

ANALIZA INTELIGENTNIH OBLAČNIH STORITEV NA PRIMERU PREPOZNAVE OBRAZOV

GREGA VRBANČIČ IN VILI PODGORELEC

Povzetek: V zadnjih letih je strojno učenje postalo eden od temeljnih elementov informacijske tehnologije in s tem osrednji, čeprav navadno prikrit del našega življenja. Uporabniki so ozavestili inteligentno obnašanje naprav ter storitev in to od ponudnikov v vedno večji meri tudi zahtevajo. Podjetja so tako primorana nadgrajevati ter razvijati produkte in rešitve v smeri integracije z metodami in tehnologijami strojnega učenja oziroma s pomočjo umetne inteligence. Kljub enormnemu napredku na področju strojnega učenja je slednje še vedno zahtevna naloga, ki zahteva obilico domenskega znanja s področja podatkovne znanosti. Z namenom zapolnitve omenjene vrzeli se na trgu pojavlja množica rešitev. Med najbolj obetajočimi rešitvami omenjenega problema so metode strojnega učenja v obliki storitev, integrirane z računalništvom v oblaku.

Ključne besede: • inteligentne oblačne storitve • strojno učenje • prepoznavna obrazov

NASLOV AVTORJEV: Grega Vrbančič, mladi raziskovalec, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Koroška cesta 46, 2000 Maribor, Slovenija, e-pošta: grega.vrbancic@um.si. dr. Vili Podgorelec, redni profesor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Koroška cesta 46, 2000 Maribor, Slovenija, e-pošta: vili.podgorelec@um.si.

1. UVOD

V zadnjih letih smo priča razcvetu na področju strojnega učenja oziroma umetne inteligence. Ključno vlogo igra v širokem spektru aplikacij, kot so podatkovno rudarjenje, obdelava naravnega jezika, prepoznavna slik in podobno. Zaradi vedno večje količine podatkov, ki so na voljo, obstaja dober razlog za domnevo, da bo inteligentna analiza podatkov postala še bolj razširjena in prisotna kot ključna sestavina za tehnološki napredek. [1]

Kljub širokemu naboru uporabnosti pa je za uspešno uporabo metod strojnega učenja še vedno potrebna kopica domenskega znanja s področja umetne inteligence, poleg tega pa je za uporabo strojnega učenja nujna tudi velika količina računskih virov. Z namenom približanja metod in tehnik strojnega učenja širši množici ljudi, tako posameznikom kot tudi podjetjem, je večina spletnih velikanov (Google, Amazon, Facebook) ponudila produkte, ki omogočajo enostavno apliciranje metod strojnega učenja z uporabo oblčne infrastrukture, brez oz. z minimalno potrebo po domenskem znanju s področja strojnega učenja. Tako združeni tehnologiji strojnega učenja in računstva v oblaku sta poznani pod imenom »inteligentni oblak«. Trenutna uporaba oblčnih storitev v večini predstavlja računstvo, hrambo podatkov ter mreženje. Z dodano funkcionalnostjo strojnega učenja, vgrajenega neposredno v obstoječo oblčno infrastrukturo, pa se zmožnosti takšnega oblaka močno povečajo. Z združitvijo omenjenih tehnologij oblak postane zmožen učenja iz masovnih podatkov, predhodno hranjenih ali novo ustvarjenih, z namenom izgradnje raznih napovednih modelov, iskanja vzorcev in analizo dogodkov, kar se v končni fazi lahko odraža v obliki sprejemanja boljših, bolj racionalnih poslovnih odločitev ali pripomore k izboljšanju, nadgradnji samega produkta ali storitve.

