

PRIMENA NFT TOKENA U NAUČNIM PUBLIKACIJAMA**APPLICATION OF NFT TOKENS IN SCIENTIFIC PUBLICATIONS**Tamara Veličković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – RAČUNARSTVO I AUTOMATIKA**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana implementacija tržišta za trgovinu NFT tokenima u vidu naučnih publikacija. Objasnjene su osnove Blockchain tehnologija, sa fokusom na NFT tokene. Opisani su model i arhitektura sistema, korišćene tehnologije i prikazana je implementacija.

Ključne reči: NFT, Blockchain, Ethereum, pametni ugovori

Abstract – The paper presents the implementation of a NFT marketplace for scientific publications. The basics of Blockchain technologies are explained, with a focus on NFT tokens. The model and architecture of the system are described in the paper and the project implementation is presented.

Keywords: Blockchain, NFT, Ethereum, smart contracts

1. UVOD

Nezamenljivi tokeni (eng. *non-fungible token*, *NFT*) su kriptografska sredstva na Blockchain sa jedinstvenim identifikacionim kodovima i metapodacima. NFT tokeni se mogu koristiti za predstavljanje vlasništva nad digitalnom svojinom pri čemu je vlasništvo zabeleženo u pametnim ugovorima na Blockchain. Trgovinu NFT tokena je moguće izvršiti putem velikog broja danas dostupnih tržišta kao što su OpenSea, Mintable, Nifty Gateway i Rarible. Kako bi se trgovalo tokenima neophodno je posedovanje sredstava u vidu kriptovaluta koje se skladište u softverskom novčaniku za interakciju sa Ethereum Blockchain.

2. BLOCKCHAIN

Blockchain je inovativna tehnologija baze podataka koja je osnova velikog broja kriptovaluta. Blockchain je distribuirana baza podataka, što znači da se ne nalazi na jednom mestu već je deljena među čvorovima računarske mreže. Cilj Blockchain je da omogući snimanje i distribuciju digitalnih informacija bez izmena, zbog čega predstavlja osnovu za nepromenljive zapise o transakcijama koji se ne mogu ažurirati ili brisati [1].

Zbog ovakvog pristupa, Blockchain se smatra DLT tehnologijom [2]. DLT (eng. *Distributed ledger technology*) predstavlja tehnološku infrastrukturu i protokole koji

omogućavaju istovremeni pristup, validaciju i ažuriranje zapisa na nepromenljiv način širom mreže koja je raspoređena na više entiteta ili lokacija [3].

Ethereum je distribuirana softverska platforma otvorenog koda koja je osnovana na Blockchain tehnologiji. Ima sopstvenu izvornu kriptovalutu pod nazivom Ether (ETH) i programski jezik koji pod nazivom Solidity. Ethereum koristi Blockchain za sinhronizaciju i skladištenje promena stanja sistema. Solidity programski jezik se koristi za pisanje programa koji se nazivaju pametni ugovori, dok Ether kriptovaluta služi da se mere i organizuju troškovi resursa za izvršavanje [4].

Pametni ugovori (eng. *smart contracts*) predstavljaju programski kod koji se izvršava na Blockchain kako bi se primenili uslovi sporazuma definisani u ugovoru [5]. Pametni ugovori su računarski programi tipično napisani na jeziku visokog nivoa kao što je Solidity. Glavni cilj pametnog ugovora je da automatski izvrši uslove sporazuma kada se ispune navedeni uslovi [6].

Token predstavlja skup pravila kodiranih u pametnom ugovoru. Tokeni se mogu posmatrati kao digitalna imovina koja je bezbedno skladištena na Blockchain. Tokeni mogu biti zamenljivi (eng. *fungible*) ili nezamenljivi (eng. *non-fungible*). Karakteristike oba tipa tokena su vizuelno predstavljene u tabeli 1. [7].

