili e consentire agli individui di assumere il controllo della propria produzione di energia, permettendo loro una gestione autonoma. Un'applicazione innovativa della tecnologia Blockchain è la creazione di piattaforme di scambio energetico peer-to-peer, che consentono agli individui di acquistare e vendere direttamente elettricità. Ciò è stato particolarmente vantaggioso per i proprietari di case dotati di pannelli solari, che ora possono facilmente vendere la loro energia solare in eccesso ai vicini attraverso queste piattaforme. Il processo è automatizzato, con smart contract che facilitano le transazioni e la Blockchain le registra per scopi di trasparenza e sicurezza.
- Un altro utilizzo della tecnologia Blockchain nel settore energetico è rappresentato dalle iniziative di crowdfunding. Queste iniziative sfruttano il potere della Blockchain per attrarre sostenitori e finanziatori per progetti di piccole e medie dimensioni, in particolare nelle comunità che non hanno accesso all'energia. Attraverso queste iniziative, gli utenti possono sponsorizzare e persino possedere pannelli solari in queste comunità, contribuendo così all'espansione delle fonti energetiche rinnovabili. Inoltre, gli sponsor possono anche ricevere un affitto o altri benefici finanziari una volta che i pannelli solari saranno implementati con successo.

¹Cos'è la tecnologia Blockchain "<https://aws.amazon.com/it/what-is/blockchain/?aws-products-all.sort-by=item.additionalFields.productNameLowercaseaws-products-all.sort-order=asc>"

Media e intrattenimento

I sistemi Blockchain sono utilizzati dalle società di media e intrattenimento come mezzo per gestire in modo efficace i dati sul copyright. La verifica del diritto d'autore riveste un'enorme importanza in quanto garantisce che gli artisti siano equamente ricompensati per il loro lavoro. Per registrare con precisione la vendita o il trasferimento di contenuti protetti da copyright, sono necessarie più transazioni. Sony Music Entertainment Japan, ad esempio, ha adottato servizi Blockchain per migliorare l'efficienza della gestione dei diritti digitali. Implementando questa strategia Blockchain, l'azienda non solo è riuscita ad aumentare la produttività, ma è anche riuscita a ridurre i costi associati all'elaborazione del copyright.

Vendita al dettaglio

Con l'implementazione di questa tecnologia innovativa, le società di vendita al dettaglio possono ora stabilire una catena ininterrotta di fiducia e trasparenza in tutta la loro catena di fornitura globale. Garantendo ai partecipanti, come produttori, distributori, utenti finali e utenti secondari, l'accesso per contribuire e verificare gli eventi sul registro Blockchain, viene creato un record completo e affidabile del percorso di ciascun prodotto. Nel mondo della vendita al dettaglio, la tecnologia Blockchain è emersa come uno strumento prezioso per tracciare l'intricato viaggio delle merci mentre si spostano dai fornitori agli acquirenti. Un esempio valido di questa tendenza può essere visto nel caso di Amazon Retail, che ha compiuto un significativo passo avanti depositando un brevetto per un sofisticato sistema di tecnologia di contabilità distribuita. Questo sistema innovativo, alimentato dalla Blockchain, mira a garantire l'autenticità di tutti i prodotti venduti sulla piattaforma. In conclusione, l'utilizzo della tecnologia Blockchain nel settore della vendita al dettaglio si è rivelato un punto di svolta. Grazie alla capacità di convalidare l'autenticità del prodotto e di tracciare il movimento delle merci, le aziende di vendita al dettaglio possono ora offrire ai propri clienti un'esperienza di acquisto fluida e sicura. Per garantire l'integrità del sistema, tutti i partecipanti devono prima registrarsi presso un'autorità di certificazione. Questo passaggio cruciale stabilisce fiducia e credibilità verificando l'identità e l'autenticità di ciascun partecipante. Una volta registrati, questi partecipanti hanno

quindi il potere di contribuire e aggiornare il registro Blockchain con eventi rilevanti, consentendo una mappatura completa e in tempo reale dell'intera catena di approvvigionamento. Sfruttando la tecnologia Blockchain in questo modo, le società di vendita al dettaglio possono rivoluzionare il modo in cui le merci vengono tracciate e autenticate. La natura decentralizzata della Blockchain garantisce che nessun singolo soggetto abbia il controllo sul registro, rendendolo resistente a manomissioni e frodi. Questo maggiore livello di sicurezza e trasparenza non solo avvantaggia le stesse società di vendita al dettaglio, ma infonde anche fiducia negli acquirenti.

2.1.2 Quali sono le caratteristiche di una tecnologia Blockchain?

La tecnologia Blockchain ha le seguenti caratteristiche principali:²

Consenso

Un sistema Blockchain è progettato per stabilire una serie di regolamenti che determinano il modo in cui i partecipanti possono avere il permesso per registrare nuove transazioni. Affinché una nuova transazione possa essere aggiunta alla Blockchain, deve ricevere l'approvazione della maggioranza dei partecipanti alla rete.

