

# PRIMENA NEURONSKIH MREŽA U FINANSIJAMA

SEMINARSKI RAD IZ NM

Jovan Stanković RI 48/2019

## SADRŽAJ

UVOD.....	3
TIPOVI NEURALNIH MREŽA KOJE SE KORISTE U FINANSIJAMA .....	5
Veštačke neuronske mreže sa propagacijom unapred (Feedforward Neural Networks): .....	5
1. Obrada i analiza velike količine podataka:.....	5
2. Prognoziranje cena i vrednosti finansijskih instrumenata:.....	5
3. Klasifikacija finansijskih podataka:.....	6
Rekurentne neuronske mreže (Recurrent Neural Networks - RNN): .....	6
1. Analiza vremenskih serija: .....	6
2. Prognoziranje budućih vrednosti:.....	7
3. Upravljanje portfeljem:.....	7
4. Detekcija anomalija i upravljanje rizicima: .....	7
Konvolutivne neuronske mreže (Convolutional Neural Networks - CNN):.....	7
1. Ekstrakcija relevantnih obrazaca: .....	8
2. Analiza finansijskih grafikona:.....	8
3. Analiza makroekonomskih podataka:.....	8
Dugoročna kratkoročna memorija (Long Short-Term Memory - LSTM):.....	9
1. Modeliranje dugoročne zavisnosti:.....	9
2. Predviđanje cena i kretanja tržišta: .....	9
3. Upravljanje portfeljima: .....	9
4. Detekcija anomalija i prevara: .....	10
PROGNOZIRANJE CENA I VREDNOSTI .....	11
OPTIMIZACIJA PORTFELJA.....	12
DETEKCIJA PREVARA I UPRAVLJANJE RIZIKOM .....	13
AUTOMATSKO TRGOVANJE .....	14
KREDITNO OCENJIVANJE .....	15

# UVOD

U poslednjih nekoliko decenija, primena neuronskih mreža u finansijskom sektoru postala je sveprisutna i izuzetno značajna. Neuronske mreže su sofisticirani modeli veštačke inteligencije inspirisani radom ljudskog mozga, koji mogu obraditi kompleksne finansijske podatke, otkriti skrivene obrasce i doneti informisane odluke. Ova tehnologija ima ogroman potencijal za transformaciju tradicionalnih finansijskih usluga, pružajući sveobuhvatniju analizu, optimizaciju portfelja, efikasno upravljanje rizicima i mnoge druge benefite.

Finansijski sektor karakterišu ogromne količine podataka, visoka volatilnost, kompleksni međusobni odnosi između različitih tržišta i učestali nepredvidivi događaji. Kombinacija ove složenosti sa sve bržim tempom trgovine i potrebom za brzim donošenjem odluka čini finansije idealnim područjem za primenu neuronskih mreža. Ove mreže mogu obraditi ogromne količine podataka u realnom vremenu, identifikovati obrasce koji nisu vidljivi ljudskom oku i pružiti dublje uvide koji mogu pomoći u donošenju informisanih finansijskih odluka.

Glavni načini primene neuronskih mreža u finansijskom sektoru su predikcija i verifikacija.

Jedna od najznačajnijih primena neuronskih mreža u finansijama je prognoziranje cena finansijskih instrumenata kao što su akcije, valute, roba ili kriptovalute. Kroz analizu istorijskih podataka i identifikaciju kompleksnih veza među različitim faktorima, neuronske mreže mogu predvideti buduće cene sa većom preciznošću nego tradicionalni modeli. Ova sposobnost predviđanja cena omogućava investitorima i trgovcima da identifikuju povoljne trenutke za kupovinu ili prodaju instrumenata i maksimiziraju svoje finansijske rezultate.

Pored prognoziranja cena, neuronske mreže se koriste i za optimizaciju investicionih portfelja. Uzimajući u obzir faktore kao što su očekivani povraćaj, rizik, korelacija među različitim instrumentima i ciljevi investitora, neuronske mreže mogu generisati optimalnu alokaciju sredstava u portfelju. Ovaj pristup pomaže investitorima da postignu bolje ravnoteže između rizika i povraćaja,

poboljšaju diversifikaciju i izbegnu koncentraciju sredstava u određenim sektorima ili instrumentima.