Tabela 1: Karakteristike tokena [8]

Параметри	Замењиви	Незамењиви
Замењивост	ДА	НЕ
Униформност	ДА	НЕ
Делљивост	ДА	НЕ

3. NFT TOKENI

NFT (eng. *non-fungible*) tokeni predstavljaju nezamenljive tokene zapisane na Blockchain koji se odnose na određenu digitalnu ili fizičku imovinu. Vlasništvo nad NFT tokenom se beleži na Blockchain i vlasniku je omogućeno da vlasništvo prenosi prodajom tokena. NFT tokeni obično sadrže reference na digitalne datoteke kao što su fotografije, video snimci, audio zapisi, datoteke, radovi ili publikacije koje može bilo ko da kreira [9]. Prodaja i kupovina NFT tokena obavlja se preko NFT tržišta (eng. *marketplace*) i obično zahteva kriptovalutu za trgovinu. Tržišta NFT tokena su onlajn platforme za sve što uključuje prodaju i kupovinu NFT tokena i zasnivaju se na Blockchain tehnologiji kako bi se potvrdilo vlasništvo nad tokenom. Transakcije za kupovinu, kreiranje ili prodaju NFT tokena se naplaćuju kroz određenu kriptovalutu koju izabrano NFT tržište zahteva. Kako bi se koristilo tržište potrebno je prvenstveno uspostaviti digitalni novčanik za

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Goran Sladić, red. prof.

čuvanje kriptovalute i povezati ga sa željenim tržištem. Digitalni novčanici se mogu uspostaviti preko platformi kao što su Gemini, MetaMask, Binance i Coinbase. Danas se većina NFT tokena kupuje Ether (ETH) domaćom valutom Ethereum mreže, koja se može konvertovati iz američkih dolara na berzama kao što su Coinbase, Kraken i Gemini [10].

4. MODEL SISTEMA

U ovom radu je opisana implementacija platforme za NFT tokene korišćene za objavljivanje i trgovinu naučnih publikacija. Ova platforma pruža korisniku mogućnost kreiranja, kupovine i pretrage NFT tokena. Sistem NFT tržišta se bazira na javnom Blockchain odnosno Ethereum mreži, što podrazumeva da ne postoje ograničenja u pravima pristupa korisnika.

NFT tržište može da koristi bilo koji korisnik kako bi pretraživao NFT tokene, dok za druge funkcionalnosti trgovine NFT tokenima korisnik mora biti povezan sa svojim novčanikom i mora posedovati dovoljno sredstava (ETH).

Korisnicima sistema su dostupne funkcionalnosti pretraživanja, kreiranja, prodaje i kupovine NFT tokena. Na NFT platformi je moguće objaviti NFT tokene koji sadrže medijski fajl (audio/video/slika) ili tekstualni dokument (knjige/naučne publikacije/tekstualni sadržaji). Na ovaj način autori publikacija mogu kreirati token od svojih radova i postaviti ih na platformu.

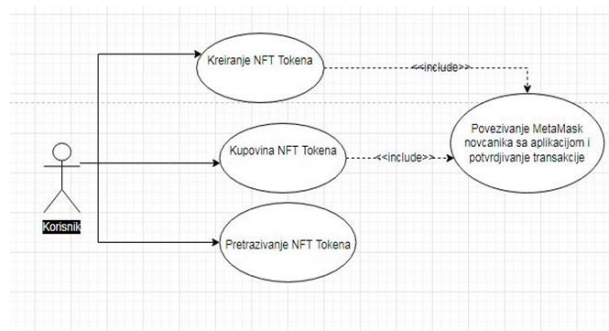
Postavljanje na platformu je moguće ukoliko korisnik ima dovoljno sredstava na svom računu za objavljivanje. Postavljene publikacije predstavljaju NFT tokene koje zatim drugi korisnici mogu pretraživati i kupovati. Kupovina NFT tokena moguća je ukoliko korisnik ima dovoljno sredstava na svom računu za izvršavanje transakcije.

Dijagram slučajeva korišćenja za NFT tržište prikazan je na slici 1. Arhitektura sistema NFT tržišta se sastoji od backend dela koji čine pametni ugovori za NFT tokene i NFT tržište, i frontend deo koji čini klijentska veb aplikacija NFT tržišta za rad sa tokenima. Arhitektura sistema NFT tržišta je prikazana na slici 2.

