

PRIMENA PAMETNIH UGOVORA I VEŠTAČKE INTELIGENCIJE ZA KREIRANJE KOMPJUTERSKI GENERISANIH SLIKA I NFT TOKENA**APPLICATION OF SMART CONTRACTS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO CREATE COMPUTER GENERATED IMAGES AND NFT TOKENS**Vladan Nikolić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - INFORMACIONI SISTEMI**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazano je kreiranje kompjuterski generisanih slika pomoću veštačke inteligencije i mašinskog učenja, njihovo objavljivanje na Horizen blokčejn-u u formi NFT-a kao i prenos vlasništva nad istim koristeći pametne ugovore.

Abstract – This paper shows how to create computer generated images using AI and machine learning, their publishing on Horizen blockchain in NFT form and transferring their ownership using smart contracts.

Keywords: Machine learning, AI, Blockchain, smart contracts, NFT.

1. UVOD

Napredak tehnologije i automatizacija poslovanja omogućili su primenu informacionih tehnologija u svim sferama života i rada. Informacioni sistemi podržavaju procese upravljanja podacima i donošenje odluka. Baze podataka su evoluirale od sistema datoteka do distribuiranih sistema za skladištenje podataka. Upravljanje centralizovanim bazama podataka često zahteva posrednike, dok blokčejn tehnologija pruža mogućnost decentralizovanog upravljanja podacima.

Veštačka inteligencija može se koristiti za generisanje i prodaju digitalne umetnosti, a blokčejn tehnologija omogućava transparentnost i autentičnost u tom procesu. NFT tokeni predstavljaju jedinstvena digitalna dela koja se mogu prodavati i razmenjivati. Ovaj rad istražuje primenu ovih tehnologija u kreiranju, identifikaciji vlasništva i prenosu digitalne imovine. Cilj je analizirati teorijske i praktične aspekte ove primene.

2. Dnevnici poslovanja – osnovni pojmovi

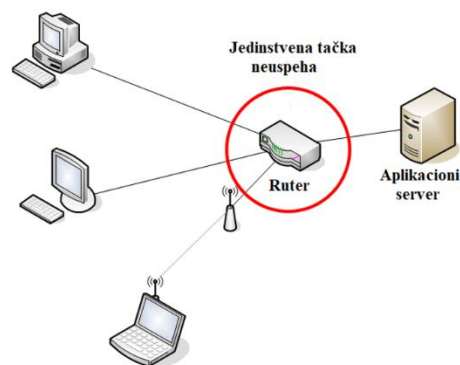
Dnevnici poslovanja se beleže stanja i transakcije realnih sistema. Tokom vremena, načini skladištenja tih zapisa su evoluirali. Prvo su se koristili sistemi datoteka, a zatim sve više baza podataka. Postoje centralizovani i distribuirani sistemi [1], kao i centralizovano i decentralizovano upravljanje. Distribuirani sistemi mogu biti centralizovani, gde se upravljanje vrši od strane jednog entiteta, ili decentralizovani, gde ne postoji centralna tačka upravljanja. Distribuirani sistemi su decentralizovani u kontroli i smešteni na različitim

lokacijama. Oni se baziraju na *peer-to-peer* mreži sa nezavisnim i globalno raspoređenim čvorovima.

2.1. Centralizovani dnevnici poslovanja

Centralizovani dnevnici poslovanja su široko korišćeni u mnogim aplikacijama za skladištenje i obradu podataka. Oni predstavljaju centralno skladište objavljenih transakcija. Ovi dnevnici se održavaju i ažuriraju samo od strane jedne strane koja može biti nepouzdana. To može dovesti do grešaka kao što su gubljenje rezervacija, zamrzavanje računa ili odbijanje transakcija. Centralizovani dnevnici predstavljaju jedinstvenu tačku neuspeha, gde je jedan entitet odgovoran za unos, održavanje i brisanje podataka. Na slici 1. prikazan je primer strukture centralizovanog sistema sa jedinstvenom tačkom neuspeha.