Jedan od najznačajnijih primera korišćenja neuronskih mreža u svrhu verifikacije je identifikacija prevara u bankarskom sektoru. U bankarskom sektoru se neuralne mreže takođe koriste za automatizovanje stvari kao što su obrada kreditnog rejtinga i procena kreditnog rizika.

# TIPOVI NEURALNIH MREŽA KOJE SE KORISTE U FINANSIJAMA

U finansijama se koristi nekoliko tipova neuralnih mreža koje su prilagođene specifičnim zahtevima ove oblasti. Najčešće su to neki od sledećih tipova:

## Veštačke neuronske mreže sa propagacijom unapred (Feedforward Neural Networks):

Veštačke neuronske mreže sa propagacijom unapred (Feedforward Neural Networks) su široko korišćene u finansijskoj industriji zbog svoje sposobnosti da obrade kompleksne finansijske podatke i generišu relevantne rezultate. Ovaj tip neuronskih mreža se koristi za različite zadatke, uključujući prognoziranje cena finansijskih instrumenata, klasifikaciju finansijskih podataka i detekciju prevara. Razlozi zbog kojih se one koriste su:

1. **Obrada i analiza velike količine podataka:** Finansijski sektor generiše ogromne količine podataka, uključujući istorijske cene instrumenata, finansijske pokazatelje, vesti i druge relevantne informacije. Veštačke neuronske mreže sa propagacijom unapred mogu efikasno obraditi ove podatke i identifikovati skrivene obrasce koji su teško uočljivi ljudskom oku. Kombinovanjem podataka iz različitih izvora, mreže mogu generisati dublje uvide i pružiti bolje razumevanje finansijskog tržišta.
2. **Prognoziranje cena i vrednosti finansijskih instrumenata:** Jedna od ključnih primena veštačkih neuronskih mreža sa propagacijom unapred u

finansijama je prognoziranje cena finansijskih instrumenata kao što su akcije, valute, roba ili kriptovalute. Mreže analiziraju istorijske podatke o cenama instrumenata, kao i druge relevantne faktore kao što su volumen trgovanja, indeksi tržišta, ekonomske indikatore itd. Na osnovu tih podataka, neuronske mreže mogu naučiti i identifikovati obrasce i trendove koji ukazuju na buduće kretanje cena. To omogućava investitorima i trgovcima da donesu informisane odluke o kupovini ili prodaji finansijskih instrumenata.

3. **Klasifikacija finansijskih podataka:** Veštačke neuronske mreže se takođe koriste za klasifikaciju finansijskih podataka, kao što su identifikacija kreditnih rizika ili klasifikacija finansijskih transakcija na osnovu rizika od prevara. Mreže mogu naučiti karakteristike i obrasce koji se povezuju sa određenim klasama podataka, što omogućava automatsko donošenje odluka na osnovu tih karakteristika.

## Rekurentne neuronske mreže (Recurrent Neural Networks - RNN):

RNN-ovi su posebni tip neuronskih mreža koji su dizajnirani za obradu sekvenčnih podataka, gde postoji vremenska zavisnost između podataka. U finansijama se RNN-ovi često koriste za analizu vremenskih serija, kao što su istorijski podaci o cenama instrumenata ili finansijskim vremenskim serijama. RNN-ovi su posebno korisni za prognoziranje budućih vrednosti finansijskih instrumenata. Razlozi zbog kojih se one koriste su:

1. **Analiza vremenskih serija:** Finansijski podaci, kao što su istorijske cene finansijskih instrumenata, ekonomski pokazatelji ili trgovinski obim, često se prikazuju u obliku vremenskih serija. Rekurentne neuronske mreže su pogodne za analizu ovih vremenskih serija jer mogu uzeti u obzir

vremensku zavisnost između podataka. Mreže se sastoje od stanja (hidden state) koje čuva informacije o prethodnim vremenskim koracima, što omogućava modelu da pamti važne informacije iz prošlosti i koristi ih za donošenje odluka o budućnosti.

