

# MEĐUNARODNI **13. SIMPOZIJ**

**ODRŽIVI RAZVOJ I  
DIGITALNA TRANSFORMACIJA**

# PRIMJENA SUSTAVA UMJETNE INTELIGENCIJE U FORENZIČNIM ZNANOSTIMA I FORENZIČKOJ REVIZIJI

---

**Prof.dr.sc. Božo Vukoja**

## POVJEST RAZVOJA UMJETNE INTELIGENCIJE (IA)

Umjetna inteligencija je kroz povijest imala i padova i rasta.

Razvoj umjetne inteligencije obilježen je velikim napretkom u tehnologiji, filozofiji i znanosti, a njezin početak seže desetljećima godina u povijest.

Može se reći da umjetna inteligencija nije samo moderni tehnološki trend.

Rođenje umjetne inteligencije kao znanstvene discipline započelo je na Dartmouth konferenciji 1956. godine.

Na toj konferenciji različiti istraživači su definirali vrste umjetne inteligencije, njihove ciljeve, postavili temelje za razvoj strojeva koji mogu učiti i donositi odluke.

Zlatne godine umjetne inteligencije bile su od 1956. do 1974. godine. U to vrijeme razvijena su računala koja su rješavala probleme s algebrom, mogla su dokazivati teoreme o geometriji i učiti engleski jezik.

Predviđalo se da će se inteligentan stroj izgraditi za manje od 20 godina. Zatim je nastupila UI zima koja je trajala od 1974. godine do 1980. godine.

UI bila je izložena mnogim kritikama i financijskim nedostacima. Istraživači su nailazili na mnoge poteškoće koje nisu shvaćali.

## UVOD: ZAŠTO AI U FORENZIČKOJ REVIZIJI

- **Rastuća složenost prevara:** Finansijski kriminalci koriste sve sofisticiranije metode, čineći tradicionalne pristupe nedovoljnim.
- **Eksponencijalni rast podataka (Big Data):** Digitalizacija generira ogromne količine finansijskih i operativnih podataka koje ljudi ne mogu efikasno obraditi.
- **Prelazak na proaktivni pristup:** Potreba da se prevare ne samo detektiraju nakon što se dogode, već i da se proaktivno spriječe.
- **Cilj:** AI omogućava brže, preciznije i inteligentnije prepoznavanje i sprečavanje finansijskih nepravilnosti.

## ULOGA AI U FORENZICI

AI transformira forenzične znanosti i reviziju kroz analizu velikih podataka, olakšava istrage, ali donosi i izazove u zaštiti ljudskih prava

AI omogućuje višedimenzionalnu analizu podataka i prepoznavanje uzoraka koje ljudi teško uočavaju.

**Strojno učenje (ML) jeste :**

1. Otkrivanje anomalija u transakcijama.
2. Klasifikacija i klasteriranje.
3. Kontinuirano učenje novih obrazaca prijevara.

## FORENZIČKA REVIZIJA: JUČE I DANAS

- **Tradicionalne metode:** Oslanjale su se na manuelno pregledanje dokumenata, uzorkovanje i reaktivno istraživanje, često nakon što je prevara već nanijela štetu.
- **Ograničenja:** Vremenska neefikasnost, podložnost ljudskoj grešci, ograničena skalabilnost i nemogućnost prepoznavanja složenih, skrivenih obrazaca u velikim datasetima.
- **Danas sa AI:** Omogućava obradu masivnih datasetova, identifikaciju suptilnih anomalija i prelazak na kontinuirani, proaktivni nadzor.

