

ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA VELENJE
Trg mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA
Preverjanje znanja s pomočjo umetne inteligence
Tematsko področje: RAČUNALNIŠTVO

Avtor:
Timotej Kompare, 3. letnik

Mentor:
Aleš Spital, dipl. inž. rač. in inf.

Velenje, 2023

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Elektro in računalniški šoli Velenje.

Mentor: Aleš Spital, dipl. inž. rač. in inf.

Datum predstavitve: maj, 2023

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Elektro računalniška šola Velenje, 2022/2023

KG umetna inteligenca / rokopis / pravilnost odgovorov / avtomatizacija

AV KOMPARE, Timotej

SA SPITAL, Aleš

KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

ZA Elektro računalniška šola Velenje

LI 2023

IN **PREVERJANJE ZNANJA S POMOČJO UMETNE INTELIGENCE**

TD Raziskovalna naloga

IJ sl

JI sl/en

AI V tej raziskovalni nalogi sem se lotil razvoja sistema umetne inteligence, ki je sposobna analizirati rokopis, hkrati pa prepoznati njegovega avtorja. Raziskovanje je bilo razdeljeno na dva dela: teoretični in praktični. V teoretičnem delu sem analiziral učinkovitost tradicionalnega ocenjevanja znanja in opravil raziskavo o odnosu med pisavo in psihologijo njenega avtorja. V praktičnem delu sem stenoval umetno inteligenco na velikem naboru podatkov ter uporabil algoritme strojnega učenja, da sem jo naučil, kako iz rokopisa prepoznati posamezne besede. Umetna inteligenca je bila nato preizkušena na primeru uporabe, kjer je bila uporabljena za ocenjevanje odgovorov na vprašanja odprtega tipa. Cilj naloge je bil avtomatizirati proces ocenjevanja ter ga narediti učinkovitejšega in manj subjektivnega. Tradicionalno ocenjevanje izpitov je dolgotrajen in subjektiven proces, ki se opira na človeške ocenjevalce, da ocenijo odgovore in določijo končni rezultat. Z avtomatizacijo procesa ocenjevanja sem želel zmanjšati čas in trud, potreben za ocenjevanje ter zmanjšati vpliv osebnih pristranskosti in subjektivnih interpretacij na končne rezultate. Rezultati so pokazali, da je umetna inteligenca lahko dragoceno orodje za avtomatizacijo in učinkovitost postopka ocenjevanja. Raziskovalna naloga tako prikazuje koncept uporabe umetne inteligence v izobraževanju ter poudarja možnost, da se bo umetna inteligenca v prihodnosti uporabljala na marsikaterem področju.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Elektro računalniška šola Velenje, 2022/2023

CX artificial intelligence / handwriting / correctness of answers / automatization

AU KOMPARE, Timotej

AA SPITAL, Aleš

PP 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

PB Elektro računalniška šola Velenje

PY 2023

TI **GRADING EXAMS WITH THE HELP OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

DT Research work

LA SL

AL sl/en

AB In this research assignment, I tackled the challenge of developing an AI system capable of analyzing handwriting and recognizing the author of the writing. The study was divided into two parts: the theoretical and the practical. In the theoretical part, I analyzed handwriting from a psychological perspective and researched the relationship between handwriting and the psychology of the author. In the practical part, I trained the AI on a large dataset of handwriting samples and used machine learning algorithms to teach it how to recognize individual words. The AI was then tested in grading answers to open-ended questions in exams. The objective of the study was to automate the grading process and make it more efficient and less subjective. Traditionally, grading exams is a time-consuming and subjective process that relies on human evaluators to grade answers and determine the final score. By automating the grading process, I aimed to reduce the time and effort required for grading, as well as minimize the impact of personal biases and subjective interpretations on the final results. The results of the study demonstrate that AI can be a valuable tool for automating the grading process and making it more efficient. It also provides a proof-of-concept for the use of AI in education and assessment, and highlights the potential for AI to be used in other similar applications in the future.

KAZALO VSEBINE

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | UVOD..... | 1 |
| 2 | PREGLED VSEBIN | 2 |
| 2.1 | GRAFOLOGIJA..... | 2 |
| 2.1.1 | ZGODOVINA GRAFOLOGIJE..... | 3 |
| 2.1.2 | ANALIZIRANJE ROKOPISA | 4 |
| 2.1.3 | RAZLIKOVANJE MED PODOBNIMI ROKOPISI..... | 5 |
| 2.1.4 | ALI JE GRAFOLOGIJA ZNANSTVENA VEDA? | 7 |
| 2.2 | MODERNIZACIJA NA PODROČJU IZOBRAŽEVANJA | 8 |
| 2.2.1 | Z NAMENOM LAŽJEGA UČENJA | 8 |
| 2.2.2 | POMOČ PRI KAKOVOSTI IZVAJANJA UČNIH VSEBIN..... | 9 |
| 2.3 | UMETNA INTELIGENCA | 12 |
| 2.3.1 | KJE SO MEJE UMETNE INTELIGENCE? | 12 |
| 2.3.2 | UPORABA UI V VSAKDANJEM ŽIVLJENJU | 14 |
| 2.3.3 | TEMAČNA STRAN UMETNE INTELIGENCE | 15 |
| 2.3.4 | MORAMO SE NAUČITI ŽIVETI V SOŽITJU Z UI..... | 16 |
| 2.3.5 | ALI BI LAHKO UI NAUČILI ANALIZIRATI ROKOPIS? | 17 |
| 2.3.6 | PRIMERI UPORABE UI NA PODROČJU GRAFOLOGIJE | 19 |
| 2.3.7 | NEVRONSKE MREŽE, NAČINI ZA UČENJE UMETNE INTELIGENCE.. | 21 |
| 3 | METODE DELA..... | 23 |
| 3.1 | USTVARJANJE POTREBNIH PODATKOVNIH BAZ ROKOPISOV | 23 |
| 3.2 | UČENJE UMETNE INTELIGENCE ANALIZE ROKOPISA | 25 |

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.1 | OBDELAVA PODATKOV | 25 |
| 3.2.2 | ENOSTAVNA GRAFOLOŠKA ANALIZA..... | 27 |
| 3.2.3 | UČENJE UI ZA PREPOZNAVANJE AVTORJA ROKOPISA..... | 30 |
| 3.3 | AVTOMATIZIRANO OVERJANJE IN OCENJEVANJE PREVERJANJA ZNANJA..... | 34 |
| 3.3.1 | PREPOZNAVANJE ROKOPISA..... | 34 |
| 3.3.2 | PREVERJANJE PRAVILNOSTI ODGOVOROV | 40 |
| 4 | REZULTATI..... | 44 |
| 4.1 | ANALIZIRANJE ROKOPISA..... | 45 |
| 4.2 | PREPOZNAVANJE AVTORJA DANEGA ROKOPISA..... | 46 |
| 4.3 | PREPOZNAVANJE ROKOPISA | 47 |
| 4.4 | OCENJEVANJE ODGOVOROV NA VPRAŠANJA ODPRTEGA TIPA..... | 48 |
| 5 | RAZPRAVA | 49 |
| 6 | ZAKLJUČEK..... | 50 |
| 7 | ZAHVALA..... | 51 |
| 8 | VIRI IN LITERARURA | 52 |

KAZALO ENAČB

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Enačba 1: Enačba za nastavljanje vrednosti posameznega nevrona | 21 |
| Enačba 2: Evklidska razdalja | 31 |
| Enačba 3: Vektor v petdimenzionalnem prostoru | 32 |
| Enačba 4: Uporaba evklidske razdalje na primeru | 32 |

KAZALO SLIK

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Primer rokopisa dijaka na pisnem ocenjevanju znanja | 24 |
| Slika 2: Primer prikaza grafološke analize v obliki numeričnih vrednosti | 28 |
| Slika 3: Primer prvega vzorca analize za izračun razlike..... | 31 |
| Slika 4: Primer drugega vzorca analize za izračun razlike..... | 32 |
| Slika 6: Primer rokopisa, ki bo uporabljen za prepoznavo | 39 |
| Slika 7: Rezultat zgornjega rokopisa..... | 39 |
| Slika 8: Vzorec prikaza API odgovora..... | 42 |
| Slika 9: Primer uporabe vrednotenja odgovora s pomočjo umetne inteligence..... | 43 |
| Slika 10: Prikaz analize danega rokopisa v obliki JSON zapisa | 45 |

KAZALO KODE

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Koda 1: Primer kode, ki prikazuje obdelavo slik | 27 |
| Koda 2: Izsek postopka računanja lastnosti rokopisa..... | 29 |
| Koda 3: Prikaz funkcije za izračun evklidske razdalje med dvema vzorcema | 33 |
| Koda 4: Primer kode za prepoznavanje vrstic besedila iz slike | 36 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Koda 5: Izvleček besedila iz segmentiranih območij..... | 37 |
| Koda 6: Ekstrakcija rokopisnega besedila z uporabo Google Cloud Vision API..... | 38 |
| Koda 7: Osnova za poziv, ki bo uporabljena za ChatGPT API | 40 |
| Koda 8: Funkcija za ocenjevanje odgovora z API-jem..... | 41 |

SEZNAM OKRAJŠAV

UI umetna inteligenca

CNN konvolucijska nevronska mreža (angl. Convolutional Neural Network)

PCA analiza glavnih komponent (angl. Principal Component Analysis)

API aplikacijski programski vmesnik (angl. Application Programming Interface)

AGI splošna umetna inteligenca (angl. Artificial General Intelligence)

OCR optično prepoznavanje znakov (angl. Optical Character Recognition)

1 UVOD

Možnost umetne inteligence (v nadaljevanju UI) za analizo in prepoznavanje ročno napisanega besedila je tema, ki je za vsakdanjo uporabo zelo zanimiva. V tej raziskovalni nalogi sem se odločil raziskati potencialne umetne inteligence za prepoznavanje vzorcev rokopisa. Cilj je bil ugotoviti natančnost UI pri prepoznavanju in analizi rokopisa, s ciljem prispevati k razvoju rešitev, ki temeljijo na UI za uporabo v vsakdanjem življenju, predvsem v šolstvu ter za namene izobraževanja. V ta namen je bila nevronska mreža usposobljena za prepoznavo ter analizo rokopisa. Uporaba vektorske analize je omogočila natančno analizo različnih stilov pisave, rezultati pa so bili predstavljeni v obliki, ki je zlahka razumljiva tako ljudem kot strojem. V raziskovalno nalogo sem vključil tudi idejo o avtomatizaciji procesa popravljanja preverjanj znanja, ki bi s pomočjo umetne inteligence zanesljivo in učinkovito vrednotil preverjanja znanja namesto učiteljev.

HIPOTEZE:

1. Z uporabo umetne inteligence lahko pretvorimo rokopis v digitalno besedilo v vsaj 70 % uspešnosti.
2. Z uporabo umetne inteligence za prepoznavanje pisave je mogoče prepoznati avtorja rokopisa v več kot 80 % primerih.
3. Uporaba umetne inteligence za prepoznavanje pisave in odgovorov posameznih učencev bo podala enako oceno rezultatov kot učitelj v vsaj 80 % primerih.

2 PREGLED VSEBIN

2.1 GRAFOLOGIJA

Grafologija preučuje rokopis, zlasti njegove fizične lastnosti, in kako ti atributi odražajo pisateljeve osebnostne lastnosti in psihološke značilnosti. To področje študija obstaja že stoletja, z zgodnjimi primeri analize rokopisa, ki se pojavljajo v starodavnih kitajskih in grških besedilih. Danes grafologijo uporabljajo forenziki, delodajalci, celo psihologi kot orodje za vpogled v človekov značaj. [1]

Predpostavka grafologije je, da je človekova pisava edinstvena in da lahko vzorci, oblike in velikosti črk in besed razkrijejo vpogled v avtorjevo osebnost, čustva in vedenjske težnje. Ta ideja je bila predmet številnih razprav, pri čemer so nekateri raziskovalci oporekali veljavnosti grafologije kot znanstvene discipline, drugi pa so spodbujali njeno uporabnost v določenih primerih. [1]

Za izvedbo grafološke analize grafolog običajno prouči vzorce pisateljevega rokopisa in išče posebne značilnosti, kot so velikost in razmik med črkami, pritisk pisalne naprave na stran in naklon pisave. Te lastnosti se nato primerjajo z uveljavljenimi teorijami in načeli v grafologiji, da se ustvari profil pisateljeve osebnosti. [1]

Nekatere skupne lastnosti, ki jih grafologi iščejo, so velikost črk (ki lahko kaže na zaupanje ali pomanjkanje le-tega), razmik med besedami (ki lahko odraža piščevo potrebo po socialni povezanosti) in naklon pisave (ki lahko razkrije čustvena nagnjenja). Poleg tega lahko grafologi iščejo znake čustvene nestabilnosti, prevare ali druge osebnostne lastnosti, ki jih je mogoče razbrati iz rokopisa. [1]

Kljub nasprotovanju tej vedi se grafologija še naprej uporablja v različnih kontekstih. Forenzična analiza rokopisa se na primer pogosto uporablja v kazenskih preiskavah, da se ugotovi ali je določeno pisanje pristno ali ponarejeno. V poslovnem svetu nekateri delodajalci uporabljajo grafologijo za pridobitev vpogleda v kandidate za zaposlitev, čeprav je ta praksa kontroverzna in ni splošno sprejeta. [2]