2. **Prognoziranje budućih vrednosti:** Jedna od glavnih primena RNN-ova u finansijama je prognoziranje budućih vrednosti finansijskih instrumenata. RNN modeli mogu naučiti obrasce iz istorijskih vremenskih serija podataka i koristiti ih za predviđanje budućih vrednosti. Na primer, mogu se koristiti za prognoziranje budućih cena akcija, valuta ili cena sirovina. Ova prediktivna sposobnost omogućava investitorima i trgovcima da identifikuju povoljne trenutke za kupovinu ili prodaju instrumenata i donesu informisane odluke o trgovanju.
3. **Upravljanje portfeljem:** Rekurentne neuronske mreže se takođe koriste za optimizaciju i upravljanje investicionim portfeljima. Modeli mogu analizirati istorijske vremenske serije podataka o performansama različitih instrumenata i koristiti ih za generisanje optimalne alokacije sredstava u portfelju. Na osnovu dinamičkih promena u vrednostima instrumenata tokom vremena, RNN modeli mogu prilagoditi raspodelu sredstava kako bi se postigla bolja ravnoteža između rizika i povraćaja.
4. **Detekcija anomalija i upravljanje rizicima:** RNN-ovi su takođe korisni u detekciji anomalija i upravljanju rizicima u finansijskim podacima.

## Konvolutivne neuronske mreže (Convolutional Neural Networks - CNN):

Iako se CNN-ovi češće povezuju sa obradom slika, oni takođe mogu biti korisni u finansijskoj analizi. CNN-ovi se koriste za identifikaciju i ekstrakciju relevantnih obrazaca iz finansijskih podataka koji su prikazani u obliku matrica ili vremenskih

serija. Na primer, mogu se koristiti za prepoznavanje obrazaca u finansijskim grafikonima ili za detekciju obrazaca u makroekonomskim podacima.

Razlozi zbog kojih se one koriste su:

1. **Ekstrakcija relevantnih obrazaca:** Finansijski podaci često sadrže veliku količinu informacija, a da bi se doneli informisani finansijski zaključci, potrebno je identifikovati i izdvojiti relevantne obrasce iz tih podataka. Konvolutivne neuronske mreže koriste filtriranje i konvoluciju kako bi identifikovale ključne obrasce u finansijskim podacima. Filtri (konvolucijski slojevi) su zaduženi za detekciju specifičnih karakteristika u podacima, kao što su oblici, trendovi ili anomalije. Ova sposobnost ekstrakcije relevantnih obrazaca omogućava efikasniju analizu i donošenje informisanih finansijskih odluka.
2. **Analiza finansijskih grafikona:** Konvolutivne neuronske mreže su posebno korisne u analizi finansijskih grafikona, kao što su grafikoni cena akcija, valuta ili indeksa. Ovi grafikoni prikazuju vremenske serije podataka sa cikličnim oblicima i trendovima. CNN-ovi mogu prepoznati obrasce i trendove na osnovu strukture grafikona, što omogućava predviđanje budućeg kretanja cena i donošenje trgovačkih odluka. Osim toga, CNN-ovi mogu otkriti i anomalije, poput iznenadnih skokova ili padova cena, koji mogu ukazivati na tržišne promene ili potencijalne prilike za investitore.
3. **Analiza makroekonomskih podataka:** Konvolutivne neuronske mreže se takođe mogu koristiti za analizu makroekonomskih podataka, kao što su ekonomski pokazatelji, indeksi potrošačkih cena ili podaci o zaposlenosti. Ovi podaci se često predstavljaju kao matrice ili vremenske serije. CNN-ovi mogu identifikovati obrasce u tim podacima i analizirati njihovu korelaciju sa finansijskim tržištima. Na osnovu ovih analiza, moguće je doneti informisane odluke o investiranju ili prilagoditi investicionu strategiju.