## ŠTO JE UMJETNA INTELIGENCIJA (AI)

- **Definicija:** Grana računarstva koja se bavi stvaranjem sistema sposobnih da obavljaju zadatke koji obično zahtijevaju ljudsku inteligenciju, poput učenja, rješavanja problema i prepoznavanja obrazaca.
- **Ključne grane AI u reviziji:**
  - **Strojno učenje (ML):** Algoritmi koji uče iz podataka za predviđanje ili klasifikaciju.
  - **Duboko učenje (DL):** Napredne neuronske mreže za kompleksno prepoznavanje obrazaca.
  - **Obrada prirodnog jezika (NLP):** Analiza i razumijevanje tekstualnih podataka.
  - **Analiza grafova:** Modeliranje i vizualizacija odnosa između entiteta.

## FAZA DETEKCIJE: IDENTIFIKACIJA ANOMALIJA

- **Cilj:** Rano prepoznavanje sumnjivih aktivnosti ili transakcija koje odstupaju od uobičajenih finansijskih obrazaca i ukazuju na potencijalnu prevaru.
- **Statističke metode:** Identifikuju transakcije ili ponašanja koja su statistički značajno odstupaju od prosjeka (npr., neuobičajeno veliki iznosi, netipična učestalost).
- **Klasterisanje:** Nenadgledani ML algoritmi grupiraju slične transakcije. Odstojnici (outlieri) koji ne pripadaju nijednom klasteru ili formiraju neobične, male grupe, često su indikatori prevare.

## AI ALATI ZA DETEKCIJU PREVARA U PODACIMA

- **Isolation Forest:** Efikasan algoritam za detekciju anomalija u visokodimenzionalnim podacima.
- Funkcionira tako što "izolira" anomalije koje se lakše odvajaju od većine podataka.
- **One-Class SVM (Podrška vektorskim strojevima jedne klase):**
- Kreira matematičku granicu oko "normalnih" podataka. Sve točke koje padaju izvan te granice označavaju se kao anomalije, idealno kada imamo mnogo primjera normalnog ponašanja, a malo primjera prevara.
- **Primjena:** Ovi alati automatski skeniraju transakcije, logove, zapise i identifikuju sumnjive obrasce bez potrebe za prethodnim označavanjem.

# OBRADA PRIRODNOG JEZIKA (NLP) U DETEKCIJI

- **Analiza nestrukturiranih podataka:** NLP omogućava analizu ogromnih količina tekstualnih podataka koji su ključni izvori dokaza, uključujući e-maileve, interne komunikacije, ugovore, izvještaje i fakture.
- **Ključne primjene:**
  - **Prepoznavanje ključnih riječi i fraza:** Identifikacija termina koji ukazuju na prevaru ("isplata bez računa", "posebni dogovor").
  - **Analiza sentimenta:** Otkrivanje negativnog ili sumnjivog tona u komunikaciji.
  - **Ekstrakcija entiteta:** Automatsko prepoznavanje imena, datuma, lokacija i finansijskih iznosa.
  - **Prepoznavanje obrazaca komunikacije:** Uočavanje neuobičajenih komunikacijskih mreža među zaposlenima ili trećim stranama.

## NLP - OBRADA PRIRODNOG JEZIKA

- Analiza e-mailova, dokumenata i komunikacija. Otkrivanje sumnjivih izraza i dogovora.

Primjena eDiscovery alata. Rudarenje podataka:

- Analiza finansijskih zapisa. Primjena Benfordovog zakona.
- Otkrivanje skrivenih obrazaca i anomalija.

## Primjeri iz prakse: eDiscovery

- AI pretražuje milijune e-mailova.
- Otkrivanje dogovora i sumnjivih izraza.



## FAZA ANALIZE: DUBLJE RAZUMIJEVANJE PREVARE

- **Cilj:** Nakon detekcije sumnjivih aktivnosti, AI pomaže u detaljnoj analizi kako bi se razumio mehanizam prevare, njeni akteri i razmjere.
- **Nadgledano strojno Učenje:** Model se obučava na historijskim podacima koji su već označeni kao "prevara" ili "nije prevara". Na osnovu naučenih obrazaca, može klasifikovati nove sumnjive aktivnosti.
- **Analiza grafova:** Vizuelizacija i analiza složenih mreža odnosa između ljudi, kompanija, transakcija i bankovnih računa radi otkrivanja skrivenih koluzija i prevarantskih mreža.