Čeprav je veljavnost grafologije predmet razprave, se še vedno uporablja na različnih področjih in je bilo ugotovljeno, da je uporabna v določenih kontekstih. Z analizo vzorcev, oblik in velikosti črk in besed lahko grafologi ustvarijo profil pisateljeve osebnosti in pridobijo vpogled v njihova čustva, vedenje in nagnjenja. [2]

2.1.1 ZGODOVINA GRAFOLOGIJE

Študija analize rokopisa, znana tudi kot grafologija, ima dolgo in zapleteno zgodovino. Najzgodnejši znani primer analize rokopisa je mogoče izslediti v starodavni Kitajski, kjer so uradniki uporabljali tehniko za pomoč pri ugotavljanju pristnosti uradnih dokumentov. Vendar pa se je šele v 19. stoletju analiza rokopisa začela uporabljati kot orodje za ocenjevanje osebnosti. [3]

Eden prvih pionirjev sodobne grafologije je bil Jean-Hippolyte Michon, Francoz, ki je leta 1872 objavil prvo knjigo z naslovom »La science de l'écriture«, slovensko »Znanost rokopisa«. Michon je verjel, da lahko rokopis razkrije človekov značaj, čustva in celo fizično zdravje. Identificiral je številne ključne značilnosti rokopisa, kot so naklon, pritisk in velikost, za katere je menil, da jih je mogoče uporabiti za natančno oceno človekove osebnosti. Na primer, trdil je, da so ljudje, ki so pisali z velikimi, krepkimi črkami, verjetno ekstrovertirani in samozavestni, medtem ko so tisti, ki so pisali z majhnimi, strnjenimi črkami, verjetno introvertirani in previdni. [3]

V začetku 20. stoletja je grafologija pridobila široko popularnost v Evropi in Severni Ameriki, zlasti kot orodje za prepoznavanje potencialnih zaposlenih. Vendar pa je bila natančnost tehnike pogosto postavljena pod vprašaj in do sredine 20. stoletja je grafologija v številnih krogih padla v nemilost. [3]

Kljub skepticizmu, ki je v zadnjih letih obkrožal grafologijo, nekateri praktiki to tehniko uporabljajo še danes. Zagovorniki grafologije trdijo, da je to tehniko mogoče uporabiti za prepoznavanje širokega nabora osebnostnih lastnosti, od inteligence in ustvarjalnosti do čustvene stabilnosti in socialnih veščin. Kritiki grafologije pa se s tem ne strinjajo in nasprotujejo z mnenjem, da tehnika ni nič drugega kot psevdoznanost z malo ali nič empiričnih dokazov, ki bi podprli njene trditve. Nekatere študije so dejansko pokazale, da grafologija

morda ni nič natančnejša od drugih oblik ocenjevanja osebnosti, kot so vprašalniki za samoocenjevanje ali intervjuji. [3]

Preučevanje analize rokopisa še naprej navdušuje številne ljudi po vsem svetu. Ne glede na to, ali je grafologija veljavno orodje za ocenjevanje osebnosti ali ne, ni mogoče zanikati, da lahko vzorci in nianse rokopisa razkrijejo veliko o človekovem značaju in duševnem stanju. Zato je verjetno, da bo preučevanje rokopisa ljudi navduševalo še mnogo let.

2.1.2 ANALIZIRANJE ROKOPISA

Grafologi običajno opazujejo različne značilnosti rokopisa osebe, vključno z velikostjo in obliko črk, razmikom med besedami in pritiskom na stran.

Bolj splošne tehnike, ki se uporabljajo za analizo so [4]:

Velikost črk: Velikost črk lahko razkrije človekovo samozavest, samospoštovanje in potrebo po pozornosti. Ljudje z večjimi črkami so ponavadi bolj družabni in samozavestni, medtem ko so tisti z manjšimi črkami lahko bolj introvertirani in zadržani.

Nagnjenost: Kot nagnjenosti rokopisa osebe kaže na njene čustvene nagnjenosti. Na primer, desni naklon je povezan s čustveno ekspresivnostjo, levi naklon pa introvertiranostjo.

Pritisk: Pritisk, ki ga oseba izvaja na strani, lahko kaže na njihovo stopnjo čustvene intenzivnosti. Močan pritisk je povezan z močnimi čustvi, medtem ko je rahel pritisk povezan z bolj zadržano in previdno osebnostjo.

Osnovna črta: Osnovna črta se nanaša na namišljeno črto, na kateri so zapisane besede. Višina in položaj osnovne črte lahko razkrijeta človekovo stabilnost in ravnotežje. Enakomerna, dosledna osnovna linija je povezana s stabilnostjo, medtem ko neenakomerna osnovna linija lahko kaže na čustveno nestabilnost.

Razmik med besedami: razdalja med besedami lahko razkrije posameznikove družbene potrebe in komunikacijski slog. Širok razmik lahko kaže na potrebo po osebni prostoru, ozek razmik pa na željo po povezanosti in intimnosti.

2.1.3 RAZLIKOVANJE MED PODOBNIMI ROKOPISI

Ko gre za grafologijo, je pomembno vedeti, da se rokopis lahko razlikuje glede na situacijo ali okoliščine, v katerih je ustvarjen. Na primer, rokopis osebe se lahko razlikuje, ko piše hitro ali počasi, v različnih razpoloženjih ali pod različnimi stopnjami stresa. Te razlike so lahko pomembne in lahko razkrijejo nekatere vidike pisateljeve osebnosti ali razpoloženja. Kljub tem razlikam pa je nekatere značilnosti rokopisa še vedno mogoče identificirati kot dosledne in zanesljive kazalnike jasnosti.

Eden od dejavnikov, ki lahko vpliva na jasnost, je hitrost pisanja. Pri hitrem pisanju lahko pisec žrtvuje jasnost zaradi hitrosti, kar povzroči manj čitljivo pisavo. To je zato, ker hitro pisanje zahteva več gibanja in manj natančnosti pri oblikovanju črk. Po drugi strani pa si lahko pisec pri počasnem pisanju vzame več časa, da se osredotoči na obliko, velikost in razmik črk, kar ima za posledico jasnejši rokopis. Vendar ni vedno tako. Nekateri ljudje imajo naravno jasno pisavo, ne glede na hitrost pisanja, drugi pa imajo lahko bolj nečitljivo pisavo, ne glede na hitrost pisanja. [5]

Poleg tega je možno, da ima oseba dva različna sloga rokopisa, odvisno od situacije ali konteksta. Oseba ima lahko na primer jasno in čitljivo pisavo, ko piše za uradne ali poklicne namene, kot je izpolnjevanje obrazcev ali pisanje poročil. Kljub temu ima morda bolj neurejeno in bolj sproščeno pisavo, ko piše osebne zapiske ali pisma prijateljem in družini. Te razlike v rokopisu lahko odražajo različna razpoloženja, stališča in namere posameznika.

Če sta dva različna vzorca rokopisa istega avtorja, je možno med njima vzpostaviti povezavo z analizo njunih podobnosti in razlik. Rokopis se lahko razlikuje glede na vrsto dejavnikov, kot so pisalni pripomoček, pisalna površina, hitrost pisanja in kot pisanja, zato ni nenavadno, da se posameznikova pisava med vzorci nekoliko razlikuje.

Vendar pa običajno obstaja nekaj edinstvenih značilnosti, ki ostanejo dosledne v rokopisu posameznika, ne glede na posebne pogoje pisanja. Ti lahko vključujejo velikost in obliko črk, razmik med črkami in besedami, naklon ter splošni ritem in tok pisanja.

Pri analizi dveh različnih vzorcev rokopisa istega avtorja bo grafolog primerjal te dosledne značilnosti, da bi ugotovil morebitne vzorce ali spremembe. Na primer, lahko iščejo podobnosti v oblikovanju črk in razmikih, ki kažejo na povezavo med obema vzorcema ali opazijo razlike v naklonu ali ritmu, ki nakazujejo, da je bil pisec v drugačnem čustvenem ali fizičnem stanju, ko je ustvaril vzorce.

Navsezadnje je cilj analize dveh različnih vzorcev rokopisa istega avtorja pridobiti globlje razumevanje posameznikove osebnosti, čustev in vedenja. Z opazovanjem edinstvenih značilnosti njegovega pisanja lahko grafolog prepozna ključne lastnosti, kot so ustvarjalnost, samozavest in pozornost do podrobnosti, kar lahko zagotovi dragocen vpogled v značaj pisca ter potencialne prednosti in slabosti.

Ko poskušajo razlikovati med dvema različnima pisavama, ki nista od istega avtorja, strokovnjaki za rokopis običajno iščejo več različnih dejavnikov, ki lahko pomagajo pri razlikovanju le-teh. Med te spadajo prisotnosti določenih značilnih lastnosti, kot so značilne zanke ali druge edinstvene posebnosti pisanja.

Na splošno je lahko ločevanje dveh različnih slogov rokopisa zapleten proces, ki zahteva natančno opazovanje in globoko razumevanje različnih dejavnikov, ki lahko vplivajo na rokopis osebe. Zato je pogosto to najbolje prepustiti strokovnjakom s področja analize rokopisa.

2.1.4 ALI JE GRAFOLOGIJA ZNANSTVENA VEDA?

Nekateri strokovnjaki trdijo, da je grafologija znanost, drugi pa menijo, da ni. Polemika okoli grafologije izhaja iz dejstva, da ne temelji na empiričnih dokazih, zaradi česar jo je težko uvrstiti med znanstvene vede.

Grafologija temelji na predpostavki, da se posameznikove osebnostne lastnosti odražajo v njegovi pisavi. Z analizo potez, zank in krivulj rokopisa osebe lahko grafolog sklepa o njenih osebnostnih lastnostih. Vendar pa kritiki trdijo, da so ti sklepi subjektivni in odprti za razlago.

Eden od razlogov, zakaj se grafologija ne šteje za znanost, je pomanjkanje empiričnih dokazov. Nobena prepričljiva raziskava ne dokazuje veljavnosti grafologije. Študije, ki so bile izvedene o grafologiji, niso bile dokončne in rezultati niso bili nedosledni. Poleg tega ni standardizirane metode za analizo rokopisa, zaradi česar je težko ponoviti rezultate. [5]

Drugi razlog, zakaj grafologija ne velja za znanstveno vedo, je ta, da temelji na subjektivnih interpretacijah. Dva grafologa, ki analizirata isto pisavo, lahko prideta do različnih razlag. Ta subjektivnost otežuje preverjanje točnosti grafologije in je povzročila kritike znanstvene skupnosti. [5]

Kljub tem kritikam obstajajo nekateri, ki verjamejo, da je grafologija znanost. Zagovorniki grafologije trdijo, da temelji na empiričnih dokazih in da se uspešno uporablja na različnih področjih, vključno s preverjanjem zaposlitve in kazenskimi preiskavami. Trdijo, da je subjektivnost grafologije prej prednost kot slabost, saj omogoča bolj niansirano razumevanje posameznikove osebnosti. Vendar ne glede na to ali se grafologija šteje za znanost ali ne, ostaja fascinantna tema, ki še naprej buri domišljijo ljudi. [5]

2.2 MODERNIZACIJA NA PODROČJU IZOBRAŽEVANJA

Tehnologija je spremenila vsak vidik našega življenja in svet izobraževanja ni izjema. Od platform za spletno učenje do izobraževalnih aplikacij in interaktivnih tabel je tehnologija spremenila način poučevanja in učenja. Raziskal sem različne tehnologije, ki se uporabljajo v izobraževalni industriji in njihov vpliv na sodobno poučevanje in učenje.

2.2.1 Z NAMENOM LAŽJEGA UČENJA

Spletne učne platforme

Spletne učne platforme, so naredile izobraževanje dostopno ljudem po vsem svetu. Te platforme ponujajo tečaje o najrazličnejših temah in učencem zagotavljajo prilagodljivost, da se učijo s svojim tempom. Učenci lahko dostopajo do teh tečajev od koder koli in kadar koli, če imajo internetno povezavo. Poleg tega številne od teh platform po zaključku ponujajo potrdila ali značke, ki jih je mogoče uporabiti za izboljšanje življenjepisa učenca.

Izobraževalne aplikacije

Mobilne izobraževalne aplikacije so v zadnjih letih vse bolj priljubljene. Te aplikacije učencem ponujajo zabaven in interaktiven način učenja. Na primer, Duolingo je aplikacija za učenje jezikov, ki uporablja igrifikacijo, da naredi učenje jezikov bolj privlačno. Aplikacija ponuja kratke lekcije, interaktivne kvize in zabavno učno okolje, ki naredi učenje jezikov zabavno.

Virtualna in obogatena resničnost

Tehnologije navidezne in obogatene resničnosti si utirajo pot tudi v izobraževalno industrijo. Te tehnologije omogočajo učencem, da izkusijo stvari, ki jih je težko ponoviti v resničnem življenju. Učenci se lahko na primer odpravijo na virtualni ogled zgodovinskega mesta, se

odpravijo na izlet na Luno ali raziskujejo človeško telo v 3D. Te tehnologije učencem zagotavljajo bolj poglobljeno in privlačno učno izkušnjo.

Interaktivne table

Interaktivne table so v mnogih učilnicah nadomestile tradicionalne table in bele table. Te table omogočajo učiteljem, da ustvarijo in prikažejo interaktivne lekcije, videoposnetke in večpredstavnostne vsebine. Študentom omogočajo tudi sodelovanje v učnem procesu z interakcijo z vsebino in sodelovanjem z vrstniki.

