Snovanje in razvoj NFT (non fungible token)

Vid Keršič, Tadej Podrekar, Urban Vidovič, Andraž Vrečko, Muhamed Turkanović

Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

INŠTITUT ZA INFORMATIKO

Blockchain Lab:UM

Agenda

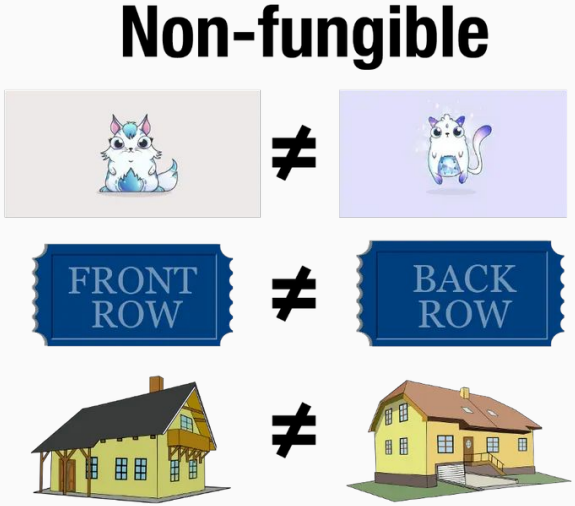
1. Uporaba NFT
2. Kaj so NFT-ji?
3. Tehnologija veriženja blokov
4. Kriptografija, kriptovalute, transakcija, blok
5. Pametne pogodbe
6. Standardi in tehnologije, ki omogočajo NFT-je
7. Zakaj deluje?
8. Prednosti (in slabosti)
9. Prihodnost
10. Praktična delavnica

Uporaba NFT

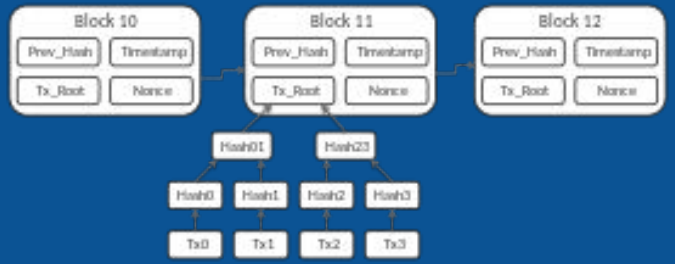
- Igre
- Umetnost
- Članstvo (v klubu, v restavraciji, …)
- Delno lastništvo
  - Podjetja
  - Nepremičnin
- Potrdilo o udeležbi
- Metaverse

Kaj so NFT-ji?

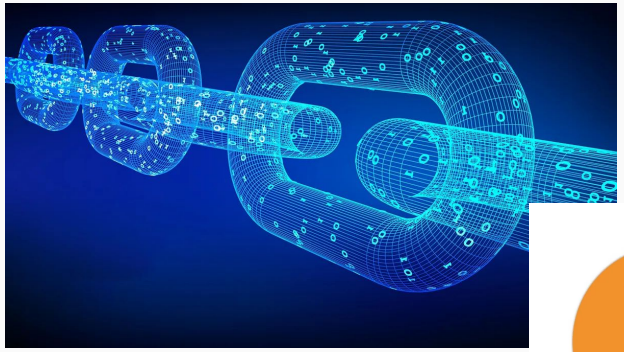
- **Non-Fungible Tokens**, nezamenljivi žetoni
- Dokazilo o (digitalnem) lastništvu
  - Fizičnega ali digitalnega produkta
- Podatki/programska koda shranjena na blockchain-u
  - Zaščiteno s tehnologijo veriženja blokov
  - Samo uporabnik lahko “dostopa” do žetonov
- Vsak žeton je unikaten
  - Različna slika
  - Različna zaporedna številka (ID)