## OBJAŠNJIVOST AI (XAI): TRANSPARENTNOST U REVIZIJI

- **Važnost XAI:** U forenzičkoj reviziji nije dovoljno samo reći da je AI detektovao prevaru; revizori i sudovi moraju razumjeti *zašto* je AI donio tu odluku.
- **Tehnike XAI:**
  - **LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations):** Objašnjava predviđanja pojedinačnih instanci.
  - **SHAP (SHapley Additive exPlanations):** Dodjeljuje doprinos svakoj karakteristici za predikciju modela.
- **Prednost:** Povećava povjerenje u AI sistem, omogućava revizorima da interpretiraju i validiraju nalaze, te efikasno prezentuju dokaze.

## ROBOTSKA AUTOMATIZACIJA PROCESA (RPA)

- a. Automatizirano prikupljanje i provjera podataka.
- b. Ekstrakcija financijskih transakcija iz ERP sustava.
- c. Smanjenje ljudskih pogrešaka

### Primjeri iz prakse: ML

- Analiza 100% transakcija.
- Otkrivanje fiktivnih faktura i duplih transakcija

### Primjeri iz prakse: eDiscovery

- AI pretražuje milijune e-mailova.
- Otkrivanje dogovora i sumnjivih izraza.

## FAZA PREDIKCIJE: PREDVIĐANJE BUDUĆIH PREVARA

- **Cilj:** Prelazak sa reaktivnog na proaktivni pristup. AI se koristi za predviđanje *koji* entiteti (zaposlenici, dobavljači, klijenti) imaju najveću vjerovatnoću da počine prevaru u budućnosti.
- **Prediktivni modeli rizika:** Kreiraju profile rizika za pojedince ili transakcije na osnovu historijskih podataka, ponašanja i relevantnih faktora rizika.
- **Sistemi ranog upozorenja:** Kontinuirano prate podatke i generišu alarme u realnom vremenu kada se prepoznaju obrasci visokog rizika, omogućavajući pravovremenu intervenciju.

## PREDIKTIVNI MODELI ZA PROFILIRANJE RIZIKA

- **Faktori rizika:** Modeli uzimaju u obzir različite indikatore, kao što su neuobičajeni obrasci transakcija, finansijske poteškoće, neuobičajena komunikacija, promjene u ponašanju zaposlenih ili eksterni ekonomski faktori.
- **Primjena:** Banke mogu predvidjeti rizik od pranja novca ili kreditnih prevara. Korporacije mogu identificirati zaposlenike ili dobavljače s povećanim rizikom od pronevjere.
- **Benefiti:** Omogućava organizacijama da implementiraju preventivne mjere, pojačaju kontrole i provedu ciljane revizije *prije* nego što se prevara dogodi, minimizirajući potencijalne gubitke.

## ETIČKA RAZMATRANJA I PRISTRASNOST AI

- **Pristrasnost podataka (Bias):** AI modeli uče iz historijskih podataka. Ako ti podaci sadrže inherentne predrasude (npr. rodne, etničke, socio-ekonomske), AI će ih replicirati, što može dovesti do nepravednih ili diskriminatornih zaključaka.
- **Pravednost (Fairness):** Imperativ je osigurati da AI sistemi donose pravedne odluke koje ne diskriminišu pojedince ili grupe. Potrebno je razvijati i implementirati alate za detekciju i UBLAŽAVANJE pristrasnosti.
- **Transparentnost:** Problem "crne kutije" kod kompleksnih AI modela otežava razumijevanje procesa donošenja odluka, što je izazov u pravnim i etičkim kontekstima.

