

Digitalna transformacija poslovanja i obrada dokumenata softverskim rješenjima optičkog prepoznavanja znakova

Jurak, Laura

Graduate thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:857933>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu

Ekonomski fakultet

Stručni diplomski studij

Elektroničko poslovanje u privatnom i javnom sektoru

**DIGITALNA TRANSFORMACIJA POSLOVANJA I
OBRADA DOKUMENATA
SOFTVERSKIM RJEŠENJIMA OPTIČKOG
PREPOZNAVANJA ZNAKOVA**

Diplomski rad

Laura Jurak

Zagreb, rujan, 2024.

Sveučilište u Zagrebu

Ekonomski fakultet

Stručni diplomski studij

Elektroničko poslovanje u privatnom i javnom sektoru

**DIGITALNA TRANSFORMACIJA POSLOVANJA I OBRADA
DOKUMENATA SOFTVERSKIM RJEŠENJIMA OPTIČKOG
PREPOZNAVANJA ZNAKOVA**

**DIGITAL BUSINESS TRANSFORMATION AND DOCUMENT
PROCESSING WITH OPTICAL CHARACTER
RECOGNITION SOFTWARE**

Diplomski rad

Laura Jurak, 0067540484

Mentor: Prof. dr. sc. Mirjana Pejić Bach

Zagreb, rujan, 2024.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog izvora te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

(vlastoručni potpis studenta)

(mjesto i datum)

STATEMENT ON THE ACADEMIC INTEGRITY

I hereby declare and confirm by my signature that the final thesis is the sole result of my own work based on my research and relies on the published literature, as shown in the listed notes and bibliography.

I declare that no part of the thesis has been written in an unauthorized manner, i.e., it is not transcribed from the non-cited work, and that no part of the thesis infringes any of the copyrights.

I also declare that no part of the thesis has been used for any other work in any other higher education, scientific or educational institution.

(personal signature of the student)

(place and date)

Sažetak i ključne riječi

Razvojem suvremenog poslovanja stvorene su velike količine podataka koje su sadržane većinom u dokumentima fizičkog oblika. Digitalne tehnologije nastavljaju svoj razvoj te ih je moguće implementirati u različite segmente poslovanja. Digitalnom transformacijom poslovanja te smanjenjem neučinkovitosti poslovnih procesa, potrebno je smanjiti jaz između elektroničkih te papirnatih oblika dokumenata u poslovanju organizacija. Dokumente nije dovoljno skenirati, odnosno pretvoriti u slike jer time podaci ostaju u nestrukturiranim oblicima. S ciljem strukturiranja podataka te mogućnosti njihova pretraživanja, upravljanja dokumentima te pohrane u baze podataka, moguća je implementacija softvera za optičko prepoznavanje znakova. Proces optičkog prepoznavanja znakova provodi se u nekoliko faza te korištenjem različitih metoda, a pouzdanost rezultata može značajno varirati ovisno o implementiranoj vrsti softvera.

U istraživačkom dijelu rada provedena je usporedba dostupnih softvera optičkog prepoznavanja znakova te su primijenjene prilagođene metode mjerenja i analize s ciljem pronalaska pouzdanog softvera te njegove mogućnosti implementacije sa sustavima upravljanja dokumentima kojima se smanjuju poslovni rizici u organizaciji.

Ključne riječi:

dokument, optičko prepoznavanje znakova, digitalne tehnologije, digitalna transformacija, pouzdanost, ABBYY FineReader, Tesseract, Google Img to Docs

Abstract and keywords

The development of modern business has created large amounts of data, which are mostly contained in documents in physical form. Digital technologies continue their development and it is possible to implement them in different business segments. By digital transformation of business and reducing the inefficiency of business processes it is necessary to reduce the gap between electronic and paper forms of documents in the organizations. It is not enough to scan documents or convert them into images because the data remains in unstructured forms. With the aim of structuring data and the possibility of searching form, managing documents and storing them in databases, it is possible to implement software for optical character recognition. The process of optical character recognition is carried out in several stages using different methods, so the reliability of the results can vary significantly depend on the implemented type of software.

In the research, it was performed a comparison of different optical character recognition software and methods of measurement with the aim of finding reliable software and its implementation possibilities with document management systems that reduce business risks in the organization.

Keywords:

document, optical character recognition, digital technologies, digital transformation, reliability, ABBYY FineReader, Tesseract, Google Img to Docs

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Predmet i cilj rada	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	2
1.3. Sadržaj i struktura rada.....	2
2. Razvoj digitalizacije poslovanja	3
2.1. Razvoj informacijskih i komunikacijskih tehnologija.....	4
2.2. Primjena informacijskih tehnologija u digitalizaciji poslovanja	6
2.3. Digitalizacija dokumenata.....	11
3. Tehnologija optičkog prepoznavanja znakova.....	16
3.1. Pojam i razvoj tehnologije optičkog prepoznavanja znakova	16
3.2. Proces i ključne funkcionalnosti optičkog prepoznavanja znakova.....	20
3.2.1. Inicijalna obrada	20
3.2.2. Segmentacija	22
3.2.3. Izdvajanje obilježja/značajki	24
3.2.4. Prepoznavanje/klasifikacija.....	26
3.2.5. Postprocesiranje	27
3.2.6. Evaluacija	28
4. Primjena softverskih rješenja optičkog prepoznavanja znakova u poslovanju.....	29
4.1. Upravljanje digitalnim dokumentima i arhivima	29
4.2. Strojno učenje i automatizacija poslovanja	31
4.3. Ostale primjene tehnologije optičkog prepoznavanja znakova.....	34
5. Studija slučaja primjene dostupnih softverskih rješenja optičkog prepoznavanja znakova	39
5.1. Sažetak i objašnjenje problema istraživanja.....	39
5.2. Pregled metodologije i postupak istraživanja.....	40
5.3. Analiza i prikaz rezultata istraživanja	41
5.3.1. ABBYY FineReader.....	41
5.3.2. Tesseract	43
5.3.3. Google Img to Docs	45
5.3.4. Rezultati istraživanja	46
5.3.5. Kritički osvrt na studiju slučaja.....	53
6. Zaključak.....	55

Literatura	56
Popis slika	61
Popis grafikona.....	62
Popis tablica	62

1. Uvod

1.1. Predmet i cilj rada

Diplomski rad temelji se na ispitivanju obrade dokumenata softverskim rješenjima optičkog prepoznavanja znakova s ciljem identifikacije uloge optičkog prepoznavanja znakova u napretku i digitalizaciji poslovanja kao i uloge u strojnom učenju te umjetnoj inteligenciji.

Optičko prepoznavanje znakova predstavlja tehnologiju kojom se omogućava da se znakovi odnosno podaci sa dokumenata i slika pretvaraju u oblik razumljiv računalima i strojevima. Elektronskom pretvorbom u strojni tekst omogućeno je pretraživanje, indeksiranje i manipulacija pretvorenim izvorima podataka.

Ciljevi rada su:

1. Identifikacija uloge optičkog prepoznavanja znakova u napretku i digitalnoj transformaciji poslovanja.
2. Istraživanje područja elektronske pretvorbe podataka sa dokumenata i slika u strojni tekst te njihove mogućnosti indeksiranja i manipulacije pretvorenih izvora podataka.
3. Primjena softverskih rješenja optičkog prepoznavanja znakova za usporedbu fizičkih oblika dokumenata i točnosti dobivenih podataka korištenim alatima kroz studiju slučaja.
4. Analitičkim alatima ispitati mogućnosti ispravnog prepoznavanja znakova u dokumentima kako bi se utvrdila sigurnost i preciznost korištenja za unaprjeđenje i digitalnu transformaciju poslovanja.

Doprinos rezultata istraživanja je ukazivanje na važnost uvođenja softverskih rješenja optičkog prepoznavanja znakova u poslovanju kao alata za postizanje digitalne transformacije i unaprjeđenja poslovanja.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Teorijskim okvirom u radu se opisuje razvoj, glavne faze rada te uloga i značaj same primjene softverskih rješenja optičkog prepoznavanja znakova. Deskriptivnom metodom temeljem stručne znanstvene literature opisan je razvoj digitalnih tehnologija s naglaskom na optičko prepoznavanje znakova te faze rada softvera za optičko prepoznavanje znakova kako bi se pružile bitne informacije za razumijevanje njegove primjene u današnjem poslovanju. U području primjene izdvojeni su konkretni primjeri korištenja softverskih rješenja optičkog prepoznavanja znakova u različitim industrijama. Studijom slučaja provedena je analiza i usporedba dostupnih softverskih rješenja za optičko prepoznavanje znakova na tržištu te su predstavljeni dobiveni rezultati kako bi se izveo zaključak.

1.3. Sadržaj i struktura rada

Diplomski rad podijeljen je u šest poglavlja. Prvo poglavlje sastoji se od uvoda u kojemu su navedene i opisane glavne sastavnice te ciljevi samog rada. Zatim slijedi poglavlje digitalizacije poslovanja u kojemu je detaljno objašnjen razvoj i primjena informacijskih tehnologija te sama digitalizacija dokumenata u poslovanju. Treće i četvrto poglavlje predstavljaju glavni dio teoretskog dijela rada u kojima je opisan proces i ključne funkcionalnosti tehnologije optičkog prepoznavanja znakova te njihova primjena u različitim granama poslovanja. U petom poglavlju provedena je studija slučaja u kojoj su korištene tri različite tehnologije optičkog prepoznavanja znakova dostupne na tržištu kako bi se provela analiza te usporedba rezultata optičkog prepoznavanja znakova. Usporedbom dobivenih rezultata utvrđena je tehnologija optičkog prepoznavanja znakova koja prikazuje precizne rezultate optičkog prepoznavanja znakova za moguću implementaciju u poslovanje te je na samom kraju izveden zaključak.

2. Razvoj digitalizacije poslovanja

Posljednjih desetljeća modeli poslovanja značajno se mijenjaju. Digitalna tehnologija doživljava velike napretke te potiče transformaciju poslovanja privatnih i javnih poduzeća. Tehnologija je oduvijek snažno povezana s industrijom i cjelokupnim poslovanjem pa tako i razvojem gospodarstva.

Razvoj digitalizacije poslovanja postaje ključ uspjeha svakog poduzeća te se javlja ključno pitanje načina upravljanja poslovanjem. Uspjeh razvoja digitalizacije poslovanja ne ovisi samo o dostupnosti informacijskih tehnologija, već i o promjenama u upravljanju procesima i poslovnim operacijama.

Kako bi se postigli pozitivni efekti takvog načina upravljanja, zaposlenici također moraju biti obučeni za proces promjene koji uzima u obzir jedinstvene izazove informacijske tehnologije. Mnoga radna mjesta postaju virtualna ili se njima može upravljati na daljinu, što zahtijeva nove komunikacijske vještine te rukovanje novim informacijskim tehnologijama.

Jednako tako, digitalizacija državne javne uprave jedna je od ključnih sastavnica digitalizacije poslovanja (Reis i sur., 2018).

Digitalni poslovni modeli su zapravo aktivnosti u poslovanju organizacije koje se provode elektronički, odnosno korištenjem digitalnih tehnologija te se njihovim stalnim povezivanjem s okruženjem stvaraju nove vrijednosti u poslovanju i digitalnoj ekonomiji. Modeli se prilagođavaju načinima funkcioniranja u digitalnoj ekonomiji kako bi se pronašli održivi izvori prihoda za organizacije.

S druge strane, digitalna transformacija poslovanja označava stalnu promjenu digitalnih tehnologija koja mora biti usmjerena prema osmišljavanju novih unaprijeđenih poslovnih strategija i disruptivnih poslovnih modela te potpuno novih načina upravljanja poslovanjem kako bi kupcima ponudili najbolje proizvode i usluge (Spremić, 2017).

Digitalna transformacija se učestalo se tumači kao upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije, kada se ne provodi trivijalna automatizacija, već se stvaraju temeljno nove mogućnosti u poslovanju, javnoj upravi i gospodarstvu.

Korištenjem novih digitalnih tehnologija omogućavaju se velika poslovna unaprjeđenja kao što su nova korisnička iskustva, pojednostavljenje operacija ili stvaranje potpuno novih poslovnih modela, odnosno rezultira stvaranjem vrijednosti i prihoda od digitalne imovine (Fitzgerald i sur., 2014).

2.1. Razvoj informacijskih i komunikacijskih tehnologija

Tijekom druge polovice dvadesetog stoljeća započinje nova era razvoja informacijskih tehnologija koja teži automatizaciji postojećih tradicionalnih procesa te se počinju razvijati prva kompliciranija programska rješenja (za računovodstvo i obračun plaća, provođenje procesa u proizvodnji, praćenje nabave i skladišta i slično). Takva rješenja unaprjeđuju postojeće procese te značajno smanjuju vrijeme i troškove (Boban i Babić, 2014).

Prema Šuberu (2005), razvojem digitalnih tehnologija stvorene su nove prilike na tržištima te je omogućena primjena induktivne razmišljanja u modelima poslovanja. Dok tradicionalna ekonomija polazi od deduktivnog razmišljanja, odnosno prvo se utvrđuju problemi a zatim pronalaze rješenja, induktivni modeli razmišljanja polaze od stvaranja nove tehnologije za koju se naknadno pronalazi njena primjena u poslovanju.

Osamdesetih godina informacijske tehnologije mijenjaju svoju funkciju kao podrška odlučivanju i povezivanju s dobavljačima i kupcima te postaju konkurentska prednost organizacija. Devedesetih godina značajan broj financijskih transakcija odvija se u online okruženju elektroničkom obradom podataka, a informacijska tehnologija započinje pružanje novih prilika na tržištu te velike promjene u digitalizaciji i načinu poslovanja (Boban i Babić, 2014).

Digitalizacija označava pretvaranje podataka, zvuka, teksta, fotografija, glazbe i svih vrsta informacija u 'bitove' (0 i 1), odnosno njihovo pretvaranje u računalni jezik putem mikroprocesora. Digitalizacija je olakšala pohranu, reprodukciju i dijeljenje informacija te transformirala poslovne procese i način poslovanja korištenjem digitalnih tehnologija (Turuk, 2020).

Spremić (2020) digitalne tehnologije dijeli na dvije glavne skupine:

- primarne digitalne tehnologije
- sekundarne digitalne tehnologije.

U primarne digitalne tehnologije svrstava mobilnu tehnologiju, društvene mreže, računalstvo u oblaku, velike podatke te senzore i Internet stvari, dok u sekundarne svrstava 3D printere, robote, dronove, virtualnu i proširenu stvarnost te umjetnu inteligenciju.

Primjenom digitalnih tehnologija organizacija može uvoditi inovativne strategije i disruptivne modele poslovanja te nove načine vođenja i upravljanja, a takva preobrazba poslovanja označava digitalnu transformaciju poslovanja (Vukšić i sur, 2020).

Odnosno, digitalnom transformacijom smatra se optimiziranje i prilagodba internih modela i procesa, dok se digitalnom disrupcijom smatra cjelokupna izmjena tradicionalnih tržišta.

Prema Spremiću (2020) najbitnija obilježja primjene digitalne tehnologije kako bi se stvorili disruptivni poslovni modeli su:

- a) Primjena digitalnih tehnologija paralelno uz usluge koje iz njih proizlaze (uporaba lokacijskih usluga, pohrane i analize podataka, interaktivnost korisnika koji stvaraju te prenose digitalne informacije i podatke)
- b) Ugradnja digitalnih tehnologija u proizvode, odnosno uređaje, kako bi stvarali te dijelili digitalne podatke
- c) Intenzivna razmjena digitalnih podataka
- d) Sposobnost digitalizacije, digitalne transformacije procesa te stvaranja digitalnih platformi u poslovanju organizacija.

2.2. Primjena informacijskih tehnologija u digitalizaciji poslovanja

Razmatrajući izazove digitalne transformacije, organizacije su uočile potrebe za sposobnošću razvoja digitalnog napretka te ključnu ulogu koju ima strategija za učinkovitu implementaciju novih tehnologija u poslovanju.

Digitalne tehnologije predstavljaju nove mogućnosti i rizike za tradicionalne organizacije. Novi visokotehnološki trendovi poput mobilnih rješenja, računalstva u oblaku, koncepta velikih podataka, digitalizacije proizvodnje, kao i informacijske tehnologije za organizaciju i suradnju.

Organizacije primjenjuju različite koncepte kreiranja strategija digitalizacije poslovanja, odnosno korištenja informacijskih tehnologija. Prvenstveno se planiraju trenutne i buduće aktivnosti na operativnoj razini, zatim potrebna infrastruktura i aplikativni sustavi te odgovarajući organizacijski, financijski i pravni okvir ispunjavanja poslovnih aktivnosti unutar organizacije (Matt i sur., 2015).

Prema Westerman i sur. (2011.) tri su segmenta koja pridonose transformaciji modela poslovanja:

- Digitalno modificirano poslovanje (kroz povećanje proizvoda/usluge, pretvaranje fizičkog iskustva u virtualno/digitalno iskustvo ili digitalne omote)
- Novo digitalno poslovanje (putem digitalnih proizvoda ili putem preoblikovanja organizacijskih granica)
- Digitalna globalizacija (kroz integraciju poduzeća, zajedničke digitalne usluge, itd.).

Strategija organizacije orijentirana na digitalizaciju poslovanja, odnosno digitalna strategija definira se kao strategija organizacije koja je formirana te provedena kroz korištenje digitalnih tehnologija kao resursa poduzeća koja stvara različite vrijednosti (Bharadwaj i sur., 2013).

Jednako tako digitalna strategija predstavlja stupanj u kojem poduzeće koristi informacijske tehnologije za provođenje svojih aktivnosti (Mithas i sur., 2013).

Ukoliko organizacija uvodi digitalnu strategiju ona mora sačinjavati devet ključnih elemenata (Turuk, 2020):

- 1) Prisutnost organizacije u online okruženju (web mjesto, profili na društvenim mrežama)
- 2) Digitalni marketing (banneri, oglasi u online tražilicama i društvenim mrežama, oglasi putem e-maila)
- 3) Prodaja proizvoda i usluga u online okruženju
- 4) Omogućavanje komunikacije s klijentima putem mobilnih uređaja ili računala
- 5) Cyber sigurnost pohranjenih podataka i informacija
- 6) Omogućavanja interakcije s dobavljačima na lokalnim i globalnim tržištima
- 7) Integracija mobilnih rješenja u poslovanju (mobilne aplikacije i m-trgovina)
- 8) Korištenje učinkovite digitalne tehnologije (automatizacija određenih zadataka i procesa)
- 9) Pohranjivanje i pristup podacima u oblaku

Kako se tržišta mijenjaju, ubrzavaju se poslovni procesi te je implementacija informacijskih sustava od velike važnosti u poslovanju organizacija (Dimitrios i sur., 2013).

Veliki značaj informacijskih sustava ogleda se u evidenciji određenih aktivnosti i procesa te pohrani informacija, odnosno pohrani podataka na operativnoj razini, informacija i komunikacijskih zapisa te protoka dokumenata. Informacijski sustav takve podatke pohranjuje u bazu podataka kako bi se oni mogli strukturirati i biti dostupni te na kraju kako bi organizacija raspolagala s relevantnim podacima za planiranje i analizu (Paul, 2010). Vlahović i sur. (2010) naglašavaju i važnost informacijskog sustava u donošenju odluka unutar organizacije.