## Dugoročna kratkoročna memorija (Long Short-Term Memory - LSTM):

LSTM je specifična vrsta rekurentnih neuronskih mreža koja je dizajnirana za rešavanje problema dugoročne zavisnosti u podacima. Ove mreže su posebno korisne u analizi vremenskih serija, kao što su prognoziranje budućih vrednosti finansijskih instrumenata. LSTM mreže mogu zadržati informacije o važnim događajima i oblicima u prošlosti, što im pomaže da donose informisane odluke o budućnosti. Razlozi zbog kojih se one koriste su:

1. **Modeliranje dugoročne zavisnosti:** Finansijski podaci često sadrže kompleksne obrasce i dugoročne zavisnosti između različitih vremenskih koraka. LSTM mreže su dizajnirane da se nose sa ovim izazovom jer imaju sposobnost da pamte i koriste informacije iz prošlosti, čak i kroz dug vremenski period. To je postignuto pomoću skrivenih stanja i ćelija memorije unutar mreže. Ova sposobnost pamćenja dugoročnih zavisnosti omogućava LSTM mrežama da efikasno modeluju i predviđaju buduće vrednosti finansijskih instrumenata.
2. **Predviđanje cena i kretanja tržišta:** Jedna od ključnih primena LSTM mreža u finansijama je predviđanje cena finansijskih instrumenata i kretanja tržišta. LSTM mreže mogu analizirati vremenske serije podataka, kao što su istorijske cene instrumenata, i naučiti kompleksne obrasce i trendove u tim podacima. Na osnovu naučenih obrazaca, mreže mogu generisati prognoze budućih cena ili indikatore tržišnih trendova. Ovo omogućava investitorima i trgovcima da donose informisane odluke o kupovini, prodaji ili zadržavanju finansijskih instrumenata.
3. **Upravljanje portfeljima:** LSTM mreže se takođe koriste za upravljanje investicionim portfeljima. Na osnovu analize vremenskih serija podataka o performansama različitih instrumenata, LSTM mreže mogu generisati optimalne alokacije sredstava u portfelju. Mreže mogu uzeti u obzir promene u vrednosti instrumenata tokom vremena, kao i druge relevantne faktore, kako bi prilagodile raspodelu sredstava i postigle bolju ravnotežu između rizika i povraćaja.

4. **Detekcija anomalija i prevara:** LSTM mreže se koriste i za detekciju anomalija i prevara u finansijskim podacima. Mreže mogu naučiti normalne obrasce ponašanja i detektovati anomalije koje ukazuju na moguće prevare.

# PROGNOZIRANJE CENA I VREDNOSTI

Prognoziranje cena i vrednosti finansijskih instrumenata predstavlja važan zadatak u finansijskom sektoru. Korišćenje neuronskih mreža kao alata za prognoziranje omogućava analizu istorijskih podataka i identifikaciju obrazaca koji mogu ukazivati na buduće kretanje cena i vrednosti. Ove neuronske mreže, posebno rekurentne mreže kao što su LSTM mreže, omogućavaju analizu vremenskih serija podataka i prepoznavanje trendova, ciklusa i drugih relevantnih obrazaca. Pomoću tehničke analize, fundamentalne analize, kao i uzimanja u obzir emocionalnih faktora i tržišne psihologije, neuronske mreže mogu generisati prognoze o budućim vrednostima finansijskih instrumenata. Ovaj pristup omogućava investitorima, trgovcima i drugim akterima na finansijskom tržištu da donose informisane odluke, poboljšaju performanse portfelja i smanje rizik. Kombinacija dubokog učenja i finansijskih podataka pruža mogućnosti za unapređenje i efikasnije upravljanje investicijama u dinamičnom i kompleksnom okruženju kakvo je finansijski sektor.

# OPTIMIZACIJA PORTFELJA

Portfolio optimizacija je važan koncept u finansijama koji se odnosi na izbor optimalne kombinacije finansijskih instrumenata kako bi se postigao najbolji odnos između očekivanog prinosa i rizika. Korišćenje neuronskih mreža za portfolio optimizaciju donosi dodatnu moć i preciznost u donošenju odluka.