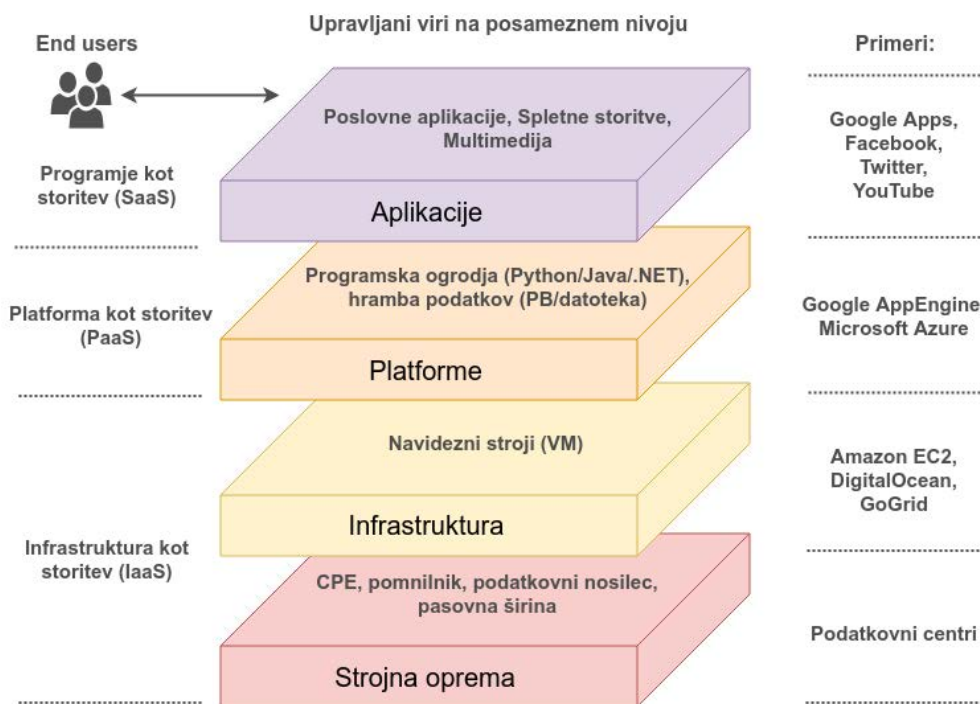
V nadaljevanju bomo predstavili računalništvo v oblaku ter inteligentne oblake oz. storitve večjih ponudnikov ter njihove zmožnosti, zatem pa predstavili primer aplikativne uporabe inteligentnega oblaka za problem prepoznave obrazov.

2. RAČUNALNIŠTVO V OBLAKU

Odkar je bila paradigma računalništva v oblaku zasnovana, je bilo podanih več definicij. Nekatere izmed njih so se osredotočale na dinamično zagotavljanje virov procesiranja in shranjevanja, druge pa so poudarjale storitveno usmerjen vmesnik in izkoriščanje tehnik virtualizacije. Ameriški nacionalni inštitut za standarde in tehnologijo (angl. National Institute of Standards and Technology – NIST) je podal referenčno opredelitev. NIST je računanje v oblaku opredelil kot model, ki deluje po načelu »plačaj glede na porabo« in zagotavlja priročen, omrežen dostop na zahtevo do bazena nastavljivih računalniških virov v skupni rabi (npr.: omrežja, strežniki, hramba podatkov, aplikacije, storitve), katere lahko z minimalnim trudom enostavno upravljamo – instantno zagotavljamo in sproščamo. [2]

Računalništvo v oblaku v splošnem delimo na dva načina – glede na model dostave ter glede na namestitve. Glede na model dostave so oblaki razdeljeni v tri skupine (glej sliko 1): [3]

- infrastruktura kot storitev (angl. Infrastructure as a Service – IaaS),
- platforma kot storitev (angl. Platform as a Service – PaaS) ter
- programje kot storitev (angl. Software as a Service – SaaS).



Slika 1: Opredelitev oblakov glede na model dostave

Glede na namestitev poznamo štiri modele oblakov: [4]

- javni oblak (angl. Public Cloud) – infrastruktura je dostopna splošni javnosti ali veliki gospodarski skupini in je v lasti organizacije, ki prodaja oblačne storitve.
- zasebni oblak (angl. Private Cloud) – infrastruktura operira zgolj za namene oz. potrebe organizacije; upravljana je lahko s strani organizacije ali tretje osebe in je lahko vzpostavljena znotraj ali izven organizacije.
- skupnostni oblak (angl. Community Cloud) – infrastruktura je deljena med več organizacijami in podpira specifično skupnost, ki ima skupne interese; upravljana je lahko s strani organizacije ali tretje osebe.
- hibridni oblak (angl. Hybrid Cloud) – infrastruktura je kompozicija dveh ali več oblakov (zasebnih, skupnostnih ali javnih), kateri ostajajo unikatne entitete, ki so med seboj povezane s standardizirano ali lastniško tehnologijo za namene omogočanja podatkovne in aplikativne prenosljivosti.