Tehnologija veriženja blokov



- Porazdeljena knjiga transakcij
  - Bloki, ki so povezani v verigo
  - Kriptografsko zaščitena
  - Nespremenljiva
  - Javna in transparentna
  - Replikacija podatkov
  - Odporna na “zlonamerne” akterje
- Generacije blockchain-ov
  - **1. generacija**: Bitcoin (2008)
  - **2. generacija**: Ethereum (2013)
  - **3. generacija** (?): Ethereum 2.0 + L2, Cardano, IOTA, Cosmos, Polkadot, …

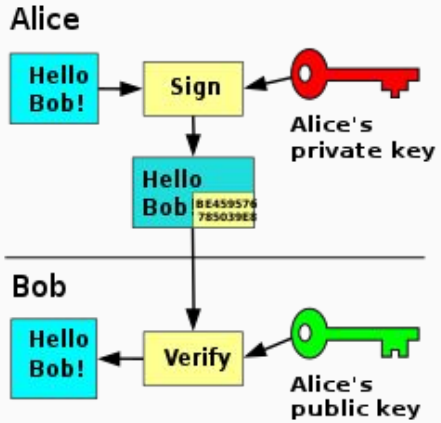


Tehnologija veriženja blokov

- Sestavni deli
  - Kriptografija
  - Kriptovaluta
  - Naslov
  - Transakcija
  - Blok
  - Omrežje

Kriptografija

- Asimetrična kriptografija
  - Zasebni in javni ključ
  - Digitalno podpisovanje podatkov: podpišem z zasebnim ključem, vsak lahko preveri z mojim javnim ključem
- Zgoščevalne funkcije
  - Enosmerna funkcija
  - Enolični izhod funkcije glede na vhodne vrednosti
  - V obratno smer (izhod - > vhod) računsko neizvedljivo
  - Rezultat - zgoščena vrednost (hash)
- Javni naslov
  - “Poštni nabiralnik” blockchain-a
  - Izračunan iz vrednosti javnega ključa



Kriptovaluta

- Kriptovaluta, digitalni denar, digitalni žeton
- Dva poglavitna namena:
  - Prenos vrednosti
  - Plačilo provizije (angl. transaction fee or gas)
- Cena v evrih/dolarjih nima vpliva na delovanje samega blockchain-a

Naslov

- Angl. *account*
- Izračunan iz javnega ključa
- Na blockchain-u zapisano, kaj ima določen naslov v lasti:
  - Kriptovalute
  - NFT
  - ...

Transakcija

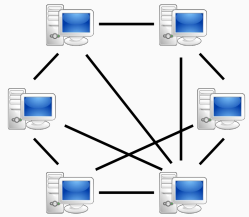
- Oseba A je poslala X žetonov osebi B
- Oseba A digitalno podpiše transakcijo
- Transakcija
  - Prenos “native” kriptovalute
  - Izvedba programske kode na pametni pogodbi
- Dodana provizija
- Transakcije različnih uporabnikov združene v blok

Blok

- Skupek transakcij
- Povezava na prejšnji blok
- Nagrada za izdelavo bloka v kriptovaluti
- Ostali podatki: težavnost, število transakcij, nagrada, rudar (angl. *miner*)

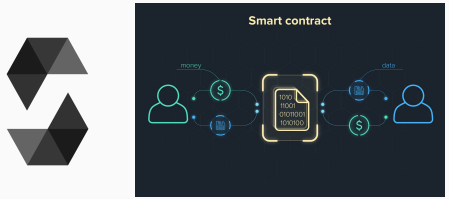
Omrežje

- Distribuirano/decentralizirano omrežje
  - Skupek vozlišč
  - Vozlišče = računalnik/strežnik
  - Vsako vozlišče hrani repliko vseh blokov in trenutnega stanja naslovov
- Varnost omrežja dosežena z algoritmom soglasja
  - Kako se vozlišča dogovorijo o zaporedju blokov?
  - Kako preprečiti dvojno porabo kriptovalute (angl. double-spending problem)?
  - Proof of work in proof of stake
    - Proof of work: iskanje takšne zgoščene vrednosti, ki se bo začela z x 0, pri čemer bo vhodna vrednost blok in naključno število (potrebno je preizkusiti VELIKO različnih možnosti)
    - Proof of stake: izdelovalci blokov se menjavajo, vsi, ki založijo za določen čas kriptovaluto lahko sodelujejo
- Glavno omrežje, testno omrežje