Neuronske mreže omogućavaju analizu velikog broja faktora koji mogu uticati na performanse portfelja, uključujući istorijske podatke o cenama, volatilnosti, korelaciji između instrumenata, kao i druge relevantne informacije. Mreže mogu identifikovati kompleksne obrasce i trendove u podacima, kao i veze između različitih instrumenata.

Koristeći duboko učenje, neuronske mreže mogu naučiti kompleksne veze između različitih instrumenata i identifikovati optimalne alokacije sredstava u portfelju. Ove mreže mogu uzeti u obzir rizik i prinos svakog instrumenta, kao i diversifikaciju portfelja kako bi se smanjio ukupni rizik.

Portfolio optimizacija pomoću neuronskih mreža omogućava investitorima da donose informisane odluke o alokaciji sredstava, uzimajući u obzir kompleksnost finansijskih tržišta i promenljive faktore koji ih utiču. Mreže mogu simulirati različite scenarije i generisati optimalne portfelje sa željenim nivoom rizika ili očekivanim prinosom.

Ovaj pristup omogućava investitorima da postignu ravnotežu između rizika i povraćaja, optimizuju svoje portfelje i poboljšaju performanse investicija. Portfolio optimizacija uz pomoć neuronskih mreža predstavlja inovativan pristup koji koristi prednosti dubokog učenja i analize podataka kako bi se postigla bolja efikasnost u upravljanju investicijama.

# DETEKCIJA PREVARA I UPRAVLJANJE RIZIKOM

Detekcija prevara i upravljanje rizicima su ključni aspekti u finansijskom sektoru, a neuronske mreže imaju sve veću ulogu u ovim oblastima. Kombinacija naprednih tehnika dubokog učenja i analize velike količine podataka omogućava precizno otkrivanje prevara i efikasno upravljanje rizicima.

Kada je reč o detekciji prevara, neuronske mreže se koriste za analizu finansijskih transakcija i identifikaciju nepravilnosti koje mogu ukazivati na prevaru. Mreže mogu naučiti složene obrasce i anomalije u podacima, kao što su neuobičajene transakcije, nepravilnosti u obrascima trošenja ili sumnjive aktivnosti. Takođe, mreže mogu koristiti podatke o prethodnim prevarama kako bi se prilagodile novim vrstama prevara i unapredile svoju sposobnost detekcije. Ovo omogućava finansijskim institucijama da prepoznaju prevaru u realnom vremenu i preduzmu odgovarajuće mere kako bi zaštitile svoje korisnike i smanjile gubitke.

Upravljanje rizicima je takođe oblast u kojoj neuronske mreže igraju važnu ulogu. Mreže se koriste za analizu velike količine podataka o tržištu, finansijskim instrumentima, ekonomskim indikatorima i drugim relevantnim faktorima kako bi se procenio rizik i doneli informisani odluke. Mreže mogu identifikovati složene veze između različitih faktora i predvideti potencijalne rizike u realnom vremenu. Na osnovu tih informacija, finansijske institucije mogu prilagoditi svoje strategije, diversifikovati portfelje i preduzeti druge mere za upravljanje rizicima.

Kombinacija dubokog učenja, analize podataka i neuronskih mreža omogućava finansijskim institucijama da brže i preciznije identifikuju prevaru i upravljaju rizicima. Ovo dovodi do poboljšane sigurnosti, smanjenja gubitaka i unapređenja ukupne efikasnosti u finansijskom sektoru. Detekcija prevara i upravljanje rizicima postaju sve složeniji zadaci kako finansijske tehnologije i tržišta evoluiraju, a neuronske mreže pružaju snažan alat za rešavanje tih izazova.

# AUTOMATSKO TRGOVANJE

Automatsko trgovanje je postalo sve važnije u finansijskom sektoru, a neuronske mreže su ključni alati za postizanje uspešnih rezultata u ovoj oblasti. Automatsko trgovanje se odnosi na upotrebu algoritama i softvera za donošenje odluka o trgovanju na finansijskim tržištima bez direktnog učešća čoveka. Neuronske mreže su ključni element ovog procesa zbog svoje sposobnosti da analiziraju i nauče iz ogromnih količina podataka.