Prema Lamza-Maronić (2010), poslovni informacijski sustav ima različite funkcije u organizaciji:

- dokumentacijsku,
- informacijsku i
- upravljačku funkciju.

Pohranu informacija i podataka smatra se dokumentacijskom funkcijom, zaprimanje i pretvaranje podataka u informacije smatra se informacijskom, dok se potpora donošenju odluka smatra upravljačkom funkcijom.

Kako bi se smatrali funkcionalnima u današnjem digitaliziranom svijetu, informacijski sustavi vrlo učinkovito i mehanički ispravno moraju provoditi sve poslovne transakcije te podržavati provođenje poslovnih procesa organizacije, no njihova dodana vrijednost ogleda se u istovremenoj uporabi različitih tehnologija s ciljem analiziranja i stvaranja novih znanja i podataka (Spremić, 2020).

Kako bi organizacije uspješno poslovale potrebna im je potpora različitih informacijskih sustava. Informacijsku tehnologiju potrebno je integrirati, odnosno povezati različite programske sustave kako bi funkcionirali u jednoj cjelini.

Najčešće korišteni informacijski sustavi u poslovanju jesu (Stojanović i sur., 2016):

- a) Sustavi upravljanja resursima poduzeća (engl. Enterprise Resource Planning),
- b) Sustavi upravljanja odnosima s kupcima (engl. Customer Relationship Management),
- c) Sustavi geografskih informacija (engl. Geographical Information Systems),
- d) Sustavi upravljanja lancem opskrbe (engl. Supply Chain Management),
- e) Sustavi upravljanja dokumentima (engl. Document Management System) i
- f) Ostali.

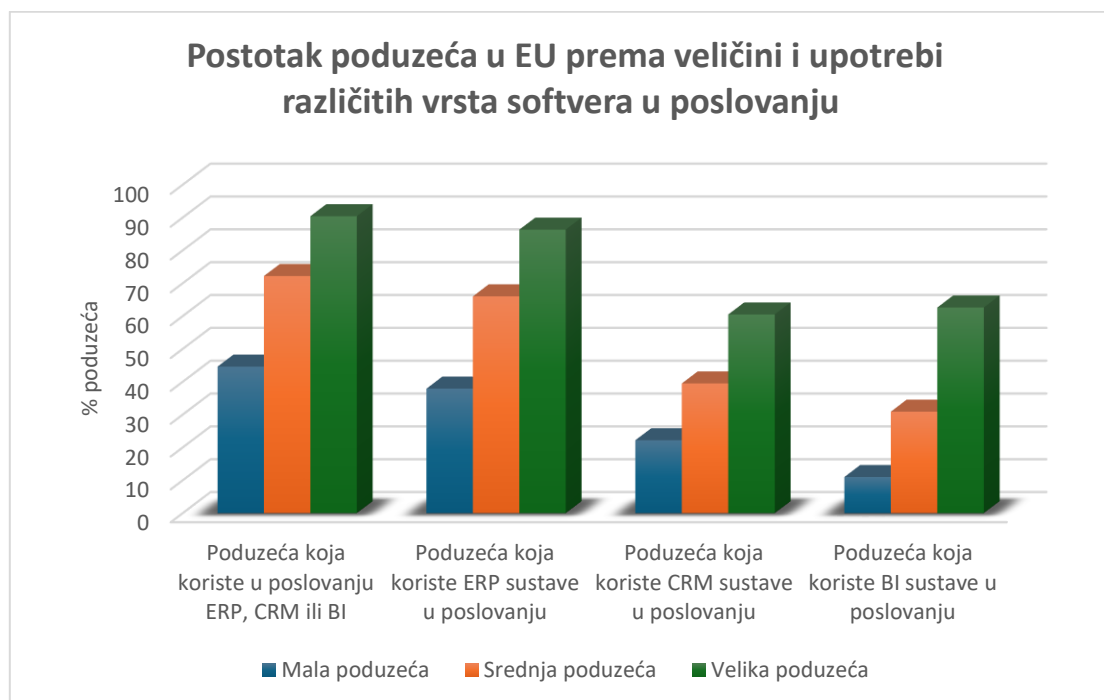
Nadalje, glavne sastavnice informacijskih sustava su (Idlbek i Hip, 2017):

- sustav za obradu transakcija (baza podataka)
- upravljački izvještajni sustav (izrada izvještaja)
- sustav za potporu odlučivanju
- sustav uredskog poslovanja (vođenje evidencija i dokumenata).

Prema Eurostatu (2023), integracija elektroničkog poslovanja smatra se korištenjem informacijskih i komunikacijskih tehnologija u organizacijama za pokretanje ili unaprjeđenje poslovnih procesa, međusobno dijeljenje informacija, analizu podataka ili komunikaciju s poslovnim partnerima i kupcima.

Automatizirana elektronička razmjena informacija i podataka između različitih poslovnih funkcija unutar poduzeća provodi se pomoću softverskih aplikacija za planiranje resursa poduzeća, dok se razmjena i komunikacija s kupcima provodi putem aplikacija za upravljanje odnosima s kupcima. Analiza podataka nastalih u internim ili eksternim procesima organizacije odvija se softverima poslovne inteligencije gdje je moguć prikaz podataka za izvješća putem grafikona, dijagrama ili geografskih karata koji korisnicima daje uvid za donošenje poslovnih odluka i strateško planiranje.

Grafikon 1. Postotak poduzeća u Europskoj uniji prema veličini i upotrebi različitih vrsta softvera u poslovanju

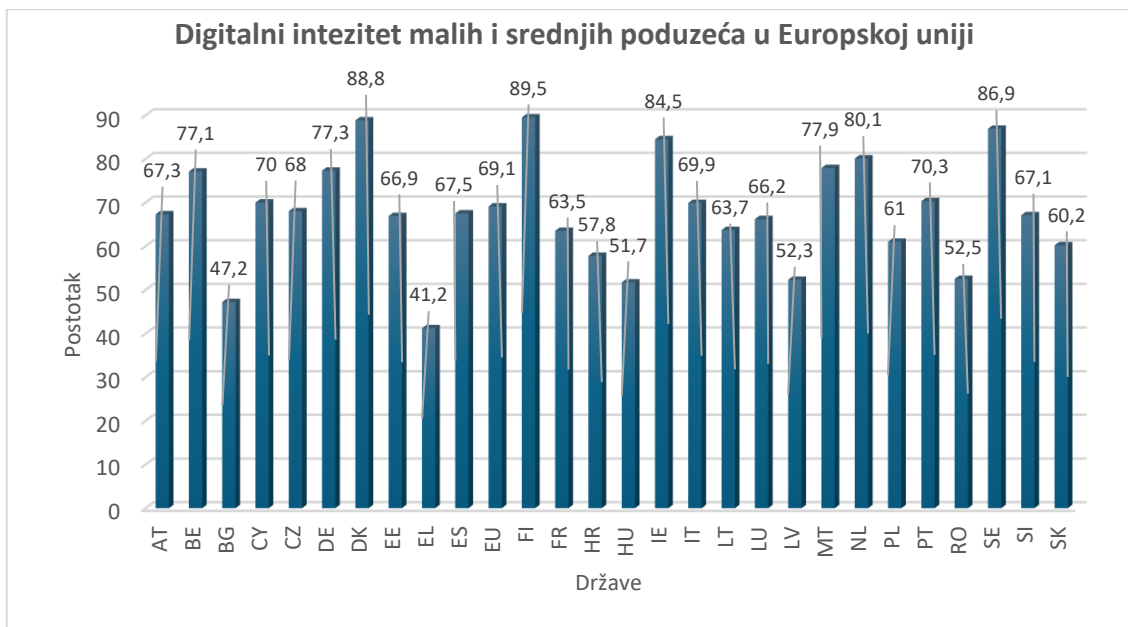


Izvor: Izrada autora prema podacima Eurostat-a

Grafikonom 1. prikazan je udio malih poduzeća u ukupnom broju Europske unije koja su 2023. koristila softverske aplikacije za planiranje resursa poduzeća u iznosu od 37,9 %, odnosno mnogo manje od postotka srednjih poduzeća koji je iznosio 66 % te postotka velikih poduzeća od 86,3 %. Udio malih poduzeća koja su koristila aplikacije za upravljanje odnosima s kupcima iznosio je 22,2 % , dok je za velika poduzeća iznosio 60,5 %. U velikim poduzećima softveri poslovne inteligencije korišteni su u većem udjelu od softverskih aplikacija za upravljanje odnosima s kupcima, odnosno 62,6%.

Jednako tako, Europska unija programom digitalnog desetljeća analizira uporabu digitalne tehnologije u državama članicama kako bi dosegla postavljene ciljeve. Europska komisija odabrala je različite pokazatelje, prema skupinama koje predstavljaju ključne sastavnice informacijskog društva, odnosno telekomunikacijski sektor, mobilne tehnologije, korištenje interneta, internetske usluge, e-upravu, e-trgovinu, e-poslovanje, informacijsko-komunikacijske vještine, istraživanje i razvoj. Pokazatelji omogućuju usporedbu napretka u europskim zemljama tijekom vremena (European Commission, 2023). Na grafikonu 2. prikazana je ocjena digitalnog intenziteta država Europske unije koja se temelji na činjenici koliko digitalnih tehnologija od 12 odabranih koriste poduzeća. Osnovna razina zahtijeva korištenje minimalno 4 vrste digitalnih tehnologija.

Grafikon 2. Digitalni intezitet malih i srednjih poduzeća u Europskoj uniji



Izvor: Izrada autora prema podacima Eurostat-a

Najveći iznos od 89,5% digitalnog inteziteta malih i srednjih poduzeća u Europskoj uniji 2023. godine imala je Finska, dok je najmanji postotak od 41,2% imala Grčka. Prosjek Europske unije iznosio je 69,1%, dok je digitalni intezitet malih i srednjih poduzeća u Republici Hrvatskoj iznosio 57,8%, odnosno ispod prosjeka Europske unije.

2.3. Digitalizacija dokumenata

Digitalizacija određenih segmenata i procesa u današnje vrijeme je provedena u mnogim organizacijama, no za njima zaostaje digitalizacija dokumenata i nestrukturiranih podataka koja igra veliku ulogu u cjelokupnoj digitalnoj transformaciji poslovanja.

Prema Uredbi o uredskom poslovanju (NN 75/2021) dokumentom se smatra „svaki podatak, odnosno svaki pisani, reproducirani, nacrtani, slikovni, tiskani, snimljeni, magnetski, optički, elektronički ili bilo koji drugi zapis podataka, fizički predmet, priopćenje ili informacija, čiji sadržaj i struktura čine prepoznatljiv i nedvosmislen utvrđen skup povezanih podataka“

Podatak se smatra simboličkim prikazom određene informacije, odnosno činjenice koja se može potvrditi kao stvarna. Podatak može biti u obliku broja, slova ili ostalih znakova no mora biti zapisan u određenom mediju poput papira, fotografija, datotekama ili bazama podataka i slično.

Sve poslovne aktivnosti u organizacijama popraćene su podacima koji su zabilježeni u raznim dokumentima poput računa, ponuda, otpremnica, receptima ili bazama podataka, knjigama te u različitim tekstnim oblicima, tablicama, slikama, grafikonima i ostalim. Stvaranjem podataka omogućeno je praćenje te analiza poslovnih procesa kako bi se omogućila uspješnost planiranja poslovanja u budućnosti te se takvi podaci i informacije u poslovanju ogledaju kao nematerijalno sredstvo koje služi za upravljanje ostalim sredstvima poslovanja. S druge strane, u organizacijama postoje velike količine nestrukturiranih podataka koji se nalaze u papirnatom obliku, u arhivima dokumenata, repozitorijima slika, poslužiteljima elektroničke pošte i sličnim medijima, koji su teško čitljivi računalu, odnosno nije ih jednostavno digitalizirati te se smatra kako količina nestrukturiranih podataka u poslovanju premašuje količinu strukturiranih podataka (Bosilj Vukšić i sur., 2020).

U današnje vrijeme još uvijek se tradicionalno ili utjecajem zakonskih propisa, u organizacijama koristi velik broj papirnatih tekstualnih dokumenata.

Kako bi organizacije u svom poslovanju mogle koristiti podatke zapisane na dokumentima u papirnatom obliku za opsežne analize ili unaprijediti protok razmjene podataka u komunikaciji između sudionika u poslovanju, usporedno s današnjim digitalnim podacima i dokumentima, potrebno je digitalizirati navedene. Samim time digitalni dokumenti mogu pružiti izvanredan pristup raznim informacijama (Smith, 1999).

Digitalizacija papirnatih dokumenata smanjuje fizički prostor za pohranu, smanjuje troškove, ali i otvara mogućnost dostupnosti s bilo kojeg mjesta pomoću računala ili mobilnih uređaja te pojednostavljuje pretraživanje, uređivanje ili upravljanje informacijama i podacima.

Tijekom 1970-ih i 1980-ih europske zemlje pokrenule su izmjene svojih zakona kako bi odgovorile na izazove novih tehnologija. Većina zemalja u svojim zakonima navodile su samo pisane dokumente relevantnima u poslovanju, dok navedenim izmjenama zemlje uključuju dokumente odnosno zapise podataka u elektroničkom obliku.

Većinom kao razlog tome navodi se očuvanje, organizacija i upravljanje dokumentima te pravo javnog pristupa informacijama i potrebama znanstvenih istraživanja. Dakle, prve digitalizacije dokumenata odvale su se na primjerima ovjerenih javnih dokumenata i evidencija, a zatim su istu praksu primijenile banke i financijske institucije te poslovne organizacije (Vázquez de Parga i González, 1992).

Primjerice u Republici Hrvatskoj, informatizacija i obrada prvih dokumenata odvila se na primjeru bušenih kartica u statističkoj službi. Prvenstveno je odrađena informatizacija popisa stanovništva iz 1953. i 1961. godine, a prvi obrađeni podaci na elektronskim medijima bili su vezani za podatke popisa stanovništva 1971. godine te popisa 1981. godine. Osim statističkih službi, prvu informatizaciju doživljavaju i državne središnje banke te kontrola tijeka novca od strane porezne uprave 1980-ih godina. Obrada masovnih podataka odrađivala se u centrima s opsežnim kapacitetima poput SRCA, a podaci su se čuvali na diskovima, magnetskim trakama i kasetama (Eržišnik, 2000).

Sustavi za upravljanje dokumentima postoje od 1970-ih te su opisani kao sustavi za organiziranje i održavanje zapisa o određenim procesima i aktivnostima u elektroničkom obliku. Organizacijama je ključna učinkovita i sigurna distribucija ispravnih dokumenata odgovarajućim osobama.

Sustav za upravljanje dokumentima definira se kao računalni sustav ili softver za pohranu, upravljanje i praćenje elektroničkih dokumenata i elektroničkih slika, odnosno informacija u papirnatom obliku. Također, sustav za upravljanje dokumentima, informatički je sustav koji zaposlenicima u organizaciji koristi za uštedu vremena i truda tijekom obrade, pohrane, pronalaženja, ažuriranja, dohvaćanja i dijeljenja međusobnih informacija.

S obzirom na činjenicu da sustav upravljanja dokumentima povećava operativnu učinkovitost, produktivnost, kao i konkurentnost na tržištu, organizacije se okreću prema upravljanju životnim ciklusom informacija koje se temelje na dokumentima te automatizaciji svojih poslovnih aktivnosti (Alade S.M., 2023).

Prema Fernando i sur. (2019) glavne odgovornosti sustava za upravljanje dokumentima su:

- kontrola i manipulacija dokumentima,
- pohranjivanje,
- indeksiranje dokumenata za kasnije pretraživanje,
- dohvaćanje i dijeljenje dokumenata.

Suvremeni elektronički sustavi za upravljanje dokumentima omogućavaju pohranu velike količine dokumenata u organizaciji. Svaka aktivnost ili proces unutar organizacije praćena je određenom dokumentacijom, kako u odjelima financija, proizvodnji ili samom upravljanju organizacijom, stoga je upravljanje dokumentima najbitniji sustav unutar organizacije te se njenom automatizacijom može uvelike poboljšati svi procesi u organizaciji.

U radu organizacije koja automatizira svoje procese upravljanja dokumentacijom podrazumijeva se obrada zaprimljene dokumentacije koja se u sustavima za upravljanje dokumentima opisuje životnim ciklusom dokumenata.

Ukoliko dokumenti nisu u elektroničkom obliku potrebno ih je konvertirati, odnosno skenirati te izdvojiti podatke iz dokumenata, što znači pretvorbu nestrukturiranih podataka u neki od oblika strukturiranih podataka, odnosno csv, json, xls i slične formate te slijedi indeksiranje.

Prilikom distribucije dokumenata potrebno je definiranje sigurnosne politike, odnosno prava pristupa dokumentaciji te vremenskog perioda u kojem će dokument biti pohranjen, zatim sljedivost dokumenata i slično. Obrada dokumenata i njihovo skladištenje je zadnja faza životnog ciklusa dokumenata u procesu digitalizacije (Jordan i Sternad Zabukovšek, 2023).

Sustavi za upravljanje dokumentima pridonose (Jordan i Sternad Zabukovšek, 2023):

- smanjenju otpada korištenog papira i ostalog uredskog otpada poput tonera za pisače,
- usklađenosti s propisima i osiguravanju revizijskog traga,
- nabavi robe primjenom održivih procesa nabave, kao što je nabava od dobavljača s FSC certifikatom,
- učinkovitosti organizacije automatizacijom procesa te smanjenju ručnog unosa podataka i povećanju efikasnosti pronalaženja potrebnih dokumenata, kao i smanjenju mogućnosti pogrešaka,
- smanjenju troškova smanjenjem potrebe za papirom i fizičkim skladišnim prostorom,
- uštedi vremena te povećanju produktivnosti zaposlenika pristupom i dijeljenjem informacija,
- ubrzanom i olakšanom donošenju odluka pristupom točnim i ažurnim informacijama,
- dugoročnoj pohrani dokumenata,
- povećanju prihoda unaprjeđenjem korisničkih usluga, odnosno brzim pristupom informacijama o kupcima i slično.

Jednako tako, neke od prednosti sustava za upravljanje dokumentima jesu olakšan pristup podacima, odnosno informacijama iz dokumenata, mogućnost njihova uređivanja, efikasna suradnja između korisnika te skraćivanje životnog ciklusa dokumenata kroz smanjenje broja koraka potrebnih za provođenje određene aktivnosti ili procedure.

S druge strane, kao neke od nedostataka korištenja sustava za upravljanje dokumentima Jordan i Sternad Zabukovšek (2023) navode:

- visoke troškove ulaganja prilikom nabave računala, skenera, poslužitelja,
- troškove obuke zaposlenika,
- rizike od nastanka kvarova na sustavu jer je pristup dokumentima organizacije potpuno onemogućen i slično.

3. Tehnologija optičkog prepoznavanja znakova

Prilikom digitalizacije dokumenata u poslovanju, odnosno pretvorbe dokumenata ispisanih na papiru u elektroničke dokumente, potrebni su specijalizirani softveri optičkog prepoznavanja znakova (OCR - engl. Optical Character Recognition). Optičko prepoznavanje znakova je tehnologija koja se koristi prilikom prepoznavanja znakova na digitaliziranim dokumentima i slikama. Specijalizirana je tehnologija koja izvlači informacije iz skeniranih dokumenata poput tiskanih računa, izvoda, obrazaca te se koristi za pretraživanje skeniranih dokumenata, prepoznavanje registarskih pločica, prepoznavanje podataka iz bar kodova i ostalo (Pooja, Kavita, i Harmunish, 2021).