Svi delovi centralizovanih dnevnika se nalaze na istoj lokaciji. Postojeće metode upravljanja podacima često uključuju nasleđene IT sisteme unutar jedne institucije, sa dodatnim sistemima za komunikaciju sa spoljnim svetom. Ovi sistemi mogu biti ranjivi na napade, a podaci su često ne sinhronizovani, zastareli ili netačni.



Slika 1. Jedinstvene tačke neuspeha u centralizovanim sistemima

2.2. Decentralizovani dnevnici poslovanja

Distribuirani dnevnici transakcija (DLT) su rešenje za ove probleme. DLT omogućava nepoznatim i nepoverljivim stranama da zajedno obavljaju transakcije na način koji je otporan na cenzuru, manipulacije podacima i gubitak informacija. DLT omogućava sinhronizovano upravljanje sistemom više učesnika, bez centralne tačke kontrole. Svi delovi sistema, uključujući servere, dnevnike i podatke, smešteni su na više lokacija umesto na jednoj centralnoj tački. Transakcije, ugovori i dokumenti su ključni elementi u globalnom ekonomskom, pravnom, političkom i institucionalnom sistemu. DLT, kao što je blokčejn,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Andraš Anderla, vanr.prof.

pruža rešenje za izazove koji zahtevaju međusobno poverenje svih zainteresovanih strana.

2.3. Blokčejn – osnovni pojmovi

Blokčejn omogućava digitalne transakcije bez posrednika putem deljenog, distribuiranog dnevnika transakcija. Dnevnik je organizovan kao lanac blokova sa podacima o transakcijama, koji se štite kriptografskim metodama. Blokčejn se razlikuje od tradicionalnih baza podataka u načinu potvrde transakcija.

Komunikacija između učesnika se odvija preko *peer-to-peer* mreže, gde svi čvorovi imaju identične podatke. Blokčejn može biti javni, privatni ili hibridni. Javne mreže omogućavaju pridruživanje svakom, dok su privatne mreže ograničene i imaju poznate identitete učesnika.

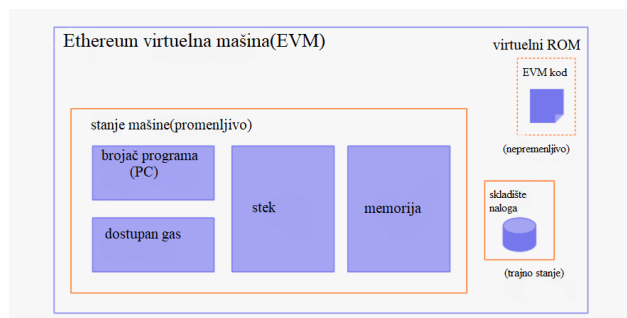
Potvrda transakcija uključuje konsenzus između članova mreže, obično kroz sisteme kao što su „*Proof of Work*“ [2] (dokaz rada) ili „*Proof of Stake*“ (dokaz posedovanja). Blokčejn omogućava da svi učesnici imaju iste podatke i veruju u njih.

Javne mreže imaju veći broj čvorova, dok su privatne mreže manje i često se koriste u poslovnom okruženju radi brže potvrde transakcija. Ne postoji centralni klijent, samo skupovi kopija podeljenih između ostalih klijenata.

2.4. Ethereum virtuelna mašina

Blokčejn tehnologija je omogućila transparentnu knjigu transakcija kojoj svako može pristupiti. Transakcije su osigurane kriptografijom i mehanizmom konsenzusa (*Proof of Work*) kako bi se sprečio problem dvostruke potrošnje. *Ethereum* je predložio mrežu sa pametnim ugovorima i *Ethereum* virtualnom mašinom (EVM) koja omogućava interakciju s decentralizovanim aplikacijama (*DApps*) [3]. EVM je entitet održavan hiljadama povezanih računara koji rade pod *Ethereum* klijentom. *Ethereum* protokol održava stanje EVM-a, a *Ethereum* se opisuje kao distribuirana mašina stanja.