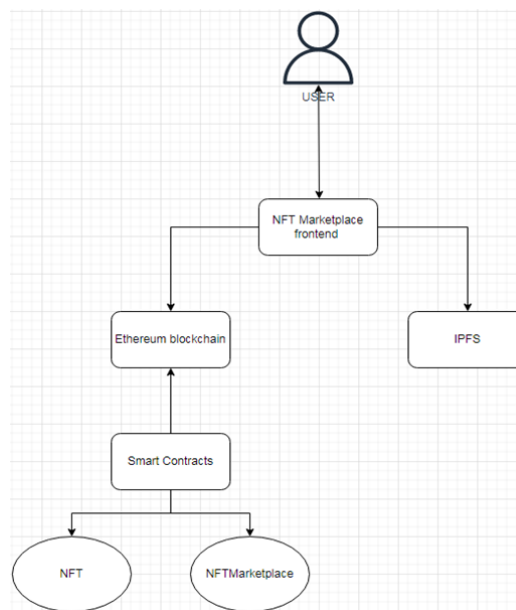
Korisnik NFT tržišta se prvo susreće sa frontend aplikacijom. Kada korisnik pokrene veb aplikaciju susreće se sa polaznom stranicom na kojoj se nalaze svi dostupni NFT tokeni koje platforma nabavlja iz IPFS skladišta. Korisnik ove tokene može da pregleda i pretražuje po autoru i nazivu tokena. Ukoliko korisnik želi da kupi, kreira ili pregleda svoje NFT tokene neophodno je da ostvari konekciju sa MetaMask novčanikom.

MetaMask novčanik predstavlja ekstenziju pretraživača preko koje se identifikuje trenutni korisnik. Korisnik ostvaruje interakciju sa Ethereum Blockchain pomoću web3.js biblioteke kroz MetaMask novčanik. Navedene funkcionalnosti su moguće korisniku ukoliko u svom novčaniku ima dovoljno sredstava (ETH) i ukoliko se izvrši uspešna transakcija prenosa sredstava.

Za potrebe sistema NFT platforme kreirana su dva pametna ugovora: ugovor za tokene napisan po ECR721 standardu i ugovor za NFT tržište. Pametni ugovori obavljaju kompletnu poslovnu logiku i postavljeni su (eng. *deployed*) na Ethereum Blockchain, odnosno na test mrežu.



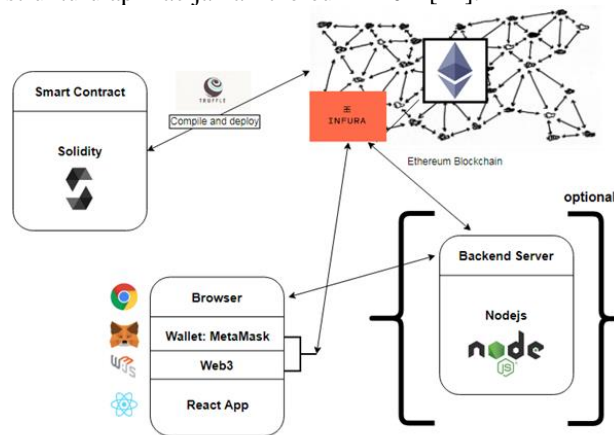
Slika 1: Dijagram slučajeva korišćenja



Slika 2: Arhitektura sistema NFT tržišta

5. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

Za implementaciju rešenja NFT tržišta korišćeni su različiti alati i tehnologije kako bi se obezbedile funkcionalnosti kreiranja, pregleda i kupovine NFT tokena naučnih publikacija, rad sa pametnim ugovorima i razvoj frontend aplikacije. Takođe su korišćene tehnologije za isporuku i testiranje rešenja na različitim okruženjima. Na slici 3. prikazani su korišćeni alati i tehnologije kroz strukturu aplikacija na Ethereum mreži [11].



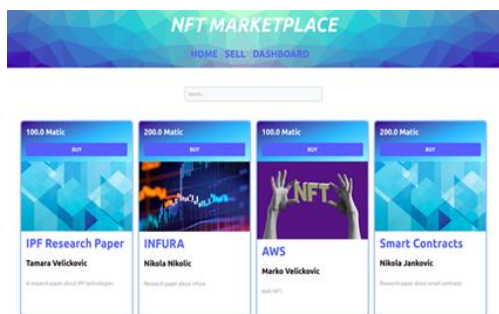
Slika 3: Struktura aplikacije na Ethereum mreži [11]

Bekend aplikaciju čine pametni ugovori napisani u Solidity programskom jeziku. Pametni ugovor za NFT token (NFT) predstavlja implementaciju ECR721 standarda. ECR721 standard čine određeni skup obaveznih funkcija i događaja koje svaki token mora da implementira. ECR721 standard se koristi za predstavljanje vlasništva jedinstvenih i nezamenljivih tokena (eng. *non-fungible*) [12]. Glavna funkcionalnost definisana u NFT pametnom ugovoru je kreiranje samog tokena. NFTMarket pametni ugovor predstavlja ugovor za samo tržište i u sebi definiše funkcije za rad sa tokenima, kreiranje tržišnog artikla i njihovo dobavljanje po različitim kriterijumima.