Dokumente obrađene softverima za optičko prepoznavanje znakova moguće je indeksirati, a ekstrahirane informacije prenijeti u sustav za upravljanje dokumentima na daljnju obradu ili korištenje u raznim aktivnostima organizacije.

3.1. Pojam i razvoj tehnologije optičkog prepoznavanja znakova

Prema Chaudhuri i sur. (2017) porijeklo prepoznavanja znakova proteže se u 1870. godinu kada je C.R. Carey izumio sustav prijenosa slike pomoću mozaika fotoćelija, no prvi sustavi prepoznavanja znakova pojavili su se sredinom 1940-ih prateći razvoj računala. Prvi radovi bili su fokusirani na automatsko prepoznavanje znakova strojno pisanog teksta ili na mali skup dobro čitljivog rukom pisanog teksta ili simbola. Prvi sustavi koristili su se predloškom podudaranja u kojem se skenirana slika pretvarala u strojno kodirani tekst uspoređujući pojedinačno znakove s postojećim predlošcima. Tehnološka revolucija napredovala je velikom brzinom te je elektronička obrada podataka postala jedno od najbitnijih područja. Do sredine 1950-ih sustavi optičkog prepoznavanja znakova postali su komercijalno dostupni kada je prvi put uvedeno praćenje podataka na x i y koordinatama kretanja vrha olovke.

Prva vrsta komercijalnih sustava za optičko prepoznavanje znakova instalirana je u Reader's Digestu 1954. gdje je oprema korištena za pretvaranje tipkanih izvješća o prodaji u bušene kartice kako bi se unijele u računalo. Komercijalni sustavi između 1960. i 1965. godine bili su ograničeni oblicima slova.

Pojavom različitih fontova sustavi su primjenjivali metode prepoznavanja znakova te podudaranja s predlošcima iz biblioteke slika prototipa za svaki znak svakog fonta.

Početakom 1970-ih pojavili su se sustavi za čitanje druge generacije koji su imali mogućnost prepoznavanja uobičajenog strojnog ispisa znakova te prepoznavanja rukom ispisanih znakova. Skup znakova bio je ograničen na određene brojeve, slova i simbole. Prvi poznati sustav ove vrste objavljen 1965. godine bio je IBM 1287. U tom razdoblju Toshiba je razvila prvi automatski stroj za sortiranje pisama za poštanske brojeve koristeći sustav za prepoznavanje znakova (Chaudhuri i sur., 2017). Nadalje, 1966. godine definirani su standardi i zahtjevi za američku standardizaciju znakova i dizajniranih fontova pod nazivom OCR-A te europski standardi i fontovi kao OCR-B koji je imao prirodnije fontove od američkog standarda (Slika 1.).

Slika 1. OCR-A i OCR-B



Izvor: Clearview Imaging preuzeto 15. lipnja 2024. s <https://www.clearview-imaging.com/en/blog/introduction-to-ocr>

Pravi napredak sustava za optičko prepoznavanje znakova postignut je tijekom 1990-ih godina korištenjem inovativnih razvojnih alata i metodologija.

Zatim su razvijeni različiti složeni algoritmi sustava, sve snažnija računala i elektronička oprema poput skenera i kamera, kao i upotreba metodologija poput umjetnih neuronskih mreža, obrade prirodnog jezika i slično.

Razvojem sustava optičkog prepoznavanja znakova, danas su poznati i drugi izvedeni sustavi optičkog prepoznavanja (Walls, 2008):

- a) Sustavi optičkog prepoznavanja oznaka (engl. Optical Mark Recognition) koji su prikazani na slici 2. označavaju automatizirane procese prepoznavanja zacrnjenih ili označenih polja te se često koriste prilikom obrade anketa ili rezultata testiranja;
- b) Inteligentni sustavi prepoznavanja znakova (engl. Intelligent Character Recognition) prikazani na slici 3. naprednija su verzija sustava koji prepoznaje rukom pisani tekst u za to predviđenim poljima te se koriste kod popunjavanja obrazaca ili uplatnica;
- c) Inteligentni sustavi prepoznavanja riječi (engl. Intelligent Word Recognition) prikazani na slici 4. napredni su sustavi koji prepoznaju rukopis bez ograničenja prema vrsti i stilu pisanja te prepoznaju pojedine riječi ili fraze.

Slika 2. Sustavi optičkog prepoznavanja oznaka



Izvor: Pilot Software preuzeto 15. lipnja 2024. s
https://www.pilotltd.com/en/blog/omr_ocr_icr

Slika 3. Inteligentni sustavi prepoznavanja znakova



Izvor: Pilot Software preuzeto 15.lipnja 2024. s https://www.pilotltd.com/en/blog/omr_ocr_icr

Slika 4. Inteligentni sustavi prepoznavanja riječi



Izvor: Grooper software preuzeto 15.lipnja 2024. s <https://blog.bisok.com/general-technology/what-is-intelligent-character-recognition>

3.2. Proces i ključne funkcionalnosti optičkog prepoznavanja znakova

Proces rada tehnologije optičkog prepoznavanja znakova sastoji se od više pojedinačnih faza. Prema Faizullah i sur. (2023) prva faza optičkog prepoznavanja znakova sastoji se od preuzimanja slike s internetskog izvora, snimanja pomoću kamere ili skeniranja. Slike u izvornom obliku, odnosno snimljene ili skenirane slike često su različitih veličina i orijentacije, boja, iskrivljene ili oštećene. Kako bi točnost optičkog prepoznavanja znakova bila što veća, problemi prilikom formatiranja slika uklanjaju se korištenjem tehnika inicijalne obrade slika.

Najčešće korišteni i prihvatljivi formati datoteka za optičko prepoznavanje znakova jesu tiff, png, jpg, bmp, gif i pdf (Vijayarani i Sakila, 2015).

Softveri optičkog prepoznavanja znakova suočavaju se sa poteškoćama u prepoznavanju tiskanih ili rukom pisanih znakova te deformiranih slika (nepovezani segmenti linije, izolirane točke, lomovi ili rupe u linijama, rotacije teksta i slično). Također, jedan od problema predstavljaju i teškoće u razlikovanju određenih oblika (neki znakovi imaju vrlo slične oblike poput 0 (nula) i O, 5 i S, 2 i Z, 6 i G), zatim varijacije u veličini i visini znakova, pretrpana pozadina, loše snimljeni dokumenti kamerom (pokreti ili zamućenja na slikama), višejezični dokumenti, oblikovanje teksta, uvjeti osvjetljenja i slično (Pooja i sur., 2021).

3.2.1. Inicijalna obrada

Kao što je ranije navedeno, kvaliteta prepoznavanja ovisi o kvaliteti skeniranja, odnosno snimanja slike, zatim vrsti jezika i težini znakova u abecedi koji se očitava te treniranju tehnologije optičkog prepoznavanja znakova na određenim znakovima i tekstovima. Također, na kvalitetu skeniranja utječu čimbenici poput debljine ili boje slova, nepravilnosti u razmacima između slova i riječi, promjena u veličini fonta, kvaliteti papira na kojem se tekst, odnosno slika nalazi, zatim iskrivljenja i ostale geometrijske deformacije teksta, neravne linije ili precrtani tekst.

U određenim slučajevima, to može značiti ručno ispravljanje svake slike stranice ili kvalitetno treniranje tehnologije navedenim primjerima teško prepoznatljivih znakova, odnosno stvaranja rječnika kojim će tehnologija uspoređivati ulazne teško čitljive datoteke (Cojocar i sur., 2016).

Kako bi se smanjila mogućnost pogrešaka odnosno povećala kvaliteta ulaznih datoteka provode se postupci inicijalne obrade slika, odnosno različite tehnike modifikacije slika na način koji povećava učinkovitost i točnost tehnologije optičkog prepoznavanja znakova (Lat i Jawahar, 2018):

a) Binarizacija

Binarizacija je proces pretvaranja slike koja je u sivim tonovima ili u boji, u binarnu sliku, odnosno svaki piksel u crnu i bijelu boju. Na taj način omogućava se segmentacija teksta od pozadine slike i povećanje kontrasta između zasebnih znakova i njihove pozadine s ciljem povećanja vidljivosti i olakšavanje optičkog prepoznavanja znakova.

b) Uklanjanje šuma

Promjene u intenzitetu slike koje prekrivaju temeljnu strukturu slike nazivaju se šum ili buka. Šum se može pojaviti na slikama ili dokumentima prilikom skeniranja, komprimiranja datoteka, ispisa dokumenata i slično. Prilikom skeniranja dokumenata moguće su promjene u kvaliteti, ekspoziciji, osvjetljenju ili zamućivanju teksta. Jednako tako, prilikom komprimiranja za smanjivanje stvarne veličine moguć je šum u obliku gubitka kvalitete te tijekom ispisa dokumenta zbog nedostatka kvalitete ispisa zbog vrste pisača ili gustoće tinte. Za uklanjanje šuma na slikama najčešće se koriste morfološke operacije poput erozije i dilatacije. Erozija povećava razmak te eliminira izolirane piksele šuma, a dilatacija ispunjava manje praznine na slici.

c) Iskrivljenost teksta/slike

Iskrivljenje je otkrivanje teksta koji je iskrivljen na slici te izračunavanje njegova nagiba, odnosno kuta kako bi se ispravila rotacija teksta kao i sama zakrivljenost slike.

Korekcija trapezoidnog iskrivljenja (Keystone Correction) koristi se za ispravljanje rubova, odnosno nagnutih slika (Skew Correction). Algoritmi optičkog prepoznavanja znakova postižu najbolje rezultate kada je tekst na slici poravnat s osi x. Međutim, tekst može biti nakošen zbog načina na koji je originalni dokument skeniran ili fotografiran.

Keystone korekcija uključuje primjenu matematičkih transformacija na sliku radi ispravljanja nagiba teksta, što se može učiniti pomoću različitih algoritama, kao što je Houghova transformacija.

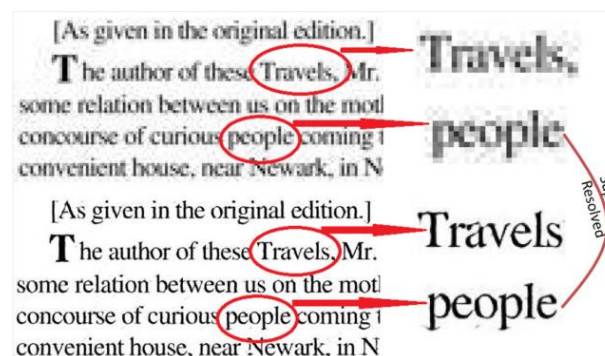
d) Povećanje rezolucije

Preciznost sustava optičkog prepoznavanja znakova može biti narušena lošom kvalitetom slika ulaznog dokumenta, odnosno loše razlučivosti i kvalitete skeniranja dokumenata. Minimalna potrebna rezolucija slika prilikom skeniranja obično iznosi 200-300 DPI (eng. Dots per inch), a uglavnom ovisi o veličini znakova od kojih se sastoji tekst. Tako je za manje znakove potrebna veća rezolucija skeniranja (Radošević, 1996).

Proces tzv. super rezolucije povećava razlučivost i kvalitetu skeniranih dokumenata, odnosno slika, prije početka samog procesa optičkog prepoznavanja znakova (Slika 5.).

Za proces povećanja rezolucije često se koriste metode dubinskog učenja poput generativne kontradiktorne mreže (engl. Generative Adversarial Network), što uključuje obuku neuronskih mreža na datotekama niske i visoke rezolucije kako bi se generirale slike visoke razlučivosti.

Slika 5. Povećanje rezolucije slike



Izvor: Lat i Jawahar (2018)

3.2.2. Segmentacija

Segmentacija je proces odvajanja slike u njene sastavne dijelove poput linija, riječi i znakova. Ukoliko su metode segmentacije izazovne za određene jezike, optičko prepoznavanje znakova oslanja se na tehnike dubokog učenja poput neuronskih mreža za automatsku segmentaciju.

Segmentacija uključuje tehnike obrade slike poput određivanja praga za binarizaciju slike, morfološke operacije erozije i dilatacije na binarnoj slici, te analizu prepoznatih komponenti i označavanja povezanih područja na slici.

Segmentacija slika može biti provedena na više načina (Alginahi, 2010):

a) Segmentacija linija

Segmentacija linija proces je koji omogućuje razdvajanje pojedinačnih redaka u slici kako bi ih sustav optičkog prepoznavanja mogao obraditi, što značajno može povećati točnost očitavanja teksta na slici.

b) Segmentacija riječi

Nakon segmentacije retka slijedi segmentacija riječi, odnosno dijeli se svaki redak teksta u pojedinačne riječi. U procesu segmentacije riječi koristi se nekoliko tehnika, poput metode razmaka između riječi za segmentiranje teksta i metode koja koristi rječnik za usporedbu određenog teksta te vrši segmentaciju teksta u riječi temeljem podudaranja. Zatim, u metodi temeljenoj na znakovima koristi se kombinacija uzoraka poput prijeloma riječi i interpunkcija kako bi se tekst segmentirao u riječi.

Također, jedna od tehnika segmentiranja su pristupi temeljeni na dubokom učenju koji koriste učenje određenih skupova podataka kako bi naučenim složenim odnosima između susjednih znakova u tekstu odredili granice između riječi.

c) Segmentacija znakova

Segmentacija znakova proces je segmentiranja svake pojedinačne riječi na slici u zasebna slova i znakove. Ukoliko je tekst lako čitljiv za optičko prepoznavanje, odnosno već ima odvojena slova unutar riječi zasebna segmentacija znakova neće biti potrebna. Međutim, ukoliko je tekst pisan rukom gdje su slova u većini slučajeva spojena, potrebno će biti izvršiti zasebnu segmentaciju znakova.

Tehnikama erozije omogućuje se smanjivanje objekata uklanjanjem piksela u okolini, a proširenje omogućuje uvećanje objekta dodatnim pikselima u okolini objekta. Sličan proces je i otvaranje koje razdvaja prebliske objekte ili se oni dotiču te povećava razmake u objektima, dok zatvaranje spaja rastrgane elemente te ispunjava praznine u objektima. S druge strane, procesom skeletizacije slova odnosno objekti stanjuju se do minimalnog broja piksela, no zadržavajući svoj oblik.

Metode za prepoznavanje i transkripciju teksta također su određene morfološke operacije, analize komponenti te algoritmi dubokog učenja.

Prilikom korištenja određenih metoda moguće je korištenje određenih metrika evaluacije poput stope znakovnih pogrešaka (CER) i stope pogreška riječi (WER) kako bi se odredila procjena učinka korištene metode.

3.2.3. Izdvajanje obilježja/značajki

Izdvajanje obilježja sustavima optičkog prepoznavanja znakova omogućava prepoznavanje i izdvajanje najviše odgovarajućih informacija iz slike teksta prilikom čega je svaki znak predstavljen kao vektor koji označava određeno obilježje. Proces se provodi s ciljem olakšane klasifikacije jer se minimizira varijabilnost uzoraka unutar klase.

Međutim, ekstrahirana obilježja su nepromjenjiva u odnosu na očekivana iskrivljenja i varijacije koje znakovi mogu imati u određenoj primjeni te znakovi koje je potrebno prepoznati moraju imati prepoznatu orijentaciju i veličinu bez obzira radi li se o strojno tiskanom ili rukom pisanom tekstu.

Izdvajanje obilježja, odnosno značajki bitan je korak u postizanju visokih performansi i točnosti sustava optičkog prepoznavanja znakova (Trier i sur., 1995).

Prilikom izdvajanja značajki digitaliziranih slika često je prisutan problem otkrivanja rubnih linija, krugova ili elipsa, odnosno nedostataka točaka ili piksela slika koji se nalaze na navedenim linijama ili krivuljama u prostoru slike. Jedna od najčešće korištenih tehnika izdvajanja značajki za navedene problematične slučajeve je već navedena Houghova transformacija. Ona stvara određen prostor u kojem svaka točka u prostoru predstavlja moguću liniju na slici. Otkrivanjem linija na slici, metoda može detektirati nagnutost teksta pronalazenjem kuta pod kojim su linije nagnute. Predložena metoda može detektirati te ispraviti kutove košenja s točnošću od oko 97% . Metoda može detektirati i ispraviti iskrivljenje i kada je prisutan šum na slikama (Faizullah i sur., 2023). Također se može primijeniti na slike različite kvalitete, prikazujući dosljedno performanse bez obzira na kvalitetu slike (Slika 6.).

Primjer Houghove transformacije utvrđivanja funkcije kruga prikazan je jednađbom (Özcan i Eldem, 2023):

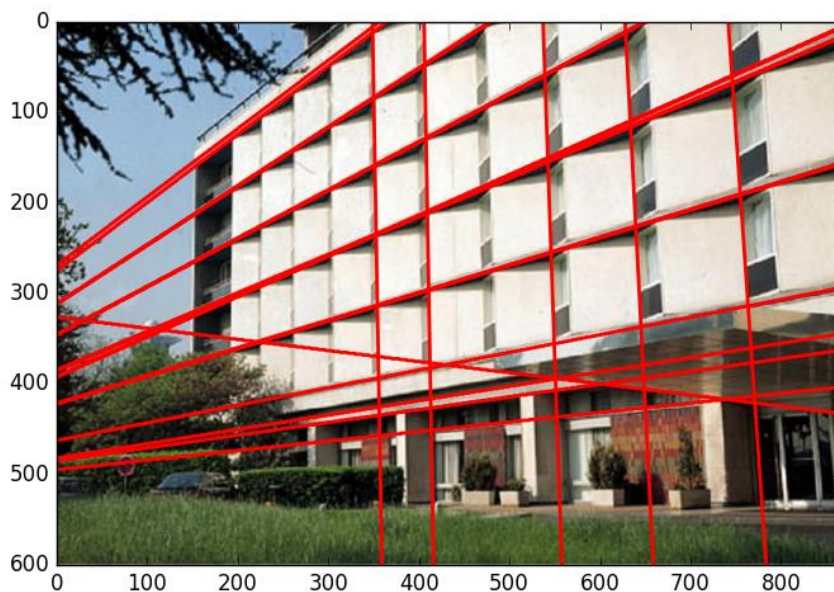
$$r^2 = (x - a)^2 + (y - b)^2$$

$$a = x - r \times \cos(\theta)$$

$$b = y - r \times \sin(\theta)$$

U jednađbi "r" se odnosi na radijus kruga, "a" na koordinatu središta kruga na x-osi, "b" na koordinatu središta kruga na y-osi, "θ" na kut između osi i linije radijusa, "x" na koordinate točka slike na x-osi, dok se "y" odnosi na koordinate točka slike na y-osi.