3. INTELIGENTNI OBLAK

Računalništvo v oblaku zagotavlja dve osnovni zahtevi za izvajanje sistema umetne inteligence: učinkoviti in stroškovno sprejemljivi viri (v glavnem hramba podatkov) ter računska moč, zmožna obdelave velikih količin podatkov. Kot prvo, računalništvo v oblaku zagotavlja prilagodljivo, cenovno dostopno računsko moč in kot drugo, odlično možnost hrambe in procesiranja velikih količin podatkov. Taka združitev računskega oblaka z metodami in pristopi strojnega učenja koristi obema disciplinama. [5]

Strojno učenje in umetna inteligenca postajata ključna elementa novega vala inovacij na trgu PaaS. Začetniki PaaS kot so Amazon z AWS, Microsoft z Azure, IBM z Bluemix in Google s Cloud storitvijo nenehno poskušajo z inoviranjem na področju strojnega učenja in umetne inteligence prehiteti svoje konkurente. Medtem ko se je prvi val inovacij na področju PaaS osredotočal na ključno infrastrukturo in aplikacijske platforme, je novi val osredotočen na podatke, pridobivanje poglobljenega vpogleda v njih ter pridobivanje znanja iz podatkov. V bližnji prihodnosti se lahko nadejamo, da bodo storitve

strojnega učenja (angl. Machine Learning as a Service – MLaaS) in umetne inteligence (angl. Artificial Intelligence as a Service – AIaaS) splošno uporabne kot so trenutno uporabni PaaS produkti.

Boj med največjimi konkurenti na trgu PaaS je osredotočen na zelo specifične vrste in domene strojnega učenja oz. umetne inteligence in zdi se, da so si konkurenti kar se tiče vpeljave novih rešitev za specifične domene kar precej konsistentni.

Trenutno aktualna področja, na katera se osredotočajo vodilni na področju PaaS, lahko opredelimo sledeče: [6]

- platforme za strojno učenje (angl. Machine learning platforms): domorodne oblačne storitve, ki omogočajo ustvarjanje, izvajanje ter upravljanje tradicionalnih modelov strojnega učenja (npr.: klasifikacija, regresija).
- storitve obdelave naravnega jezika (angl. Natural language processing services): storitve, ki omogočajo sintaktično in semantično analizo povedi v naravnem jeziku. Najpogostejše discipline v tej kategoriji vključujejo analizo čustev, analizo namere, modeliranje pogovora ipd.
- storitve za analitiko vida (angl. Vision analytic services): storitve, ki omogočajo razumevanje vsebine iz slik. Najpogostejše tehnike v tej kategoriji vključujejo klasifikacijo slik, analizo čustev, zaznavo obrazov in predmetov, itd.
- storitve za procesiranje govora (angl. Speech processing services): storitve, ki omogočajo zmožnosti analize govora, kot so pretvorba govora v besedilo, prevod govora ipd.
- storitve za upravljanje z znanjem (angl. Knowledge services): storitve, ki dopolnjujejo oz. nadgrajujejo obstoječe podatke z operacijami kot so ekstrakcija konceptov, povezovanje entitet ipd.
- storitve za pridobivanje vpogleda v podatke (angl. Data insights services): storitve, ki omogočajo vpogled v ciljne vire podatkov.

Poleg gigantov na področju PaaS se v boj za pridobitev strank oz. tržnega deleže na področju MLaaS oz. AIaaS vključujejo tudi številna zagonska podjetja. Cilj večine takšnih zagonskih podjetij seveda ni direktno konkurirati omenjenim gigantom, ampak čim bolj predstaviti svoje znanje s področja strojnega učenja, z namenom privabiti čim več pozornosti pri velikih podjetjih, katera bi jih potencialno lahko prevzela. Po drugi strani pa je ogromno zagonskih podjetij svoj trud usmerilo v apliciranje strojnega učenja oz. umetne inteligence na zelo nišne industrijske probleme ter se na tak način poskušajo prebiti na trgu. Na primer zagonsko podjetje Enlitic uporablja globoko učenje za pomoč zdravnikom pri prepoznavanju določenih bolezni oz. zdravstvenih stanj iz zajetih rentgenskih slik ali posnetkov magnetne resonance. Eno izmed trenutno bolj zastopanih področij je področje zaznave in prepoznave ljudi in objektov iz slik ter video posnetkov, s katerim se ukvarja veliko število zagonskih podjetij (Kairos, CloudSight, ...). [7]