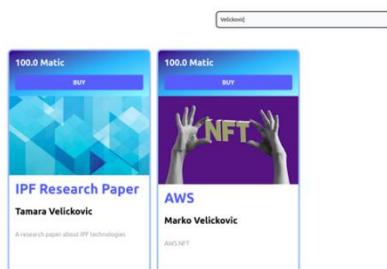
NFTMarket ugovor je takođe implementiran po standardu ECR721. ReentrancyGuard koji, NFTMarket ugovor nasleđuje, štiti transakcije tako što sprečava slanje više zahteva odjednom.

Frontend aplikacija je Next.js aplikacija koja pruža intuitivan korisnički interfejs NFT platforme za prodaju, kupovinu i pretraživanje NFT tokena. Za stil aplikacije je korišćena TailwindCSS biblioteka. Frontend aplikacija se sastoji od 3 glavne stranice a to su: Početna strana (Home), strana za kreiranje NFT tokena i njihovu prodaju (Sell) i korisnička tabla (Dashboard).

Početna stranica (Home) predstavlja prvi prozor koji korisnik vidi. Ukoliko u datom momentu ima dostupnih naučnih publikacija, odnosno NFT tokena za kupovinu, oni su prikazani na početnoj strani, kao što je prikazano na slici 4. Sa početne strane je naučnu publikaciju moguće kupiti ili pretražiti po autoru ili nazivu tokena. Pretraga po autoru je prikazana na slici 5. Za pregled početne stranice korisnik ne mora da bude ulogovan, dok će prilikom kupovine NFT tokena sa početne stranice korisnik biti upućen na MetaMask ekstenziju pretraživača kako bi se identifikovao.



Slika 4: Početna stranica (Home)

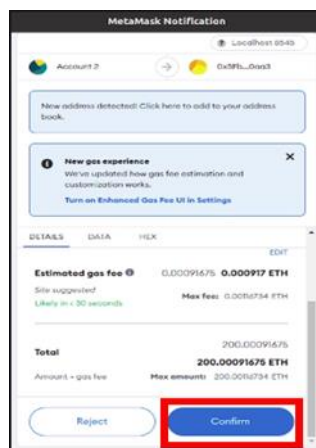


Slika 5: Pretraga po autoru

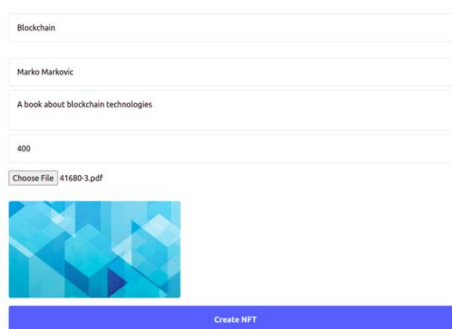
Kupovina NFT tokena započinje klikom na dugme za kupovinu tokena (BUY) sa početne stranice. Ulogovanom korisniku se zatim prikazuje zahtev za izvršenje transakcije u MetaMask ekstenziji za pretraživač (slika 6). Uko-

liko je transakcija uspešna, što podrazumeva da kupac ima dovoljno sredstava u svom novčaniku, vlasništvo NFT tokena se prebacuje na kupca i može se videti na njegovoj korisničkoj tabli u sekciji za kupljene tokene. Kod korisnika koji je prodao taj token, on se pojavljuje na njegovoj korisničkoj tabli u sekciji za prodane tokene.

Za kreiranje NFT tokena neophodno je da je korisnik ulogovan u svoj MetaMask novčanik. Kreiranje NFT tokena, odnosno kreiranje artikla na tržištu počinje na stranici za prodaju (Sell). Kako bi se kreirao token neophodno je da se navede naziv tokena, autor, opis, cena i da se izabere datoteka (slika 7). Datoteka može biti slika, dokument, audio ili video. Klikom za kreiranje tokena ulogovani korisnik dobija zahtev za dve transakcije. Prva transakcija predstavlja plaćanje benzina za kreiranje tokena, a druga transakcija predstavlja plaćanje za postavljanje artikla na tržište (eng. *listing fee*). Ukoliko je transakcija uspešna, što podrazumeva da kupac ima dovoljno sredstava u svom novčaniku za obe transakcije, NFT token se postavlja na tržište. Korisnik koji je kreirao ovaj token može ga videti na svojoj korisničkoj tabli u sekciji za kreirane tokene kao i na početnoj stranici dok se ne proda.