Slika 6. Houghova transformacija



Izvor: Github preuzeto s 21.lipnja 2024. s https://sbme-tutorials.github.io/2018/cv/notes/5_week5.html

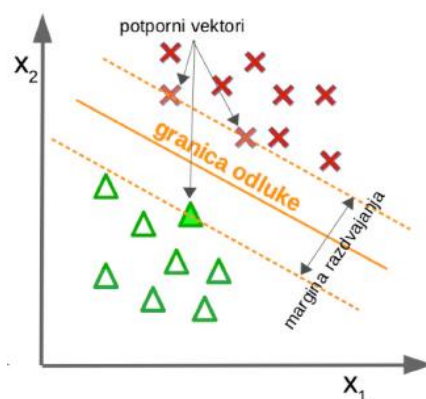
3.2.4. Prepoznavanje/klasifikacija

Prepoznavanje ili klasifikacija proces je identifikacije i dodjele određenog znaka ili skupa znakova danoj ulaznoj slici, odnosno proces u kojemu sustav optičkog prepoznavanja otkriva ili pronalazi tekst u dokumentu ili slici. Takav proces je zahtjevan, no može biti olakšan postavljanjem okvira te detekcijom teksta unutar njega tj. detekcijom objekta na slici ili dokumentu korištenjem modela računalnog vida.

Nakon inicijalne obrade i segmentacije, sustav uspoređuje izdvojene značajke svakog znaka ili grupe znakova sa unaprijed definiranim predlošcima ili modelima. Predlošci u sustavu stvaraju se tijekom obuke u kojoj se skup podataka s uzorcima slika koristi za učenje sustava kako bi prepoznao svaki znak. Proces klasifikacije/prepoznavanja može uključivati nekoliko algoritama, uključujući metodu podudaranja s predloškom, neuronske mreže i metodu stroja s potpornim vektorima. Usklađivanje predložaka uključuje usporedbu značajki svakog znaka s unaprijed definiranim predlošcima i odabir onoga koji najbliže odgovara prepoznatom znaku.

Neuronske mreže i metoda stroja s potpornim vektorima koriste algoritme strojnog učenja za klasifikaciju uzoraka u podacima te mogu postići veću točnost od metode podudaranja s predloškom. Stroj s potpornim vektorima prikazan na slici 7. (engl. SVM – Support Vector Machine) koristi se prilikom klasifikacije u linearno odvojive klase pronalaženjem granica odluke koja ima najveću udaljenost od najbližih uzoraka koji pripadaju pojedinim klasama, odnosno granica odluke koja ima najveću marginu razdvajanja. Uzorci koji se nalaze najbliže margini razdvajanja nazivaju se potporni vektori (Stipaničev i sur., 2021).

Slika 7. Metoda stroja s potpornim vektorima



Izvor: Stipaničev i sur. (2021), Uvod u umjetnu inteligenciju, Split: Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje

Neuronske mreže sastoje se od brojnih procesorskih jedinica nazvanih neuroni koji mogu obavljati zadatke poput modeliranja danih ulaznih podataka i mapirati ih u unaprijed definirane klase ili oznake. Glavna jedinica u neuronskim mrežama je čvor, odnosno neuron. Težine pridružene svakom čvoru su prilagođene za smanjenje kvadratne pogreške na uzorcima za obuku u nadziranom okruženju za učenje.

Duboke neuronske arhitekture, tzv. konvolucijske neuronske mreže (CNN) pogodne su za analizu digitalnih slika te daju odlične rezultate na području kognitivnog računalnog vida, posebno prilikom prepoznavanja objekata na slici i njihovih odnosa. Samim time, korištenje konvolucijskih neuronskih mreža postalo je jednom od najboljih tehnika klasifikacije prilikom optičkog prepoznavanja znakova većine svjetskih jezika (Memon i sur., 2020).

3.2.5. Postprocesiranje

Postprocesiranje posljednji je dio procesa optičkog prepoznavanja koji uključuje unaprjeđenje kvalitete i točnosti prepoznatog teksta.

Tehnike postprocesiranja uključuju različite metode poput provjere te ispravljanja pravopisa i gramatike uspoređujući tekst s rječnikom ili skupom gramatičkih pravila. Također uključuje analize konteksta i pouzdanosti te integraciju jezičnih modela kao i algoritme strojnog učenja poput stabla odlučivanja. U analizi konteksta utvrđuje se prepoznati i kontekst okolnog teksta te automatski predlažu izmjene kako bi se pravovremeno identificirale i ispravile moguće pogreške uzrokovane zamjenom s drugim sličnim riječima. Označavanjem pouzdanosti dodjeljuje se postotak ili određena oznaka svakom prepoznatom znaku unutar teksta temeljem točnosti prepoznavanja sustava te se znakovi s nižim rezultatima pouzdanosti označavaju za dodatan pregled ili ispravljanje.

Jednako tako uključene su metode za obnavljanje teksta koji nedostaje pomoću tehnika bojanja, automatskog završetka ili restauracije samog teksta.

Proces otkrivanja pogrešaka služi za prepoznavanje tzv. netočnih tokena iz ulaznog teksta automatiziranim ili ručnim (ljudskim) pristupom te stvaranje popisa otkrivenih pogrešaka za proces koji slijedi, odnosno ispravljanje pogrešaka (Nguyen i sur., 2021).

3.2.6. Evaluacija

Postupak evaluacije je proces mjerenja kvalitete i točnosti prepoznatog teksta sustavima optičkog prepoznavanja znakova.

Evaluacija uključuje usporedbu prepoznatog teksta s izvornom ulaznom slikom ili izračune i dokumentiranje različitih metoda procjene kvalitete sustava za optičko prepoznavanje znakova.

Neke od metoda koje se koriste u procjeni sustava uključuju stopu prepoznavanja (RR), stopu znakovnih pogrešaka (CER), stopu pogreške riječi (WER), preciznost i F1 rezultat.

Evaluacija je važan korak za razvoj i implementaciju sustava optičkog prepoznavanja znakova, budući da korisnicima kao i programerima omogućuje procjenu kvalitete i točnosti izlaznih datoteka te poboljšanja ili prilagodbu sustava različitim potrebama korisnika (Faizullah i sur., 2023).

4. Primjena softverskih rješenja optičkog prepoznavanja znakova u poslovanju

Organizacije stvaraju velike količine dokumenata prikupljanjem informacija o svojim zaposlenicima, klijentima i praćenju procesa poslovanja koje je potrebno međusobno interno ili eksterno razmjenjivati te propisno skladištiti. Kako bi ubrzali procese razmjene, organizacijama je potrebna digitalizacija dokumenata te sustav koji omogućuje efektivno upravljanje informacijama i zapisima uz smanjenje troškova u poslovanju.

4.1. Upravljanje digitalnim dokumentima i arhivima

Optičkim prepoznavanjem dokumenata osigurava se održavanje životnog ciklusa dokumenata. Životni ciklus dokumenata započinje kada je dokument kreiran te završava njegovim brisanjem ili čuvanjem, odnosno sastoji se od sljedećih koraka (Abbasova, 2020):

- Izrade, odnosno početka životnog ciklusa dokumenta;
- Upravljanja i skladištenja nakon stvaranja, odnosno pohrane u obliku podataka te pristupa dokumentima koji omogućuje pretraživanje prethodno spremljenih dokumenata pomoću određenih alata;
- Ekstrakcije, odnosno dohvaćanja potrebnih podataka u različitim oblicima;
- Kreiranje različitog dokumenta, odnosno ukoliko su napravljene bilo kakve promjene u prethodnoj verziji dokumenta, kreira se dokument koji se razlikuje od prethodne verzije;
- Suradnje i dijeljenja dokumenata s drugim objektima;
- Distribucije odnosno prijenosa dokumenata na siguran način;
- Spremanja i skladištenja podataka na određeno vremensko razdoblje;
- Uništenja dokumenata sigurnim načinima nakon isteka roka čuvanja.

Sustavima za upravljanje dokumentima potreban je pristup slikanim ili skeniranim tiskanim dokumentima kako bi ih softver optičkog prepoznavanja pretvorio u digitalne dokumente kojima je zatim moguće učinkovito upravljanje. Optičkim prepoznavanjem dokumenata informacije se izdvajaju prema potrebi organizacije.

Dokumente je moguće indeksirati i ekstrahirane informacije pohraniti te koristiti pristupom sustavu za upravljanje dokumentima. Pojam upravljanja dokumentima predstavlja baze podataka u kojima je moguće upravljanje dokumentima elektroničkim putem. Korištenjem učinkovitog softvera za optičko prepoznavanje znakova podatke je moguće digitalizirati, odnosno organizirati te sačuvati i pretraživati na jednom centralnom mjestu. Digitalne datoteke u kojima se nalaze informacije iz različitih izvora prethodno su ekstrahirane ili spojene te je omogućena njihova interakcija.

Također, sustavi za upravljanje dokumentima omogućuju dohvaćanje i analizu dokumenata u najkraćem roku kada u poslovanju to zahtijevaju određeni zakonski propisi poput revizije.

Ovisno o daljnjoj potrebi za korištenjem prepoznatih dokumenata, bitno je osigurati visoku kvalitetu slika kako bi prepoznate dokumente bilo moguće koristiti u ostalim primjenama automatizacije poslovanja te metodama temeljenim na konceptu umjetne inteligencije. Primjerice, optički prepoznate dokumente poput ponuda, narudžbenica, dostavnica, računa ili ugovora moguće je klasificirati te preusmjeriti odgovarajućim internim ili eksternim sudionicima kako bi se automatizirali procesi u poslovanju organizacije (Kyamakya i sur., 2021).

Prema Brumec, Dobrović i Tomičić (2006) mogu se pojaviti tri vrste digitaliziranih dokumenata:

- a) Digitalizirani dokumenti koji nisu u vlasništvu organizacije te se moraju vratiti vlasnicima;
- b) Dokumenti koji su jednom digitalizirani te za njih ne postoji potreba za čuvanjem u izvornom obliku, ali ih je potrebno uništiti kao nepotrebne dokumente u procesu. Takvih dokumenata je u najvećem broju prisutno u organizacijama;
- c) Dokumenti koji čine vrijedno arhivsko gradivo, odnosno nakon digitalizacije ih je potrebno sačuvati.

4.2. Strojno učenje i automatizacija poslovanja

Pojava i korištenje komercijalnog sustava optičkog prepoznavanja širokog je spektra te zadovoljava potrebe raznih korisnika. Glavna područja njihove primjene su unos podataka te automatizacija procesa u poslovanju.

Prema Chaudhuri i sur. (2017), područje unosa podataka smatra se korištenje tehnologije za unos velikih količina nestrukturiranih ili polustrukturiranih podataka. Korištenje takvih tehnologija započeto je primjenom u bankarskim aplikacijama gdje je karakteristično prepoznavanje ograničenog skupa tiskanih znakova, brojeva ili nekoliko posebnih simbola. Dakle, takve tehnologije dizajnirane su s ciljem prepoznavanja podataka s računa, identifikaciju kupaca, brojeva artikala i slično. S druge strane, prilikom korištenja tehnologija optičkog prepoznavanja znakova u automatizaciji procesa glavni cilj nije samo prepoznavanje tiskanih podataka, već upravljanje i kontrola cjelokupnog procesa u poslovanju.

Uloga strojnog učenja i umjetne inteligencije u budućnosti sustava optičkog prepoznavanja znakova je značajna i očekuje se još veći rast u nadolazećim godinama. Ove tehnologije imaju potencijal uvelike poboljšati mogućnosti sustava optičkog prepoznavanja znakova i učiniti ih preciznijim i učinkovitijim. Korištenjem algoritama strojnog učenja, sustavi mogu s većom točnosti prepoznati čak i teško čitljive i složene znakove te smanjiti broj mogućih pogrešaka tijekom obrade.

Jednako tako u koracima naknadne obrade, korištenjem algoritama strojnog učenja, sustavi optičkog prepoznavanja znakova sposobni su za prepoznavanje uzoraka i značajki unutar teksta i unošenje ispravaka u skladu s time. Dakle, sustav može prepoznati kada je znak pogrešno očitano te ga automatizmom ispraviti bez ljudske intervencije. Također, algoritmima strojnog učenja, sustavi mogu biti sposobni za učenje iz svake slike i prilagoditi se različitim stilovima teksta, raznim svjetskim jezicima i slično kao i obrađivati slike u stvarnom vremenu (Raj i sur, 2023).

Automatizacija i robotika imaju sve veću ulogu u proizvodnim procesima uključujući sustave strojnog vida za robusne procese identifikacije i analize temeljene na slikama koristeći ih u procesima automatiziranog pregleda, kontroli procesa ili kao potpora orijentaciji robota.

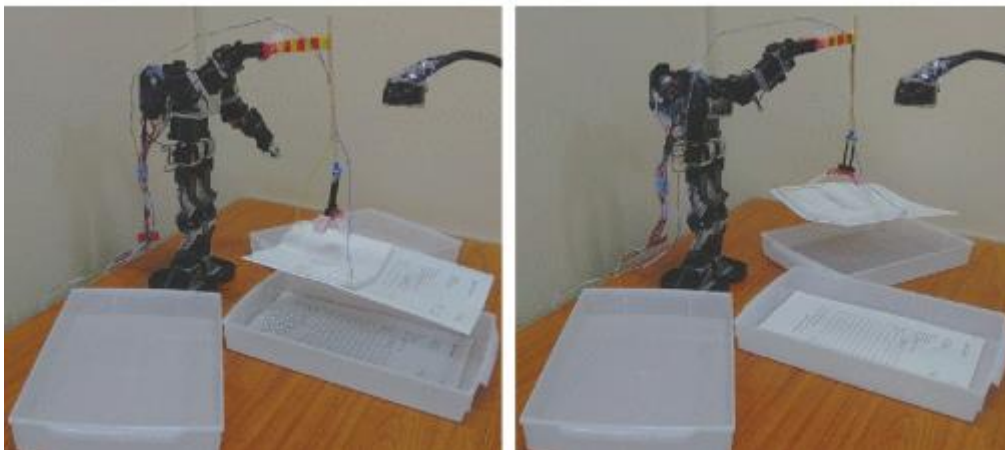
Sustavi strojnog vida uključuju metode za prikupljanje, obradu, analizu i razumijevanje slika. Takvim sustavima bitna je ekstrakcija podataka iz stvarnog svijeta kako bi proizveli informacije koje koriste sustavima mehatronike u procesima odlučivanja.

Prepoznavanje objekata i prepoznavanje teksta su sastavnice sustava strojnog vida, dok je strojno učenje sposobnost računala pamtiti odnosno učiti bez eksplicitnog programiranja koje uključuje proučavanje i konstruiranje algoritama koji mogu učiti iz podataka te ih predviđati (Torres, 2017).

U određene proizvodne procese implementirane su industrijske robotske ruke koje koriste fiksno planiranje putanje i strategije za kontrolu određenog procesa, kako bi se dosegla ciljna pozicija i izvršio zadatak. Ukoliko se ciljna pozicija promijeni, robotska ruka ne može dosegnuti novu točku dok se cijeli proces upravljanja ne redizajnira, zbog čega se u robotiziranim procesima koristi strojni vid. Primjerice, primjenom sustava vida uključujući senzore i kamere za prepoznavanje objekata te prepoznavanje slika i čitanje znakova moguće je identificirati položaj objekata te kroz upravljačku shemu izračunati potrebne položaje i putanje kretanja pomoću obrade slika kako bi robotska ruka u potpunosti bila automatizirana (Juang i sur., 2015).

Jednako tako, prema Itoh i sur. (2022) moguće je korištenje robotske automatizacije procesa primjenom tehnologije optičkog prepoznavanja znakova u procesu automatskog sortiranja velikog broja dokumenata prikazano na slici 8. Temeljem broja koji je napisan na svakom listu ili implementacije barkodova, robot pomiče redom listove papira, no neposredno prije pomicanja svakog lista papira, kamerom se snima potrebno područje upisanog broja ili barkoda, a zatim slika obrađuje korištenjem tehnologije optičkog prepoznavanja znakova. Implementacijom strojnog učenja, odnosno neuronskih mreža, algoritam prati lokaciju i poredak svakog lista papira.

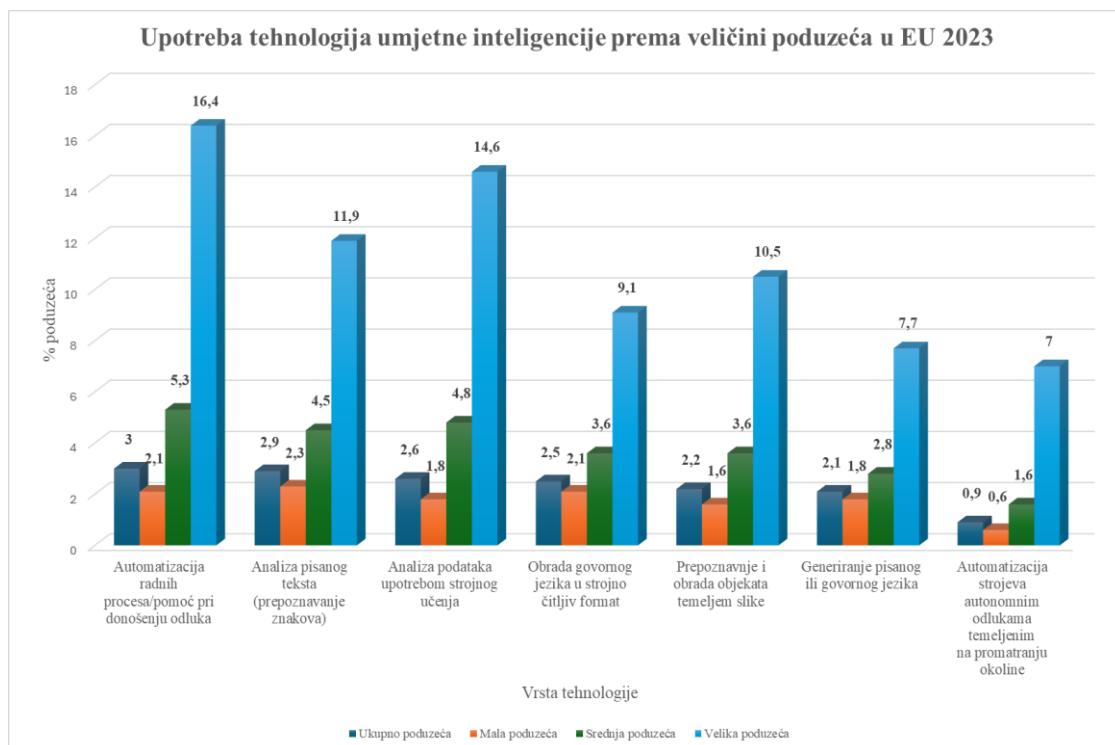
Slika 8. Automatsko sortiranje dokumenata korištenjem softvera za optičko prepoznavanje znakova



Izvor: Itoh i sur. (2022)

Prema Ribeiro i sur. (2021) postoje razvijeni softveri za automatizaciju procesa u organizacijama, odnosno alati koji nude skup modula vezanih za robotsku automatizaciju procesa, optičko prepoznavanje znakova u dokumentima i naprednu analizu podataka. Robotskom automatizacijom procesa organizacijama je omogućeno izvlačenje podataka iz dokumenata i drugih izvora poput internetskog mjesta, elektroničke pošte ili lokalnih datoteka u različitim formatima i dizajnu te izvršavanje proceduralnih tokova između računalnih aplikacija za optimizaciju zadataka povezanih s informacijskim sustavima za planiranje resursa poduzeća. Takvi alati pokrivaju područja primjenjivosti u raznim modulima informacijskih sustava za planiranje resursa poduzeća poput modula ljudskih resursa, upravljanja odnosa s kupcima ili lancem opskrbe te se mogu integrirati s primjerice SAP ili Oracle informacijskim sustavima za planiranje resursa poduzeća, čak i međusobno povezati različita poduzeća. Na grafikonu 3. prikazan je postotak poduzeća koja koriste neke od tehnologija strojnog učenja ili umjetne inteligencije u automatizaciji svog poslovanja u Europskoj uniji.