Decentralizzazione

La decentralizzazione nell'ambito della tecnologia Blockchain si riferisce al processo di spostamento dell'autorità e della capacità di prendere decisioni da un'entità centrale, sia essa un individuo, un'organizzazione o un gruppo, verso una rete distribuita. Nelle reti Blockchain decentralizzate, l'utilizzo della trasparenza gioca un ruolo fondamentale nel diminuire la necessità di fiducia tra i vari partecipanti coinvolti.

Immutabilità

L'immutabilità si riferisce allo stato di essere immutabile o inalterabile. Nel contesto di un registro condiviso, una volta che una transazione viene registrata da

²Cos'è la tecnologia Blockchain "<https://aws.amazon.com/it/what-is/blockchain/?aws-products-all.sort-by=item.additionalFields.productNameLowercaseaws-products-all.sort-order=asc>"

qualcuno, diventa impossibile per qualsiasi partecipante manometterla o modificarla. Ciò garantisce che venga mantenuta l'integrità del registro delle transazioni. Se viene identificato un errore nel registro delle transazioni, l'unico modo per correggerlo è aggiungere una nuova transazione che inverte quella precedente. È importante notare che sia la transazione errata che quella correttiva rimangono visibili all'intera rete, garantendo trasparenza e responsabilità.

2.1.3 Quali sono le componenti chiave della tecnologia Blockchain?

Smart Contract

I Smart Contract vengono utilizzati dalle aziende per gestire autonomamente i contratti commerciali senza la necessità di alcun coinvolgimento esterno. Questi contratti sono essenzialmente programmi archiviati nella rete Blockchain e vengono eseguiti automaticamente ogni volta che vengono soddisfatte condizioni predeterminate. Eseguendo valutazioni if-then, i Smart Contract garantiscono il completamento sicuro e senza interruzioni delle transazioni. Ad esempio, consideriamo una società di logistica che potrebbe disporre di uno Smart Contract per avviare il pagamento non appena le merci raggiungono con successo il porto[2].

Crittografia Hash

Una definizione di Crittografia può essere: "tecnica di rappresentazione di un messaggio in una forma tale che l'informazione in esso contenuta possa essere recepita solo dal destinatario; ciò si può ottenere con due diversi metodi: celando l'esistenza stessa del messaggio o sottoponendo il testo del messaggio a trasformazioni che lo rendano incomprensibile"[3].

Questi algoritmi di crittografia vengono utilizzati per garantire la sicurezza e la fiducia degli utilizzatori della rete Blockchain, l'algoritmo attualmente in uso nella rete BitCoin si chiama SHA-256, questo algoritmo consiste nella conversione di un input che può essere di qualsiasi dimensione in una stringa di 256 bit, la particolarità di questo algoritmo è che dalla stringa ottenuta all'output non è possibile risalire all'input, ma non è questo lo scopo di questo algoritmo, SHA-256 permette di capire se l'elemento dato in input dopo una serie di passaggi, sia rimasto invariato o mano-

messo da terzi, poiché l'output risultante dalla nuova applicazione dell' algoritmo da come risultato una stringa diversa dall'originale che ci permette di accertarci di un effettiva modifica del file rispetto all' originale.[2]

2.1.4 Quali sono le tipologie di reti Blockchain?

Ci sono quattro tipi principali di reti decentralizzate o distribuite nella Blockchain[4]:

Reti Blockchain pubbliche

Le Blockchain pubbliche sono aperte a tutti e non richiedono il permesso di partecipazione. All'interno della rete Blockchain, tutti gli individui possiedono uguali diritti di accesso, modifica e autenticazione delle informazioni archiviate al suo interno. Inizialmente, le Blockchain pubbliche hanno guadagnato popolarità tra le persone che cercavano di impegnarsi nel trading di criptovalute, come Bitcoin ed Ethereum.

Reti Blockchain private

Le Blockchain private, note anche come Blockchain gestite, sono sotto il controllo di un'organizzazione solitaria. Questa organizzazione ha il potere di decidere chi può aderire alla rete e l'entità dei suoi privilegi al suo interno. Queste Blockchain non sono del tutto decentralizzate a causa della presenza di restrizioni all'accesso. Un esempio di Blockchain privata è Ripple, che funziona come una piattaforma di scambio di valuta digitale progettata specificamente per le aziende.

Reti Blockchain ibride

Le Blockchain ibride sono una combinazione unica di reti private e pubbliche che offrono alle aziende la possibilità di stabilire contemporaneamente sia sistemi privati basati su autorizzazioni sia un sistema pubblico. Questo approccio distintivo consente alle aziende di esercitare il controllo sull'accesso a determinati dati archiviati nella Blockchain, consentendo allo stesso tempo che il resto dei dati sia accessibile al pubblico. L'implementazione dei contratti intelligenti all'interno delle Blockchain ibride facilita ulteriormente i membri pubblici nella verifica del completamento delle

transazioni private. Per illustrare ciò, le Blockchain ibride possono fornire accesso pubblico alla valuta digitale garantendo al tempo stesso che la valuta di proprietà della banca rimanga privata e sicura.

