Algoritmi di consenso distribuito

Francesco Pugliese, PhD

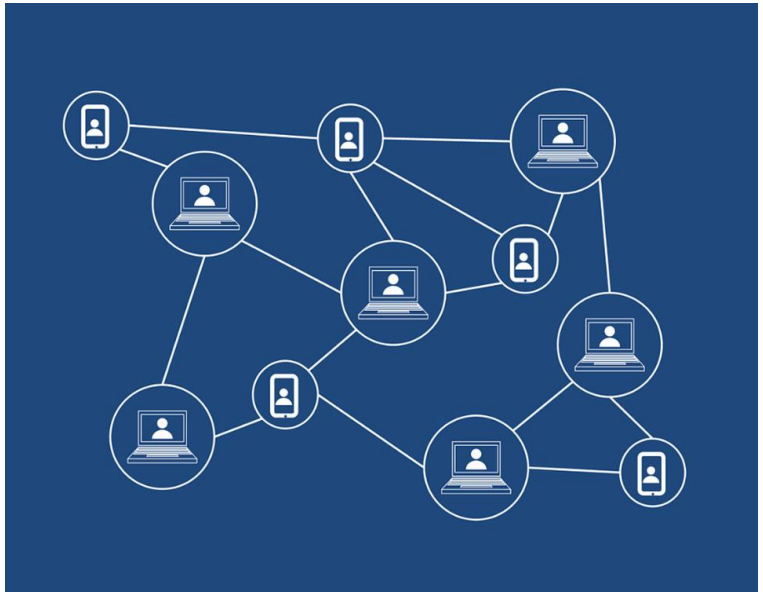
neural1977@gmail.com

Algoritmi di consenso distribuito

- Un **algoritmo di consenso** è un meccanismo che permette a utenti o dispositivi di coordinarsi in un contesto **distribuito**.

- Deve garantire che tutti gli agenti nel sistema possano concordare su una singola fonte di verità, anche se alcuni agenti falliscono.

- In altre parole, il sistema deve essere **fault-tolerant.**



Algoritmi di consenso distribuito

- ✓ In una configurazione centralizzata, una singola entità ha **potere sul sistema**. In gran parte dei casi, possono apportare modifiche come vogliono – non esiste un complesso sistema di governance per raggiungere il consenso tra diversi amministratori.

- ✓ In una configurazione decentralizzata, invece, è tutta un'altra storia. Supponiamo di avere un **database distribuito** – come facciamo a raggiungere un accordo su quali voci debbano essere aggiunte?

Algoritmi di consenso distribuito

- ✓ Superare questa sfida in un ambiente in cui sconosciuti non si fidano gli uni degli altri è stato forse lo sviluppo più cruciale per aprire la strada alle **blockchain**.

- ✓ Vediamo come gli algoritmi di consenso sono vitali per il funzionamento delle **criptovalute** e dei registri distribuiti.

Algoritmi di consenso e criptovalute

- ✓ Nelle **criptovalute**, i saldi degli utenti vengono registrati in un database – la **blockchain**.

- ✓ E' fondamentale che tutti (o, più precisamente, tutti i **nodi**) mantengano una copia **identica del database**. Altrimenti, finiremmo presto con informazioni contrastanti, compromettendo totalmente lo scopo del network di criptovaluta.

- ✓ La **crittografia a chiave pubblica** garantisce che gli utenti non possono spendere le **monete** di altri, ma deve comunque esserci una singola fonte di verità su cui i partecipanti al network si basano, per riuscire a determinare se i fondi sono già stati spesi.

Funzionamento degli Algoritmi di consenso

- ✓ Per prima cosa, chiediamo agli utenti che vogliono aggiungere **blocchi** (chiamiamoli validatori) di fornire una **stake**.
- ✓ La **stake** è una qualche sorta di valore che il validatore deve mettere in gioco, con l'obiettivo di dissuaderlo dall'agire in modo disonesto. Se imbroglia, perderà la sua posta in gioco.
- ✓ Esempi di questa stake includono potenza computazionale, criptovaluta o persino reputazione.