Slika 6: Izgled transakcije za kupovinu naučne publikacije



Slika 7: Izgled forme za prodaju tokena

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisane su glavne karakteristike Blockchain tehnologija, Ethereum mreže, pametnih ugovora i promenljivih i nepromenljivih tokena. Navedene su karakteristike i benefiti korišćenja NFT tokena iz čega se može zaključiti da su nepromenljivi tokeni jedinstveni i da se mogu koristiti za predstavljanje vlasništva nad digitalnom svojinom koje je zabeleženo u pametnim ugovorima na Blockchain. Fokus rada je bio u primeni nepromenljivih

(NFT) tokena u naučnim publikacijama što je demonstrirano na projektnom rešenju NFT tržišta.

Implementirano NFT tržište nudi korisnicima, autorima radova, mogućnost za kreiranje, pretraživanje, kupovinu i prodaju naučnih publikacija preko kriptovaluta.

Autora naučne publikacije može biti više ali prilikom trgovine tokenom, korisnik koji je kreirao token jedino dobija naplatu za prodaju tog tokena, što potencijalno treba razmotriti u budućnosti kao proširenje ovog projektnog rešenja, kako bi svaki autor dobio nadoknadu. Implementacijom tržišta za NFT tokene zaključeno je da ovakav pristup objavljivanja naučnih publikacija nudi autorima mogućnost bržeg objavljivanja radova, priliku da dostignu veću publiku koja lako može pretražiti taj rad po autoru ili nazivu i garanciju da će njihov rad kao NFT token biti nepromenljiv i jedinstven.

Zaključak koji se takođe može izvesti iz ovog rada jeste da NFT osiguravaju vlasništva nad digitalnom svojinom ali vlasništvo nad NFT tokenom kako ga definiše Blockchain nema direktno pravno značenje i ne daje nužno autorska prava, prava intelektualne svojine ili druga zakonska prava nad njegovom povezanom digitalnom datotekom, zbog čega kao proširenje ovog sistema, potencijalno treba u budućnosti razmotriti i prodaju autorskih prava nad naučnim publikacijama.

7. LITERATURA

- [1] Michael Crosby, Nachiappan, Pradan Pattanayak, Sanjeev Verma, Vignesh Kalyanaraman, "Blockchain Technology: Beyond Bitcoin", Applied Innovation Review Issue No. 2, 2016.
- [2] Natarajan, Harish, Solvej Krause, Helen Gradstein. "Distributed Ledger Technology and Blockchain", World Bank, 2017.
- [3] Ali Sunyaev, "Distributed Ledger Technology. In: Internet Computing." Springer, Cham, 2020. [4] "Best Online Learning Platforms", Amanda Prah, <https://www.verywellfamily.com/best-online-learning-platforms-5073725>
- [4] Tikhomirov, Sergei, "Ethereum: state of knowledge and research perspectives", International Symposium on Foundations and Practice of Security, Springer, Cham, 2017.
- [5] Prološčić Nikola, "Blockchain - pametni ugovori", Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Repozitorij Odjela za matematiku u Osijeku, 2022.
- [6] Maher Alharby, Aad van Moorsel, Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study." arXiv preprint, 2017.
- [7] A. M. Antonopoulos, Dr G. Wood, "Mastering Ethereum", O'Reilly Media, CA, USA, 2018.
- [8] Blockchain Simplified, "Understanding Fungible & Non-Fungible tokens ", <https://blockchainsimplified.com/blog/understanding-fungible-non-fungible-tokens/>, 2020.
- [9] The Economist, "What is an NFT?", <https://www.economist.com/the-economist-explains/2021/10/12/what-is-an-nft>, pristupljeno: 21.09.2022.
- [10] OpenSea, "Building an open digital economy", <https://opensea.io/about>, 2022.
- [11] Solidity Developer, "The big picture of Solidity and Blockchain development in 2020", <https://soliditydeveloper.com/solidity-overview-2020>, 2020.
- [12] OpenZeppelin Documentation, "ERC721", <https://docs.openzeppelin.com/contracts/3.x/erc721>, pristupljeno: 25.09.2022.

Kratka biografija:



Tamara Veličković rođena je 19.11.1998. godine u Beogradu. Završila je osnovne akademske studije 2021. godine na Fakultetu tehničkih nauka. Upisala je master studije iste godine, studentski program Elektronsko poslovanje.

kontakt: tamara.velickovic98@gmail.com