Reti Blockchain di consorzio

Le reti Blockchain del consorzio sono caratterizzate dal loro funzionamento attraverso un collettivo di organizzazioni, in cui queste entità selezionate si assumono congiuntamente la responsabilità di sostenere il sistema Blockchain e stabilire regolamenti sull'accessibilità dei dati. Questo approccio collaborativo nella gestione della Blockchain è particolarmente favorito nei settori in cui numerose organizzazioni si allineano nei propri obiettivi e traggono vantaggi reciproci dalla responsabilità condivisa. Un esempio degno di nota di tale consorzio è il Global Shipping Business Network, un'iniziativa Blockchain senza scopo di lucro che tenta di rivoluzionare il settore del trasporto marittimo integrando soluzioni digitali e promuovendo la cooperazione tra gli operatori marittimi.

2.2 Il Metaverso

2.2.1 Che cos'è il Metaverso

Nonostante il concetto di "Metaverso" possa apparire di recente introduzione, specialmente in considerazione della rapida diffusione del termine, è fondamentale rilevare che la sua concezione ha radici che risalgono allo scorso millennio. Neal Stephenson, con il suo romanzo "Snow Crash" pubblicato nel 1992[5], è unanimemente riconosciuto come il primo, se non il principale artefice del concetto di Metaverso. La narrazione si svolge in un universo parallelo generato attraverso la computer grafica, in cui individui provenienti da ogni parte del globo hanno la possibilità di interconnettersi mediante l'uso di occhiali e auricolari.

Etimologicamente, la parola "Metaverso" può essere analizzata come la combinazione di due componenti: "Meta", che denota il concetto di oltre o al di là e "verso", che rappresenta l'universo. I preamboli introduttivi al concetto di Metaverso possono essere identificati, in modo piuttosto basilare, nei giochi multiplayer online (MMO). In questi contesti, ciascun giocatore utilizza un personaggio, da lui creato o predefinito, sperimentando, in tal modo, il concetto di "Avatar". All'interno di questi giochi, si manifestano le attività tradizionali, oltre a eventi speciali coordinati dai Game Master o dagli Organizzatori. In questa fase emergono le prime disparità, poiché nel concetto di Metaverso si evidenzia la caratteristica della decentralizzazione, in cui non dovrebbe esistere un unico organo decisionale, come nel caso dei Game Master precedentemente menzionati. Ogni partecipante ha l'autonomia di agire secondo le proprie preferenze. Un'altra distinzione significativa risiede nell'assenza di cross-play tra giochi differenti, i quali possono essere considerati come piccoli Metaversi autonomi. Al contrario, il Metaverso è concepito come una rappresentazione virtuale globale unificata, in cui i partecipanti non sono vincolati agli stessi strumenti o piattaforme per collaborare[1].

Quindi riassumendo possiamo intendere il Metaverso come una rappresentazione di un ambiente persistente, virtuale e tridimensionale dove utenti reali tramite

appositi Avatar creati e personalizzati possono interagire, comunicare, giocare e collaborare. La particolarità del Metaverso è l'utilizzo della Realtà Virtuale, dove è possibile appunto creare questi ambienti.

2.2.2 Tecnologie del Metaverso

Per comprendere al meglio in quali ambienti si sviluppa il Metaverso, è doveroso andare a definire seppur in grandi linee le diverse tipologie di realtà in cui esso si presenta.

Realtà Aumentata (AR)

La realtà aumentata (AR) si caratterizza per un approccio unico agli spazi fisici, utilizza una tecnologia di realtà per "aumentare" un'ambientazione del mondo reale. Questo genere di realtà incorpora input digitali ed elementi virtuali nello spazio fisico al fine di migliorare simultaneamente sia l'esperienza nel mondo virtuale che in quello reale, effettuando virtualmente una sorta di connessione spaziale tra i due mondi. Il risultato si traduce in uno strato composto da elementi digitali, intermediati attraverso dispositivi quali smartphone, tablet o occhiali. Gli utenti che si avvalgono di questa modalità di realtà sono in grado di gestire la propria presenza sia nell'ambito del mondo reale che in quello virtuale.

Realtà Virtuale (VR)

La realtà virtuale (VR) costituisce un ambiente interamente artificiale e digitalmente creato, distinto dalla realtà circostante. Gli utenti, per immergersi in questa dimensione virtuale, necessitano di dispositivi multisensoriali quali caschi immersivi, visori VR o tapis roulant omnidirezionali, guanti ed auricolari per catturare i movimenti del corpo umano e trasferirli all'Avatar. All'interno di questo contesto, gli utenti possono muoversi e interagire come se si trovassero in un ambiente fisico, sperimentando un senso di immersione reso possibile attraverso modalità di visione, suono, tatto, movimento e una naturale interazione con gli oggetti virtuali[6].