Koristeći duboko učenje, neuronske mreže mogu analizirati veliku količinu finansijskih podataka, uključujući cene, tržišne pokazatelje, trendove i obrasce. Mreže mogu otkriti skrivene veze između ovih podataka i koristiti ih za generisanje signala za trgovanje. Na primer, mreže mogu naučiti prepoznati specifične obrasce koji ukazuju na povoljne trenutke za kupovinu ili prodaju finansijskih instrumenata.

Kombinacija neuronskih mreža i algoritama za trgovanje omogućava donošenje brzih i preciznih odluka na osnovu analize podataka. Mreže mogu prilagoditi svoje modele i strategije na osnovu promenljivih uslova tržišta, uključujući volatilnost, likvidnost i ekonomske faktore. Ovo omogućava automatizovano trgovanje koje je prilagodljivo i efikasno.

Prednosti automatskog trgovanja sa neuronskim mrežama su mnogobrojne. Mreže mogu analizirati ogromne količine podataka brže i efikasnije nego ljudi, što omogućava brze reakcije na promene na tržištu. Mreže mogu prepoznati složene obrasce i veze između različitih instrumenata. Automatizovano trgovanje eliminiše ljudsku pristrasnost i emocije koje mogu uticati na donošenje odluka.

Iako automatizovano trgovanje sa neuronskim mrežama ima brojne prednosti, važno je napomenuti da ne postoji univerzalni model ili strategija koja garantuje profitabilnost u svim uslovima tržišta. Efikasnost i uspeh automatskog trgovanja zavisi od kvaliteta podataka, dizajna i parametara mreže, kao i od pravilnog upravljanja rizikom.

# KREDITNO OCENJIVANJE

Kreditno ocenjivanje igra ključnu ulogu u finansijskom sektoru, a neuronske mreže su postale alat za procenu kreditnog rizika i donošenje odluka o odobravanju ili odbijanju kreditnih zahteva. Neuronske mreže omogućavaju dubinsku analizu velike količine podataka o klijentima, finansijskim transakcijama, istorijskim podacima o kreditima i drugim relevantnim informacijama.

Koristeći svoje sposobnosti dubokog učenja, neuronske mreže mogu identifikovati kompleksne obrasce i trendove u podacima kako bi procenile kreditni rizik pojedinog klijenta. Mreže mogu analizirati faktore kao što su istorijska zaduženost, finansijsko stanje, plaćanje računa, zaposlenje i druge faktore koji mogu uticati na sposobnost klijenta da vraća kredit.

Prednost neuronskih mreža u kreditnom ocenjivanju leži u njihovoj sposobnosti da otkriju skrivene veze između podataka i prepoznaju nedeklarisane faktore rizika. Mreže mogu automatski učiti iz podataka, prilagođavajući se promenama u tržišnim uslovima i unapređujući preciznost ocena kreditnog rizika tokom vremena.

Kreditno ocenjivanje uz pomoć neuronskih mreža omogućava finansijskim institucijama brzo i pouzdano donošenje odluka o odobravanju kredita. Mreže mogu generisati ocene rizika na osnovu kompleksne analize podataka u realnom vremenu, čime se ubrzava proces odobravanja kredita i smanjuje ljudska greška.

Dodatno, upotreba neuronskih mreža za kreditno ocenjivanje omogućava veću objektivnost i konzistentnost u donošenju odluka. Mreže zasnivaju svoje ocene na analizi podataka i obrasca, što smanjuje uticaj subjektivnih procena ili pristranosti.

Važno je napomenuti da neuronske mreže za kreditno ocenjivanje zahtevaju kvalitetne i tačne podatke kako bi pružile najbolje rezultate. Takođe, mreže mogu biti samo jedan deo šireg procesa ocenjivanja kredita, a finalne odluke se često donose uzimajući u obzir i druge faktore, kao što su interni pravilnici i regulatorne smernice.