Umetna inteligenca

Umetna inteligenca prodira tudi v izobraževalno industrijo. Orodja, ki jih poganja UI, lahko učiteljem pomagajo pri prilagajanju učenja za posamezne učence, zagotavljajo povratne informacije v realnem času in celo napovedujejo, kako uspešni bodo učenci pri določeni nalogi. Na primer, matematična programska oprema Carnegie Learning, ki temelji na umetni inteligenci, učencem nudi prilagojena navodila in povratne informacije glede na njihove individualne učne potrebe.

2.2.2 POMOČ PRI KAKOVOSTI IZVAJANJA UČNIH VSEBIN

eAsistent

eAsistent je inovativno izobraževalno programsko orodje, razvito v Sloveniji za pomoč učencem, učiteljem in staršem pri spremljanju učnega napredka. Aplikacija omogoča enostaven in učinkovit način za spremljanje uspešnosti učencev, komunikacijo z učitelji in dostop do dragocenih izobraževalnih virov. Uporabljajo ga številne šole po vsej Sloveniji in se je izkazal kot nepogrešljiv pripomoček za učni uspeh.

Glavna značilnost eAsistenta je njegova zmožnost sledenja ocenam dijakov, kar staršem in dijakom omogoča, da ostanejo na tekočem z napredkom. Aplikacija je zasnovana za

avtomatizacijo postopka ocenjevanja, učitelji pa jo lahko uporabljajo za vnašanje ocen in komentarjev o nalogah, izpitih in drugih dejavnostih. To dijakom in njihovim staršem omogoča dostop do podrobnih poročil o ocenah, domačih nalogah in splošnem napredku.

Aplikacija zagotavlja učinkovit in varen način za upravljanje dijakovih evidenc, prisotnosti in urnika. Šolskim skrbnikom omogoča dostop do podatkov o uspešnosti posameznih dijakov, ki jih lahko uporabijo za sprejemanje informiranih odločitev o izobraževalnih programih in politikah.

Microsoft Teams

Microsoft Teams je platforma za sodelovanje, ki zagotavlja digitalno središče za komunikacijo, skupno rabo vsebine in sodelovanje med dijaki, učitelji in osebjem v izobraževalnih okoljih. Njegov namen v izobraževanju je poenostaviti komunikacijo in učiteljem olajšati upravljanje učilnic, razdeljevanje nalog in lajšanje učenja.

Ena od ključnih lastnosti je možnost ustvarjanja razredov ali skupin, povabil dijakov in organiziranja komunikacijskih kanalov za vsako skupino. Učitelji lahko ustvarijo kanale za razprave, objave in neposredno sporočanje z dijaki ter za skupno rabo datotek, videoposnetkov in drugih virov.

Microsoft Teams omogoča učiteljem tudi načrtovanje in vodenje virtualnih srečanj in dogodkov v živo z dijaki. Ta funkcija je še posebej uporabna za pouk na daljavo. Platforma ponuja različne možnosti za vodenje sestankov, kot so deljenje zaslona, video in avdio klici ter možnost snemanja in deljenja sestankov za tiste, ki se jih niso mogli udeležiti.

Kar zadeva upravljanje nalog, Microsoft Teams omogoča digitalno ustvarjanje, distribucijo in zbiranje nalog. Omogoča določitev datuma in ure, dodeljevanje različne ravni dovoljenj za dijake ter zagotavljanje povratne informacije in ocen prek platforme. To pomaga poenostaviti postopek ocenjevanja in dijakom zagotavlja centralizirano lokacijo za dostop do svojih nalog in ocen.

V izobraževanju se dnevno razvijajo novi načini za lažji potek pouka, ki bi bil namenjen predvsem učiteljem. Ti bi lahko tako namenili več časa učnim vsebinam in poteku samega pouka, s čimer bi lahko povečali interakcijo z njihovimi dijaki. Pri tem bi imeli ti od pouka veliko več. Namreč za administrativne namene, učitelji porabijo ogromno časa. Ob tem sem ugotovil, da mora obstajati način, kako bi lahko učiteljem poenostavili popravljanje ocenjevanj znanja, ker za klasično popravljanje porabijo veliko časa, popravljanje pa lahko temelji na subjektivnem mnenju ter napakah, ki privedejo do nepravilnosti pri končnem rezultatu.

2.3 UMETNA INTELIGENCA

Umetna inteligenca je široko področje računalništva in inženirstva, ki se ukvarja z ustvarjanjem inteligentnih strojev, ki lahko opravljajo naloge, ki običajno zahtevajo človeško inteligenco, kot so vizualno zaznavanje, prepoznavanje govora, odločanje in obdelava naravnega jezika.

UI vključuje razvoj algoritmov in računalniških programov, ki se lahko učijo iz podatkov, sklepajo in rešujejo probleme ter se prilagajajo novim situacijam, ne da bi bili izrecno programirani. Sistemi umetne inteligence so lahko zasnovani tako, da opravljajo naloge samostojno ali v sodelovanju z ljudmi, uporabljajo pa se lahko na številnih področjih, od zdravstva in financ do prevoza in zabave. [6]

Ob tem je pogosto razvrščena v različne vrste glede na njihovo stopnjo kompleksnosti in funkcionalnosti, kot so nadzorovano učenje, nenadzorovano učenje, globoko učenje in učenje z okrepitevijo. Te tehnike se uporabljajo za izdelavo različnih aplikacij umetne inteligence, vključno s prepoznavanjem slike in govora, obdelavo naravnega jezika, priporočilnimi sistemi, avtonomnimi vozili in robotiko. [6]

2.3.1 KJE SO MEJE UMETNE INTELIGENCE?

AI je hitro napredujoče področje, prav to pa nam postavlja pomembne meje, ki jih je treba upoštevati, pred nadaljevanjem razvoja in uvajanja teh tehnologij v naš vsakdan.

Ena izmed pomembnih mej pri UI je razlika med ozko in splošno umetno inteligenco. Ozka umetna inteligenca, znana tudi kot šibka umetna inteligenca, se nanaša na sisteme umetne inteligence, ki so zasnovani za izvajanje posebnih nalog, kot je prepoznavanje obraza ali prevajanje jezika. Splošna umetna inteligenca, znana tudi kot močna umetna inteligenca ali umetna splošna inteligenca AGI, se nanaša na sisteme umetne inteligence, ki so sposobni opraviti katero koli intelektualno nalogo, ki jo lahko opravi človek. Medtem ko se ozka umetna inteligenca že uporablja v številnih aplikacijah, razvoj AGI odpira številna pomembna etična

in praktična vprašanja, na primer, kako zagotoviti, da so takšni sistemi usklajeni s človeškimi vrednotami in interesi, in kako preprečiti, da ne postane neobvladljiva ali nevarna. [8]

Druga pomembna meja umetne inteligence je potreba po zagotavljanju, da so ti sistemi pregledni, razložljivi in odgovorni. Ker sistemi umetne inteligence postajajo bolj zapleteni in sofisticirani, je težko razumeti, kako sprejemajo odločitve ali zagotoviti, da se vedejo pošteno in etično. To lahko sproži pomisleke glede pristranskosti in diskriminacije ter strah pred možnostjo uporabe sistemov umetne inteligence v zlonamerne namene. Da bi rešili te pomisleke, je pomembno razviti robustne mehanizme za preglednost, razložljivost in odgovornost. [8]

Nadaljnja meja umetne inteligence je potreba po zagotavljanju, da so ti sistemi zasnovani in uvedeni na načine, ki so etični in odgovorni. To zahteva skrbno preučitev vprašanj, kot so zasebnost, varnost in človeško dostojanstvo ter možnih družbenih in gospodarskih vplivov umetne inteligence. Da bi se izognili takim negativnim posledicam, je pomembno razviti etične smernice in okvire za razvoj in uporabo umetne inteligence ter zagotoviti, da se te smernice redno pregledujejo in posodablajo, kot se tehnologija razvija. [8]

Končno obstaja meja med močjo umetne inteligence in omejitvami človeškega razumevanja. Čeprav so lahko sistemi umetne inteligence zelo učinkoviti pri izvajanju določenih nalog, kot je prepoznavanje vzorcev ali napovedovanje, so na koncu omejeni s kakovostjo in količino podatkov, na katerih se usposablajo, pa tudi s predpostavkami in pristranskostmi, ki so vgrajeni v njihove algoritme. Pomembno je prepoznati te omejitve in razviti sisteme umetne inteligence, ki so zasnovani tako, da delujejo v partnerstvu z ljudmi, namesto da jih v celoti nadomestijo. [8]

Obstaja veliko pomembnih meja UI, ki jih je treba upoštevati, ko nadaljujemo z razvojem in uvajanjem teh tehnologij. Da bi zagotovili, da se umetna inteligenca uporablja na načine, ki so varni, etični in koristni za vse člane družbe, je pomembno umetno inteligenco razvijati s pomočjo etičnih smernic. S tem lahko zagotovimo, da meje umetne inteligence določajo človeške vrednote in interesi, namesto da jih določa tehnologija sama.

2.3.2 UPORABA UI V VSAKDANJEM ŽIVLJENJU

Umetna inteligenca je v zadnjih letih postala vse bolj priljubljena tehnologija s široko paleto potencialnih aplikacij v naših vsakdanjih. Eden pomembnih primerov uporabe umetne inteligence je na področju zdravstva. Sisteme umetne inteligence je mogoče uporabiti za analizo velikih količin zdravstvenih podatkov, kar zdravnikom in zdravstvenim delavcem pomaga pri postavljanju natančnejših diagnoz in odločitev o zdravljenju. Umetno inteligenco je na primer mogoče uporabiti za analizo medicinskih slik, kot so rentgenski žarki in magnetna resonanca, za prepoznavanje vzorcev in nepravilnosti, ki bi jih človeško oko morda spregledalo. UI se lahko uporablja tudi za razvoj osebnih načrtov zdravljenja, ki temeljijo na posameznikovi edinstveni zdravstveni anamnezi in dejavnih tveganja. [6]

Drug pomemben primer uporabe umetne inteligence je na področju financ. Sisteme umetne inteligence je mogoče uporabiti za analizo velikih količin finančnih podatkov, prepoznavanje vzorcev in trendov, ki človeškimi analitikom morda niso takoj očitni. To lahko finančnim institucijam pomaga pri sprejemanju boljših naložbenih odločitev, prepoznavanju potencialnih tveganj in priložnosti ter učinkovitejšemu upravljanju svojih portfeljev. UI se lahko uporablja tudi za odkrivanje goljufive dejavnosti in preprečevanje finančnih kaznivih dejanj, kot sta pranje denarja in trgovanje z notranjimi informacijami. [6]

Umetna inteligenca se uporablja tudi na področju transporta, predvsem pri razvoju avtonomnih vozil. Sisteme umetne inteligence je mogoče uporabiti za analizo podatkov iz senzorjev in kamer na vozilih, kar jim pomaga pri varni in učinkoviti navigaciji po cestah in prometnih vzorcih. Ta tehnologija ima potencial za revolucijo v prometni industriji, izboljšanje varnosti v cestnem prometu ter zmanjšanje zastojev in emisij. [6]

UI se uporablja tudi na področju storitev za stranke z razvojem »chatbotov« in virtualnih pomočnikov. Ti sistemi uporabljajo algoritme za obdelavo naravnega jezika in strojnega učenja za razumevanje in odzivanje na poizvedbe in zahteve strank ter zagotavljajo učinkovitejšo in prilagojeno izkušnjo storitev. Ta tehnologija je še posebej uporabna za podjetja z veliko bazo strank, saj lahko pomaga skrajšati čakalne dobe in izboljšati zadovoljstvo strank. [7] [9]

Nazadnje se UI uporablja na področju izobraževanja z razvojem inteligentnih sistemov za poučevanje in prilagojenih učnih platform. Ti sistemi uporabljajo analizo podatkov in algoritme

strojnega učenja za prepoznavanje področij, kjer bi lahko imeli posamezni učenci težave ter za zagotavljanje prilagojenih povratnih informacij in navodil, ki jim pomagajo izboljšati njihove učne rezultate. Ta tehnologija lahko spremeni način izvajanja izobraževanja, tako da postane bolj prilagojen in učinkovit za vsakega posameznega učenca. [6]

Umetna inteligenca ima širok spekter primerov uporabe v vsakdanjem življenju, s potencialnimi aplikacijami na prav vseh področjih. Z izkoriščanjem moči podatkovne analitike in strojnega učenja lahko umetna inteligenca izboljša učinkovitost, produktivnost in inovacije v različnih panogah in sektorjih, kar vodi do boljših rezultatov za posameznike, podjetja in družbo kot celoto.

2.3.3 TEMAČNA STRAN UMETNE INTELIGENCE

Umetna inteligenca ima potencial, da spremeni številne vidike našega življenja, od zdravstva in izobraževanja do prevoza in zabave. Vendar pa obstaja tudi nekaj strašljivih plati umetne inteligence, ki jih moramo upoštevati, ko nadaljujemo z razvojem in uvajanjem teh tehnologij.