Transakcije su šifrovane potpisanim uputstvima sa naloga, a postoje transakcije koje rezultiraju povratnim porukama i transakcije koje rezultiraju kreiranjem ugovora. EVM izvršava stek mašina sa privremenom memorijom, dok ugovori imaju skladišta *Merkle Patricia Trie* povezana sa globalnim stanjem. Pametni ugovori se izvršavaju koristeći EVM op-kodove za standardne operacije i blokčejn-specifične operacije. Određena pravila promene stanja iz bloka u blok definišu EVM kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Struktura Ethereum virtuelne mašine

3. Pametni ugovori

Pametni ugovori su programi uskladišteni na blokčejnu koji se aktiviraju kada se ispune određeni uslovi. Oni automatizuju izvršenje sporazuma i olakšavaju tok posla bez posrednika. Funkcionišu na principu "ako/kada... onda..." naredbi koje su upisane u kôd na blokčejnu. Mreža računara izvršava radnje kada se uslovi provere. Transakcije su neizmenjive i vidljive samo za dozvoljene strane [4].

Pametni ugovori mogu sadržati različite odredbe i koriste se za postizanje zadovoljavajućih rezultata. Učesnici moraju utvrditi uslove, dogovoriti "ako/kada... onda..." pravila, istražiti moguće izuzetke i definisati način rešavanja sporova. Postoje predlošci i alati za pojednostavljivanje pametnih ugovora. Koncept pametnih ugovora je prvi put predložio Nick Szabo 1994. godine, a oni proširuju elektronsku trgovinu na digitalni svet [5].

3.1. Primena, prednosti i mane pametnih ugovora

Prednosti pametnih ugovora obuhvataju brzinu, efikasnost, tačnost, poverenje, transparentnost, bezbednost i uštede. Mogu se primeniti u različitim oblastima poput državnog sistema glasanja, zdravstva, lanca snabdevanja i finansijskih usluga. Pametni ugovori omogućavaju sigurno glasanje, čuvanje zdravstvenih kartona, upravljanje lancem snabdevanja i transformaciju finansijskih usluga. Takođe mogu se koristiti za beleženje vlasništva nad imovinom [6].

Međutim, postoje i ograničenja pametnih ugovora. Oni mogu biti podložni hakovanju, mogućim propustima u ugovorima i zahtevaju angažovanje trećih strana poput programera. Pravna pomoć u vezi sa pametnim ugovorima može biti teška zbog nedostatka jasnih pravila i terminologije. Takođe, uslovi ugovora mogu biti nejasni.

Iako postoje ograničenja, tehnologija pametnih ugovora može se poboljšati i ranjivosti otkloniti. Pažljivo osmišljeni pametni ugovori i dalje imaju potencijal za transformaciju različitih industrija.

3.2. Nezamenljivi tokeni - NFT

Nezamenljivi tokeni (NFT) su popularni simboli koji preuzimaju svet digitalne umetnosti i kolekcionarstva. Digitalni umetnici doživljavaju promene u svojim životima zahvaljujući prodaji NFT tokena u novoj kriptopublici. NFT tokeni se koriste za predstavljanje vlasništva nad jedinstvenim artiklima, uključujući umetnička dela, kolekcionarske predmete i nekretnine. Svaki NFT može imati samo jednog vlasnika i autentičnost je obezbeđena putem Ethereum blokčejna [7].

Zamenljive stavke se mogu jednostavno zameniti, dok NFT tokeni predstavljaju predmete sa specifičnim karakteristikama koje ih čine jedinstvenim. NFT tokeni i Ethereum mreža rešavaju probleme vezane za digitalne stavke, uključujući ograničenost, jedinstvenost i dokaz vlasništva.

Ovi tokeni omogućavaju transparentno praćenje vlasništva i stvaraju mogućnosti za trgovinu digitalnim i fizičkim predmetima. NFT tokeni predstavljaju novu priliku za tržište i revoluciju u načinu na koji se vrednuju i trguju digitalni i fizički predmeti.