2.2.3 Caratteristiche Principali

Ambienti Virtuali

- Immersivo ed Incarnato, la continua ricerca e sviluppo di un ambiente virtuale 3D di alta qualità, con il fine di quasi non far percepire all'utente finale di essere all'interno di una realtà virtuale, quindi associare comportamenti e caratteristiche reali ad elementi virtuali[2].
- Virtualità Estesa, Il Metaverso costituisce un ambiente virtuale ampio che supera i limiti dei mondi virtuali esistenti, integrando una vasta gamma di esperienze e interazioni.

Accesso Multiplatforma

- Interoperabilità, nel contesto del Metaverso, diverse piattaforme e tecnologie dovrebbero poter interagire senza ostacoli, consentendo ai partecipanti di collaborare indipendentemente dagli strumenti o dalle piattaforme utilizzate.
- Accessibilità Universale, l'accesso al Metaverso dovrebbe essere aperto e accessibile a chiunque, indipendentemente dalle barriere geografiche o tecnologiche.

Avatar Digitali

- Rappresentazione Personale, gli utenti possono creare avatar digitali che li rappresentano nel metaverso, consentendo loro di interagire con gli altri in modo virtuale.
- Personalizzazione, viene data la possibilità di personalizzare l'Avatar scelto, con abbigliamento, accessori e altri elementi.

Economie Virtuali

- Valuta Digitale, all'interno del Metaverso, possono svilupparsi economie virtuali basate su transazioni digitali
- Economia Digitale, agli utenti è offerta la possibilità di acquistare, vendere o scambiare beni e servizi virtuali

- Sostenibile, il Metaverso deve avere un sistema economico completo e stabile con i propri mezzi di scambio e attività finanziarie. Tutti i contenuti virtuali nel Metaverso devono mantenere il loro valore rispetto al mondo reale[2].

Intelligenza Artificiale e Realtà Virtuale

- Immersività, il Metaverso mira a fornire un'esperienza immersiva, spesso sfruttando tecnologie avanzate come la realtà virtuale (VR) e la realtà aumentata (AR).
- IA, integrazione di intelligenza artificiale per migliorare l'esperienza utente e fornire interazioni più realistiche.

Interazione Sociale

- Comunicazione, il Metaverso incoraggia l'interazione sociale tra gli utenti, permettendo loro di comunicare, collaborare e condividere esperienze in modo simile alla vita reale.
- Scalabilità, il Metaverso dovrebbe essere in grado di ospitare contemporaneamente un grande numero di partecipanti, garantendo una vasta scala e diversità di interazioni.

Educazione, Lavoro e Intrattenimento

- Applicazioni Diverse, il Metaverso può essere utilizzato per scopi educativi, professionali, ricreativi e di intrattenimento.
- Eventi Virtuali, concerti, conferenze, fiere commerciali e altri eventi possono essere organizzati nel Metaverso.

Contenuti Generati dagli Utenti

- Creazione di Contenuti, gli utenti possono contribuire alla creazione di contenuti, come edifici, oggetti, eventi, giochi, ecc.
- User-Generated Content, l'abilità degli utenti di creare e condividere contenuti è spesso un elemento chiave.

Gestione

- Decentralizzazione, in contrasto con molte esperienze virtuali gestite centralmente, il Metaverso si distingue per l'assenza di un'autorità centrale di controllo, permettendo ai partecipanti di agire in modo autonomo.
- Persistenza, diversamente da molte esperienze virtuali temporanee, il Metaverso si distingue per la sua persistenza, con un mondo virtuale in costante evoluzione e modificabile[2].
- Sincronizzato, il mondo virtuale coesiste e si sincronizza con il mondo fisico. Qualsiasi cambiamento nel mondo fisico può riflettersi nel mondo virtuale e viceversa[2].

2.3 Analisi dell'Interazione tra Blockchain e Metaverso

I possibili impieghi di una combinazione di Metaverso e Blockchain sono molti, ma quello che riguarda la privacy è sicuramente uno dei più importanti, ad esempio situazioni particolari, è richiesto presentare documenti d'identità per accedere a determinati servizi o attività situato in un Metaverso. Innanzitutto, è fondamentale stabilire l'autenticazione per consentire agli utenti del Metaverso, mediante i propri dispositivi indossabili, di accedere alla piattaforma con la propria identità. Inoltre, i dispositivi IoT all'interno delle infrastrutture del Metaverso, come sensori e UAV, richiedono meccanismi efficaci per l'autenticazione durante le loro operazioni. A questo scopo, la gestione dell'identità dei dispositivi IoT può beneficiare dell'impiego della Blockchain, adottando soluzioni decentralizzate per la gestione delle chiavi, l'autenticazione tra domini, l'autenticazione reciproca e la tutela della privacy[2].