Grafikon 3. Upotreba tehnologija umjetne inteligencije prema veličini poduzeća u Europskoj uniji (%)



Izvor: Izrada autora prema podacima Eurostat-a

Od ukupnog broja poduzeća u Europskoj uniji, tehnologije strojnog učenja ili umjetne inteligencije u automatizaciji svog poslovanja koriste velika poduzeća. Automatizaciju radnih procesa korištenjem navedenih tehnologija koristi 16,4% velikih poduzeća, dok primjerice analizu pisanog teksta prepoznavanjem znakova koristi 11,9% velikih poduzeća. S druge strane mala poduzeća od navedenoga najviše koriste analize pisanog teksta tehnologijama prepoznavanja znakova, odnosno njih 2,3%. Poduzeća neovisno o veličini najmanje koriste tehnologije za automatizaciju strojeva koja se temelji na autonomnim odlukama promatrane okoline jer takvi procesi koriste više navedenih tehnologija strojnog učenja i umjetne inteligencije, a njihovo uvođenje u poslovanje nije uvijek financijski isplativo.

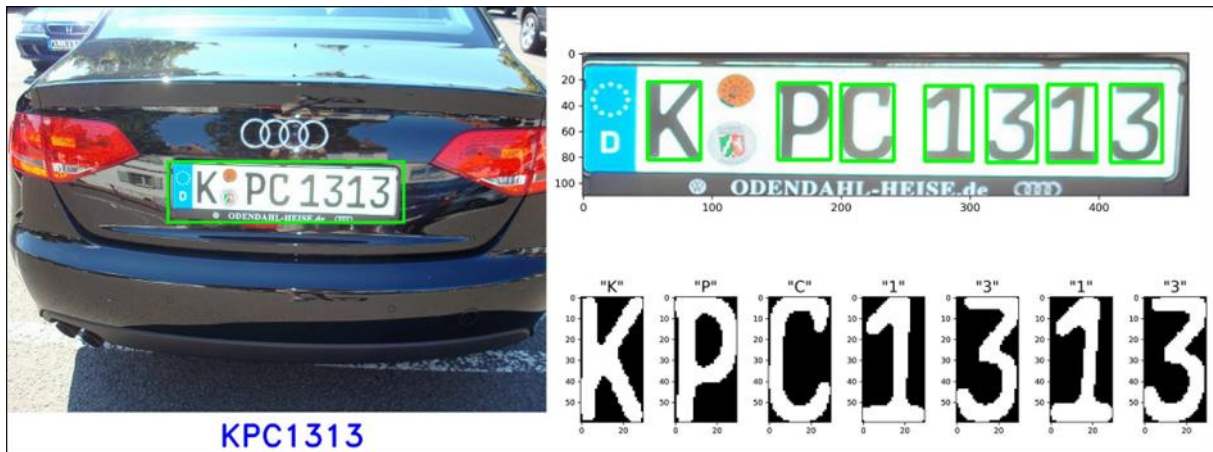
4.3. Ostale primjene tehnologije optičkog prepoznavanja znakova

Primjene tehnologije optičkog prepoznavanja prema Raj i sur. (2023):

- Digitalizacija i arhiviranje dokumenata u poslovanju poput računa, ugovora ili državnih zapisa te digitalizacija knjiga, novina i drugih vrsta tiskanih medija. Tehnologija može prepoznati i izdvojiti tekst iz slika, omogućujući stvaranje digitalnih dokumenata u poslovanju ili knjiga koje je moguće pretraživati i uređivati, olakšavajući pohranu, pristup i upravljanje informacijama. Također, koristi se za očuvanje povijesnih dokumenata, kao što su karte, rukopisi i druge vrste pisanih zapisa;
- Automatizirani unos velike količine podataka u industrijama kao što su financije, zdravstvo i maloprodaja omogućavanjem brzog i preciznog izvlačenja podataka iz obrazaca, potvrda i drugih vrsta dokumenata te smanjujući potrebu za ručnim unosom minimizirajući pogreške. Primjerice, U financijskom sektoru tehnologija optičkog prepoznavanja znakova koristi se za automatizaciju obrade faktura, čekova i drugih financijskih dokumenata, čime se smanjuje rizik od pogreške i poboljšanje učinkovitosti financijskih transakcija;
- Prepoznavanje rukopisa i digitalizacija rukom pisanih bilježaka, literature u obrazovanju ili povijesnog arhivskog gradiva;
- Prepoznavanje registarskih pločica koje se koristi za identifikaciju i praćenje vozila, naplatu cestarine i sigurnost granica (slika 9.);
- Prijevod teksta na različite svjetske jezike, olakšavajući komunikaciju i suradnju u globalnom poslovanju, obrazovanju ili putovanjima (slika 10.);

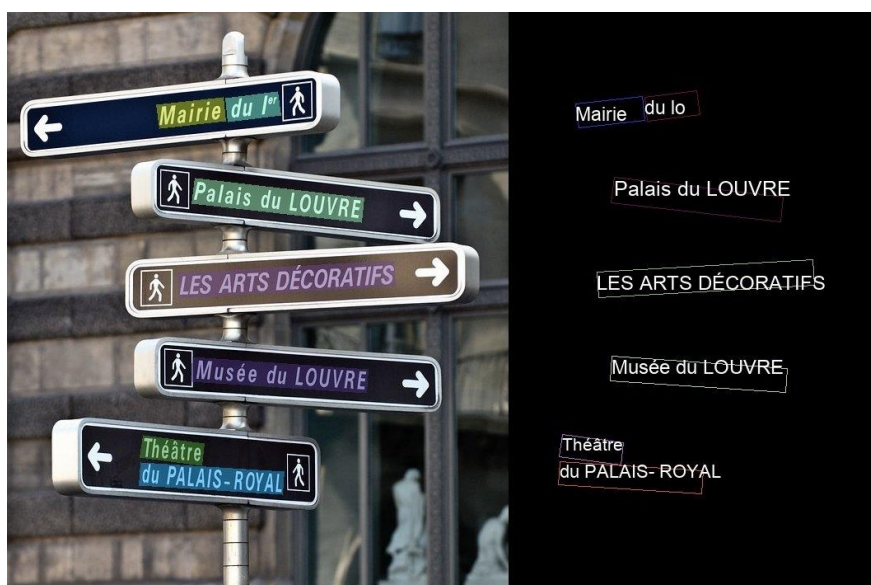
- Ekstrakcija podataka izdvajanjem informacija iz slika, crtičnih i QR kodova te drugih vrsta optičkih podataka u područjima poput logistike, maloprodaje i zdravstva, gdje se koristi za automatizaciju praćenja i analize proizvoda ili podataka o pacijentima.

Slika 9. Optičko prepoznavanje znakova na registarskim tablicama



Izvor: Medium preuzeto 12.srpnja 2024. s <https://medium.com/@quangnhatnguyenle/detect-and-recognize-vehicles-license-plate-with-machine-learning-and-python-part-1-detection-795fda47e922>

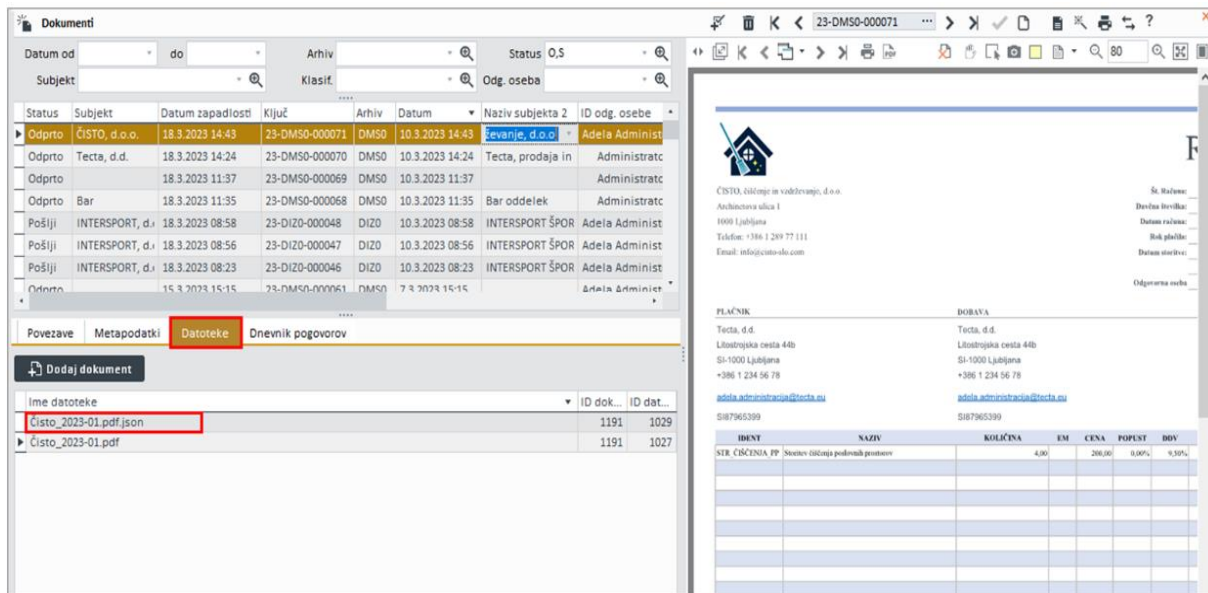
Slika 10. Optičko prepoznavanje znakova za prijevod jezika u turizmu



Izvor: Viso AI preuzeto 12.srpnja 2024. s <https://viso.ai/computer-vision/optical-character-recognition-ocr/>

Tehnologije optičkog prepoznavanja znakova koriste se u mnogim poslovnim aplikacijama za praćenje financijskih zapisa (slika 11.), kao i s ciljem sprječavanja kašnjenja u podmiranju financijskih obveza .

Slika 11. Optičko prepoznavanje znakova na računu u računovodstvenom sustavu Pantheon



Izvor: Informacijsko središte korisnika Pantheon preuzeto 12.srpnja 2024. s

<https://usersite.datalab.eu/pantheonusermanual/tabid/316/language/hr-hr/topic/slanje-pdf-dokumenta-na-ocr-citanje-i-prijem-eracuna-%E2%80%93-eknjizenje-ocr-workflow/htmlid/1000001975/default.aspx>

U državnim agencijama i ostalim javnim tijelima tehnologija pojednostavljuje procese prikupljanja podataka i izvlačenja informacija iz državnih evidencija i dokumenata, kao što su zahtjevi za putovnice, registracija birača obrazaca i podataka popisa stanovništva čime je omogućena ušteda vremena i truda, a zatim i povećanje ispravnosti i pouzdanosti prikupljenih podataka. Na slici 12. prikazano je korištenje tehnologije i prilikom otkrivanja znakova mogućeg krivotvorenja osobnih podataka u dokumentima poput putovnica, viza ili osobnih iskaznica.

Slika 12. Optički prepoznatljivi elementi zaštite osobne iskaznice



Izvor: Agencija za komercijalnu djelatnost preuzeto 12.srpnja 2024. s <https://www.akd.hr/hr/proizvodi-i-rjesenja/dokumenti/osobna-iskaznica>

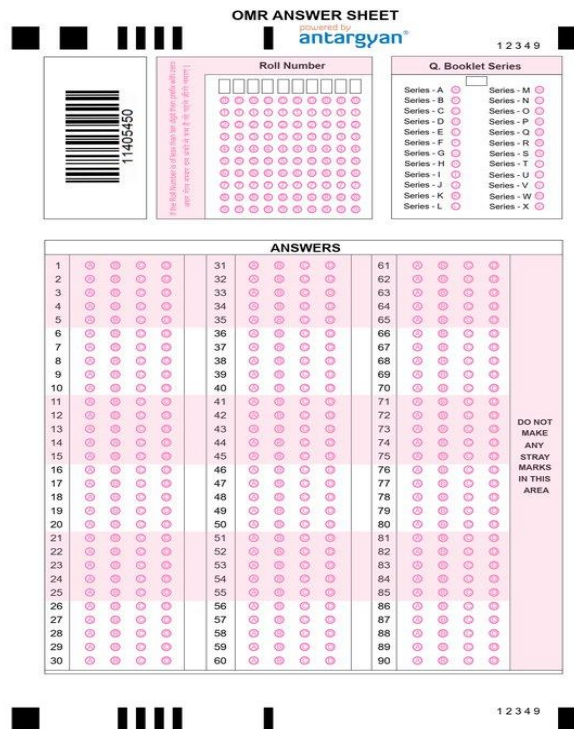
U pravnom, kao i javnom sektoru također se značajnije digitaliziraju papirnati dokumenti s ciljem uštede prostora za pohranu te eliminacije gubljenja vremena na pretraživanje u fizičkim prostorijama i kutijama za pohranu. Dokumenti se skeniraju, tehnologija ih zatim pretvara u dokumente koji su indeksirani te ih je moguće locirati i pretraživati u bazama podataka te imati trajno pohranjene biblioteke dokumenata u elektroničkom obliku.

Primjerice, institucionalni repozitoriji digitalne su zbirke izlaznih podataka stvorenih od strane sveučilišta ili istraživačkih ustanova s ciljem olakšanog pristupa istraživanju i dijeljenju digitalnih materijala, odnosno recenziranih članaka u časopisima, zbornika radova s konferencija, podataka iz istraživanja, knjiga i disertacija. Njihova osnovna uloga je osigurati otvoreni pristup literaturi. Takav proces također uključuje sustav kojim se dokumenti skeniraju, a zatim sustav prepoznaje znakove ulaznih datoteka gdje se informacije prikupljaju te pohranjuju u digitalnom obliku.

Jednako tako u sektoru zdravstva omogućena je obrada informacija iz potrebnih obrazaca, recepata ili povijesti bolesti pacijenata te njihova pohrana u baze podataka s ciljem pravovremene obrade podataka i usredotočenosti pružatelja zdravstvenih usluga na najbolju moguću uslugu i skrb pacijenata (Asif i sur., 2014).

Nadalje, tehnologija optičkog prepoznavanja znakova koristi se u maloprodaji, skladišnom poslovanju i drugim industrijama za prepoznavanje barkodova na gotovim proizvodima ili inputima u proizvodnji. Također, jedna od komercijalnih primjena tehnologije optičkog prepoznavanja znakova je i u prepoznavanju dobitnih listića korisnika igra na sreću, kao i anketnih upitnika te raznih ispita u obrazovanju (slika 13.).

Slika 13. Optičko prepoznavanje odgovora na anketama i ispitima



Izvor: Quora, Inc. 2024 preuzeto 13. srpnja 2024. s <https://www.quora.com/Why-do-we-use-an-OMR-scanner>

Široko poznata primjena optičkog prepoznavanja znakova je unutar bankarskog sektora gdje tehnologija ima ulogu provjere ispisanih dokumenata poput ugovora, virmana, čak i novčanica, kao i svih unesenih podataka od strane klijenata u mobilnom i Internet bankarstvu. Primjerice, skeniranjem ili učitavanjem slike računa, tehnologija prepoznaje sve potrebne podatke unutar bankarskog sustava gdje se samo potvrdom prebacuje na određen račun u banci ispravan iznos novca. Optičko prepoznavanje znakova ima veliku ulogu u smanjenju redova čekanja u bankama i drugim financijskim institucijama te je omogućilo dolazak na tržište virtualnih banaka gdje je potrebna gotovo minimalna fizička prisutnost klijenata, ali i zaposlenika (Asif i sur., 2014).

5. Studija slučaja primjene dostupnih softverskih rješenja optičkog prepoznavanja znakova

5.1. Sažetak i objašnjenje problema istraživanja

Za potrebe rada provedeno je istraživanje korištenja softvera za optičko prepoznavanje znakova kako bi se ukazalo na njihove prednosti i nedostatke te njihova mogućnost uvođenja u procese poslovanja s ciljem digitalne transformacije poslovanja.

Cilj istraživanja je usporedba dobivenih rezultata optičkog prepoznavanja znakova temeljem različitih softvera te odgovoriti na postavljena istraživačka pitanja s ciljem donošenja zaključaka o pojedinačnim softverima te njihove pouzdanosti za uvođenje u procese poslovanja.

U istraživanju su postavljena slijedeća istraživačka pitanja:

1. Je li analizirani softver sofisticiran?
2. Koje mogućnosti pohrane nudi analizirani softver?
3. Koliko jezika podržava analizirani softver?
4. Ima li softver mogućnosti korištenja tehnika inicijalne obrade slika?
5. Kolika je preciznost optičkog prepoznavanja dokumenata u poslovanju poput:
 - a) dokumenata u poslovanju na hrvatskom jeziku,
 - b) dokumenata u poslovanju na engleskom jeziku,
 - c) dokumenata u tabličnom obliku?
6. Je li softver primjenjiv u poslovanju?

Svrha istraživanja je usporedbom značajki softvera te usporedbom broja grešaka odnosno postotaka preciznosti optičkog prepoznavanja znakova doći do odgovora na postavljena istraživačka pitanja i potrebnih zaključaka.

5.2. Pregled metodologije i postupak istraživanja

U radu je korištena empirijska metoda koja je provedena vlastitim istraživanjem, odnosno istraživanjem autora rada. Istraživanjem su obuhvaćeni različiti softveri optičkog prepoznavanja znakova dostupni na tržištu.

Primjeri slika dokumenata u poslovanju potrebni za provođenje istraživanja i samu analizu softvera optičkog prepoznavanja znakova preuzeti su iz sekundarnih izvora, odnosno Interneta.

Korišteni softveri u istraživanju su:

- ABBYY FineReader,
- Tesseract,
- Google Img to Docs.

U sklopu istraživanja opisane su mogućnosti različitih softvera te je za kvantitativni dio istraživanja izvedena analiza, odnosno izračun i usporedba broja pogrešaka i postotaka pouzdanosti softvera kako bi se odgovorilo na istraživačka pitanja, provela rasprava te izveli potrebni zaključci. U istraživanje su uključeni dokumenti iz poslovanja s različitim brojem znakova u ulaznoj datoteci te različitih vrsta, odnosno na hrvatskom jeziku, engleskom jeziku te tabličnom obliku.

Izvedbom kvantitativnog dijela istraživanja, odnosno usporedbe mogućnosti navedenih softvera prvenstveno je korištena formula za izračun preciznosti prepoznavanja ukupnog broja znakova u dokumentu (engl. Character accuracy) te stopa pogrešaka u prepoznavanju ukupnog broja znakova (engl. Character error rate). Nadalje, zbog velikog broja specijalnih znakova te brojeva korištenih u dokumentima u poslovanju korištena je i formula izračuna preciznosti prepoznavanja ukupnog broja specijalnih znakova (engl. Symbols accuracy), stopa pogrešaka u prepoznavanju ukupnog broja specijalnih znakova (engl. Symbols error rate) te preciznost prepoznavanja brojeva (engl. Number accuracy) i stopa pogrešaka u prepoznavanju brojeva (engl. Number error rate).

5.3. Analiza i prikaz rezultata istraživanja

5.3.1. ABBYY FineReader

ABBYY FineReader softver temeljen je na tehnologiji optičkog prepoznavanja znakova uz pomoć koje je moguće izvući potrebne informacije sadržane u dokumentima. Olakšava digitalizaciju, dohvaćanje, uređivanje, pretvaranje, zaštitu i dijeljenje svih vrsta papirnatih dokumenata u poslovanju organizacije ili privatnoj upotrebi. Softver je dostupan za Mac, Linux i Microsoft Windows operativne sustave te u mobilnoj verziji.