Eden največjih pomislekov v zvezi z umetno inteligenco je možnost, da se uporabi za zlonamerne namene, kot so kibernetiski napadi ali avtonomno orožje. Hakerji bi lahko uporabili algoritme umetne inteligence za razvoj bolj sofisticiranih in ciljno usmerjenih napadov, zaradi česar jih varnostni sistemi težje odkrijejo in se pred njimi branijo. Podobno obstaja zaskrbljenost, da bi lahko razvili avtonomno orožje, ki bi uporabljalo umetno inteligenco za prepoznavanje in napad na cilje brez človeškega posredovanja, kar bi povečalo tveganje za naključno ali namerno poškodbo. [8]

Druga strašljiva stran umetne inteligence je možnost, da okrepi in poveča obstoječe pristranskosti in neenakosti. Algoritmi strojnega učenja se lahko učijo samo iz podatkov, na katerih so usposobljeni, kar pomeni, da če so podatki pristranski, bo tudi algoritem.

Obstaja tudi zaskrbljenost, da bi umetna inteligenca lahko nadomestila človeške delavce, kar bi povzročilo splošno izgubo delovnih mest in gospodarske motnje. Ko bo umetna inteligenca postajala vse bolj izpopolnjena in zmogljiva, bo morda lahko opravljala naloge, za katere se je prej mislilo, da so v izključni domeni človeških delavcev, na primer vožnja ali storitve za

stranke. Medtem ko bi to lahko privedlo do večje učinkovitosti in produktivnosti, bi lahko vodilo tudi do razširjene brezposelnosti in socialnih nemirov.

Strašljiva stran umetne inteligence je tudi možnost, da se jo uporabi za manipulacijo javnega mnenja in spodkopavanje demokratičnih institucij. Algoritmi družbenih medijev že uporabljajo UI za prilagajanje vsebine posameznim uporabnikom in ustvarjajo tako imenovane "odmevne komore", ki krepijo obstoječa prepričanja in pristranskosti. To bi lahko nekateri izkoristili za širjenje propagande, spodkopavanje zaupanja v institucije in spodkopavanje demokratičnih norm. [9]

Nazadnje obstaja skrb, da bi umetna inteligenca sčasoma lahko postala tako močna in avtonomna, da bi postala neobvladljiva in nepredvidljiva. Ker algoritmi postajajo bolj zapleteni in sofisticirani, bo morda vse težje razumeti, kako sprejemajo odločitve ali nadzorujejo svoje vedenje. To bi lahko privedlo do nenamernih posledic, kot so sistemi UI, ki razvijajo lastne cilje in prednostne naloge, ki so v nasprotju s človeškimi vrednotami in interesi. [8]

Umetna inteligenca ima potencial, ki lahko družbi doprinese številne koristi in napredek, ob tem pa obstaja tudi nekaj strašljivih dvomov, ki jih je treba skrbno pretehtati in hkrati tudi obvladati. Tveganja in nevarnosti, povezane z umetno inteligenco, zahtevajo premišljen in celovit pristop, ki upošteva potencialne koristi in škodo teh tehnologij. Ko še naprej razvijamo in uvajamo umetno inteligenco, je pomembno zagotoviti, da te tehnologije uporabljamo na načine, ki so varni, etični in koristni za vse člane družbe.

2.3.4 MORAMO SE NAUČITI ŽIVETI V SOŽITJU Z UI

Kljub vsem pomislekom, ki jih UI prinaša, je pomembno priznati, da je že tu, da bo tu tudi ostala in da jo moramo sprejeti ter z njo živeti, da bi v celoti izkoristili njene prednosti.

Eden od glavnih razlogov, zakaj moramo sprejeti in se naučiti živeti z umetno inteligenco, je njen potencial za izboljšanje učinkovitosti in produktivnosti v različnih panogah. UI se lahko uporablja za avtomatizacijo ponavljajočih se nalog, kar ljudem omogoča, da se osredotočijo na bolj zapleteno in ustvarjalno delo. To lahko pomaga povečati produktivnost, zmanjša napake ter prihrani čas in vire. Poleg tega jo je mogoče uporabiti za analizo velikih količin podatkov,

prepoznavanje vzorcev in trendov, ki bi jih človeški analitiki morda spregledali. To lahko podjetjem pomaga pri sprejemanju boljših odločitev in ohranjanju konkurenčnosti v gospodarstvu, ki vse bolj temelji na podatkih. [6]

Drugi razlog, zakaj moramo sprejeti in se naučiti živeti z UI, je njen potencial za izboljšanje kakovosti našega življenja. UI se lahko uporablja za razvoj novih tehnologij in rešitev, ki lahko pomagajo pri reševanju nekaterih najbolj perečih svetovnih problemov, kot so podnebne spremembe, zdravstveno varstvo in revščina. Lahko na primer uporablja za razvoj učinkovitejših in trajnostnih energetskega sistemov ali za analizo medicinskih podatkov in razvoj novih zdravljenj bolezni. Če sprejmemo UI, si lahko prizadevamo za boljšo in bolj trajnostno prihodnost za vse. [6]

Vendar pa je pomembno tudi priznati, da ima ogromno pozitivnih lastnosti, če se uporablja odgovorno in etično. Če sprejmemo to tehnologijo in si prizadevamo za njen odgovoren razvoj in uporabo, lahko izkoristimo njene prednosti in hkrati zmanjšamo njene morebitne negativne vplive. To zahteva skupna prizadevanja vseh zainteresiranih strani, vključno z vladami, podjetji in posamezniki, da se zagotovi, da se UI razvija in uporablja na način, ki je pregleden, odgovoren in koristen za vse.

Umetna inteligenca je tu, da ostane, in naučiti se jo moramo sprejemati ter z njo živeti, da bi lahko v celoti izkoristili njen potencial. Čeprav zagotovo obstajajo pomisleki glede njenega vpliva na delovna mesta, zasebnost in družbo, lahko te pomisleke odpravimo z odgovornim razvojem in uporabo, sprejemanjem in sodelovanjem pri zagotavljanju njene odgovorne uporabe, hkrati pa lahko ustvarimo boljšo in bolj trajnostno prihodnost za vse.

2.3.5 ALI BI LAHKO UI NAUČILI ANALIZIRATI ROKOPIS?

Vprašanje ali je umetno inteligenco mogoče uporabiti za analizo rokopisa, postaja v zadnjih letih vse bolj aktualno, saj je napredek v strojnem učenju omogočil avtomatizacijo procesa analize rokopisa. Čeprav ima analiza rokopisa na podlagi umetne inteligence potencial, da je hitrejša, objektivnejša in doslednejša od tradicionalne grafologije, je treba premagati še veliko

izzivov, preden jo lahko štejemo za zanesljivo orodje za ocenjevanje osebnostnih lastnosti in drugih značilnosti.

Eden od glavnih izzivov uporabe umetne inteligence za analizo rokopisa je potreba po usposabljanju algoritmov strojnega učenja za prepoznavanje ustreznih značilnosti rokopisa. To vključuje prepoznavanje posebnih vidikov rokopisa, ki najbolj kažejo na osebnostne lastnosti, kot so velikost, oblika in naklon črk, razmik med besedami in pritisk med pisanjem. To je lahko težka in dolgotrajna naloga, saj zahteva velike količine podatkov, ki jih morajo zbrati in označiti strokovnjaki. [10]

Drug izziv je potreba po razvoju algoritmov, ki so sposobni natančno razvrstiti in interpretirati značilnosti rokopisa. To zahteva uporabo zapletenih statističnih modelov in tehnik strojnega učenja, kot je globoko učenje, ki je lahko drago in se ga težko implementira. Poleg tega je še vedno veliko razprav o tem, kateri statistični modeli in tehnike strojnega učenja so najučinkovitejši za analizo rokopisa, zato je potrebnih več raziskav, da bi ugotovili, kateri pristopi so najbolj zanesljivi. [10]

Kljub tem izzivom je prišlo do nekaj obetavnih sprememb pri uporabi umetne inteligence za analizo rokopisa. Raziskovalci so na primer razvili algoritme, ki lahko zaznajo Parkinsonovo bolezen iz vzorcev rokopisa z analizo značilnosti, kot so tresenje, pritisk in hitrost pisanja. Druge študije so pokazale, da je mogoče algoritme strojnega učenja uporabiti za napovedovanje avtorstva ročno napisanih dokumentov z analizo značilnosti, kot sta vrstni red potez in pritisk peresa. [10] [11]

Pomembno je omeniti, da je analiza rokopisa na podlagi umetne inteligence še vedno v povojih in da je potrebnih veliko več raziskav, preden jo lahko štejemo za zanesljivo orodje za ocenjevanje osebnostnih lastnosti in drugih značilnosti. Poleg tega je treba upoštevati etične vidike, kot je možnost pristranskosti in diskriminacije pri uporabi analize rokopisa.

Premagati je potrebno še veliko izzivov, preden jo lahko štejemo za zanesljivo alternativo tradicionalni grafologiji. Potrebne so nadaljnje raziskave za razvoj natančnejših in učinkovitejših algoritmov ter za obravnavo etičnih vprašanj glede pristranskosti in diskriminacije. Kljub temu so možne koristi analize rokopisa na podlagi umetne inteligence pomembne in verjetno bo to področje nadaljnjih raziskav in razvoja v prihodnjih letih.

2.3.6 PRIMERI UPORABE UI NA PODROČJU GRAFOLOGIJE

Eden najbolj ključnih primerov uporabe UI v grafologiji in analizi rokopisa je preverjanje podpisa. Umetna inteligenca lahko hitro in natančno preveri podpise na dokumentih, s čimer zmanjša tveganje goljufije in zagotovi celovitost pravnih in finančnih dokumentov. Z analizo vzorcev in premikov podpisov lahko zazna morebitna odstopanja ali nepravilnosti v podpisu in ga primerja z zbirko podatkov avtoriziranih podpisov. Ta primer uporabe je še posebej pomemben v finančni industriji, kjer se podpisi pogosto uporabljajo za avtorizacijo transakcij ali potrjevanje pristnosti dokumentov.

Analiza osebnosti je še en pomemben primer uporabe UI v grafologiji in analizi rokopisa. Umetna inteligenca lahko analizira vzorce rokopisov za prepoznavanje osebnostnih lastnosti, s čimer delodajalcem pomaga najti najboljše kandidate za službo, terapevtom pa pri boljšem diagnosticiranju in zdravljenju pacientov. Umetna inteligenca se lahko nauči vzorcev v rokopisu, ki so povezani z različnimi osebnostnimi lastnostmi, z analizo velikih naborov podatkov vzorcev rokopisa. Delodajalci lahko te informacije uporabijo za zaposlitev kandidatov, ki se bolje ujemajo s kulturo njihovega podjetja, terapevti pa jih lahko uporabijo za prepoznavanje osebnostnih motenj, kar jim pomaga pri zagotavljanju ciljno usmerjenega zdravljenja. [10]

UI se lahko uporablja tudi za odkrivanje ponaredkov v dokumentih in rokopisu. Odkrivanje ponarejanja je kritičen primer njene uporabe v grafologiji in analizi rokopisa, zlasti v organih kazenskega pregona in finančnih institucijah. Z analizo vzorcev in gibov rokopisa lahko umetna inteligenca zazna kakršne koli znake poseganja ali ponarejanja, kot je izbris ali dodano besedilo. Z njeno pomočjo lahko organi kazenskega pregona in finančne institucije prepoznajo in preprečijo goljufive dejavnosti, kar jim lahko prihrani milijone dolarjev izgube. [10]

Medicinska diagnoza je še en obetaven primer uporabe umetne inteligence v grafologiji in analizi rokopisa. UI lahko analizira vzorce rokopisov za prepoznavanje zdravstvenih stanj. Uporablja se lahko na primer za prepoznavanje znakov Parkinsonove bolezni in drugih nevroloških motenj. Z analizo vzorcev in gibov rokopisa lahko umetna inteligenca zdravnikom zagotovi zgodnjo diagnozo, kar jim omogoča zgodnejši začetek zdravljenja in izboljšanje

rezultatov bolnikov. Ta primer uporabe lahko spremeni način diagnosticiranja in zdravljenja. [10]

Uporabimo jo lahko tudi za zaznavanje samomorilnih nagnjenj, kjer lahko analizira vzorce rokopisov, da zazna znake samomorilnih nagnjenj pri posameznikih. Z analizo pritiska, hitrosti in drugih vidikov rokopisa lahko prepozna spremembe, ki so skladne s samomorilnimi mislimi ali depresijo. Ta primer uporabe lahko strokovnjakom za duševno zdravje pomaga zagotoviti ciljno usmerjeno podporo in intervencije posameznikom, ki jim grozi samomor. Odkrivanje zgodnjih znakov demence, pri čemer UI analizira vzorce rokopisa za prepoznavanje zgodnjih znakov demence. Spremembe v rokopisu, kot so tresenje in nepravilnosti, lahko kažejo na pojav demence. Umetna inteligenca lahko zazna te spremembe in zdravnikom zagotovi zgodnje opozorilne znake, kar omogoča zgodnejše posredovanje in zdravljenje. Zaznavanje pisateljske blokade, ko umetna inteligenca analizira vzorce rokopisov, da zazna znake pisateljske blokade pri avtorjih. Z analizo pritiska, hitrosti in drugih vidikov rokopisa lahko prepozna spremembe, ki so skladne s pomanjkanjem ustvarjalnega toka. Ta primer uporabe lahko avtorjem pomaga prepoznati temeljni vzrok pisateljske blokade in poiskati strategije za njeno premagovanje. Prepoznavanje prevare, kadar UI analizira vzorce rokopisov, da prepozna znake prevare pri posameznikih. Z analizo sprememb v vzorcih rokopisa, kot sta oklevanje ali nedoslednost, lahko umetna inteligenca prepozna posameznike, ki morda lažejo ali prikrivajo informacije. Ta primer uporabe je lahko dragocen pri nastavitvah varnosti in kazenskega pregona, saj pomaga prepoznati potencialne grožnje ali osumljence. [10]

Predvsem UI ponuja neomejene možnosti uporabe v grafologiji in analizi rokopisa, s čimer spreminja način analiziranja rokopisa. S pomočjo umetne inteligence lahko hitro in natančno preverimo podpise, identificiramo osebnostne lastnosti, odkrijemo ponaredke, analiziramo dokumente in celo diagnosticiramo zdravstvena stanja. Ker se tehnologija še naprej izboljšuje, lahko pričakujemo, da bomo v prihodnosti videli še več razburljivih aplikacij umetne inteligence na tem področju.