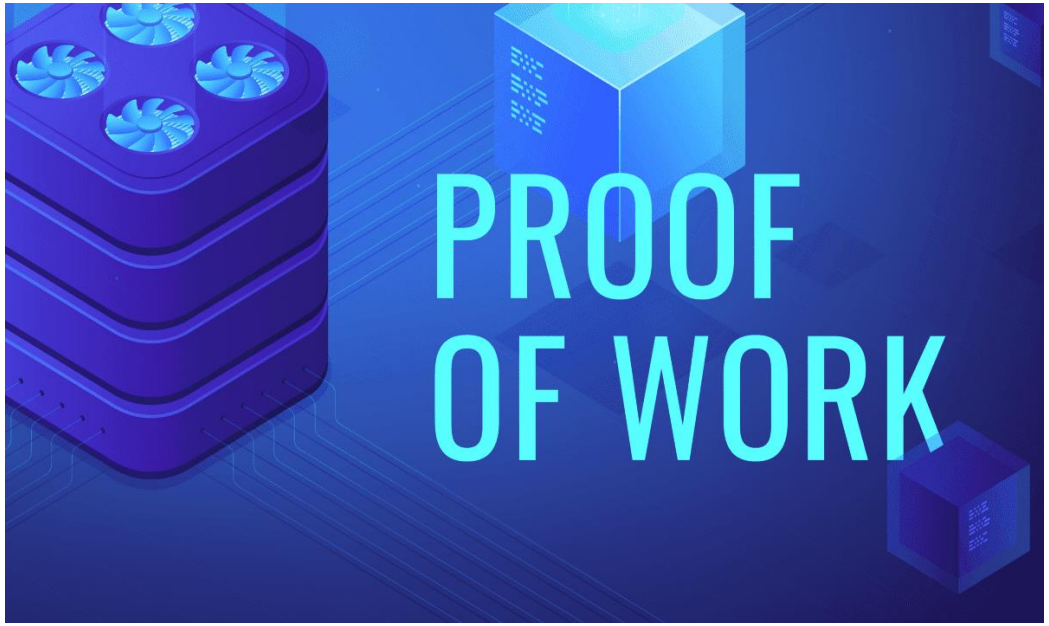
Funzionamento degli Algoritmi di consenso

- ✓ Perché i **validatori** dovrebbero rischiare le proprie risorse? Beh, c'è anche una ricompensa in palio. Questa consiste solitamente nella **criptovaluta nativa** del protocollo ed è composta dalle commissioni pagate da altri utenti, unità di criptovaluta appena generate o entrambi.

L'ultimo elemento di cui abbiamo bisogno è la **trasparenza**. Dobbiamo essere in grado di scoprire quando qualcuno sta imbrogliando. Idealmente, dovrebbe essere costoso produrre **blocchi** ma economico per chiunque verificarli. Ciò garantisce che i **validatori** sono tenuti sotto controllo dagli utenti regolari.

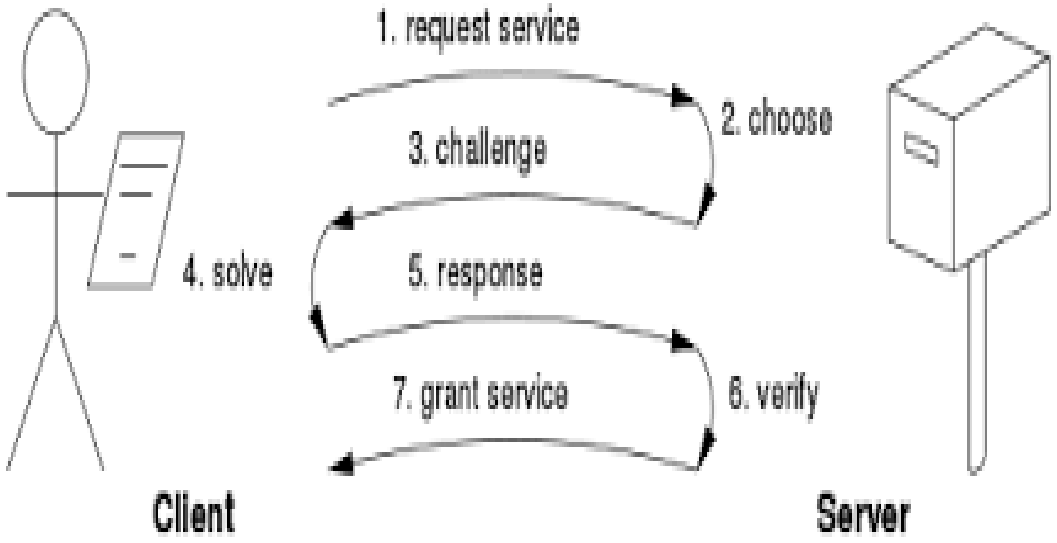
Tipi di Algoritmi di consenso

- La **Proof of Work** è il padrino degli algoritmi di consenso **blockchain**. E' stato implementato per la prima volta in **Bitcoin**, ma il concetto è in circolazione da ben prima. Nella Proof of Work, i **validatori** (denominati miner) elaborano tramite **hash** i dati che vogliono aggiungere fino a quando non producono una soluzione specifica.