ABBYY FineReader omogućuje (ABBYY, 2023):

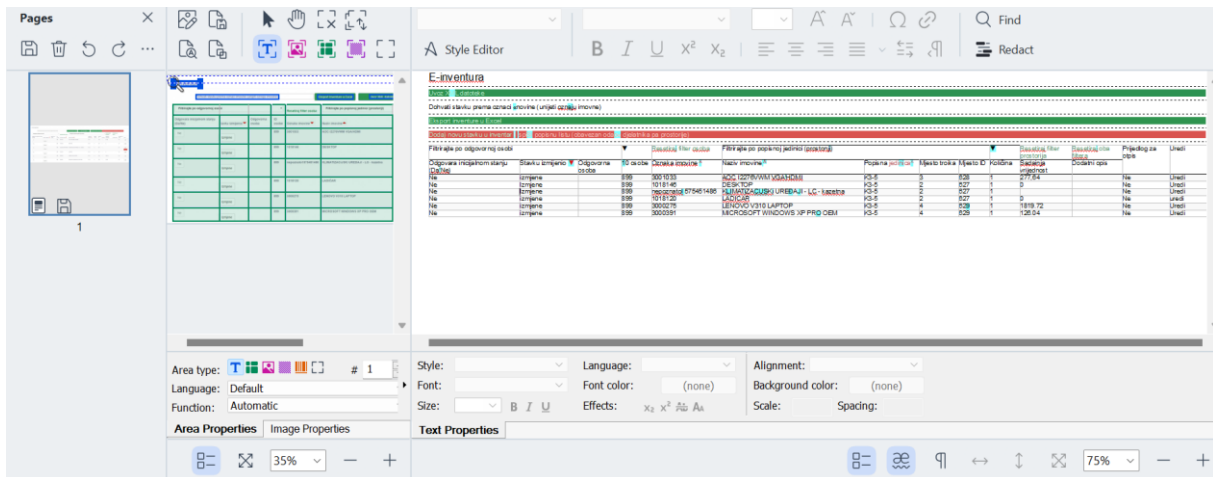
- Prepoznavanje i uređivanje teksta, hiperveza i slika u dokumentu,
- Pretraživanje po ključnim riječima u tekstu, komentarima, knjižnim oznakama ili metapodacima u dokumentima,
- Rotaciju, izrezivanje i ispravljanje stranica,
- Prepoznavanje i kopiranje teksta, tablica i slika iz skeniranih dokumenata ili fotografija (slika 14.),
- Pohranu dokumenata u docx, txt, xls, pdf, jpeg, tiff, png, bmp, gif, csv, ppt, html, epub ili nekom drugom formatu,
- Primjenu i provjeru digitalnih potpisa,
- Identificiranje razlika u tekstu iz dviju verzija istog dokumenta (slika 15.)
- Unaprjeđenje kvalitete i točnosti pretvaranja dokumenata pomoću naprednih alata poput ispravaka iskrivljenja, rotacija, razdvajanja u dokumentu, povećanja rezolucije, svjetline i slično (slika 16.).

Softver prepoznaje 198 svjetskih jezika te je moguće postavljanje automatskog prepoznavanja jezika u dokumentu. U istraživanju je korišten instalacijski paket inačice softvera ABBYY FineReader PDF16. Softver omogućuje sofisticiran pristup i korištenje optičkog prepoznavanja znakova učitavanjem dokumenata te odabirom željenih tehnika na alatnoj traci.

Učitavanje slika ili skeniranih dokumenata u softver izvršava se opcijom Open (otvori), a zatim se opcijom Read (pročitaj) pokreće proces optičkog prepoznavanja znakova učitane datoteke. Opcija jezik dokumenta omogućuje ručni odabir jezika dokumenta kako bi se omogućilo preciznije prepoznavanje specijalnih dijakritičkih znakova u određenim jezicima te korištenje rječnika odabranog jezika.

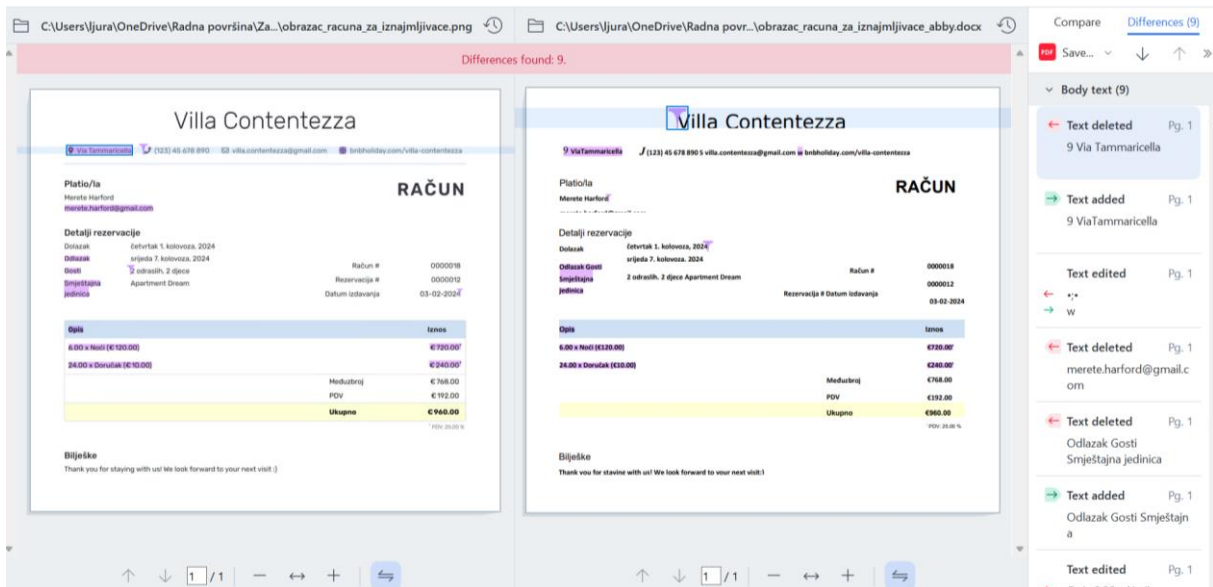
Optički prepoznat tekst moguće je pohraniti u izlazne datoteke različitih formata. Optički prepoznati uzorci u istraživanju su pohranjeni u txt i xls formatu s ciljem jednostavnije analize točnosti prepoznatih znakova svakog dokumenta.

Slika 14. Prikaz prepoznavanja tablice u ABBY FineReader softveru



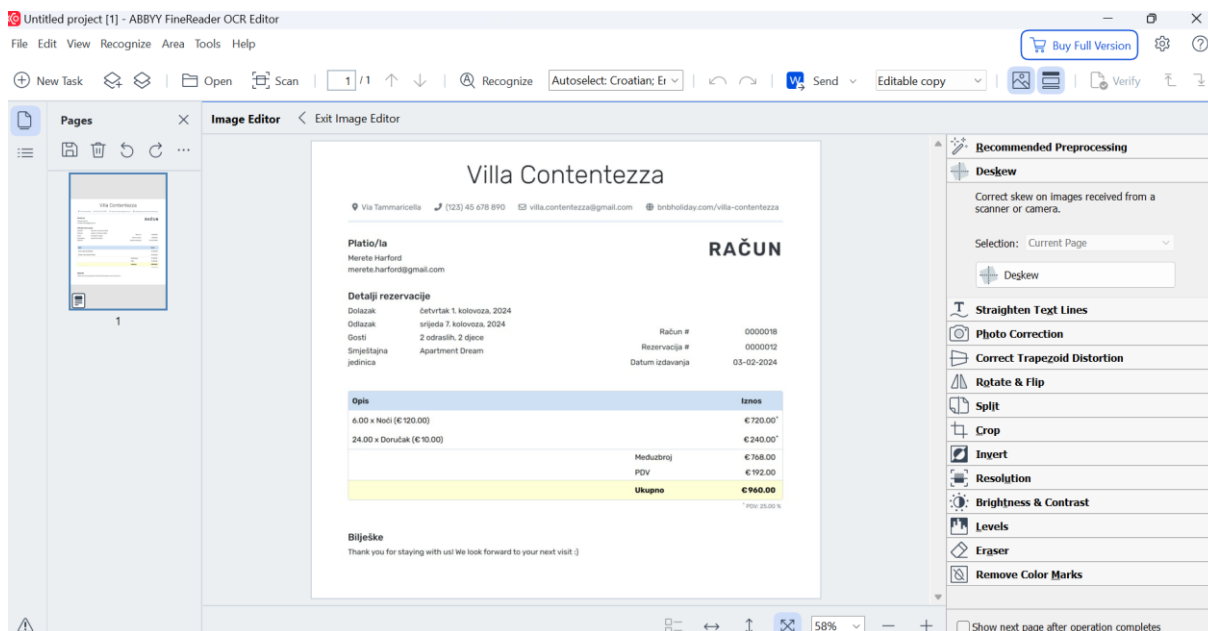
Izvor: Izrada autora u softveru ABBY FineReader

Slika 15. Prikaz usporedbe ulazne i izlazne datoteke u ABBY FineReader softveru



Izvor: Izrada autora u softveru ABBY FineReader

Slika 16. Sučelje tehnika inicijalne obrade optičkog prepoznavanja znakova u ABBYY FineReader softveru



Izvor: Izrada autora u softveru ABBYY FineReader

5.3.2. Tesseract

Tesseract softver dostupan je za Mac i Microsoft Windows operativne sustave. Također je softver otvorenoga koda te ga je moguće prilagoditi vlastitim potrebama kao i osposobiti za podršku različitih jezika te uspostaviti proces obuke nad podacima. Takvi podaci za obuku uključuju primjere slika ili skeniranih dokumenata zajedno s izvornim i ispravnim tekstnim dokumentom te s izvornim razmakom između riječi, znakova i paragrafa (Smith, 2007).

Tesseract ima podršku za unicode (UTF-8) te može prepoznati više od 100 svjetskih jezika. Podržava različite formate slika uključujući png, jpeg i tiff te izlazne formate datoteke poput običnog teksta, pdf datoteka i druge ovisno o potrebama korisnika. Za korištenje Tesseract softvera potrebna je instalacija paketa na vlastito računalo, a optičko prepoznavanje znakova izvodi se naredbama u komandnoj liniji. Za potrebe istraživanja korištena je inačica Tesseract 5.4.0. softvera.

Prije samog optičkog prepoznavanja znakova sa slika naredbom `cd pictures` potrebno je postaviti radni direktorij, odnosno direktorij u kojem se nalaze slike za koje će se izvršiti optičko prepoznavanje znakova. Optičko prepoznavanje znakova pokreće se naredbom `tesseract`, naziv slike s njenom ekstenzijom te primjerice `tesseract result` odnosno naziv koji će biti dodijeljen izlaznoj datoteci optičko prepoznatog teksta u `txt` formatu (slika 17.).

Slika 17. Pokretanje optičkog prepoznavanja znakova Tesseract softvera

```
C:\Users\Admin>cd pictures
C:\Users\Admin\Pictures>tesseract uod.png tesseract-resultuod
C:\Users\Admin\Pictures>
```

Izvor: Izrada autora

Također, Tesseract ima mogućnosti određivanja jezika prepoznavanja znakova kao i izvođenja naredbi za inicijalnu obradu slika, odnosno unaprjeđenja kvaliteta slika s ciljem boljeg prepoznavanja teksta u dokumentima. Za potrebe analize u istraživanju su optički prepoznati dokumenti na hrvatskom jeziku (slika 18.) i engleskom jeziku (slika 19.) te su pohranjeni u `txt` formatu.

Slika 18. Optički prepoznat tekst na hrvatskom jeziku Tesseract softverom

```
[Laura Jurak]
[Adresa tvrtke klijenta]
JIB: [JIB klijenta]

PDV-ID: [PDV-ID klijenta]

Datum ponude: 15. 9. 2021. 17:23

Vrijedi do: 1. 1. 2022.

Datum isporuke: 15. 9. 2021.
Model / Poziv na broj: [Model / Poziv]

Telefon: [Telefon] na broj]
NAZIV KOLICINA CUENA UKUPNO PDV
moj proizvod 2 235,00 470,00 117,50 (25%)
moja usluga A 770,00 770,00 192,50 (25%)
moja usluga (Popust 10%) 1 -77,00 -77,00 -19,25 (25%)
UKUPNO 1.163,00 KM
PDV 290,75 KM
Ukupno za platiti 1.453,75 KM

Operater / Ponuda izdao: [Operater / Ponuda izdao]
Nacin placanja: transakcijski račun
JIR i ZKI: IR i ZKI]

[Naziv banke]
SWIFT/BIC: [SWIFT/BIC]
Broj bankovnog racuna: [Bankovni racun]

RUPAC
[Laura Jurak]
[Adresa tvrtke klijenta]
JIB: [JIB klijenta]

PDV-ID: [PDV-ID klijenta]

Datum ponude: 15. 9. 2021. 17:23

Vrijedi do: 1. 1. 2022.

Datum isporuke: 15. 9. 2021.
Model / Poziv na broj: [Model / Poziv]

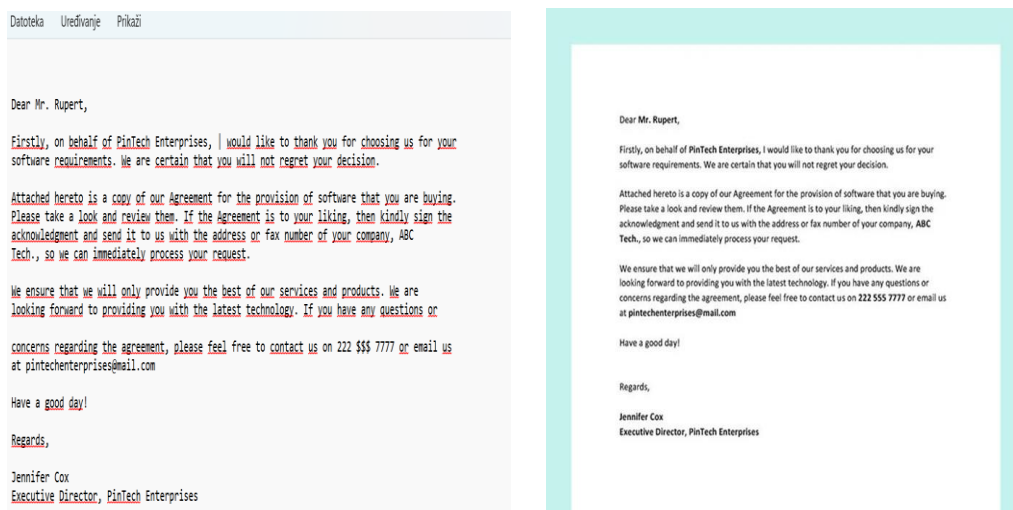
Telefon: [Telefon] na broj]
NAZIV KOLICINA CUENA UKUPNO PDV
moj proizvod 2 235,00 470,00 117,50 (25%)
moja usluga A 770,00 770,00 192,50 (25%)
moja usluga (Popust 10%) 1 -77,00 -77,00 -19,25 (25%)
UKUPNO 1.163,00 KM
PDV 290,75 KM
Ukupno za platiti 1.453,75 KM

Operater / Ponuda izdao: [Operater / Ponuda izdao]
Nacin placanja: transakcijski račun
JIR i ZKI: IR i ZKI]

[Naziv banke]
SWIFT/BIC: [SWIFT/BIC]
Broj bankovnog racuna: [Bankovni racun]
```

Izvor: Izrada autora Tesseract softverom

Slika 19. Optički prepoznat tekst na engleskom jeziku Tesseract softverom



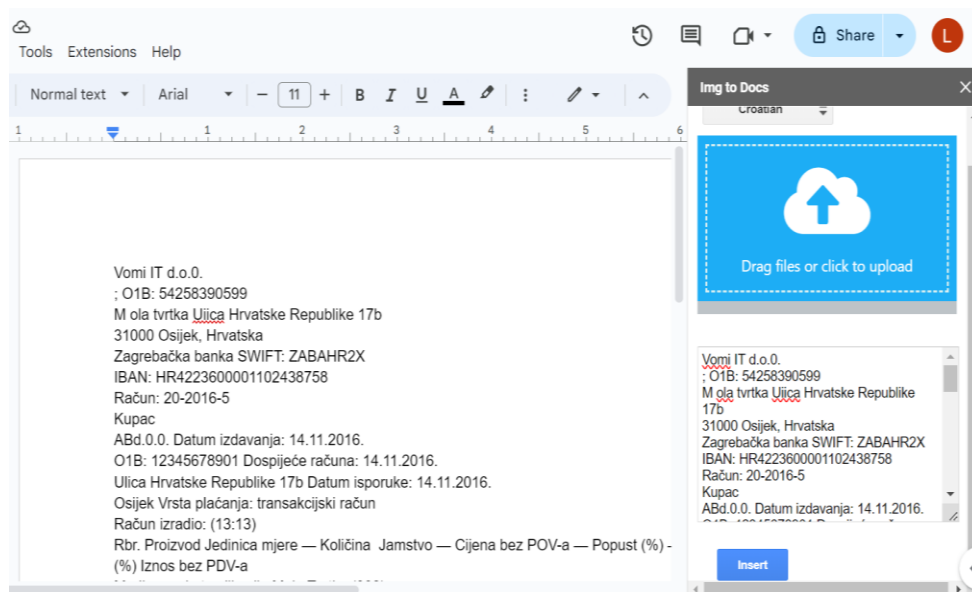
Izvor: Izrada autora Tesseract softverom

5.3.3. Google Img to Docs

Google Img to Docs je softver za optičko prepoznavanje znakova koji na jednostavan način pretvara znakove na slikama i skeniranim dokumentima u tekst. Softver podržava učitavanje png, jpg, bmp i pmb formata datoteka. Img to Docs podržava 196 jezika koje je moguće odabrati zasebno opcijom.

Za potrebe istraživanja pristup softveru je omogućen pohranom podataka odnosno dokumenata na Google disku te instalacijom softvera Img to Docs na računalo. Prvenstveno je otvoren novi dokument na Google disku te jednostavnim odabirom opcije Insert (umetanje) na alatnoj traci učitana slika sa računala. Odabirom na Extensions (proširenja) otvora se opcija Image-OCR kojom se pokreće naredba optičkog prepoznavanja znakova nad učitanoj slikom (slika 20.). Optički prepoznati tekst moguće je oblikovati prema vlastitim potrebama te ga pohraniti na Google disk ili računalo u docx, odt, rtf, pdf, txt, html i epub formatu. Za potrebe istraživanja prepoznat tekst pohranjen je u docx formatu na računalo.

Slika 20. Optičko prepoznavanje dokumenta softverom Google Img to Docs



Izvor: Izrada autora softverom Img to Docs

5.3.4. Rezultati istraživanja

Istraživanje je provedeno na uzorku od 30 dokumenata, no u analizi je korišteno 9 dokumenata koji su pokazali kvalitetne i tražene značajke kako bi se odgovorilo na postavljena istraživačka pitanja te izveo zaključak. Ostatak uzoraka je izbačen iz analize.