Un altro impiego molto importante per il potenziale che riserva è nel settore dell'educazione e dell'istruzione, si è sempre fatto più chiaro quanto sia importante l'evoluzione della digitalizzazione nel mondo, anche per via dell'arrivo del periodo pandemico, grazie a questo grande passo in avanti, è stato possibile non interrompere gli anni accademici degli studenti, dalle scuole elementari fino all'università, tramite la didattica a distanza ed i strumenti ad esso annessi come ad esempio i programmi:

- Zoom
- Google Meet
- Microsoft Teams

È stata di certo un'innovazione tempestiva e importante per il momento storico in cui il nostro pianeta si ritrovava, ma ora che fortunatamente questa situazione di emergenza è cessata, molte ricerche continuano nell'ambito dell'educazione a distanza e stanno trovando molti riscontri positivi nell'utilizzo del Metaverso come strumento per tagliare tutti quei limiti fisici che vengono imposti non per scelta della personale, prendi un Handicap, un impossibilità o una grossa problematica data dalla distanza tra scuola e casa dello studente, o anche un grosso maltempo che rende impossibile il raggiungimento della struttura scolastica. Queste problematiche

possono essere rese indifferenti tramite l'utilizzo del Metaverso, ideando questo ambiente tridimensionale appositamente per uno contesto educativo e permettendo la risoluzioni di problematiche precedentemente citate e con la possibilità di sfruttare tutti i possibili vantaggi del Metaverso.

2.3.1 Perché la Blockchain è rilevante nel contesto del Metaverso?

La grande sfida che viene posta in questo Metaverso educativo è appunto la garanzia che tutti i dati continuamente immessi per poter svolgere le normali azioni di routine di un ambiente educativo siano “sicure” e la Blockchain calza a pennello per questo compito data la sua sicurezza e organizzazione delle informazioni decentralizzate su una rete peer to peer. Fra gli altri vantaggi ottenuti dall'utilizzo della Blockchain possiamo trovare l'utilizzo dei smart contract, la facilitazione dell'archivio dei dati e della gestione di questi ultimi, può anche essere utilizzata per le transazioni come ad esempio il pagamento di un corso.

2.4 Metodologia Raccolta Articoli Scientifici

Per affrontare lo studio sulla tematica del Metaverso e della Blockchain è stato effettuato una ricerca di tipo white literature. Per questa ricerca sono stati presi in considerazione articoli scientifici pubblicati e materiale accademico che espone ed analizza gli argomenti di questa ricerca.

Per la white literature il motore di ricerca usato è stato quello di Google Scholar, che ha permesso tramite una determinata query di restringere la cerchia di articoli selezionabili. La query in questione si presenta in questo modo :

Query:

("metaverse") AND ("blockchain") AND ("education*" OR "e-learning" OR "virtual learning" OR "distance learning")

Una volta selezionati un numero di articoli essi sono stati filtrati prendendo in considerazione alcuni criteri :

- Articoli inerenti ad argomenti come :Metaverso, Blockchain e le interazioni di quest'ultimi.
- Articoli la cui data di pubblicazione succedeva il 2017

Gli articoli che hanno poi passato questa fase di filtraggio sono stati citati e riportati all'interno della Bibliografia.

Sistema Esistente SENEM: A Novel Software Engineering-Enabled Educational Metaverse

3.1 Analisi Progettuale

Il Sistema in questione si chiama “The Metaverse Classroom: Development and Evaluation of an Engineered Educational Metaverse”, è un lavoro che è stato sviluppato tramite Unity, possiamo descriverlo come un motore grafico multi-piattaforma sviluppato da Unity Technologies che consente lo sviluppo di videogiochi e altri contenuti interattivi, quali visualizzazioni architettoniche o animazioni 3D in tempo reale¹. In questo lavoro l’obiettivo è quello di creare un’ aula virtuale dove fosse possibile ricreare tutte le possibili azioni attuabili in una normale aula del mondo reale, la prima funzione implementata di questo progetto è la personalizzazione di Avatar a discrezione dell’utilizzatore del progetto, in caso di mancata personalizzazione verrà automaticamente utilizzato un Avatar impostato in maniera predefinita, Nella Figura 3.1 è rappresentata una raffigurazione di come appare il menu di personalizzazione.

¹<https://it.wikipedia.org/wiki/Unity> (*motore grafico*)



Figura 3.1: Rappresentazione menu personalizzazione Avatar.

Questa funzione è raggiungibile dalla pagina di Login, raffigurata nella Figura 3.2, in questa scena è possibile andare a creare un’aula utilizzando la password inserita al momento della creazione come password necessaria per chiunque voglia collegarsi alla medesima aula virtuale tramite il pulsante di Connect.



Figura 3.2: Rappresentazione Login.

In entrambi i casi si verrà reindirizzati all’interno di una di queste classi virtuali, in questo momento verranno assegnati i ruoli a coloro che si collegano, che sono i seguenti:

Proprietario della stanza

È colui che ha creato la stanza ed impostato la password per accedervi, ha i diritti di amministratore ed il libero accesso ai registri degli accessi alla stanza e delle chat.

Partecipante

Sono coloro che si uniscono all'aula tramite la password inserita dal Proprietario della stanza, possono interagire tra loro tramite l'uso di chat vocale, chat testuale, scrivere sulla lavagna e varie emoji.

Presentatore

È colui che è posizionato sul palco ed ha il controllo sulla lavagna(LIM), ove è possibile scorrere tra le slide tramite l'uso dei pulsanti direzionali.