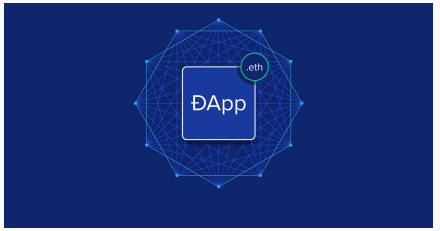


Pametne pogodbe

- Programska koda, ki “živi” na blockchain-u
- Stanje (navadno mapping (address → value)) in funkcije s programsko kodo
- Enaka programska koda se izvede na vseh vozliščih v omrežju
  - Koda povzroči veljavno spremembo stanja -> sprememba sprejeta, sicer ne
- Najbolj znan virtualni stroj za izvajanje pametnih pogodb EVM (Ethereum Virtual Machine)
  - Določene osnovne operacije (na nivoju zbirnega jezika - angl. assembler) ki se lahko izvedejo
  - Za vsako osnovno operacijo je določena provizija (glede na zahtevnost) - od skupne zahtevnosti operacij je odvisna provizija transakcije
  - Visokonivojsko programiranje → Solidity
    - Objektno orientirano programiranje
    - Jezik podoben JavaScript-u
    - Remix IDE



Pametne pogodbe



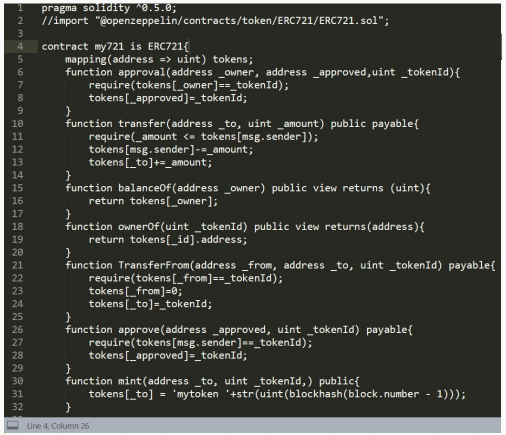
- Uporaba
  - Objava na blockchain (angl. *deploy*)
  - Transakcije vsebujejo ime funkcije in parametre
- Decentralizirana aplikacija (dApp)
  - Namesto podatkovne baze in spletnega strežnika -> pametna pogodba in blockchain stanje
- Programska koda je javna!
  - Napaka v programski kodo navadno vodi v nepravilno/nepredvideno delovanje in navadno v izgubo sredstev
- Pomembna učinkovita implementacija!!!
  - Manjši stroški za deploy in končne uporabnike (gas)

Standardi

- Programiranje decentraliziranih aplikacij je zlaganje “lego” kock
  - Transparentnost blockchain-a
  - Povezovanje pametnih pogodb
  - Grajenje na obstoječih aplikacijah
  - Interoperabilnost
- Interoperabilnost/povezovanje možno zaradi standardov
  - Standardni postopki implementacije
  - Pametne pogodbe za isti namen uporabe imajo enake funkcije in strukturo
- ERC (Ethereum Request for Comments) in EIP (Ethereum Improvement Proposals)
  - ERC20: standard za kriptožetone
  - ERC721: standard za NFT-je