U uzorku su odabrani dokumenti koji su korišteni u poslovanju te koji sadrže različite brojeve znakova u ulaznoj datoteci, a zatim dokumenti na hrvatskom jeziku, engleskom jeziku i tabličnom obliku.

Navedenim softverima optički su prepoznati znakovi u dokumentima te je izvedena usporedba broja znakova u ulaznoj datoteci, odnosno slici sa izlaznom datotekom u tekstualnom obliku.

Usporedbom znakova te uočenom razlikom u ulaznim i izlaznim datotekama izveden je broj pogrešaka u svakom dokumentu, odnosno pogrešno optički prepoznatih znakova prikazano u tablici 1. S ciljem preciznijeg određivanja pogrešaka softvera optičkog prepoznavanja, znakovi sadržani u dokumentima analize prikazani su kao velika i mala slova, zatim brojevi, razmaci te ostali specijalni znakovi odnosno interpunkcije.

Tablica 1. Broj znakova i pogrešaka u optički prepoznatim dokumentima

<i>Softver</i>	<i>Datoteka</i>	<i>Vrsta znakova</i>	<i>Broj znakova (ulazna datoteka)</i>	<i>Broj znakova (izlazna datoteka)</i>	<i>Broj pogrešaka*</i>
<i>Tesseract</i>	1.Ponuda	UKUPNO	711	706	
		Velika slova	132	131	5
		Mala slova	298	298	5
		Brojevi	97	96	1
		Razmak	90	89	1
		Specijalni znakovi (ikone, interpukcije i sl.)	94	92	2
<i>Tesseract</i>	2.Ugovor o djelu	UKUPNO	1750	1547	
		Velika slova	48	49	13
		Mala slova	1191	1186	58
		Brojevi	17	18	0
		Razmak	259	259	0
		Specijalni znakovi (ikone, interpukcije i sl.)	235	35	200
<i>Tesseract</i>	3. Ponuda (engleski jezik)	UKUPNO	876	876	
		Velika slova	30	29	1
		Mala slova	677	677	0
		Brojevi	10	7	3
		Razmak	141	141	0
		Specijalni znakovi (ikone, interpukcije i sl.)	18	22	4
<i>ABBYY FineReader</i>	4.Obračun inventura	UKUPNO	1190	1181	
		Velika slova	147	143	9
		Mala slova	553	544	15
		Brojevi	123	124	1
		Razmak	343	343	0
		Specijalni znakovi (ikone, interpukcije i sl.)	24	27	7
<i>ABBYY FineReader</i>	5.Račun za iznajmljivače	UKUPNO	589	589	
		Velika slova	37	37	0
		Mala slova	339	339	0
		Brojevi	90	90	0
		Razmak	70	70	0
		Specijalni znakovi (ikone, interpukcije i sl.)	53	53	9
<i>ABBYY FineReader</i>	6.Račun	UKUPNO	1102	1094	
		Velika slova	117	121	1
		Mala slova	600	593	23
		Brojevi	173	171	2
		Razmak	130	133	3
		Specijalni znakovi (ikone, interpukcije i sl.)	76	76	4

<i>Google Img to Docs</i>	7. Račun	UKUPNO	1102	1102	
		Velika slova	117	116	3
		Mala slova	600	596	7
		Brojevi	173	162	3
		Razmak	130	176	52
	Specijalni znakovi (ikone, interpukcije i sl.)	76	52	8	
<i>Google Img to Docs</i>	8. Račun za iznajmljivače	UKUPNO	589	580	
		Velika slova	37	36	4
		Mala slova	339	329	17
		Brojevi	90	90	0
		Razmak	70	78	8
	Specijalni znakovi (ikone, interpukcije i sl.)	53	47	11	
<i>Google Img to Docs</i>	9. Ponuda (engleski jezik)	UKUPNO	876	860	
		Velika slova	30	29	1
		Mala slova	677	667	11
		Brojevi	10	13	0
		Razmak	141	133	8
	Specijalni znakovi (ikone, interpukcije i sl.)	18	18	0	

*NAPOMENA: Broj pogrešaka nije razlika ukupnog broja znakova ulazne i izlazne datoteke već i svaka promjena vrste znakova (veliko u malo slovo ili iz broja u slovo ili drugi specijalni znak kao i obrnuto tj. broj znakova u ulaznoj datoteci može biti isti kao i broj u izlaznoj no pogreška postoji).

Izvor: Izrada autora

U tablici 1. vidljivo je kako je Tesseract softverom izvedeno najmanje pogrešaka prilikom optičkog prepoznavanja znakova ponude na engleskom jeziku koja sadrži 876 znakova, dok je najviše pogrešaka izvedeno prilikom optičkog prepoznavanja ugovora o djelu na hrvatskom jeziku zbog velikog ukupnog broja znakova od 1750, a ponajviše zbog specijalnih znakova. Primjerice od 275 specijalnih znakova u ulaznoj datoteci, prepoznato je njih 35.

ABBYY FineReader u dokumentu račun za iznajmljivače koji sadrži 589 znakova što je mnogo manje od ostalih dokumenata, ispravno je prepoznao sva slova i brojeve, dok je uočeno 9 pogrešaka u prepoznavanju specijalnih znakova. Također, softverom Google Img to Docs ponuda na engleskom jeziku je optički prepoznata s najmanje pogrešaka, njih ukupno 20. Precizno su prepoznati znakovi brojeva, dok je najviše pogrešaka u prepoznavanju malih slova.

Za potrebe istraživanja izračunate su ciljane veličine pouzdanosti optičkog prepoznavanja znakova u dokumentima (Tablica 2.).

Tablica 2. Analiza pouzdanosti prepoznavanja ukupnog broja znakova u dokumentima (uračunat samo ukupan broj znakova u ulaznoj i izlaznoj datoteci)

<i>Softver</i>	<i>Datoteka</i>	<i>Pouzdanost prepoznavanja ukupnog broja znakova (%)</i>
<i>Tesseract</i>	1. Ponuda	99,30
<i>Tesseract</i>	2. Ugovor o djelu	88,40
<i>Tesseract</i>	3. Ponuda (engleski jezik)	100,00
<i>ABBYY FineReader</i>	4. Obračun inventura	99,24
<i>ABBYY FineReader</i>	5. Račun za iznajmljivače	100,00
<i>ABBYY FineReader</i>	6. Račun	99,27
<i>Google Img to Docs</i>	7. Račun	100,00
<i>Google Img to Docs</i>	8. Račun za iznajmljivače	98,47
<i>Google Img to Docs</i>	9. Ponuda (engleski jezik)	98,17

Izvor: Izrada autora

Tesseract softverom optički su prepoznati znakovi dokumenta ponude na engleskom jeziku sa preciznošću od 100%, dok je dokument ugovora o djelu na hrvatskom jeziku prepoznat sa preciznošću od 88%. Softver ABBYY FineReader prikazuje za sve optički prepoznate dokumente najbolje rezultate, primjerice račun za iznajmljivače na hrvatskom jeziku prepoznat je s preciznošću 100%, dok su obračun inventure u tabličnom obliku te dokument računa prepoznati sa preciznošću od 99,24% i 99,27%. Google Img to Docs najveću preciznost od 100% u optičkom prepoznavanju znakova postigao je za dokument računa, dok su račun za iznajmljivače na hrvatskom jeziku i ponuda na engleskom jeziku prepoznati sa preciznošću od 98,47% i 98,17%.

S ciljem postizanja preciznijih rezultata u istraživanju obzirom na broj pogrešaka optičkog prepoznavanja znakova korištena je i formula prilagođena od strane autora, odnosno prikazan je izračun broja znakova koji sadrže bilo koju pogrešku u prepoznavanju bez obzira što je primjerice broj ukupnih znakova u ulaznoj datoteci isti ukupnom broju znakova u izlaznoj datoteci. Dakle, u obzir su uzete sve pogreške u optičkom prepoznavanju poput promjene velikog u malo slovo, broja u slovo ili drugi specijalni znak kao i obrnuto (Tablica 3.).

Tablica 3. Analiza pouzdanosti prepoznavanja ukupnog broja znakova u dokumentima uključujući sve vrste pogrešaka

<i>Softver</i>	<i>Datoteka</i>	<i>Pouzdanost prepoznavanja znakova uključujući sve vrste pogrešaka (%)</i>
<i>Tesseract</i>	1. Ponuda	97,33
<i>Tesseract</i>	2. Ugovor o djelu	73,14
<i>Tesseract</i>	3. Ponuda (engleski jezik)	99,09
<i>ABBYY FineReader</i>	4. Obračun inventura	96,55
<i>ABBYY FineReader</i>	5. Račun za iznajmljivače	98,47
<i>ABBYY FineReader</i>	6. Račun	96,28
<i>Google Img to Docs</i>	7. Račun	93,38
<i>Google Img to Docs</i>	8. Račun za iznajmljivače	91,68
<i>Google Img to Docs</i>	9. Ponuda (engleski jezik)	95,89

Izvor: Izrada autora

U tablici 3. prikazana je pouzdanost prepoznavanja znakova Tesseract softverom od 99,09% za dokument ponude na engleskom jeziku, dok je ABBYY FineReader softverom najpreciznije prepoznat dokument računa za iznajmljivače od 98,47%. Uključujući sve vrste pogrešaka, softverom Google Img to Docs ostvarena je najveća preciznost od 95,89% prilikom optičkog prepoznavanja ponude na engleskom jeziku.

Nadalje, zbog utjecaja određenih specijalnih znakova u većini jezika, analizirani su navedeni softveri optičkog prepoznavanja znakova prema pouzdanosti prepoznavanja brojeva i specijalnih znakova uključujući ukupan broj pogrešaka, kao i stope pogrešaka optičkog prepoznavanja znakova (Tablica 4.).

Tablica 4. Analiza softvera optičkog prepoznavanja brojeva i specijalnih znakova u dokumentima

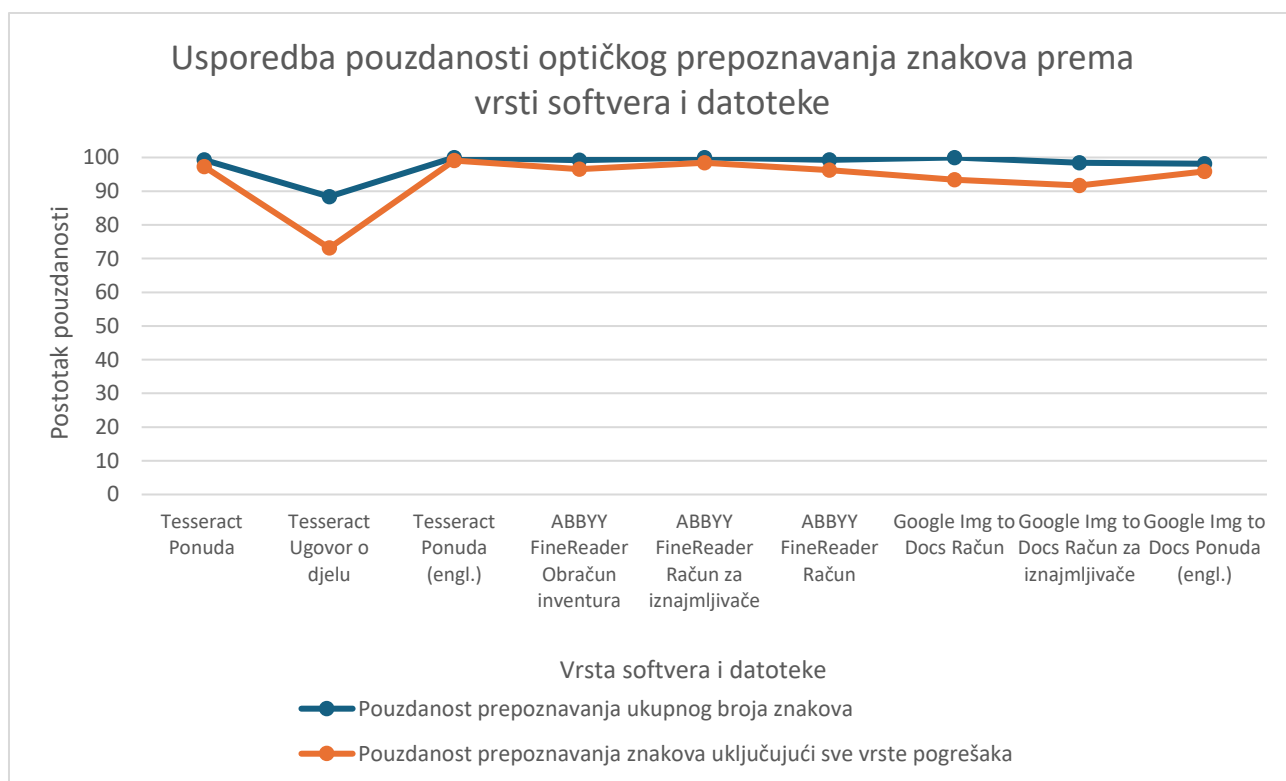
<i>Softver</i>	<i>Datoteka</i>	<i>Vrsta znakova</i>	<i>Broj znakova (ulazna datoteka)</i>	<i>Broj prepoznatih znakova (izlazna datoteka)</i>	<i>Pouzdanost prepoznavanja uključujući ukupan broj pogrešaka (%)</i>	<i>Stopa pogrešaka (%)</i>
<i>Tesseract</i>	1.Ponuda	Brojevi	97	95	97,94	2,06
		Specijalni znakovi	94	90	95,74	4,26
<i>Tesseract</i>	2.Ugovor o djelu	Brojevi	17	18	/	/
		Specijalni znakovi	235	161	/	/
<i>Tesseract</i>	3.Ponuda (engleski jezik)	Brojevi	10	4	40,00	60,00
		Specijalni znakovi	18	18	100,00	0,00
<i>ABBYY FineReader</i>	4.Obračun inventura	Brojevi	123	123	100,00	0,00
		Specijalni znakovi	24	20	83,33	16,67
<i>ABBYY FineReader</i>	5.Račun za iznajmljivače	Brojevi	90	90	100,00	0,00
		Specijalni znakovi	53	44	83,02	16,98
<i>ABBYY FineReader</i>	6.Račun	Brojevi	173	169	97,69	2,31
		Specijalni znakovi	76	72	94,74	5,26
<i>Google Img to Docs</i>	7.Račun	Brojevi	173	159	91,91	8,09
		Specijalni znakovi	76	44	57,89	42,11
<i>Google Img to Docs</i>	8.Račun za iznajmljivače	Brojevi	90	90	100,00	0,00
		Specijalni znakovi	53	36	67,92	32,08
<i>Google Img to Docs</i>	9.Ponuda (engleski jezik)	Brojevi	10	13	/	/
		Specijalni znakovi	18	18	100,00	0,00

Izvor: Izrada autora

Analizom je ostvarena pouzdanost prepoznavanja brojeva Tesseract softverom od 97,94% odnosno stopa pogrešaka 2,06% u dokumentu ponude na hrvatskom jeziku koja izvorno sadrži 97 brojeva, dok je Google Img to Docs softverom ostvarena pouzdanost od 100% u prepoznavanju brojeva dokumenta računa za iznajmljivače, odnosno ispravno je prepoznato svih 90 brojeva. ABBYY FineReader softverom ostvarena je pouzdanost od 100% u optičkom prepoznavanju brojeva dokumenata obračuna inventure u tabličnom obliku koja sadrži 123 broja, kao i računa za iznajmljivače koji sadrži 90 brojeva.

Optičkim prepoznavanjem specijalnih znakova u ponudi na engleskom jeziku koja sadrži samo 18 specijalnih znakova ostvarena je pouzdanost od 100% Tesseract i Google Img to Docs softverom, dok je najveća ostvarena preciznost optičkog prepoznavanja specijalnih znakova ABBYY FineReader softverom od 94,74% računa na hrvatskom jeziku koji sadrži 76 specijalnih znakova.

Grafikon 4. Usporedba pouzdanosti softvera optičkog prepoznavanja znakova prema vrsti softvera i datotekama korištenim prilikom obrade.



Izvor: Izrada autora

Na Grafikonu 4. prikazana je usporedba pouzdanosti softvera optičkog prepoznavanja znakova koji su korišteni u istraživanju prema vrsti softvera i datotekama korištenim prilikom procesa obrade. Nadalje, prikazana je usporedba pouzdanosti prepoznavanja ukupnog broja znakova sa pouzdanosti prepoznavanja znakova kada su u izračun uračunate sve vrste pogrešaka prilikom prepoznavanja. Ukoliko se promatra pouzdanost ukupnog broja znakova može se zaključiti kako Tesseract softver ostvaruje najveću pouzdanost optičkog prepoznavanja od 100% nad dokumentom ponude na engleskom jeziku koja sadrži ukupno 876 znakova, dok uračunavanjem svih vrsta pogrešaka pouzdanost iznosi 99,09% nad istim dokumentom. ABBYY FineReader softver ostvaruje najveću pouzdanost ukupnog broja znakova u iznosu od 100% prilikom optičkog prepoznavanja nad dokumentom računa za iznajmljivače koji sadrži 589 znakova, dok uračunavanjem svih vrsta pogrešaka pouzdanost iznosi 98,47%. Google Img to Docs najveću preciznost ukupnog broja znakova od 100% ostvaruje optičkim prepoznavanjem znakova u dokumentu računa na hrvatskom jeziku koji sadrži 1102 znaka, no uračunavanjem svih vrsta pogrešaka pouzdanost iznosi 93,38%.

5.3.5. Kritički osvrt na studiju slučaja

Istraživanje je provedeno nad određenim dostupnim softverima za optičko prepoznavanje znakova s ciljem njihove usporedbe te mogućnosti korištenja u poslovanju. U istraživanju je bitno istaknuti određena ograničenja koja imaju mogućnost utjecaja na samu kvalitetu dobivenih rezultata. Prvo ograničenje jest manjak iskustva prilikom korištenja softvera optičkog prepoznavanja znakova, odnosno mogućnosti prilagodbe Tesseract softvera otvorenog koda vlastitim potrebama. Kao drugo ograničenje potrebno je navesti korištenje navedenih softvera ABBYY FineReader i Google Img to Docs u osnovnoj verziji s manjkom implementiranih mogućnosti inicijalne obrade slika te nedostatkom dostupnih proširenja softvera. Jednako tako, u daljnjim istraživanjima moguće je provođenje optičkog prepoznavanja nad većim skupom podataka, kao i treniranje samih softvera nad potrebnim skupom podataka s ciljem preciznijeg optičkog prepoznavanja znakova. Također, moguće je korištenje izvedenih formula uračunavanja svih vrsta pogrešaka optičkog prepoznavanja prilikom budućih analiza. Analizom je prikazano kako su softveri ABBYY FineReader i Google Img to Docs sofisticiraniji u usporedbi s Tesseract softverom, odnosno jednostavniji za korištenje širokoj populaciji.

Prilikom implementacije Tesseract softvera potrebna su određena informatička znanja i vještine kako bi se iskoristile njegove potencijalne mogućnosti. Svi navedeni softveri omogućavaju pohranu optički prepoznatih dokumenata u tekstualnom obliku, no ABBYY FineReader i Google Img to Docs omogućavaju dijeljenje i pohranu u nekoliko jednostavnih koraka. Također, softveri korišteni u istraživanju podržavaju optičko prepoznavanje znakova na više od sto svjetskih jezika, no njihov odabir prilikom prepoznavanja znakova također je jednostavniji uporabom ABBYY FineReader i Google Img to Docs softvera.