3.1.1 Rappresentazione dei File

In quest'aula sono presenti due strumenti atti alla rappresentazione di file di tipo JPG, questi due strumenti sono la Lavagna (LIM) rappresentata in Figura 3.3 e il Leggio rappresentato in figura 3.4. La Lavagna è posta al centro dell'aula permettendo la visione a tutti i possibili Partecipanti seduti alle loro postazioni, i file rappresentati sono precaricati in una cartella del progetto e vengono caricati sulla lavagna al momento dell'avvio del progetto;



Figura 3.3: Lavagna(LIM).

Il Leggio è posto sopra il palco e permette la visione delle slide a colui che in quel momento è il Presentatore senza la necessità di dare le spalle all'aula.



Figura 3.4: Leggio posto sul palco.

3.2 Considerazioni

Ovviamente nessun lavoro è perfetto ed anche in questo sono presenti, alcune limitazioni da dover prendere in considerazione, come il salvataggio in locale dei file necessari per il normale utilizzo dell'aula e soprattutto l'assenza della possibilità di cambiare il pacchetto di slide rappresentate sulla lavagna senza dover chiudere l'aula virtuale e di conseguenza far disconnettere tutti i partecipanti. Anche in presenza di queste grosse limitazioni il Sistema è già attualmente utilizzabile, sono comunque già state presentate delle possibili innovazioni che possono essere implementati all'interno di questo lavoro, quelli designati dalla creatrice sono:

- Implementazione della compatibilità con visori di realtà virtuale.
- Sincronizzazione con gli spazi fisici tramite digital twins.
- Creazione di un sistema di persistenza.

Quest'ultimo punto è in particolar modo interessante, poichè potrebbe essere la giusta strada per poter risolvere la limitazione sopra citata, possiamo considerare questa possibile soluzione come un motivazione fondamentale per il mio studio di Tesi.

Studio di Sviluppo e Fattibilità

4.1 Infura e Fattibilità

Questo lavoro è nato dall'associazione di necessità e possibilità, la necessità di creare un sistema di persistenza e la possibilità data dall' articolo scientifico con autori Palomba Fabio, Dario Di Dario, Carmine Gravino, Bilotti Umberto e Sibilio Maurizio [1], in cui parla delle prime possibili interazioni tra Metaverso e Blockchain indirizzati verso un ambiente educativo, in particolar modo viene citato un particolare framework chiamato Infura, è un servizio che semplifica l'accesso a reti Blockchain, tra cui Ethereum. Piuttosto che dover ospitare un nodo Blockchain completo localmente, che può richiedere risorse significative in termini di spazio su disco e larghezza di banda, Infura fornisce un'API (Interfaccia di Programmazione delle Applicazioni) per connettersi alla Blockchain in modo remoto. Infura agevola gli sviluppatori fornendo un accesso semplificato e scalabile alla Blockchain senza la necessità di gestire un'infrastruttura complessa. Gli sviluppatori possono inviare richieste all'API di Infura per ottenere informazioni dalla Blockchain senza dover eseguire un nodo completo localmente.

Infura mette a disposizione un protocollo chiamato IPFS(InterPlanetary File System) che è stato progettato per creare un sistema di archiviazione e condivisione di file distribuito e decentralizzato. A differenza dei tradizionali protocolli di trasferimento di file come HTTP, che si basano su un modello client-server, IPFS utilizza un approccio peer-to-peer. In IPFS, ogni file e tutte le versioni di quei file sono identificati da un hash crittografico, rendendo il sistema sicuro e efficiente.

Nel contesto di IPFS, i file sono divisi in piccoli frammenti. Quando si accede a un file tramite IPFS, il protocollo cerca i vari pezzi del file sulla rete tra i nodi partecipanti, sfruttando la potenza della condivisione peer-to-peer per fornire una distribuzione più rapida e resiliente rispetto ai metodi tradizionali.

In sintesi, mentre IPFS si concentra sulla distribuzione e l'archiviazione decentralizzate dei file, Infura semplifica l'accesso alle reti Blockchain come Ethereum, offrendo un'API per connettersi a queste reti senza la necessità di gestire un nodo completo. Entrambi contribuiscono all'idea di una rete più distribuita e resistente su Internet.

Quindi date le sue caratteristiche è stato reputato adatto all'idea di sviluppo per l'aggiornamento delle funzionalità del Sistema SENEM. In primo luogo è stata effettuata la creazione del account, per l'accesso al protocollo IPFS, una volta effettuato l'accesso è stata creata un API Key, il quale ti permette di accedere al tuo gateway personale che ti permette di comunicare con il sistema di archiviazione, le informazioni personali che troviamo all'interno della nostra API Key sono:

- APY Key, un codice Hash univoco
- APY Key Secret, codice Hash necessario per riuscire ad accedere tramite API al proprio progetto
- Dominio del gateway personale e/o IPFS API Endpoint generico
- Elenco di tutti i file caricati con relativo Hash e dati di caricamento

4.2 Obiettivi

Una volta capito quali fossero i mezzi per poter continuare a sviluppare il Sistema SENEM, sono stati redatti alcuni obiettivi:

- La possibilità di caricare un possibile file PDF o JPG direttamente dall'aula virtuale, in maniera tale da non dover utilizzare il sito online di Infura per caricare eventuali file.
- La possibilità di eliminare un file caricato direttamente dall'aula virtuale, in maniera tale da non dover utilizzare il sito online di Infura per caricare eventuali file.
- La possibilità di visualizzare sulla Lavagna un pacchetto di slide caricato online a scelta del presentatore, durante il normale utilizzo dell'aula virtuale, senza l'obbligo di precargarla.
- La possibilità di sostituire il pacchetto di slide scelto per essere caricato.