3.1. Inteligentne storitve

MLaaS oz. AIaaS je krovna definicija avtomatiziranih in polavtomatskih oblačnih platform oz. storitev, ki pokrivajo večino infrastrukturnih vprašanj, kot so predhodna obdelava podatkov, učenje in vrednotenje modelov ter nadaljnje napovedovanje s pomočjo omenjenih modelov. Rezultate napovedi je mogoče povezati z obstoječo notranjo IT infrastrukturo prek REST API. Omenjene storitve strankam pomagajo izkoriščati zmožnosti strojnega učenja brez večjih dodatnih stroškov v obliki časa in tveganja za vzpostavitev internega oddelka strojnega učenja. [8, 9]

Inteligentne storitve združujejo nabor predpripravljenih, generičnih rešitev strojnega učenja, ki naslavljajo različne probleme vse od prepoznave obrazov iz slik, procesiranja naravnega jezika in napovednih analitik pa do vizualizacije podatkov. V zaledju teh storitev so uporabljeni različni algoritmi strojnega učenja za namene iskanja vzorcev iz podatkov. Z uporabo teh vzorcev in algoritmov so nato zgrajeni matematični modeli, ki omogočajo napovedovanje na novo ustvarjenih oz. nepoznanih podatkov. Ključno je, da organizacije ki uporabljajo takšne storitve, ne potrebujejo poglobljenega domenskega znanja s področja strojnega učenja. [9]

3.2. Tipi inteligentnih storitev

Strojno učenje oz. še bolj splošno umetna inteligenca naslavlja širok nabor problemskih področij kot tudi različnih tehnologij. Trenutno lahko obstoječ nabor inteligentnih storitev razdelimo v sledeče kategorije: kognitivno računalništvo, osebni asistenti in roboti za pogovor (angl. Chatbot), ogrodja za strojno učenje ter popolnoma upravljane storitve strojnega učenja.

3.2.1. Kognitivno računalništvo

Velike količine podatkov, hranjenih v oblaku, predstavljajo za proces strojnega učenja ogromen vir informacij, ki skupaj z milijoni uporabnikov računalništva v oblaku in milijoni dnevno izvedenih procesov tvorijo veliko učno množico, nad katero se lahko stroj uči. Trenutno so na trgu nekateri primeri kognitivnega računalništva naredili izjemen napredek, predvsem na področju umetne inteligence. Tukaj lahko izpostavimo predvsem Microsoft z njihovim paketom kognitivnih storitev (Microsoft Cognitive Services), IBM s platformo Watson ter AWS s skupkom aplikacijskih storitev strojnega učenja (AWS ML Application Services). Ob tem je potrebno poudariti, da so kljub izjemnemu napredku v splošnem kognitivni računalniški sistemi trenutno še vedno v začetni fazi. Pričakovati pa je, da se bodo v naslednjih nekaj letih razvili do te mere, da bodo lahko takšni sistemi prevzemali tudi pomembnejše odločitve. [10]

3.2.2. Osebni asistenti in roboti za pogovor

Osebni asistenti posameznikom do določene mere že olajšujejo življenje. Produkti kot so Microsoft Cortana, Google Assistant in Apple Siri so sistemi za prepoznavo govora, ki strojem dajejo občutek človeškosti. Vendar pa imajo takšni asistenti omejene zmožnosti, saj so njihovi odzivi precej splošni in ne toliko personalizirani. Z masovnimi podatki v oblaku, zmožnostmi strojnega učenja in kognitivnimi sposobnostmi pa postajajo osebni asistenti vedno bolj personalizirani in sposobni ljudem podobne glasovne interakcije.