Prilikom analize softvera, može se zaključiti da ABBYY FineReader ima velik broj tehnika inicijalne obrade slika koje je moguće koristiti, dok Google Img to Docs u svom osnovnom paketu nema. S druge strane, prilikom optičkog prepoznavanja dokumenata Tesseract softverom, moguća je inicijalna obrada slika jedino unosom određenih računalnih naredbi u naredbenom retku, dok se u softveru ABBYY FineReader sve opcije nalaze na korisničkom sučelju, odnosno alatnoj traci. Prema rezultatima analize Tesseract softver prikazuje veliku razliku u rezultatima optičkog prepoznavanja dokumenata na engleskom i hrvatskom jeziku, odnosno dobivena je visoka preciznost u prepoznavanju dokumenata na engleskom jeziku, dok je na hrvatskom jeziku velika stopa broja pogrešaka. Jednako tako, dobivenim rezultatima vidljiv je utjecaj razlike u ukupnom broju znakova u dokumentima na količinu pogrešaka u izlaznim dokumentima. U predstavljenim rezultatima ABBYY FineReader i Google Img to Docs softvera vidljiva je visoka preciznost u optičkom prepoznavanju dokumenata na engleskom, ali i hrvatskom jeziku. Također, analizom ABBYY FineReader softvera prikazan je visok stupanj preciznosti optičkog prepoznavanja dokumenata u tabličnom obliku.

Provedenim istraživanjem može se izvesti zaključak o mogućnostima implementacije navedenih softvera optičkog prepoznavanja znakova u poslovanje. Tesseract softver je softver otvorenog koda kojeg je moguće implementirati jedino uz visoka informatička znanja i vještine, no samim time njegova prednost je u prilagodbi rješenja vlastitima mogućnostima i potrebama. ABBYY FineReader i Google Img to Docs softveri su koje je vrlo jednostavno koristiti te prilagođeni za uporabu u svakodnevnom poslovanju. Također, analizom ABBYY FineReader softvera dokazana je njegova mogućnost upotrebe u različitim segmentima poslovanja poput optičkog prepoznavanja skeniranih tekstualnih dokumenata, tablica i slično. Omogućeno je i dijeljenje izlaznih dokumenata putem elektroničke pošte, softvera za suradnju poput Sharepoint-a te raznih sustava upravljanja dokumentima i sustava planiranja resursa poduzeća.

6. Zaključak

Proces digitalizacije poslovanja ogleda se jednostavnim pristupom informacijama, uštedom vremena kao i zaštitom podataka u poslovanju. Digitalizaciju dokumenata u poslovanju omogućuju softveri optičkog prepoznavanja znakova, odnosno tehnologija kojom je moguće izvlačenje informacija iz nestrukturiranih podataka poput skeniranih dokumenata i slika s ciljem strukturiranja istih.

Cilj rada bio je testiranje softvera optičkog prepoznavanja znakova te analiza pouzdanosti njihove implementacije u procese poslovanja. Dobivenim rezultatima provedenog istraživanja može se zaključiti kako je arhitektura testiranih softvera optičkog prepoznavanja znakova prilagođena prepoznavanju različitih vrsta papirnatih dokumenata te kako je potrebna primjena određenih tehnika inicijalne obrade slika u slučajevima manje kvalitetnih slika ili slika koje sadrže određene specijalne znakove u tekstu. Mjerenjem pouzdanosti optičkog prepoznavanja znakova utvrđeno je kako analizirani softveri ostvaruju preciznije rezultate ukoliko se radi o dokumentima s manjim brojem znakova te tekstom koji ne sadrži mnogo interpunkcijskih znakova. Također, pouzdanost optičkog prepoznavanja znakova prikazuje preciznije rezultate pogrešaka ukoliko se u analizu uključuju sve vrste pogrešaka. Kao moguća preporuka za buduća istraživanja navodi se korištenje većeg broja testiranih dokumenata, a zatim i treniranje sustava na prepoznavanje potrebnih vrsta znakova kojima je moguće unaprijediti softvere optičkog prepoznavanja znakova.

S druge strane, navedeni softveri daju optimistične rezultate za njihovu implementaciju sa sustavima upravljanja dokumentima u poslovanje organizacija s ciljem digitalizacije dokumenata i same digitalne transformacije poslovanja. Softveri pružaju mogućnosti indeksiranja, upravljanja i skladištenja dokumenata, izrade potrebnih analiza i izvještaja, dijeljenja podataka kao i elektroničkog uređivanja i potpisivanja dokumenata u poslovanju. Jednako tako, softveri optičkog prepoznavanja dokumenata omogućuju poslovanje u skladu sa propisima te smanjenje samih rizika poslovanja. Samim time razvoj i implementacija softvera optičkog prepoznavanja znakova u poslovanje, predstavlja ključni element te daje velik doprinos organizacijama u daljnjem razvoju i digitalnoj transformaciji poslovanja.

Literatura

1. Abbasova, V.S. (2020.), Main concepts of the document management system required for its implementation in enterprises, *ScienceRise*, 66 (1), 32–37.
2. ABBYY Europe GmbH. (2023.), Top 7 PDF Features of ABBYY FineReader PDF, preuzeto 29.srpnja 2024. s <https://pdf.abbyy.com/media/4006/ebook-finereaderpdf-features-en.pdf>
3. Agencija za komercijalnu djelatnost (b.d.), preuzeto 12.srpnja 2024. s <https://www.akd.hr/hr/proizvodi-i-rjesenja/dokumenti/osobna-iskaznica>
4. Alade, S.M. (2023.), Design and Implementation of a Web-based Document Management System, *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 15 (2), 35-53.
5. Alginahi, Y. (2010.), Preprocessing Techniques, u: Mori, M., (ur.) *Character Recognition*, IntechOpen
6. Asif, A.M.,Hannan, S.A.,Perwej, Y. i Vithalrao, M.A. (2014.), An overview and applications of optical character recognition, *International Journal of Advance Research In Science And Engineering* (3), 7
7. Bharadwaj, A., El Sawy, O.A., Pavlou, P.A., Venkatraman, N. (2013.), Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights, *MIS Quarterly*, 37 (2), 471-482.
8. Boban, M., Babić, A. (2014.), Utjecaj informacijskih tehnologija na gospodarski rast, poslovni rezultat i stopu rasta profita poduzeća u Republici, *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku*, 8 (1-2), Šibenik: Veleučilište u Šibeniku
9. Bosilj Vukšić, V., Ćurko, K., Jaković, B., Milanović Glavan, Lj., Pejić Bach, M., Pivar, J. ... Zoroja, J., (2020.), *Osnove poslovne informatike*, Zagreb: Ekonomski fakultet
10. Brumec, J., Dobrović, Ž. i Tomičić, M. (2006.), The model of the document management system in the public sector, *Journal of information and organizational sciences*, 30 (1), 29-46.
11. Chaudhuri, A., Mandaviya, K., Badelia, P. i Ghosh, S.K. (2017.), *Optical Character Recognition Systems for Different Languages with Soft Computing*, Springer, Cham
12. Clearview Imaging (b.d.), preuzeto 15. lipnja 2024. s <https://www.clearview-imaging.com/en/blog/introduction-to-ocr>

13. Cojocaru, S., Malahov, L., Colesnicov, A., Bumbu, T. (2016.), Optical Character Recognition Applied to Romanian Printed Texts of the 18th-20th Century, *Computer Science Journal of Moldova* 24 (1), 106-117.
14. Dimitrios, N., Sakas, D. i Vlachos, D. (2013.), The role of information system sin creating strategic leadership model. *Procedia-social and behavioral sciences*, 3 (7), 285-293.
15. Eržišnik, D. (2000.), Informatizacija i uredsko poslovanje - povijesni pregled i perspektive, *Arhivski vjesnik*, 43 , 67-76.
16. European Commission (2023.), Digital Decade DESI visualisation tool, preuzeto 21.svibnja 2024. s <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/>
17. Eurostat (2023.), Digital economy and society statistics – enterprises, preuzeto 20.svibnja 2024. s https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Digital_economy_and_society_statistics_-_enterprises#E-business_integration
18. Faizullah, S., Ayub, M.S., Hussain, S. i Khan, M.A. (2023.), A Survey of OCR in Arabic Language: Applications, Techniques, and Challenges, *Applied Sciences* 13 (7), 4584.
19. Fernando, H., Hewavitharana, T. i Perera, A. (2019.), Evaluation of Electronic Document Management (EDM) systems for construction organizations, *Moratuwa Engineering Research Conference, Sri Lanka*, 273-278.
20. Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D. i Welch, M. (2014.), Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative, *MIT Sloan Management Review*, 55 (2), 1-12.
21. Github (b.d.), Tesseract, preuzeto 29. srpnja 2024. s <https://github.com/UB-Mannheim/tesseract/wiki>
22. Github (b.d.), Hough Transform (Line and Circle Detection), preuzeto 21.lipnja 2024. s https://sbme-tutorials.github.io/2018/cv/notes/5_week5.html
23. Google Img to Docs (b. d.), preuzeto 30. srpnja 2024. s https://workspace.google.com/marketplace/app/img_to_docs_image_ocr/1024533292248
24. Grooper software (b.d.), preuzeto 15.lipnja 2024. s <https://blog.bisok.com/general-technology/what-is-intelligent-character-recognition>
25. Idlbek, R. i Hip, O. (2017.), *Informacijske tehnologije u poslovanju*, Požega: Veleučilište u Požegi

26. Informacijsko središte korisnika Pantheon (b.d.), preuzeto 12.srpnja 2024. s <https://usersite.datalab.eu/pantheonusermanual/tabid/316/language/hr-hr/topic/slanje-pdf-dokumenta-na-ocr-citanje-i-prijem-eracuna-%E2%80%93-eknjizenje-ocr-workflow/htmlid/1000001975/default.aspx>
27. Itoh, H., Okamoto, T., Fukumoto, H. i Wakuya, H. (2022.), An Electroadhesive Paper Gripper With Application to a Document-Sorting Robot, *IEEE Access* 10
28. Jordan, S. i Sternad Zabukovšek, S. (2000.), Organizational Maturity and Sustainability Orientation Influence on DMS Life Cycle—Case Analysis, *Sustainability* 2023, 15 (5), 1-26.
29. Juang, J-G., Tsai, Y-J., Fan, Y-W. (2015.), Visual Recognition and Its Application to Robot Arm Control, *Applied Sciences* 5 (4), 851-880.
30. Kyamakya, K., Mosa, A.H., Al Machot, F. i Chedjou, J.C. (2021.), Document-Image Related Visual Sensors and Machine Learning Techniques, *Sensors* 2021, 21 (17), 1-4.
31. Lamza-Maronić, M. (2010.), Poslovni *informacijski sustavi – podloga suvremenom poslovanju*, Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku.
32. Lat, A., Jawahar, C.V. (2018.), Enhancing OCR Accuracy with Super Resolution, *24th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, 3162-3167.
33. Medium (b.d.), preuzeto 12.srpnja 2024. s <https://medium.com/@quangnhatnguyenle/detect-and-recognize-vehicles-license-plate-with-machine-learning-and-python-part-1-detection-795fda47e922>
34. Memon, J., Sami, M., Khan, R.A. i Uddin, M. (2020.), Handwritten Optical Character Recognition (OCR): A Comprehensive Systematic Literature Review, *IEEE Access* 8
35. Mithas, S., Tafti, A., and Mitchell, W. (2013.), How a Firm's Competitive Environment and Digital Strategic Posture Influence Digital Business Strategy, *MIS Quarterly*, 37 (2), 511-536.
36. Nguyen, T.T.H., Jatowt, A., Coustaty, M. i Doucet, A. (2021.), Survey of Post-OCR Processing Approaches, *ACM Computing Surveys*, 54 (6), 1-37.
37. Özcan, F.T., i Eldem, A. (2023.), *MANAS Journal of Engineering* 11(1), 64-73.
38. Paul, R.J. (2010.), What an Information System is, and why is it important to know this. *Journal of computing and information technology*, 18 (2), 95-99.
39. Pilot Software (b.d.), preuzeto 15. lipnja s https://www.pilotltd.com/en/blog/omr_ocr_icr
40. Pooja, J., Kavita, T., Harmunish, T. (2021.), Which OCR toolset is good and why? A comparative study, *Kuwait Journal of Science* 48 (2), 1-12.

41. Quora, Inc. (2024.), preuzeto 13.srpnja 2024. s <https://www.quora.com/Why-do-we-use-an-OMR-scanner>
42. Radošević, D. (1996.), Postupci i problemi optičkog raspoznavanja uzoraka, Zbornik radova Fakulteta organizacije i informatike Varaždin 21 (2), 17-31.
43. Raj, A., Sharma, S., Singh, J. i Singh, A. (2023.), Revolutionizing Data Entry: An In-Depth Study of Optical Character Recognition Technology and Its Future Potential, *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology* 11 (2), 1-11.
44. Reis, J., Amorim, M., Melão, N. i Matos, P. (2018.), Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research, u: Rocha, A., Adeli, H., Reis, L.P. i Costanzo, S. (ur.), *Trends and Advances in Information Systems and Technologies* (str. 411-421). Napulj: Springer
45. Reisswig, C., Katti, A.R., Spinaci, M. i Höhne, J. (2019.), Chargrid-OCR: End-to-end Trainable Optical Character Recognition through Semantic Segmentation and Object Detection, *Workshop on Document Intelligence at NeurIPS 2019*, Vancouver, Canada, preuzeto 14. lipnja 2024. s <https://openreview.net/pdf?id=SkxhzT5qIB>
46. Ribeiro, J., Lima, R., Eckhardt, T. i Paiva, S. (2021.), Robotic Process Automation and Artificial Intelligence in Industry 4.0 – *A Literature review*, *Procedia Computer Science* (181), 51-58
47. Smith, A. (1999.), *Why Digitize?*, Council on Library and Information Resources Washington D.C., preuzeto 23.svibnja 2024. s <https://www.clir.org/wp-content/uploads/sites/6/2016/09/pub80.pdf>
48. Smith, R. (2007.), An overview of the Tesseract OCR engine, *Ninth international conference on document analysis and recognition (ICDAR 2007)* 2, 629-633.
49. Spremić, M. (2017.), *Sigurnost i revizija informacijskih sustava u okruženju digitalne ekonomije*, Zagreb: Ekonomski fakultet
50. Spremić, M. (2020.), *Digitalna transformacija poslovanja*, Zagreb: Ekonomski fakultet
51. Stipaničev, D., Šerić, Lj., Braović, M. (2021.), *Uvod u umjetnu inteligenciju*, Split: Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje
52. Stojanović, A., Lazić, N. i Kovačević, Ž. (2016.), Tehnologije integracije informacijskih sustava. *MIPRO 2016, 39th international convention on information and communication technology, electronics and microelectronics*, Opatija
53. Šuber, B. (2005.), Unapređenje poslovnih procesa pomoću informacijske tehnologije, *Ekonomski vjesnik, br. 1 i 2* (18), 97 – 106.

54. Torres, P.M.B. (2017.), *Text Recognition for Objects Identification in the Industry* u: Proceedings of the International Conference of Mechatronics and Cyber-MixMechatronics – 2017, Springer International Publishing AG
55. Trier, O., Jain, A.K. i Taxt, T. (1996.), Feature Extraction Methods for Character Recognition - A Survey, *Pattern Recognition*, 29 (4), 641-662.
56. Turuk, M. (2020.), Digital strategy, *International journal of contemporary business and entrepreneurship*, 1 (1), 62 – 76.
57. Uredba o uredskom poslovanju, Narodne novine 75/2021 (2021.)
58. Vázquez de Parga, M. i González, P. (1992.), Changing Technologies in European Archives. *The American Archivist*, 55 (1), 156-166.
59. Vijayarani, S., i Sakila, A. (2015.), Performance Comparison of OCR Tools, *International Journal of UbiComp*, 6 (3), 19–30.
60. Viso AI (b.d.), preuzeto 12.srpnja 2024. s <https://viso.ai/computer-vision/optical-character-recognition-ocr/>
61. Vlahović, N., Luić, Lj. i Julović, B. (2010.), *Poslovni informacijski sustavi*, Zagreb: Element
62. Walls, J. (2008.), OCR and Content Management with SAP and Imaging, *ASUG 2008 Speaker Development Orlando*, Orlando: Verbella Content Management Group LLC
63. Westerman, G., Calmėjane, C., Bonnet, D., Ferraris, P. i McAfee, A. (2011.), Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations, *MIT Center for DigitalBusiness and Capgemini Consulting*, 1–68.

Popis slika

Slika 1. OCR-A i OCR-B	17
Slika 2. Sustavi optičkog prepoznavanja oznaka	18
Slika 3. Inteligentni sustavi prepoznavanja znakova	19
Slika 4. Inteligentni sustavi prepoznavanja riječi	19
Slika 5. Povećanje rezolucije slike.....	22
Slika 6. Houghova transformacija	25
Slika 7. Metoda stroja s potpornim vektorima	26
Slika 8. Automatsko sortiranje dokumenata korištenjem softvera za optičko prepoznavanje znakova	32
Slika 9. Optičko prepoznavanje znakova na registarskim tablicama	35
Slika 10. Optičko prepoznavanje znakova za prijevod jezika u turizmu.....	35
Slika 11. Optičko prepoznavanje znakova na računu u računovodstvenom sustavu Pantheon.....	36
Slika 12. Optički prepoznatljivi elementi zaštite osobne iskaznice.....	37
Slika 13. Optičko prepoznavanje odgovora na anketama i ispitima	38
Slika 14. Prikaz prepoznavanja tablice u ABBYY FineReader softveru	42
Slika 15. Prikaz usporedbe ulazne i izlazne datoteke u ABBYY FineReader softveru....	42
Slika 16. Sučelje tehnika inicijalne obrade optičkog prepoznavanja znakova u ABBYY FineReader softveru	43
Slika 17. Pokretanje optičkog prepoznavanja znakova Tesseract softvera	44
Slika 18. Optički prepoznat tekst na hrvatskom jeziku Tesseract softverom	44
Slika 19. Optički prepoznat tekst na engleskom jeziku Tesseract softverom	45
Slika 20. Optičko prepoznavanje dokumenta softverom Google Img to Docs	46

Popis grafikona

Grafikon 1. Postotak poduzeća u Europskoj uniji prema veličini i upotrebi različitih vrsta softvera u poslovanju	9
Grafikon 2. Digitalni intezitet malih i srednjih poduzeća u Europskoj uniji	10
Grafikon 3. Upotreba tehnologija umjetne inteligencije prema veličini poduzeća u Europskoj uniji.....	33
Grafikon 4. Usporedba pouzdanosti softvera optičkog prepoznavanja znakova prema vrsti softvera i datotekama korištenim prilikom obrade.....	52

Popis tablica

Tablica 1. Broj znakova i pogrešaka u optički prepoznatim dokumentima	47
Tablica 2. Analiza pouzdanosti prepoznavanja ukupnog broja znakova u dokumentima (uračunat samo ukupan broj znakova u ulaznoj i izlaznoj datoteci)	49
Tablica 3. Analiza pouzdanosti prepoznavanja ukupnog broja znakova u dokumentima uključujući sve vrste pogrešaka	50
Tablica 4. Analiza softvera optičkog prepoznavanja brojeva i specijalnih znakova u dokumentima	51