## ODGOVORNOST I PRIVATNOST PODATAKA

- **Pitanje odgovornosti:** Ko snosi odgovornost ako AI sistem napravi grešku koja ima ozbiljne posljedice (npr. lažna optužba za prevaru)? Potrebno je jasno definisati lance odgovornosti.
- **Privatnost podataka:** Korištenje ličnih i osjetljivih finansijskih podataka u AI modelima mora biti u skladu sa strogim regulativama poput GDPR-a. Potrebna je robusna anonimizacija i kontrola pristupa.
- **Sigurnost podataka:** Osigurati da su podaci korišteni za AI analizu, kao i sami AI modeli, zaštićeni od cyber napada, neovlaštenog pristupa ili curenja.

## IZAZOVI IMPLEMENTACIJE AI

- **Kvalitet i dostupnost podataka:** Nedostatak čistih, konzistentnih i dovoljno obimnih datasetova, posebno onih sa primjerima prevara.
- **Nedostatak stručnosti:** Potreban je multidisciplinarni tim koji kombinuje revizorsko znanje sa ekspertizom u data nauci i AI.
- **Otpor promjenama:** Zaposlenici se mogu osjećati ugroženo ili nepripremljeno za rad s novim tehnologijama.
- **Visoki početni troškovi:** Značajna investicija u tehnologiju, infrastrukturu i obuku može biti barijera.
- **Regulatorna neizvjesnost:** Nedostatak jasnih smjernica za korištenje AI u osjetljivim oblastima poput forenzičke revizije.

## IMPLEMENTACIJA AI U FORENZIČKOJ REVIZIJI: FAZE

- 1. Procjena i Planiranje:** Razumijevanje specifičnih potreba, ciljeva i resursa organizacije.
- 2. Prikupljanje i Priprema Podataka:** Najzahtjevnija faza, osiguravanje kvaliteta, čistoće i relevancije podataka.
- 3. Odabir i Obuka Modela:** Izbor odgovarajućih AI algoritama i obuka na pripremljenim podacima, uz rigoroznu validaciju.
- 4. Integracija i Implementacija:** Uključivanje AI sistema u postojeće revizorske procese i IT infrastrukturu.
- 5. Praćenje i Optimizacija:** Kontinuirano praćenje performansi modela, prilagođavanje i unapređenje u skladu s novim podacima i trendovima prevara.

## BUDUĆNOST AI U FORENZIČKOJ REVIZIJI

- **Poboljšana XAI:** Razvoj transparentnijih AI modela čije se odluke lakše objašnjavaju i brane.
- **Sistemi u realnom vremenu:** Kontinuirano praćenje i detekcija prevara u trenutku njihovog dešavanja.
- **Integracija s Blockchainom:** Korištenje nepromjenjivih blockchain zapisa kao pouzdanog izvora podataka za AI analizu.
- **Naprednija predikcija:** Razvoj sofisticiranijih modela koji predviđaju ne samo vjerovatnoću prevare, već i njen tip i potencijalni uticaj.

## ODGOVORNOST I PRIVATNOST PODATAKA

- **Pitanje odgovornosti:**
- Tko snosi odgovornost ako AI sistem napravi grešku koja ima ozbiljne posljedice (npr. lažna optužba za prevaru)?
- Potrebno je jasno definirati lance odgovornosti.
- **Privatnost podataka:** Korištenje osobnih i osjetljivih financijskih podataka u AI modelima mora biti u skladu sa strogim regulativama poput GDPR-a.
- Potrebna je robusna anonimizacija i kontrola pristupa.
- **Sigurnost podataka:** Osigurati da su podaci korišteni za AI analizu, kao i sami AI modeli, zaštićeni od cyber napada, neovlaštenog pristupa ili curenja.