Tipi di Algoritmi di consenso

- Una **hash** è una stringa apparentemente **casuale** di lettere e numeri generata dall'elaborazione di dati attraverso una **funzione di hash**. Tuttavia, elaborando gli stessi dati nella stessa funzione, si otterrà lo stesso output. Cambiando anche un solo dettaglio, però, porterà a una hash completamente differente.



Algoritmo Proof-of-Work (PoW)

- ✓ Dunque, con il termine **Proof-of-Work (PoW)** si intende l'algoritmo di consenso alla base della rete **Blockchain**.

- ✓ In una **Blockchain**, questo algoritmo viene utilizzato per confermare le transazioni e produrre i nuovi blocchi della catena. La **PoW** incentiva i miner a competere tra loro nell'elaborazione degli scambi, ricevendo in cambio una ricompensa.

- ✓ All'interno della **Blockchain**, gli utenti inviano beni digitali l'uno all'altro. Un **registro** decentralizzato raccoglie ogni singola transazione: tuttavia, per poter essere considerate valide, queste devono essere prima approvate e organizzate in blocchi.

Algoritmo Proof-of-Work (PoW)

- ✓ Tale responsabilità ricade su speciali nodi chiamati **miner**; l'intero processo viene invece definito **mining.**

- ✓ Alla base di questo sistema troviamo **complessi problemi matematici** e la necessità di dimostrare semplicemente la soluzione.

- ✓ La velocità e l'esattezza di un sistema Blockchain dipendono dalla difficoltà dei problemi. Ma i problemi non dovrebbero essere eccessivamente complessi, poiché in tal caso la **generazione di nuovi blocchi** richiederebbe troppo tempo, le transazioni non verrebbero elaborate ed il flusso della rete si bloccherebbe. Se il problema non ha un tempo di risoluzione ben definito, generare nuovi blocchi sarebbe praticamente impossibile.

Algoritmo Proof-of-Work (PoW)

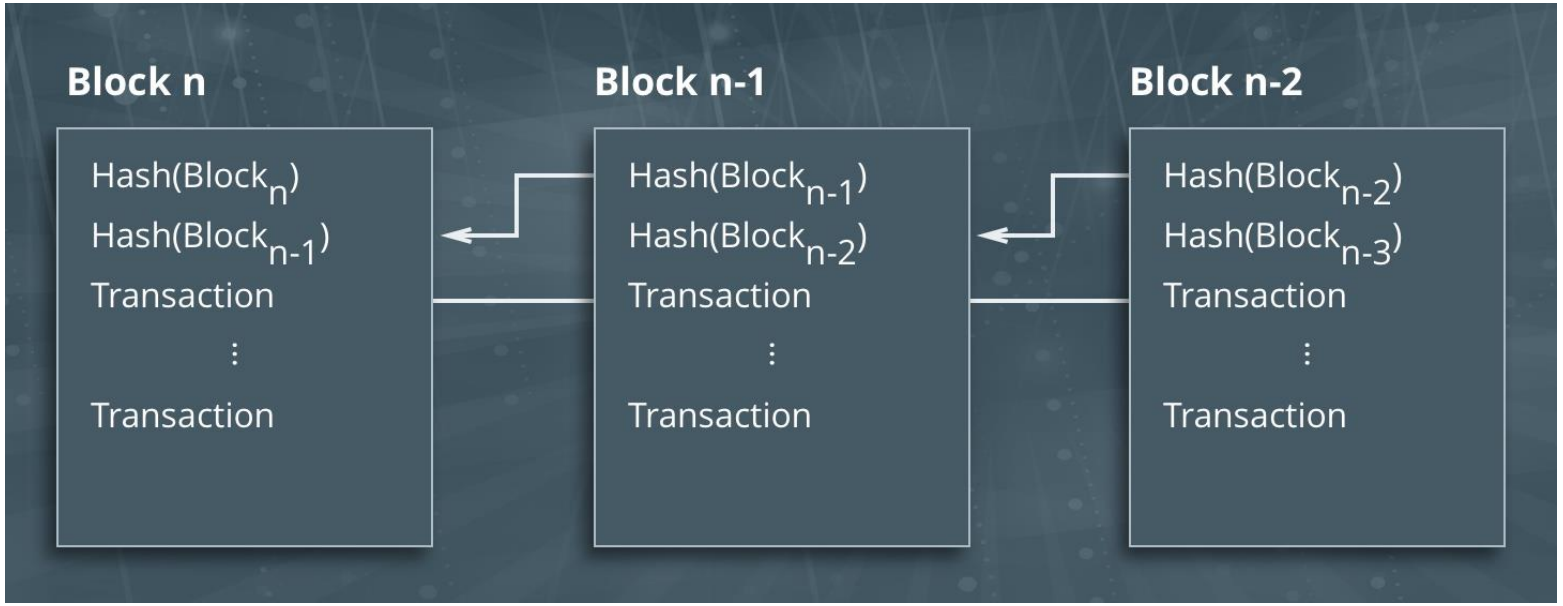
- ✓ Al contrario, se il problema fosse troppo semplice, la rete diverrebbe estremamente vulnerabile ad **attacchi esterni**.