2.3.7 NEVRONSKE MREŽE, NAČINI ZA UČENJE UMETNE INTELIGENCE

Nevronska mreža je vrsta računalniškega algoritma, oblikovanega po strukturi in delovanju človeških možganov. Zasnovan je za prepoznavanje vzorcev in odnosov v podatkih z uporabo plasti medsebojno povezanih vozlišč ali "nevronov". Nevronske mreže se pogosto uporabljajo v aplikacijah strojnega učenja in umetne inteligence, kot so prepoznavanje slik ter obdelava naravnega jezika. [10]

Osnovno strukturo nevronske mreže sestavljajo tri glavne komponente: vhodna plast, skrite plasti in izhodna plast. Vhodna plast sprejema podatke iz zunanjega okolja, kot je slika ali besedilni dokument. Skrite plasti so odgovorne za obdelavo podatkov z uporabo matematičnih algoritmov za odkrivanje vzorcev in značilnosti v vhodu. Izhodna plast ustvari napoved ali odločitev na podlagi informacij, ki jih pridobijo skrite plasti. [10]

Nevroni v nevronske mreže so povezani s sinapsami, ki med seboj prenašajo informacije. Vsak nevron prejme vhod od drugih nevronov v prejšnji plasti in uporablja matematično funkcijo za pretvorbo vhoda v izhodno vrednost. Ta izhodna vrednost se nato prenese na naslednjo plast nevronov, dokler ne doseže izhodne plasti. [10]

Ena od ključnih prednosti nevronske mreže je njihova sposobnost učenja in prilagajanja novim podatkom, ne da bi bile eksplicitno programirane. To se doseže s procesom, imenovanim usposabljanje, v katerem je omrežje predstavljeno z nizom vhodno-izhodnih parov in prilagodi svoje uteži in pristranskosti (angl. weights and biases), da zmanjša razliko med predvidenim izhodom in dejanskim izhodom. Ko je omrežje izpostavljeno več podatkov o usposabljanju, postane boljše pri prepoznavanju vzorcev in natančnejših napovedih. [10]

Enačba 1: Enačba za nastavljanje vrednosti posameznega nevrona

aktivacijska funkcija($x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + x_nw_n + bias$)

Obstaja več vrst nevronske mreže, vključno s posredovanimi omrežji, ponavljajočimi se omrežji in konvolucijskimi mrežami. Omrežja s posredovanjem podatkov so najpreprostejša vrsta nevronske mreže in so sestavljena iz ene vhodne plasti, ene ali več skritih plasti in izhodne plasti. Ponavljajoča se omrežja so zasnovana za obdelavo zaporednih podatkov, kot so časovne vrste ali naravni jezik, z vključitvijo povratnih zank, ki omogočajo povratni tok informacij v omrežje. Konvolucijska omrežja so specializirana za obdelavo slik in videa z uporabo filtrov in operacij združevanja za pridobivanje funkcij iz vnosa. [10]

3 METODE DELA

V tej raziskovalni nalogi sem testiral zmožnosti umetne inteligence na področju grafologije. Umetno inteligenco sem naučil analizirati rokopis, prepoznati njegovega avtorja ter ustvariti avtomatiziran proces ocenjevanja preverjanj znanj. Za to sem potreboval veliko podatkovno bazo vzorcev rokopisa različnih avtorjev, ki sem jo uporabil za učenje modelov umetne inteligence za omenjene namene.

3.1 USTVARJANJE POTREBNIH PODATKOVNIH BAZ ROKOPISOV

Preden sem lahko začel s samim učenjem umetne inteligence, sem moral zbrati veliko podatkovno bazo rokopisnih vzorcev. Zbral sem vzorce rokopisov dvajsetih oseb z različnimi slogi in vzorci pisave. Pri tem so mi pomagali dijaki dveh oddelkov tehnika računalništva, kateri so mi odstopili preverjanja ocenjevanj znanja ter njihove zapiske. S tem sem si zagotovil dva tisoč različnih primerov besed, ki so bile primerne za nadaljnje učenje. Ob tem sem pridobil tudi rokopise iste osebe ter iste snovi v dveh različnih situacijah. Zapiske, ki so bili napisani brez pritiska ter preverjanja ocenjevanj znanja, kjer so bili dijaki pod vplivom stresa.

Naslednji korak je bil obdelava teh vzorcev in njihova priprava za uporabo v mojem sistemu umetne inteligence. To je vključevalo digitalizacijo vsakega vzorca, ki sem ga pridobil in njegovo pretvorbo v obliko, ki jo bo moj sistem razumel. Najprej sem vzorce malo sortiral, pri čemer sem izločil vzorce, ki so bili nepregledni, pomanjkljivi ali neprimerni za uporabo. Nato sem moral vsak vzorec označiti z ustreznimi metapodatki, kot sta jezik in slog rokopisa. To je bil dolgočasen in dolgotrajen postopek, vendar sem vedel, da je potreben, če želim, da bo moj UI sistem učinkovit. Brez dobro organiziranega in dobro pripravljenega nabora podatkov se moj sistem ne bi mogel učinkovito učiti.

Na koncu sem ugotovil, da je ustvarjanje velike baze vzorcev rokopisa le prvi korak v veliko večjem procesu. Vendar je bil to ključni korak, tisti, ki je postavil temelje za uspeh mojega sistema UI. Poleg tega sem se naučil pomembne lekcije o pomembnosti temeljite priprave in pozornosti do podrobnosti pri delu na kompleksnih projektih umetne inteligence.

3. O čem se razlikujeta horizontalne in vertikalne povezave in kje jih v računalnistvu uporabljamo? POTI.

HORIZONTALNO

| | |
|-----------|-----------|
| UPORABNIK | UPORABNIK |
| SOFTWARE | SOFTWARE |
| HARDWARE | HARDWARE |

VERTICALNO

HORIZONTALNE IN VERTIKALNE POVEZAVE SE RAZLIKUJETA V TEM, DA SE PRI HORIZONTALNIH POVEZAVAH VZPOSTAVLJETA MED ENAKIMI ENTITETAMI OZIROMA NARAVNAMI PRI VERTIKALNI PA OBRATNO. HORIZONTALNE UPORABNIK-UPORABNIK, APLIKACIJA-APLIKACIJA, ... VERTIKALNE PA ZA SOFTWARE-HARDWARE.

10/10

4. Kako deluje serijski prenosni kanal? Kaj je njegova slabost?

SERIJSKI KANAL JE ALTERNATIVA PARALELNEMU. NJEGOVA SLABOST JE, DA LAHKO POSILJAMO SAMO EN BIT NAENKRT. SE ČE VEČI ZA DALJŠE DALJŠE SAJ POTREBUJEMO MANJ FIZIČNIH ŽIL. MIMA ČASOVNIH TEŽAV, SAJ POSILJAMO SAMO EN BIT NAENKRT. NEZIMO GA TUDI NA SINHRONEGA IN ASINHRONEGA.

SENTED —————> RECEIVED

Slika 1: Primer rokopisa dijaka na pisnem ocenjevanju znanja

3.2 UČENJE UMETNE INTELIGENCE ANALIZE ROKOPISA

Z ogromnim naborom podatkov vzorcev rokopisov, ki so mi bili na voljo, je bil čas, da začnem graditi svoj model UI. Za gradnjo in usposabljanje svojega sistema UI sem uporabil Python s knjižnicama TensorFlow in Keras.

Nabor podatkov sem razdelil na dva dela; na nabor za usposabljanje in nabor za testiranje. Prvi bo uporabljen za usposabljanje sistema UI, drugi pa za testiranje njegove natančnosti. Nabor uporabljenih podatkov se nahaja na viru [13].

3.2.1 OBDELAVA PODATKOV

Podatke sem nato predhodno obdelal z različnimi tehnikami. Ena od tehnik pred predelavo, ki sem jo uporabil, je bila normalizacija. To je vključevalo skaliranje velikosti slik rokopisov na standardno velikost, da bi zagotovili doslednost v vseh vzorcih. Druga tehnika, ki sem jo uporabil, je bila siva pretvorba, ki je vključevala pretvorbo barvnih slik rokopisa v »Grayscale«, kar je pomagalo zmanjšati kompleksnost podatkov in olajšati obdelavo sistema UI. Ta korak je zagotovil, da so bili podatki dosledni in standardizirani, kar je ključnega pomena za usposabljanje natančnega sistema.

Poleg tega sem uporabil še algoritem za odstranjevanje šuma. V kontekstu obdelave slik se šum nanaša na naključna nihanja vrednosti slikovnih pik, ki jih lahko povzročijo dejavniki, kot so nepopolni senzorji, pogoji slabe svetlobe ali artefakti stiskanja. Šum lahko zmanjša jasnost in kakovost slike ter oteži pridobivanje koristnih informacij iz nje.

Algoritem za odpravo šumov deluje tako, da uporabi algoritem za filtriranje oziroma glajenje slike, s ciljem odstraniti šum in hkrati ohraniti pomembne značilnosti. Obstaja veliko različnih vrst algoritmov za odpravljanje šuma, vključno s tistimi, ki temeljijo na statističnih metodah, valovnih transformacijah in nevronskih mrežah. Odločil sem se za uporabo algoritma, ki temelji na statističnih metodah.

Na koncu pa sem na podatkih, v obliki slikovnih datotek, uporabil tudi morfološko obdelavo slike. Morfološka obdelava je niz tehnik obdelave slike, ki uporabljajo obliko in strukturo predmetov na sliki za analizo in obdelavo slike. Te tehnike delujejo na binarnih ali sivinskih slikah in temeljijo na matematični morfologiji. Cilj je izboljšati kakovost slike ali iz nje izluščiti koristne informacije.

To si lahko predstavljamo tako, da imamo sliko, ki je nekoliko zamegljena ali pa vsebuje nekaj odvečnih stvari, ki jih ne želimo. Morfološka obdelava je kot uporaba posebnega orodja za "čiščenje" slike tako, da odstrani neželene stvari in naredi pomembne dele jasnejše.

Obstajajo različne vrste orodij, ki se lahko uporabljajo, vendar se najpogostejša imenujeta "erozija" in "dilatacija". Erozija povzroči, da majhni predmeti na sliki izginejo in lahko tudi skrči večje predmete, medtem ko širjenje naredi predmete večje in lahko zapolni majhne vrzeli.

Podatke sem obdelal, ker so originalni podatki vsebovali nekaj motenj, napak ali nepopolnosti, ki bi lahko negativno vplivale na kakovost modela, ki sem ga želel trenirati. Z uporabo zgoraj omenjenih tehnik sem izboljšal kakovost podatkov in zagotovil, da so ti primerni za nadaljnjo analizo in uporabo. Poleg tega so tehnike predprocesiranja zmanjšale količino podatkov, ki jih je treba obdelati in izboljšale učinkovitost modela.

```
def normalize_image(image, size):  
    # spremeni velikost slike na dano velikost  
    normalized_image = cv2.resize(image, size)  
    return normalized_image  
  
def convert_to_grayscale(image):  
    # pretvori sliko v sivine  
    grayscale_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)  
    return grayscale_image  
  
def denoise_image(image, h, hForColor, templateWindowSize, searchWindowSize):  
    # odstranjevanje šuma iz slike z uporabo algoritma nelokalnih sredstev  
    denoised_image = cv2.fastNlMeansDenoisingColored(  
        image, None, h, hForColor, templateWindowSize, searchWindowSize)  
    return denoised_image  
  
def morphological_processing(image, kernel_size):  
    # izvede morfološko obdelavo slike  
    kernel = np.ones((kernel_size, kernel_size), np.uint8)  
    dilated_image = cv2.dilate(image, kernel, iterations=1)  
    eroded_image = cv2.erode(dilated_image, kernel, iterations=1)  
    return eroded_image
```

Koda 1: Primer kode, ki prikazuje obdelavo slik

3.2.2 ENOSTAVNA GRAFOLOŠKA ANALIZA

Umetno inteligenco sem želel naučiti tudi za prepoznavanje sloga rokopisa ter izvajanje preproste grafološke analize. Za doseg tega sem uporabil kombinacijo nevronske mreže ter tradicionalnih algoritmov strojnega učenja.

Za uporabo PCA za prepoznavanje rokopisa in grafološko analizo sem moral najprej predstaviti vsak vzorec rokopisa kot nabor značilnosti. Te značilnosti lahko vključujejo velikost in obliko posameznih črk, razmik med črkami in besedami ter splošni naklon rokopisa, na katere sem se

osredotočil tudi jaz. Po izdelavi vseh potrebnih funkcij, sem uporabil PCA za celoten nabor podatkov, da sem identificiral glavne komponente. PCA je izračunal vektorje in vrednosti kovariančne matrike nabora podatkov in nato kot glavne komponente izbral vektorje z najvišjimi vrednostmi.