ERC721/NFT

- Izšel leta 2018 (EIP 721)
- Drugi najbolj uporabljen standard
- Stanje pametne pogodbe
  - Lastništvo (mapping (id → address))
  - Metapodatki (angl. *metadata*): vrednosti, ki jih žeton predstavlja
    - Slike
    - Tekst
    - Video
    - 3D modeli, …
  - Funkcije: mint, transfer, burn, …
- OpenZeppelin - implementacija ERC721 standarda (dedovanje iz *interface*)



```
pragma solidity ^0.5.0;
//import "@openzeppelin/contracts/token/ERC721/ERC721.sol";

contract my721 is ERC721{
    mapping(address => uint) tokens;
    function approval(address _owner, address _approved,uint _tokenId){
        require(tokens[_owner]==_tokenId);
        tokens[_approved]=_tokenId;
    }
    function transfer(address _to, uint _amount) public payable{
        require(_amount <= tokens[msg.sender]);
        tokens[msg.sender]-=_amount;
        tokens[_to]+=_amount;
    }
    function balanceOf(address _owner) public view returns (uint){
        return tokens[_owner];
    }
    function ownerOf(uint _tokenId) public view returns(address){
        return tokens[_id].address;
    }
    function TransferFrom(address _from, address _to, uint _tokenId) payable{
        require(tokens[_from]==_tokenId);
        tokens[_from]=0;
        tokens[_to]=_tokenId;
    }
    function approve(address _approved, uint _tokenId) payable{
        require(tokens[msg.sender]==_tokenId);
        tokens[_approved]=_tokenId;
    }
    function mint(address _to, uint _tokenId,) public{
        tokens[_to] = 'mytoken '+str(uint(blockhash(block.number - 1)));
    }
```

Line 4, Column 26

IPFS

- NFT-ji “zapisani” na porazdeljenem omrežju
- Kaj pa metapodatki?
  - Na blockchain ne, ker lahko veliko zasedajo → visoke provizije/fee-ji
- IPFS - InterPlanetary File System
  - P2P distribuiran datotečni sistem
  - Dostop do datotek preko zgoščenih vrednosti vsebine
  - Dve datoteki z isto vsebino ←→ ista zgoščena vrednost
  - Metadata za NFT vsebuje zgoščeno vrednost

Zakaj deluje?

- Digitalno lastništvo mora biti suvereno in ne sme biti preprečeno
  - Decentralizirano omrežje - noben ne more ugasniti omrežja oz. omejiti dostopa
- Transparentnost
  - Vsak lahko preveri, kdo je trenutni lastnik digitalnega izdelka, kdo ga je izdelal in kdo vse so bili lastniki v preteklosti
  - Vsak lahko preveri programsko kodo
- Kriptografija
  - Samo lastnik privatnih ključev ima “dostop” do digitalnega izdelka
- Copy/paste?
  - Original od izumitelja bo vedno več vreden kot kopija (enako kot pri realnih izdelkih/slikah, ponaredki …)
  - Za realne dogodke bodo implementirana “digitalna vrata”, samo lastnik (potrjen s kriptografijo) bo imel vstop

Prednosti (in slabosti)

- Prednosti
  - Licenciranje digitalnih izdelkov (nobena entiteta nima v lasti omrežja - podobno kot interneta)
  - Transparentnost in sledljivosti
    - Dokazljiva količina digitalnega izdelka
  - Interoperabilnost med izdelki/projekti
- Slabosti
  - Vpliv tehnologije na okolje
    - Ethereum 2.0, alternativni blockchain sistemi, …
  - Lažje izpeljive prevare
  - Trgovalni mehurček?

Prihodnost

- Metaverse
  - Vse več storitev in načinov zabave je digitalnih
- Sprememba lastništva obstoječih digitalnih izdelkov
  - Na primer skin-ov v video igrah
- Promoviranje znamk in grajenje skupnosti
  - Znane (modne) znamke izdajo NFT žetone in gradijo znamko na NFT kolekcijah
  - Uporabniki (finančno) povezani z znamko
  - Z NFT kovanci lahko uporabnik prejme popuste v trgovini, posebne izdelke …
- Članstvo v klubih in restavracijah
  - V letu 2024 se bo v New Yorku odprla restavracije le za imetnike določene NFT kolekcije
  - “prestiž”

Praktična delavnica