3.3. Funkcionalost i mogućnosti NFT tokena

NFT tokeni su digitalno jedinstveni, ne postoje dva ista NFT tokena. Svaki NFT token mora da ima vlasnika i postoji javna evidencija o tome, i vrlo je lako da se to proveriti. NFT tokeni su kompatibilni sa svime što je izgrađeno pomoću *Ethereum*-a. NFT karta za događaj može se trgovati na svakom EVM tržištu, za potpuno drugačiji NFT. Moguće je zameniti umetničko delo za kartu za taj događaj. Kreatori sadržaja mogu da prodaju svoj rad bilo gde i mogu da pristupe globalnom tržištu. Kreatori mogu da zadrže vlasnička prava nad sopstvenim radom i da potražuju autorske naknade za preprodaju. Stavke se mogu koristiti na iznenađujuće načine. Digitalna umetnička dela je moguće koristiti kao zalag za decentralizovanu pozajmicu.

U klasičnom internetu koji se koristi danas kopija datoteke, kao što je .mp3 ili .jpg fajl, ista je kao i originalna. Vlasnički zapisi digitalnih stavki skladište se na serverima koje kontrolišu institucije – veruje im se na reč. Kompanije sa digitalnim artiklima moraju da izgrade sopstvenu infrastrukturu. Kreatori se oslanjaju na infrastrukturu i distribuciju platformi koje koriste. Oni često podležu uslovima korišćenja i geografskim ograničenjima. Platforme, kao što su muzički striming servisi, zadržavaju većinu profita od prodaje.

NFT se razlikuju od ERC-20 tokena, po tome što je svaki pojedinačni simbol potpuno jedinstven i nije deljiv. NFT daju mogućnost dodeljivanja ili zahteva vlasništva nad bilo kojim jedinstvenim delom digitalnih podataka, koji se može pratiti korišćenjem *Ethereum*-ovog blokčejna kao javne knjige. NFT se izdaju od digitalnih objekata kao reprezentacija digitalnih ili ne-digitalnih sredstava. NFT može predstavljati digitalnu umetnost (pokretne slike, kolekcionarske predmete, muziku ili video snimke) ili stvari iz stvarnog sveta (hipoteka na automobil, ulaznice za događaj iz pravog sveta, tokenizovane fakture, pravne dokumente i potpise). NFT može biti kreiran izdavanjem novog bloka, proverom informacija o njemu i snimanjem u blokčejn. Svaki NFT ima jedinstveni identifikator povezan sa adresom mreže na kojoj je objavljen, a vlasništvo se lako može proveriti. NFT tokeni postoje na EVM kompatibilnim mrežama i mogu se kupovati i prodavati na različitim prodavnicama, slično kao i drugi digitalni proizvodi. Dokazivanje vlasništva nad NFT-om uključuje korišćenje privatnih i javnih ključeva, potpisivanje poruka i proveru blokčejna.

4. Mašinsko učenje i veštačka inteligencija

Mašinsko učenje (ML) ima značajan uticaj na svakodnevni život, od predlaganja restorana do transformacije nauke i inženjeringa. ML se sastoji od tri ključne komponente: podaci, model i gubitak, koje se kombinuju primenom principa "probe i greške".

Metode ML koriste mapu hipoteza za predviđanje oznaka podataka, uz adaptaciju na osnovu razlike između predviđanja i stvarnih podataka. Postoji raznovrsnost ML metoda zasnovanih na dizajnerskim izborima za reprezentaciju podataka, modele i funkciju gubitka. Računarski okviri se koriste za treniranje velikih modela na velikim skupovima podataka, dok se linearne regresije primenjuju na malim sistemima. ML metode su bitne za analizu i dizajn veštačke

inteligencije, gde se agent interaguje sa okruženjem na osnovu percepcija i optimizuje svoje ponašanje. ML metode se koriste na različitim nivoima agenta veštačke inteligencije, omogućavajući mu da izdvaja informacije, klasifikuje podatke i nauči optimalno ponašanje[8].