Te glavne komponente so predstavljale najpomembnejše značilnosti nabora podatkov in lahko sem jih uporabil za izvedbo grafološke analize. Na primer, prvo glavno komponento sem uporabil za merjenje celotne velikosti rokopisa, drugo glavno komponento pa za merjenje razmika med črkami. Lahko bi uporabil tudi glavne komponente višjega reda, da bi zajel kompleksnejše značilnosti rokopisa, kot je ukrivljenost posameznih črk, vendar sem se odločil za poenostavljeno verzijo.

Da bi umetno inteligenco usposobil za prepoznavanje slogov rokopisa in izvedbo grafološke analize, sem nato uporabil glavne komponente kot vhodne podatke za tradicionalni algoritem strojnega učenja, kot je Support Vector Machine (SVM) poznan tudi kot »naključni gozd«. Ti algoritmi so bili usposobljeni na glavnih komponentah, izvlečenih iz niza za usposabljanje, nato pa so bili uporabljeni za razvrščanje slogov rokopisa in izvedbo grafološke analize na nizu za preverjanje veljavnosti.

Uporaba PCA na ta način mi je omogočila, da sem prepoznal najpomembnejše značilnosti vzorcev rokopisa in izvedel poenostavljeno kompleksno analizo na njih, tudi če te značilnosti niso bile takoj očitne ali intuitivne.

```
{  
  "razmik": 0.7,  
  "velikost": 0.5,  
  "tok": 0.9,  
  "naklon": -0.2,  
  "ukrivljenost": 0.4  
}
```

Slika 2: Primer prikaza grafološke analize v obliki numeričnih vrednosti

```
features = np.zeros((len(sorted_contours), 5))

for i, contour in enumerate(sorted_contours):

    # razmik
    x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)
    aspect_ratio = w / h
    features[i, 0] = aspect_ratio

    # velikost
    area = cv2.contourArea(contour)
    normalized_area = area / (image.shape[0] * image.shape[1])
    features[i, 1] = normalized_area

    # tok
    rect_area = w * h
    extent = float(area) / rect_area
    features[i, 2] = extent

    # naklon
    (x, y), (MA, ma), angle = cv2.fitEllipse(contour)
    features[i, 3] = angle / 90.0 - 1.0

    # ukrivljenost
    hull = cv2.convexHull(contour)
    defects = cv2.convexityDefects(contour, hull)
    if defects is not None:
        curvature = np.sum(defects[:, 0, -1]) / area
    else:
        curvature = 0.0

    features[i, 4] = curvature
```

Koda 2: Izsek postopka računanja lastnosti rokopisa

Ta koda izračuna pet različnih lastnosti za vsako konturo na sliki. Te lastnosti pomagajo opisati obliko in značilnosti vsake konture na sliki. Koda preleti vsako konturo na seznamu *sorted_contours* in izračuna pet značilnosti za vsako konturo. Pri tem je bila uporabljena višja, vendar predvsem zelo kompleksna matematika.

3.2.3 UČENJE UI ZA PREPOZNAVANJE AVTORJA ROKOPISA

Prepoznavanje avtorja rokopisa je bolj zapletena naloga kot preprosto prepoznavanje sloga samega rokopisa, saj temelji na že predhodnem izračunu lastnosti za posamezni rokopis, da lahko vrednosti teh lastnosti primerja z ostalimi, že shranjenimi v bazi podatkov.

Za usposabljanje omrežja sem uporabil velik nabor podatkov vzorcev rokopisov več različnih avtorjev. Med usposabljanjem sem uporabil kombinacijo povečevanja podatkov in urejevanja izpadanja, da bi preprečil »overfitting« in izboljšal sposobnost posplošitve omrežja. Povečevanje podatkov je vključevalo naključno spreminjanje vzorcev rokopisa na različne načine, kot je vrtenje, spreminjanje velikosti in premikanje slik, da bi povečal velikost nabora za usposabljanje in preprečil, da bi si omrežje zapomnilo podatke o usposabljanju.

Za prepoznavo avtorja danega rokopisa, sem uporabil tehniko kvantitativne analize, kjer sem grafološko analizo le tega, primerjal z ostalimi povprečnimi analizami rokopisov avtorjev, ki so bili že predhodno shranjeni v bazi podatkov. To sem storil tako, da sem izračunal evklidsko razdaljo danega rokopisa ter vsakega avtorja posebej, v petdimenzionalnem prostoru. Nato sem na podlagi teh razdalj lahko izračunal najkrajšo.

Merjenje razlike med vzorci rokopisa je lahko zahtevna naloga, zato obstaja več pristopov za merjenje oziroma računanje razlik v vzorcih rokopisa, vključno s kvalitativno in kvantitativno analizo.

Kvantitativna analiza vključuje merjenje specifičnih značilnosti vzorcev rokopisa in njihovo statistično primerjavo. Lastnosti grafološke analize so zapisane v obliki numeričnih vrednosti in jih je mogoče analizirati s statističnimi metodami, kot so regresijska analiza ali algoritmi združevanja.

Izračun te vrednosti je potekal tako, da sem za merjenje razlike med tema dvema vzorcema uporabil računanje evklidske razdalje. To je razdalja med dvema točkama v evklidskem prostoru.

Formula evklidske razdalje izhaja iz pitagorejskega teorema in je izražena kot:

Enačba 2: Evklidska razdalja

$$d = \text{sqrt}((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2),$$

pri čemer je d evklidska razdalja med dvema točkama (x_1, y_1) in (x_2, y_2)

Tu je primer izračuna:

Najprej bi iz vzorca izvlekli lastnosti grafološke analize, kot so razmik, velikost, tok, naklon in ukrivljenost z uporabo tehnik vektorske analize, uporabljene pri prejšnjih učenjih umetne inteligence.

Nato bi vsak vzorec predstavljali kot vektor teh lastnosti. Recimo, da ima naš običajni vzorec naslednje vrednosti:

```
{  
  "razmik": 0.7,  
  "velikost": 0.5,  
  "tok": 0.9,  
  "naklon": -0.2,  
  "ukrivljenost": 0.4  
}
```

Slika 3: Primer prvega vzorca analize za izračun razlike

To bi primerjali z vzorcem vsakega avtorja, ki je bil že predhodno analiziran ter so njegove lastnosti že shranjene v bazi podatkov, posebej, pri čemer bi uporabil njegove povprečne vrednosti vzorcev rokopisa.

Primer vzorca lastnosti povprečnih vrednosti naključnega avtorja:

```
{  
  "razmik": 0.9,  
  "velikost": 0.4,  
  "tok": 0.8,  
  "naklon": -0.4,  
  "ukrivljenost": 0.2  
}
```

Slika 4: Primer drugega vzorca analize za izračun razlike

Te vzorce bi lahko predstavljali kot vektorje v petdimenzionalnem prostoru:

Enačba 3: Vektor v petdimenzionalnem prostoru

$$\begin{aligned} \text{prvi vzorec} &= (a, b, c, d, e) = (0,7, 0,5, 0,9, -0,2, 0,4) \\ \text{drugi vzorec} &= (f, g, h, i, j) = (0,9, 0,4, 0,8, -0,4, 0,2) \end{aligned}$$

Končno bi lahko izračunali evklidsko razdaljo med tema dvema vektorjema:

Enačba 4: Uporaba evklidske razdalje na primeru

$$\begin{aligned} \text{razdalja} &= \text{sqrt}((a - f)^2 + (b - g)^2 + \\ &\quad (c - h)^2 + (d - i)^2 + (e - j)^2) \\ \text{razdalja} &= \text{sqrt}(0,14) \\ \text{razdalja} &= 0,374 \end{aligned}$$

V tem primeru je evklidska razdalja med vhodnim vzorcem in vzorcem posameznega avtorja enaka vrednosti 0,374. Ta razdalja predstavlja razliko med dvema vzorcema v petdimenzionalnem prostoru.

Načinov za izračun razlik med dvema pisavama je več, vendar je ta način zadovoljiv za takšno raziskavo, kjer je poudarek predvsem na analizi in preučevanju rokopisa.


```
def euclidean_distance(sample1, sample2):  
    distance = 0.0  
    for key in sample1.keys():  
        distance += (sample1[key] - sample2[key])**2  
    return math.sqrt(distance)
```

Koda 3: Prikaz funkcije za izračun evklidske razdalje med dvema vzorcema

3.3 AVTOMATIZIRANO OVERJANJE IN OCENJEVANJE PREVERJANJA ZNANJA

Po zgoraj dokumentiranem raziskovanju sem ugotovil, da je z omenjenimi tehnologijami mogoče ustvariti ter raziskati še marsikaj. Nato sem prišel na idejo, da bi lahko naredil program, ki bi temeljil na umetni inteligenci, namenjen avtomatiziranemu overjanju in ocenjevanju preverjanj znanj za učitelje. Namen tega programa bi bil predvsem avtomatizirati proces ocenjevanja, pri čemer bi to pomenilo manj časa porabljenega za popraviljanje ocenjevanj znanj, zmanjšanje učiteljevega subjektivnega vpliva na točkovanje. S tem bi celoten postopek postal učinkovitejši ter bolj zanesljiv. To bi pomenilo manj vloženega truda s strani učiteljev, ki je potreben pri klasičnem popraviljanju preverjanj znanj ter točnejše končne rezultate. Prav tako bi lahko program overjal še avtorja oddanega izdelka, s čimer bi lahko prepoznali plagiate.

Celoten program sem načrtoval tako, da bi najprej učitelj glede na dijakove zapiske ustvaril veliko bazo podatkov njegovih rokopisov, za vsakega dijaka posebej. Nato bi po odpisanem ocenjevanju znanja vse liste z odgovori pobral ter jih pretvoril v digitalno obliko s pomočjo digitalnega skeniranja. Nato bi umetna inteligenca rokopis prebrala ter ga ocenila in ovrednotila. Na koncu bi vse točke seštela ter dijaku podala končno oceno.

3.3.1 PREPOZNAVANJE ROKOPISA

Z uporabo PyTesseract knjižnice ter Google Cloud Vision API sem lahko hitro in enostavno prebral besedilo iz ročno napisanih slik, ne da bi bilo treba zgraditi in učiti lastno nevronske mreže. Knjižnica deluje tako, da najprej predhodno obdela sliko, da izboljša njeno berljivost, na primer z odstranitvijo šuma ali prilagoditvijo kontrasta slike. Nato uporabi algoritme OCR, da prepozna in izvleče besedilo iz slike.

Čeprav uporaba tujih orodij za prepoznavo, morda ne ponuja enake ravni prilagajanja in nadzora kot izdelava nevronske mreže po meri, je lahko koristno orodje za hitra in učinkovita opravila prepoznavanja rokopisa. Kar zadeva natančnost, se zmogljivost orodij, ki sem jih

uporabil jaz, lahko razlikuje glede na kakovost slike in slog rokopisa, vendar se na splošno dobro obnese za tiskano besedilo in preproste sloge rokopisa.

V tem primeru sem nato moral uporabljati rokopise oseb s preprostejšimi slogi, da sem prišel do višje natančnosti. Prepoznavanje rokopisa s pomočjo tuje knjižnice je hitrejše, vendar ne more dosegati enake natančnosti kot bi jo lahko z lastno nevronske mreže. Pri tem uporablja naprednejšo tehnologijo prepoznavanja vzorcev, kar v mojem primeru privede do večje natančnosti, zaradi pomanjkanja primerov v podatkovni bazi. Vendar s tem ne izključujem možnosti, da bi lahko umetno inteligenco naučil na specifičnih primerih vsakega posameznika, kjer bi z zadostnim številom vzorcev rokopisa, bila natančnost precej višja.

Učenje s po meri naučeno umetno inteligenco je lahko tako natančnejše za osebe z manj čistim rokopisom, saj bi bil sam UI bolj personaliziran na posameznika, s tem pa bi se lahko naučil razbrati tudi pisavo, ki je nam ljudem nečitljiva ali težko berljiva.

```
def findHorizontalLines(img):  
  
    img = cv2.imread(img)  
  
    process = image_process(img)  
  
    # Poišče horizontalne črte  
    horizontal_kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (40, 1))  
  
    detected_lines = cv2.morphologyEx(process, cv2.MORPH_OPEN,  
    horizontal_kernel, iterations=2)  
  
    cnts = cv2.findContours(detected_lines, cv2.RETR_EXTERNAL,  
    cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)  
  
    cnts = cnts[0] if len(cnts) == 2 else cnts[1]  
  
    for c in cnts:  
        cv2.drawContours(process, [c], -1, (255, 255, 255), 2)  
  
    return process  
  
lineLocations = findHorizontalLines(img)  
plt.figure(figsize=(24, 24))  
plt.imshow(lineLocations, cmap='Greys')  
  
df_lineLocations = pd.DataFrame(lineLocations.sum(axis=1)).reset_index()  
df_lineLocations.columns = ['rowLoc', 'LineLength']  
df_lineLocations[df_lineLocations['LineLength'] > 0]  
  
df_lineLocations['line'] = 0  
df_lineLocations['line'][df_lineLocations['LineLength'] > 100] = 1  
  
df_lineLocations['cumSum'] = df_lineLocations['line'].cumsum()  
  
df_lineLocations.head()
```

Koda 4: Primer kode za prepoznavanje vrstic besedila iz slike

Ta koda je namenjena iskanju vodoravnih črt iz slike. Začne se z nalaganjem slike in njeno predhodno obdelavo za izboljšanje zaznavanja linij. Nato uporabi morfološke operacije za

zaznavanje vodoravnih črt z uporabo jedra s pravokotno obliko. Zaznane črte nariše na sliko in jo vrne.