4.3 Preparazione

La fase di questo lavoro consiste nel mettermi nelle condizioni di poter iniziare la fase di sviluppo, la prima cosa in questione è la creazione di un profilo Infura, il quale mi ha messo a disposizione tutte le credenziali citate nella sezione 4.1 necessarie per poter permettere di comunicare il motore grafico Unity tramite gli script in C# ed il protocollo IPFS, una volta effettuato questa creazione, vengono installati tutti gli strumenti necessari per l'apertura del Sistema SENEM e degli script già presenti, sto parlando di Unity Hub e Visual Studio Community 2022. Una volta effettuate queste ultimazioni ed importato il Sistema la fase di Preparazione si può considerare conclusa.

4.4 Sviluppo

Arrivati in questa fase è cruciale suddividere ogni obiettivo indipendente l'uno dall'altro ed iniziare lo sviluppo singolarmente.

4.4.1 Caricamento file IPFS

La prima funzionalità integrata è il caricamento di un file dall'aula virtuale, lo Script in questione si chiama "CaricaIPFS", questo script permette ad un determinato file di essere caricato sul IPFS tramite i comandi presenti sulla documentazione di INFURA, il percorso del file scelto dall'utente distinto fra PDF e PNG viene passato tramite lo script "ScegliFile".

4.4.2 Cancellazione file IPFS

Questa funzionalità è simile alla precedente, la distinzione sostanziale è che non viene passato il percorso dove trovare il file ma l'HASH di riferimento a quel file siccome già caricato su IPFS e grazie allo script "CancellaIPFS" verrà eliminato dalla piattaforma, andando a controllare sopra al sito non verrà trovata nessuna traccia del file in questione.

4.4.3 Caricamento slide sulla Lavagna

Questa fase si è rivelata la parte cruciale è più complicata dello sviluppo poiché, volendo continuare ad utilizzare gli stessi script già in uso dal SISTEMA ENAM, è sorta la necessità di dover convertire il file PDF in una serie di immagini JPG/JPEG, quindi era necessaria la presenza del file in questione, dunque è stato sviluppato lo script "DownloadFromIPFS" che permette tramite l'HASH di scaricare dal IPFS il file in questione e salvarlo in una cartella predefinita. Una volta ottenuto il riferimento al file pdf da visualizzare sulla lavagna, quest'ultimo viene passato ad un eseguibile che va a salvare le immagini nella cartella predefinita e grazie allo script preesistente "BoardController" associato alla Lavagna(LIM), modificato in maniera tale che possa venire avviato in maniera Run-Time e non in maniera Statica all'avvio dell'aula virtuale, visualizza sulla lavagna le immagini salvate nella cartella Images nell'ordine

dettato dal PDF. Questo susseguirsi di attivazioni di script diversi è gestito da uno script chiamato “CaricaSullaLavagna”.

4.4.4 Sostituzione slide sulla Lavagna

Quest'altra funzionalità molto legata a quella precedente è sviluppata in maniera tale che grazie allo script “SvuotaLavagna”, permette di andare ad eliminare tutti i riferimenti al pacchetto di slide precedentemente scelto, quindi le immagini convertite ed il download del pdf. Una volta eliminato ogni riferimento si andrà a rieffettuare la fase di Caricamento slide sulla Lavagna.

4.5 Implementazione

Per quanto riguarda l'implementazione di questi script nell' aula virtuale, ciò che è stato modificato consiste nella modifica dell'utilizzo del Leggio non più utilizzato come ulteriore schermo, ma come una GUI(Graphical User Interface) con lo scopo di poter gestire le varie funzionalità implementate come in Figura 4.1, è anche aggiunto stato aggiunto un elemento GameObject che funge da Manager per tutti gli script elaborati, questo Manager occorre per poter associare i pulsanti ad i relativi script.