- ✓ Inoltre la soluzione deve poter essere **controllata** con estrema **semplicità** da ogni macchina, in quanto non tutti i **nodi** potrebbero essere capaci di appurare che i calcoli siano stati eseguiti correttamente. In tal caso questo nodi dovrebbero far affidamento su altri utenti, violando uno dei principi fondamentali della Blockchain: la trasparenza.

- ✓ I **miner** risolvono il problema, danno vita ad un nuovo blocco e confermano tutte le transazioni al suo interno.

Algoritmo Proof-of-Work (PoW)

- ✓ La **complessità** del problema dipende dal numero di utenti, dalla potenza di calcolo disponibile e dal carico della rete. La hash di ogni blocco contiene la hash del blocco precedente, incrementando la sicurezza ed impedendo ogni sorta di violazione informatica.



Algoritmo Proof-of-Work (PoW)

- ✓ Quando un **miner** riesce a risolvere il problema, il nuovo blocco viene creato e le **transazioni** vengono piazzate al suo interno.

- ✓ La **Proof-of-Work** sta alla base di parecchie **criptovalute**.

- ✓ La più popolare applicazione della **PoW** è il **Bitcoin**: è stata questa **criptovaluta** a gettare le basi per tale tipologia di consenso.

- ✓ Il problema viene definito **Hashcash**, e l'algoritmo cambia la propria difficoltà in maniera **dinamica** a seconda della potenza di calcolo disponibile nella rete. Il tempo di creazione di un blocco è di circa **10 minuti**. Anche altre valute basate sul Bitcoin, come il **Litecoin**, utilizzano un simile sistema.

Algoritmo Proof-of-Work (PoW)

- ✓ Un altro importante progetto basato sulla PoW è **Ethereum**: poiché nel mondo delle **criptovalute** circa il **75**% dei progetti si basano su **Ethereum**, è possibile affermare che la maggior parte delle applicazioni **Blockchain** sfruttano il modello di consenso **PoW**.
- ✓ I principali vantaggi offerti da un sistema **PoW** sono **un'ottima difesa** contro gli attacchi **DoS** e l'impatto marginale delle quote nel mining.
- ✓ **Difesa** contro gli attacchi **DoS**. La PoW impone parecchi limiti alle azioni che è possibile intraprendere sulla rete, ed un attacco efficiente richiederebbe moltissimo tempo ed una potenza di calcolo incredibile.
- ✓ Nonostante quindi gli attacchi **DoS** ad una **Blockchain** siano in teoria possibili, in pratica i risultati sarebbero deludenti ed i costi estremamente elevati.

Algoritmo Proof-of-Work (PoW)

- ✓ **Mining:** Non importa quanto sia alta la percentuale delle quote nel proprio portafoglio: in un sistema PoW l'unica cosa che conta è la potenza di calcolo utilizzata per risolvere i problemi matematici e generare nuovi blocchi. Chi possiede grosse quantità di denaro, quindi, non ha maggiore controllo sulla rete.

Bibliografia

https://academy.binance.com/it/articles/what-is-a-blockchain-consensus-algorithm

https://it.cointelegraph.com/explained/proof-of-work-explained