Ko dobi obdelano sliko z zaznanimi črtami, koda izračuna vsoto vrednosti slikovnih pik vzdolž vsake vrstice slike, da identificira vrstice, v katerih so črte. Ustvari podatkovni okvir z indeksi vrstic in ustrezno vsoto vrednosti slikovnih pik za vsako vrstico.

Nato nastavi prag za razlikovanje med vrsticami s črtami in vrsticami brez črt. Vrstice z vsoto vrednosti slikovnih pik nad pragom so označene kot vrstice s črtami in označene z 1 v novem stolpcu.

Nazadnje izračuna kumulativno vsoto stolpcev oznak, da identificira ločena področja vrstic in jim dodeli edinstveno oznako. Nastali podatkovni okvir vključuje indekse vrstic, dolžine vrstic, oznake vrstic in kumulativne vsote.

```
def pageSegmentation1(img, w, df_SegmentLocations):
    img = cv2.imread(img)
    im2 = img.copy()
    segments = []

    for i in range(len(df_SegmentLocations)):
        y = df_SegmentLocations['SegmentStart'][i]
        h = df_SegmentLocations['Height'][i]

        cropped = im2[y:y + h, 0:w]
        segments.append(cropped)
        plt.figure(figsize=(8, 8))
        plt.imshow(cropped)
        plt.title(str(i+1))

    return segments

def extractTextFromImg(segment):
    text = pytesseract.image_to_string(segment, lang='eng')
    text = text.encode("gbk", 'ignore').decode("gbk", "ignore")

    return text
```

Koda 5: Izvleček besedila iz segmentiranih območij

Ta koda izvede prepoznavanje besedila na sliki tako, da sliko segmentira na manjše dele in iz vsakega segmenta izvleče besedilo.

Prva funkcija *pageSegmentation1* vzame vhodno sliko, širino slike in DataFrame lokacij segmentov. Preleti vsako lokacijo segmenta v »DataFrame«, obreže ustrezen segment iz vhodne slike in doda obrezani segment na seznam. Funkcija nato prikaže vsak segment kot ločeno sliko z uporabo matplotlib. Končno funkcija vrne seznam segmentov.

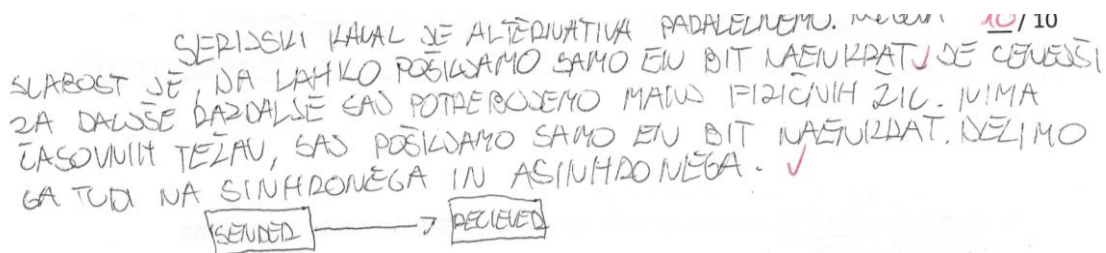
Druga funkcija *extractTextFromImg* vzame sliko segmenta kot vhod in uporablja funkcijo iz orodja Tesseract OCR za prepoznavanje besedila iz segmenta. Funkcija vrne prepoznano besedilo.

```
def CloudVisionTextExtractor(handwritings):  
  
    # Pretvori sliko iz numpy v bajte za Google Cloud Vision  
    _, encoded_image = cv2.imencode('.png', handwritings)  
    content = encoded_image.tobytes()  
    image = vision.types.Image(content=content)  
  
    # Doda segment slike rokopisa v Google Cloud Vision API  
    client = vision.ImageAnnotatorClient()  
    response = client.document_text_detection(image=image)  
  
    return response  
  
def getTextFromVisionResponse(response):  
    texts = []  
    for page in response.full_text_annotation.pages:  
        for i, block in enumerate(page.blocks):  
            for paragraph in block.paragraphs:  
                for word in paragraph.words:  
                    word_text = ''.join([symbol.text for symbol in  
word.symbols])  
                    texts.append(word_text)  
  
    return ' '.join(texts)
```

Koda 6: Ekstrakcija rokopisnega besedila z uporabo Google Cloud Vision API

Podana koda je za prepoznavanje besedila iz slike ročno napisanega besedila z uporabo Google Cloud Vision API. Funkcija *CloudVisionTextExtractor* vzame sliko ročno napisanega besedila kot vhod, jo pretvori v bajte in predloži API-ju Google Cloud Vision. Odgovor API-ja je vrnjen kot rezultat funkcije.

Funkcija *getTextFromVisionResponse* sprejme objekt odziva iz Google Cloud Vision API kot vhod in izvleče besedilo iz ročno napisane slike. Funkcija gre skozi objekt odziva in izvleče besedilo na različnih ravneh razdrobljenosti – besede, odstavki, bloki in strani. Nato združi vsa besedila v en sam niz in ga vrne kot rezultat funkcije.



SERIJSKI KANAL JE ALTERNATIVA PARALELNEMU. MEDEN 10/10
SLABOST JE DA LAHKO POSILJAMO SAMO EN BIT NAENKRAT, JE CENEJSI
ZA DALJSE RAZDALJE SAJ POTREBOJEMO MANJ FIZIČNIH ZIC. NIMA
ČASOVNIH TEZAV, SAJ POSILJAMO SAMO EN BIT NAENKRAT. NEZIMO
GA TUDI NA SINHRONEGA IN ASINHRONEGA. ✓

SENT → RECEIVED

Slika 5: Primer rokopisa, ki bo uporabljen za prepoznavo

Vhod: test_case1.jpg

Pošiljam zahtevo...

Odgovor prejet.

Izhod:

Serijski kanal je alternativa paralelnemu. Njegova slabost je da lahko posiljamo samo en bit naenkrat, je cenejši za daljse razdalje saj potrebojemo manj fizicnih zic. Nima casovnih tezav, kaj posiljamo samo en bit naenkrat. Delimo ga tudi na sinhronega in asiivhronega

Slika 6: Rezultat zgornjega rokopisa

3.3.2 PREVERJANJE PRAVILNOSTI ODGOVOROV

Ko sem imel odgovore na vsa vprašanja odprtega tipa sem klasificiral vsakega izmed dijakov. V vsak objekt sem nato shranil vse njegove odgovore na dana vprašanja. Zatem sem preveril pravilnost vsakega izmed odgovorov na zastavljena vprašanja.

Pravilnost le-teh sem preveril s pomočjo že predhodno uposobljenih jezikovnih modelov. Za ta namen sem uporabil OpenAI GPT-3 jezikovni model. [9] Za vsakega izmed odgovorov sem preveril pravilnost s pošiljanjem zahtevkov na njihov API. V zahtevek sem vključil, naj UI sama, glede na pravilnost odgovora oceni posamezen odgovor s številom točk v območju, katerega sem določil. UI nato mojemu programu pošlje odgovor, v katerem sporoči pravilnost vsakega izmed odgovorov ter njegovo oceno. Program nato sešteje vse točke, ki jih je prejel s strani umetne inteligence. Sprogramirana je tako, da glede na končno uspešnost v odstotkih, določi končni rezultat v obliki ocene od ena do pet.

Lahko bi uporabil svoj model nevronske mreže, katero bi moral usposobiti sam, vendar mi uporaba tujega, večjega jezikovnega modela, predstavlja učinkovitejši pristop, saj so takšni modeli naučeni na ogromnih podatkovnih bazah in so nepravilnosti v odgovorih skoraj izničene.

```
prompt = """
Prosimo, ocenite naslednji odgovor glede na stopnjo srednje šole:

Vprašanje: {question}

Odgovor: {answer}

Odgovor ocenite na lestvici od 1 do 5, kjer je 1 zelo slabo in 5 odlično.
Poleg predložite pojasnilo za podano oceno.
"""
```

Koda 7: Osnova za poziv, ki bo uporabljena za ChatGPT API

Ta del kode ustvari spremenljivko, ki vsebuje poziv za ocenjevanje odgovora na dano vprašanje. Poziv vključuje nadomestna znaka *{question}* in *{answer}*, ki bosta nadomeščena z dejanskim vprašanjem in odgovorom, ki ju je treba oceniti.

Poziv od ocenjevalca zahteva, da odgovoru dodeli oceno na lestvici od 1 do 5, kjer se 1 šteje za zelo slabo, 5 pa za odlično. Ocenjevalca prosimo tudi za obrazložitev postavljene ocene, hkrati pa mu naročimo, naj odgovor ocenjuje na srednješolski ravni.

Ta poziv je namenjen uporabi kot vhod za funkcijo, ki sprejme vprašanje in odgovor ter vrne oceno in razlago, zakaj je odgovor prejel to oceno.

```
def grade_answer(question, answer):  
    # Ustvarjanje poziva z vprašanjem in odgovorom  
    prompt_text = prompt.format(question=question, answer=answer)  
  
    # Pošlje poziv GPT-3 OpenAI API-ju za ocenjevanje  
    response = openai.Completion.create(  
        engine=model_engine,  
        prompt=prompt_text,  
        max_tokens=1024,  
        n=1,  
        stop=None,  
        temperature=0.7,  
    )  
  
    # Iz odgovora izlušči oceno in razlago  
    result = response.choices[0].text  
    grade_match = re.search(r"Grade: (\d)", result)  
    explanation_match = re.search(r"Explanation: (.*)", result)  
    grade = int(grade_match.group(1))  
    explanation = explanation_match.group(1)  
  
    # Vrne oceno in razlago v obliki tupla  
    return (grade, explanation)
```

Koda 8: Funkcija za ocenjevanje odgovora z API-jem

Ta koda definira funkcijo, imenovano *grade_answer*. Funkcija sprejme dva argumenta: vprašanje in odgovor. Argument vprašanja je niz, ki vsebuje vprašanje, na katerega je treba odgovoriti, medtem ko je argument odgovora niz, ki vsebuje odgovor na vprašanje.

Funkcija se začne z izdelavo poziva, ki vključuje vprašanje in odgovor z uporabo niza poziva, definirane drugje v kodi. Spremenljivka *prompt_text* vsebuje končni pozivni niz, ki bo poslan v API za ocenjevanje.

Funkcija nato pošlje *prompt_text* API-ju GPT-3 OpenAI z uporabo metode *openai.Completion.create*. API vrne odgovor, ki vključuje ocenjeno oceno in razlago ocene. Spremenljivka odziva vsebuje odziv API-ja.

Funkcija nato iz odgovora z uporabo regularnih izrazov izvleče oceno in razlago. Ocena je celoštevilska vrednost v razponu od 1 do 5 in predstavlja oceno, ki jo je prejel odgovor.

Vprašanje: [vprašanje]

Ocena: [0-5]

Odgovor “[dijakov odgovor]” [pojasnilo]

[Pravilni odgovor]

Slika 7: Vzorec prikaza API odgovora

Vprašanje: Opiši HTTP.

Ocena: 3

Odgovor HTTP je protokol za pošiljanje spletnih strani je delno pravilen, vendar ne povsem natančen.

Natančnejši odgovor: HTTP je protokol za komunikacijo med spletnimi strežniki in spletnimi brskalniki, ki omogoča prenos različnih vrst vsebine, vključno s spletnimi stranmi, slikami, videoposnetki, zvoki in drugimi dodatki.

Slika 8: Primer uporabe vrednotenja odgovora s pomočjo umetne inteligence

4 REZULTATI

Moja raziskava je bila osredotočena predvsem na raziskovanje potenciala umetne inteligence za analizo in prepoznavanje ročno napisanega besedila. Z usposabljanjem sistema UI za grafološko analizo rokopisa in celo prepoznavanja avtorja rokopisa, sem želel pokazati moč UI na tem področju.

Namen moje raziskovalne naloge je bil predvsem raziskovati možnosti avtomatiziranega ocenjevanja znanja, kjer bi lahko umetna inteligenca sama ocenila odgovore na vprašanja odprtega tipa namesto učitelja, na predhodnem prepoznavanju ter analizi rokopisa s pomočjo umetne inteligence. S tem bi lahko prispeval k razvoju rešitev, ki temeljijo na UI, za izboljšanje ter uporabo v vsakdanjem življenju, predvsem pa izobraževanju.

4.1 ANALIZIRANJE ROKOPISA

Z vektorsko analizo rokopisa, je umetni inteligenci uspelo precej natančno analizirati različne rokopise. Kot test konsistence moje rešitve, sem primerjal rezultate analize istih avtorjev, kjer je med različnimi rokopisi istega avtorja, prišlo do 15 % odstopanja vrednosti.

Tukaj je tudi primer ene izmed analiz danega rokopisa v obliki JSON zapisa. To je oblika podatkov, ki jo lahko ljudje enostavno berejo in pišejo, stroji pa lahko razčlenijo ter sestavijo.

```
{  
  "razmik": 0.7,  
  "velikost": 0.5,  
  "tok": 0.9,  
  "naklon": -0.2,  
  "ukrivljenost": 0.4  
}
```

Slika 9: Prikaz analize danega rokopisa v obliki JSON zapisa

V okviru predloženega JSON zapisa ni absolutne lestvice za določitev pomena višje vrednosti. Lestvica in obseg vsake vrednosti sta odvisna od specifične metode, ki se uporablja za analizo rokopisa, in enot, ki se uporabljajo za merjenje vsake značilnosti. Na splošno lahko višja vrednost za določeno značilnost kaže, da ima vzorec izrazitejšo ali pomembno vrednost te značilnosti v primerjavi z vzorcem z nižjo vrednostjo. Vendar bo posebna razlaga vsake značilnosti odvisna od konteksta in metode, ki se uporablja za analizo.