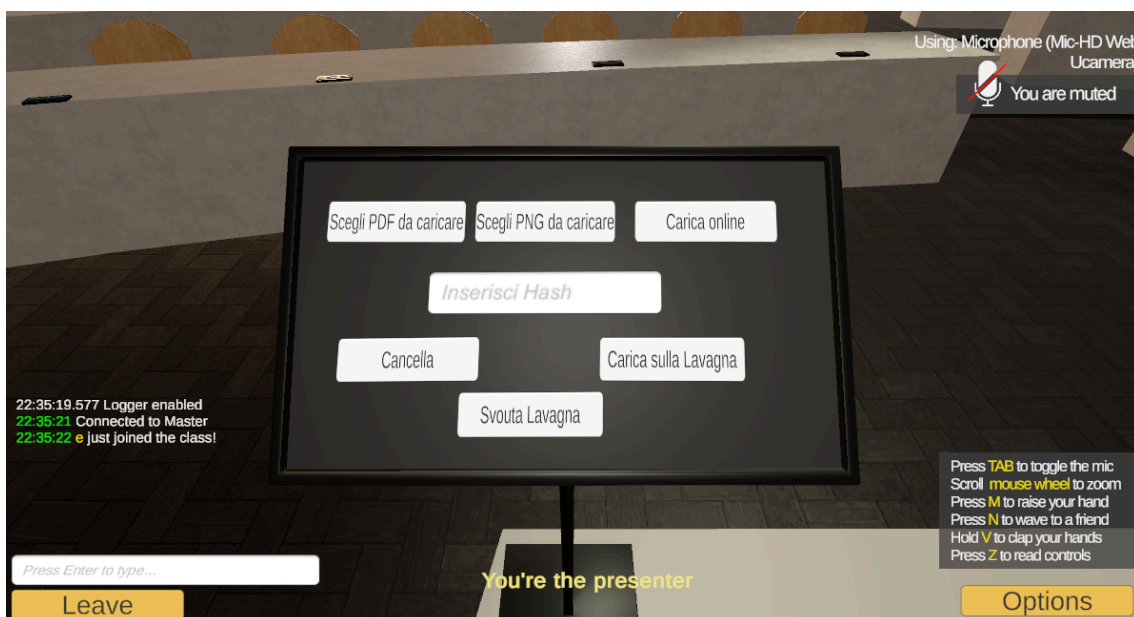


Figura 4.1: Aggiornamento interfaccia Leggio.

CAPITOLO 5

Conclusioni

Il termine ultimo di tale ricerca è stato lo studio di fattibilità legato allo sviluppo di uno sviluppo futuro del progetto chiamato Sistema SENEM, questo sviluppo consiste nell'implementazione di un sistema di persistenza atto ad immagazzinare sulla Blockchain tutti i file o le informazioni che si intendono rappresentare sulla lavagna presente nell'aula virtuale ,tramite i preziosi studi raccolti nell'articolo "Toward a Secure Educational Metaverse Tale of Blockchain Design for Educational Environments" è stato possibile raccogliere informazioni su un framework che si occupava della gestione dei dati e della persistenza di informazioni sulla Blockchain ,dandoci così la possibilità di realizzare l'aggiornamento per il Sistema SENEM. Nella fase di implementazione abbiamo sviluppato diversi script che venissero incontro alle necessità per poter implementare le funzioni che permettono la corretta comunicazione tra Unity e INFURA. Queste funzionalità comprendono:

- Caricamento File
- Cancellazione File
- Caricamento File sulla lavagna
- Cancellazione File dalla lavagna

Per gestire queste funzionalità è stata implementata un'Interfaccia Grafica nell'oggetto che rappresenta il Leggio.

Il progetto aggiornato funzionante ha superato il limite che caratterizzava la versione originale, permettendo l'uso di un sistema di persistenza,inevitabilmente però con l'utilizzo di questo motore grafico e con l'aggiunta di questi nuovi script sono sorte nuove limitazioni.

- La necessità di salvare il progetto in una cartella che permetta l'assenza di spazi all'interno del percorso del progetto .
- La necessità di rimuovere l'opzione di visualizzazione delle immagini dal Leggio,per poter rendere dinamica l'attivazione della visualizzazione delle immagini sopra alla Lavagna,data la necessità di selezionare l'elemento più vicino associato con lo script atto a visualizzare le immagini.
- La necessità di aggiornare le cartelle per rendere visualizzabile gli aggiornamenti come la creazione del file pdf scaricato dalla Blockchain o le immagini ottenute dalla conversione di quest'ultimo .

Bibliografia

- [1] D. Di Dario, U. Bilotti, M. Sibilio, C. Gravino, and F. Palomba, "Toward a secure educational metaverse: A tale of blockchain design for educational environments." (Citato alle pagine 1, 11 e 24)
- [2] V. T. Truong, L. Le, and D. Niyato, "Blockchain meets metaverse and digital asset management: A comprehensive survey," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 26 258–26 288, 2023. (Citato alle pagine 8, 9, 13, 14, 15 e 16)
- [3] S. Brina, "Blockchain e smart contract: definizioni, funzionamento, profili giuridici ed applicativi," 2022. (Citato a pagina 8)
- [4] Z. Zheng, S. Xie, H. Dai, X. Chen, and H. Wang, "An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends," in *2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, 2017, pp. 557–564. (Citato a pagina 9)
- [5] N. Stephenson, "Snow crash," 1992. (Citato a pagina 11)
- [6] S. Mystakidis, "Metaverse," *Encyclopedia*, vol. 2, no. 1, pp. 486–497, 2022. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2673-8392/2/1/31> (Citato a pagina 12)