Interakcija između ML metoda i generisanja podataka je karakteristična za veštačku inteligenciju, dok se aktivno učenje fokusira na uticaj na generisanje podataka. Aplikacije veštačke inteligencije obično dozvoljavaju retrospektivno ocenjivanje kvaliteta hipoteza na osnovu poznatih podataka, dok tačke podataka bez tačnih predviđanja predstavljaju izazov u njihovoj primeni.

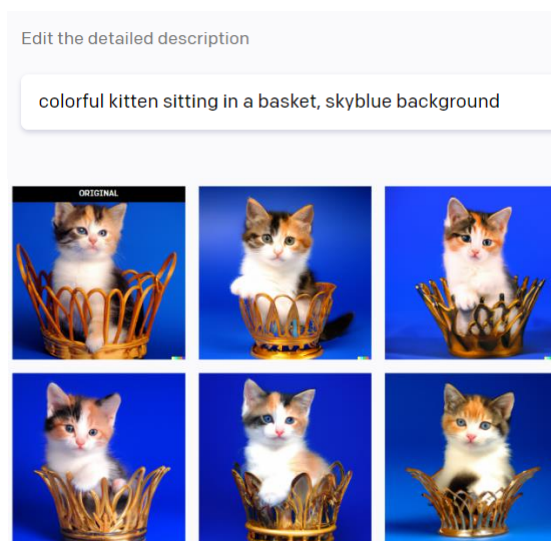
5. Praktična implementacija projekta

U ovom radu se opisuje praktična implementacija rada fokusirana na korišćenje *DALL-E*, napredne veštačke inteligencije, za generisanje slika i njihovo objavljivanje na *Horizen* blokčejn-u, tačnije na *Gobi* test mreži. Ovaj postupak kombinuje vrhunske tehnologije i alate kako bi se stvorila sigurna i jedinstvena platforma za deljenje i čuvanje slika.

Alati korišteni za pisanje ovog programa obuhvataju *DALL-E* veštačku inteligenciju za generisanje slika, Python verziju 3.11 kao osnovni kod za implementaciju *DALL-E*, *TensorFlow* i *PyTorch* kao popularne biblioteke za mašinsko učenje i duboko učenje, *Horizen* blokčejn za čuvanje i distribuciju slika, i *Ethereum* virtuelnu mašinu (EVM) koja se koristi na *Gobi* test mreži za kreiranje pametnih ugovora i NFT tokena. *Solidity* je programski jezik korišćen za pisanje pametnih ugovora na *Horizen* blokčejn-u, dok *MetaMask* služi kao kripto novčanik za grafički interfejs.

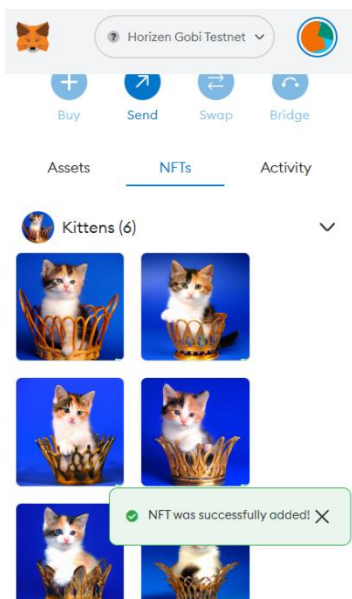
Korišćenje ovih alata omogućava praktičnu implementaciju metode generisanja slika pomoću *DALL-E* i njihovo objavljivanje na *Horizen* blokčejn-u, pružajući sve potrebne funkcionalnosti i alate za uspešno izvršavanje postupka.

Nakon što su na osnovu tekstualnog opisa generisane slike od strane veštačke inteligencije (kao što je to prikazano na slici 3), potrebno je pokrenuti *MetaMask* novčanik i prebaciti na *Horizen Gobi* test mrežu.