## ULOGA LJUDSKOG FAKTORA U AI ERI

- **AI kao asistent:** AI ne zamjenjuje revizore, već ih osnažuje, preuzimajući rutinske zadatke i pružajući duboke uvide.
- **Kritičko razmišljanje i prosudba:** Ljudska ekspertiza je neophodna za interpretaciju AI nalaza, donošenje etičkih odluka i rukovanje složenim, nijansiranim slučajevima.
- **Nove vještine:** Revizori se moraju razvijati u "data-driven" stručnjake, sposobne da razumiju AI modele i efikasno komuniciraju njihove rezultate.

## OBRADA PRIRODNOG JEZIKA (NLP) U DETEKCIJI

- **Analiza nestrukturiranih podataka:** NLP omogućava analizu ogromnih ličina tekstualnih podataka koji su ključni izvori dokaza, uključujući e-maileve, interne komunikacije, ugovore, izvještaje i fakture.

### **Ključne primjene:**

- Prepoznavanje ključnih riječi i fraza:** Identifikacija termina koji ukazuju na prevaru ("isplata bez računa", "posebni dogovor").

- Analiza sentimenta:** Otkrivanje negativnog ili sumnjivog tona u komunikaciji.

- Ekstrakcija entiteta:** Automatsko prepoznavanje imena, datuma, lokacija i finansijskih iznosa.

- Prepoznavanje obrazaca komunikacije:** Uočavanje neuobičajenih komunikacijskih mreža među zaposlenima ili trećim stranama.

## OBRAZOVANJE I OBUKA ZA AI REVIZORE

- **Modernizacija kurikuluma:** Univerziteti moraju uvesti predmete iz AI, strojnog učenja i data analitike u programe forenzičke revizije.
- **Kontinuirana profesionalna obuka (CPE):** Postojeći revizori moraju se kontinuirano educirati o najnovijim AI tehnologijama i njihovoj primjeni.
- **Multidisciplinarna saradnja:** Poticanje partnerstava između revizorskih firmi, IT stručnjaka i akademske zajednice za razvoj talenata.

## REGULATORNI I PRAVNI OKVIR

- **Potreba za adaptacijom:** Postojeći zakoni i regulative možda nisu u potpunosti opremljeni za rješavanje pravnih i etičkih pitanja AI u forenzičkoj reviziji.
- **Jasne smjernice:** Regulatorna tijela trebaju razviti precizne smjernice za etičku, sigurnu i efikasnu primjenu AI.
- **Dokazna vrijednost:** Potrebno je definisati kako će AI-generisani dokazi biti prihvaćeni i vrednovani u sudskim procesima.

## KLJUČNE PORUKE

- **AI je transformativna sila:** Fundamentalno mijenja način na koji pristupamo forenzičkoj reviziji, čineći je proaktivnijom i efikasnijom.
- **AI osnažuje revizore:** AI nije zamjena, već moćan alat koji pojačava sposobnosti ljudskog faktora.
- **Odgovornost i etika su ključni:** Implementacija AI mora biti popraćena snažnim etičkim smjernicama i jasnim definisanjem odgovornosti.
- **Budućnost je hibridna:** Najbolji rezultati postižu se sinergijom napredne AI tehnologije i ljudske stručnosti.

## ZAKLJUČAK

- AI je ključan saveznik u modernoj forenzičkoj reviziji.
- Uravnotežena integracija AI i ljudske ekspertize povećava učinkovitost i preciznost istraga.
- AI transformira forenzične znanosti i reviziju kroz analizu velikih podataka, olakšava istrage, ali donosi i izazove u zaštiti ljudskih prava
- AI omogućuje višedimenzionalnu analizu podataka i prepoznavanje uzoraka koje ljudi teško uočavaju.

**Zaključak:** AI je nezaobilazan partner u savremenoj forenzičkoj reviziji, donoseći neviđene mogućnosti za detekciju, analizu i predikciju finansijskog kriminala

**prof. dr. sc. Božo Vukoja**  
bozo.vukoja@gmail.com  
Bozo Vukoja @uhy-ba.com



# HVALA NA PAŽNJI