4.2 PREPOZNAVANJE AVTORJA DANEGA ROKOPISA

Mojemu modelu umetne inteligence je uspelo natančno prepoznati avtorje vzorcev rokopisa v 36 % primerih.

Na splošno je bila grafološka analiza rokopisa ter naposled računanje razdalj, premalo učinkovit postopek za prepoznavanje avtorja vzorca rokopisa. Z uporabo te tehnike meni ni uspelo ustvariti dovolj zmogljivega sistema za prepoznavanje rokopisa, ki bi se lahko uporabljal za različne aplikacije, kot je prepoznavanje avtorja anonimnih dokumentov ali analiza zgodovinskih rokopisov.

V primeru, da bi razširil mojo podatkovno bazo različnih vzorcev rokopisa, ne dvomim, da bi lahko precej zvišal natančnost modela umetne inteligence. Pri tem bi morali za boljše rezultate upoštevati še kakšno lastnost. Hkrati bi lahko izboljšal natančnost grafološke analize z drugimi tehnikami računanja. Naposled pa bi lahko za računanje razlik rokopisov uporabil druge metode kot pa računanje evklidske razdalje.

V realnem svetu bi najverjetneje uporabil metodo shranjevanja podatkov v vektorske baze. To je vrsta baze podatkov, ki je zasnovana za shranjevanje in upravljanje vektorskih podatkov, ki predstavljajo točke, črte in oblike v večdimenzionalnem prostoru. Uporaba vektorskih baz bi omogočila natančnejše izračune razlik med različnimi vzorci rokopisov, kar bi lahko privedlo do natančnejše prepoznave avtorja rokopsia.

4.3 PREPOZNAVANJE ROKOPISA

Za prepoznavanje rokopisa, sem uporabil nevronske mreže globokega učenja, pri čemer sem uporabil PyTesseract ter Google Cloud Vision API.

Čeprav uporaba tujih orodij, morda ne ponuja enake ravni prilagajanja in nadzora kot izdelava nevronske mreže po meri, je lahko koristno orodje za hitra in učinkovita opravila prepoznavanja rokopisa. Kar zadeva natančnost, se zmogljivost lahko razlikuje glede na kakovost slike in slog rokopisa, vendar se na splošno dobro obnese za tiskano besedilo in preproste sloge rokopisa.

Po usposabljanju omrežja sem ga preizkusil na ločenem nizu ročno napisanih besed, da sem ocenil njegovo uspešnost. Vendar UI ni natančno prepoznal in razvrščal besed, ko so bili predstavljeni vzorci rokopisa, ki jih predtem še ni videl. S tem sistemom prepoznavanja rokopisa sem ugotovil, da imam omejeno bazo podatkov in posledično rezultati ne bi mogli biti tako natančni, kot sem si želel.

Zato sem moral, da sem natančnost mojega modela umetne inteligence zvišal, uporabiti vzorce rokopisov avtorjev s preprostejšimi slogi. Prepoznavanje rokopisa z uporabo knjižnice je hitrejše, vendar ne more doseči enake natančnosti kot nevronska mreža po meri, ki ima dovolj veliko bazo podatkov za urjenje. Uporablja naprednejšo tehnologijo za prepoznavanje vzorcev, kar v mojem primeru vodi do večje natančnosti zaradi pomanjkanja primerov v naboru podatkov. To pa ne izključuje možnosti poučevanja umetne inteligence na konkretnih primerih vsakega posameznika, kjer bi lahko bila z zadostnim številom vzorcev rokopisa natančnost veliko večja.

Natančnost umetne inteligence se je po filtriranju podatkov, pri čemer so bili kompleksnejši slogi rokopisa ignorirani se je iz 78 %, vendar le-ta nato zvišala na 93 %.

Verjamem, da bi se lahko natančnost še izboljšala, če bi sočasno uporabljal obe možnosti prepoznave rokopisa, pri čemer bi se lahko s pomočjo nevronske mreže po meri, umetna inteligenca personalizirala, kljub uporabi tuje knjižnice za prepoznavo.

4.4 OCENJEVANJE ODGOVOROV NA VPRAŠANJA ODPRTEGA TIPA

Uporaba umetne inteligence pri ocenjevanju odgovorov dijakov se je izkazala za zelo učinkovito, z 97 % podobnostjo med oceno umetne inteligence in oceno učitelja za iste odgovore. Ta metoda lahko bistveno zmanjša učiteljevo delovno obremenitev pri ocenjevanju nalog in jim omogoči, da se osredotočijo na druge pomembnejše vidike poučevanja. Uporaba vnaprej naučenega jezikovnega modela je učinkovitejša od ustvarjanja nevronske mreže iz nič, saj je naučena na obsežnih bazah podatkov, kar zagotavlja skoraj popolno odpravo nepravilnosti v odzivih.

Na splošno je ta pristop zagotovil zanesljivo in objektivno oceno uspešnosti učencev, kar učiteljem omogoča, da prepoznajo področja za izboljšave in zagotovijo podporo učencem. Ta način torej pozitivno odpravlja prostore za napake pri ocenjevanju ter subjektivnost, ki bi lahko negativno vplivala na končno oceno podano s strani učitelja.

Na koncu se je potrebno vprašati, če je uporaba UI v namene ocenjevanja sploh to, kar želimo in če je to morlano primerno. Osebnostno v večini primerov ne vidim problemov, vidim jih pa v primerih, kjer mora dijak izraziti svoje subjektivno mnenje, ki je posledično ocenjeno. Eden izmed takih primerov je esej. Pri ocenjevanju eseja je potreben tudi kanček subjektivnosti, česar UI zaenkrat še ni zmožna oceniti. Vendar tudi v tem primeru, bi lahko bil UI uporabljen kot orodje za pomoč pri ocenjevanju objektivnih značilnosti eseja.

5 RAZPRAVA

Glede na dane rezultate, lahko sedaj potrdim oziroma ovržem izbrane hipoteze.

Prvo hipotezo, da lahko z uporabo umetne inteligence pretvorimo rokopis v digitalno besedilo v vsaj 70 % uspešnosti, **POTRDIM**.

Naučeni model je presegal 70 % natančnost. Pri uporabi vseh rokopisov le 78 %, medtem ko pri uporabi berljivejših pa 93 % natančnost. S tem sem ugotovil, da je doseganje uspešnosti, navedene v moji hipotezi možno, vendar z velikimi količinami nabora podatkov.

Drugo hipotezo, da je uporaba umetne inteligence za prepoznavanje pisave, zmožna prepoznati avtorja rokopisa v več kot 80 % primerih, **OVRŽEM**.

Moj model umetne inteligence sem naučil prepoznavati avtorja pisave v 36 % natančnosti, pri čemer rezultati niso dosegali uspešnosti podane hipoteze. Pri tem lahko potrdim, da je rokopis unikaten del vsakega človeka, vendar se ga ne da, prepoznati s trenutnim modelom umetne inteligence oziroma mojim znanjem, ki ga imam. Verjamem pa, da je to izvedljivo in da bom to hipotezo lahko v prihodnosti potrdil.

Tretjo hipotezo, da bo uporaba umetne inteligence za prepoznavanje pisave posameznim učencem podala enako oceno rezultatov kot učitelj v vsaj 80 % primerih, **POTRDIM**.

Program, ki je s pomočjo umetne inteligence zmožen prepoznati ročno napisano besedilo ter ga hkrati tudi oceniti se je izkazal kot zelo natančen. Na preverjanju znanja, ki sem ga prejel od dijakov, za namene učenja umetne inteligence, je v kar 97 % podal isto oceno, kot jo je ta dijak prejel na samem preverjanju znanja. S tem lahko potrdim visoko uspešnost samega programa, kar pa kaže velik potencial za bodočo uporabo v šolstvu.

6 ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga se je predvsem osredotočila na raziskovanje potenciala umetne inteligence za analizo in prepoznavanje rokopisa. Namen je bil ugotoviti natančnost umetne inteligence pri prepoznavanju in analizi rokopisa, da bi prispeval k razvoju rešitev, ki temeljijo na umetni inteligenci.

Kljub ovrženi drugi hipotezi, se cilj naše naloge ni spremenil. To pomeni, da avtomatizacija prepoznavave avtorja ni bila uspešna, kar povzroči, da mora učitelj ob preverjanju odgovorov, še vedno preverjati avtorja.

Vektorska analiza rokopisa je bila uspešna in UI je lahko natančno analizirala različne sloge rokopisa z minimalnim odstopanjem manj kot 15 % za podobne sloge rokopisa istega avtorja. Rezultati analize so bili vrnjeni v numeričnih podatkih, ki jih je bilo potrebno pretvoriti v obliko, ki jo razume skoraj vsak človek.

V raziskavi sem uporabil tudi nevronske mreže za prepoznavanje ročno napisanih črk in vzorcev, ki je bila usposobljena na velikem naboru podatkov ročno napisanih besed.

V kar 97 % ujemanju končne ocene, ovrednotene s strani umetne inteligence, s končno oceno, ovrednoteno s strani učitelja. To prikazuje veliko možnosti za uporabo UI na tem področju, s čimer bi prihranili veliko časa, hkrati pa ocenjevanje naredili bolj objektivno ter poenoteno.

Raziskovalna naloga je pokazala potencial umetne inteligence za analizo in prepoznavanje rokopisa, ki bi se lahko uporabljal za različne aplikacije. Z večjim naborom podatkov različnih vzorcev rokopisov bi lahko natančnost modela UI še izboljšali.

Torej, če se še enkrat vprašam ali bi lahko umetno inteligenco naučili opravljati analize na področju rokopisa ter rokopisnih vzorcev je odgovor, da. Kljub temu da grafologija ni znanstveno dokazana, pa so dokazane nekatere izmed njenih lastnosti in prav te lahko prepoznavamo s pomočjo umetne inteligence. S tem bi rad izpostavil predvsem dejstvo, da je umetna inteligenca močno orodje in bo v prihodnosti sposobna marsičesa.

7 ZAHVALA

Iskreno bi se rad zahvalil svojemu mentorju g. Alešu Spitalu, za pomoč pri sami raziskavi ter dr. Nataši Meh Peer, ki mi je raziskovalno nalogo lektorirala.

Prav tako bi se rad zahvalil tudi vsem dijakom, ki so mi posodili preverjanja znanja ter zapiske, da sem jih lahko v nadaljevanju uporabil za učenje mojega modela umetne inteligence.

8 VIRI IN LITERARURA

- [1] Mimikar, Določanje osebnih lastnosti osebe z analizo rokopisa, Dostopno na: <https://minikar.ru/sl/money/opredelenie-lichnostnyh-harakteristik-cheloveka-s-pomoshchyu-analiza/> [17. 11. 2022]
- [2] Radio Ognjišče, Pisava pove veliko o človeku, Dostopno na: <https://radio.ognjisce.si/sl/222/oddaje/30951/pisava-pove-veliko-o-cloveku.htm>, Objavljeno: 24. 1. 2020
- [3] Regvar Bojan, 1988, Spoznajmo grafologijo. Ljubljana: samozaložba-Trstenjak
- [4] Anton L., 1986, Človek in njegova pisava. Ljubljana: Založba Centralnega zavodaza napredek gospodinjstva
- [5] Jožko B., 2019. Osnove grafologije. Založba Ara
- [6] Lee Kai-fu, 2019. Velesili umetne inteligence: Kitajska, Silicijeva dolina in novi svetovni red. Kitajska.
- [7] Howard C., Hapke H., Lane H., 2019, Natural Language Processing in Action - Understanding, analyzing, and generating text with Python. Založba Manning Publications
- [8] Lea U., Umetna inteligenca hitro napreduje, a ne vedno v korist človeštva , Objavljeno: 22. 5. 2022, Dostopno na: <https://n1info.si/poglabljeno/umetna-inteligenca-hitro-napreduje-a-ne-vedno-v-korist-clovestva/>
- [9] Računalniške novice, Kaj je umetna inteligenca ChatGPT? Kako deluje? ,Dostopno na: <https://racunalniske-novice.com/kaj-je-umetna-inteligenca-chatgpt/> [20. 1. 2023]
- [10] MyScript. AI, neural networks and handwriting recognition, Dostopno na: <https://www.myscript.com/ai/> [14. 12. 2022]
- [11] Great Learning, How To Apply Machine Learning to Recognise Handwriting | How to Recognise handwriting, Dostopno na: <https://www.mygreatlearning.com/blog/how-to-recognise-handwriting-with-machine-learning/> [5. 12. 2022]

[12] Harald S., Build a Handwritten Text Recognition System using TensorFlow, objavljeno: 15. 6. 2018, dostopno na: <https://towardsdatascience.com/build-a-handwritten-text-recognition-system-using-tensorflow-2326a3487cd5>

[13] Nabor podatkov za prepoznavo rokopisa, Handwriting Recognition, Dostopno na: <https://www.kaggle.com/datasets/landlord/handwriting-recognition> [12. 1. 2023]