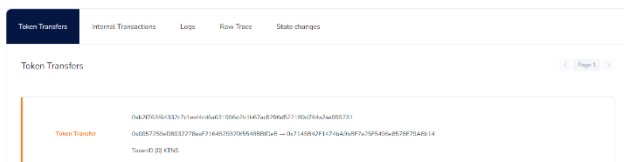
Slika 3. Generisanje slika od strane veštačke inteligencije na osnovu unesenog tekstualnog opisa i slike nad kojom su zatražene varijacije

Zatim se otvori pametni ugovor za kreiranje NFT kolekcije, popune neophodne informacije i pokrene. U tu kolekciju se dodaju sve slike koje je potrebno uneti u kolekciju. U svakom koraku, potrebno je digitalno potpisivati transakcije u *MetaMask* novčaniku. Nakon uvoza slika u novčanik, dobija se ekran kao na slici 4.



Slika 4. *MetaMask* novčanik sa uvezenim NFT tokenima

Nakon uvoza NFT tokena u *MetaMask* novčanik, slanje se vrši tako što se klikne na jednu od slika, zatim na dugme “Pošalji”, gde se unese druga *Horizen Gobi* adresa na koju se šalje NFT token. Čitav proces je vidljiv na blokčejn pretraživaču kao što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Prikaz prenosa vlasništva nad NFT unutra blokčejn pretraživača

6. ZAKLJUČAK

Implementacija ovog projekta kombinuje blokčejn tehnologiju, pametne ugovore i veštačku inteligenciju za efikasno i bezbedno objavljivanje i prenos digitalnih slika. Blokčejn omogućava transparentnost i nepovredivost transakcija, dok pametni ugovori eliminišu posrednike. Veštačka inteligencija generiše visokokvalitetne slike na osnovu tekstualnih opisa.

MetaMask novčanik omogućava korisnicima upravljanje digitalnim sredstvima i transakcije na blokčeju. Prednosti uključuju transparentnost, eliminaciju posrednika, globalnu dostupnost i kreativnost u generisanju slika. Izazovi uključuju proveru pametnih ugovora, skalabilnost i decentralizaciju. Integracija blokčeja i veštačke inteligencije omogućava automatizaciju procesa i inovativne primene u različitim industrijama.

Sigurnost podataka, privatnost, etika i regulativa su važni aspekti koji zahtevaju pažnju. Napredak u ovim tehnologijama donosi koristi i napredak u mnogim oblastima ljudskog života.

7. LITERATURA

- [1] Mogin P., Luković I., Principi baza podataka, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1996.
- [2] S. Nakamoto: Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> 2008. Sajt za edukaciju o Bitcoin-u i blokčeju [Vremenska oznaka: Jun, 2023]
- [3] Ethereum fondacija: Ethereum dokumentacija, Ethereum Virtuelna mašina: <https://ethereum.org/en/developers/docs/evm/> [Vremenska oznaka: Jun, 2023]
- [4] IBM: Pametni ugovori, <https://www.ibm.com/topics/smart-contracts> [Vremenska oznaka: Jun, 2023] (3.0)
- [5] Nick Szabo. "SmartContracts." <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html> [Vremenska oznaka: Jun, 2023]
- [6] Corporate Finance Institute: "Smart Contracts" <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/deals/smart-contracts/> [Vremenska oznaka: Jun, 2023]
- [7] Ethereum Foundation: "Non-fungible tokens" <https://ethereum.org/en/nft/> [Vremenska oznaka: Jun, 2023]
- [8] Alexander Jung „Machine Learning: The Basics“ Januar, 2022

Kratka biografija:



Vladan Nikolić rođen je u Tuzli 1990. god. Osnovne studije na Slobomir P. Univezitetu Bijeljina – Informacione Tehnologije završio je 2014. godine. Master studije Inženjerstvo informacionih sistema završio je 2023. godine.