Roboti za pogovor so bili v svojih začetkih v središču pozornosti v storitveni industriji s ponujanjem rešitev in informacij uporabnikom preko spletnega klepeta, kar je delno olajšalo uporabniško podporo storitvenih podjetij. Z implementacijo strojnega učenja lahko zvišamo kognitivne sposobnosti takšnih botov, saj se ti lahko učijo iz predhodnih pogovorov in namesto golih sej »vprašanje – odgovor« med uporabnikom in robotom ponudijo interakcijo, podobno človeški. Glavni cilj pri tem je ustvariti robote čim bolj »človeške« in čim bolj personalizirane, kolikor je to pač mogoče. [10]

3.2.3. Ogrodja za strojno učenje

Ogrodja za strojno učenje v oblaku omogočajo razvijalcem ustvarjanje aplikacij, ki imajo sposobnost izboljšanja skozi čas. V splošnem zahtevajo, da razvijalci oz. podatkovni znanstveniki zgradijo model ter ga učijo z obstoječimi podatki. Takšna ogrodja so še posebej priljubljena pri razvoju aplikacij, povezanih z analizo masovnih podatkov (angl. Big Data Analytics), uporabiti pa jih je možno za ustvarjanje številnih drugih aplikacij. Dostop do teh ogrodij preko oblačnih storitev je navadno lažji in cenejši kot pa vzpostavitev lastne infrastrukture za opravljanje nalog strojnega učenja, kar je tudi ena izmed največjih prednosti uporabe takšnih storitev. [11]

3.2.4. Popolnoma upravljane storitve strojnega učenja

Včasih si organizacije želijo integracije zmožnosti strojnega učenja v aplikacije, vendar se pri tem soočijo s pomanjkljivim ali neobstoječim znanjem, potrebnim za uporabo metod in tehnik strojnega učenja. V takšnih primerih lahko uporabijo popolnoma upravljane storitve strojnega učenja, ki jim ponujajo vnaprej izdelane modele in / ali »povleci in spusti« orodja, ki omogočajo poenostavitev in pospešitev uporabe strojnega učenja. [11]

3.3. Prednosti in slabosti inteligentnih storitev

Mnoge organizacije, navadno večje, investirajo v lasten oddelek za strojno učenje oz. umetno inteligenco, kot tudi v nakup ustrezne lastne infrastrukture. Znatno delež organizacij pa se vendarle odloči za uporabo MLaaS oz. AIaaS predvsem zaradi številnih koristi, ki jih te vrste storitev prinašajo. Med njimi velja izpostaviti predvsem napredno infrastrukturo, manjše stroške, prilagodljivost računskih zmognosti ter uporabnost. Aplikacije, ki uporabljajo metode in tehnike strojnega učenja, se najbolj učinkovito izvajajo na hitrih grafičnih procesnih enotah, katere naloženo delo izvajajo paralelno. Takšni sistemi so praviloma dragi in marsikateri organizaciji stroškovno nedosegljivi. MLaaS omenjenim organizacijam omogočajo dostop do visoko zmogljivih, prilagodljivih virov po ceni, katero si lahko privoščijo. Čeprav je večina najbolj razširjenih orodij, ogrodij in knjižnic odprtokodnih in tako organizacijam lahko dosegljivih, pa ta niso vedno enostavna za uporabo. Storitve MLaaS naslavljajo tudi to problematiko, saj strankam oz. organizacijam ponujajo vmesnike, navadno REST API, ki so enostavni za uporabo in integracijo v obstoječe okolje ter za njihovo uporabo ne zahtevajo domenskih strokovnjakov s področja strojnega učenja oz. umetne inteligence.

Dve največji pomanjkljivosti MLaaS oz. AIaaS kot storitve sta težavi, ki sta skupni tudi klasičnim računalniškim storitvam v oblaku – varnost in skladnost. Veliko aplikacij, ki uporabljajo metode in tehnike strojnega učenja, se zanaša na velike količine podatkov. Če se bodo ti podatki prenašali oz. bodo hranjeni v oblaku, morajo organizacije zagotoviti ustrezne varnostne ukrepe in šifriranje tako prenašajočih se, kot tudi hranjenih podatkov. V nekaterih primerih lahko predpisi tudi preprečijo hrambo določenih vrst občutljivih podatkov v oblaku ali pa je hramba podatkov omejena na določeno geografsko področje (kontinent, država), kar lahko predstavlja organizacijam veliko težavo. [11, 12]

4. UPORABA INTELIGENTNIH OBLAČNIH STORITEV

Za primer aplikativne uporabe inteligentnih oblačnih storitev smo se osredotočili na področje prepoznave obrazov. Kot cilj smo si zadali razvoj REST storitve, ki omogoča registracijo in avtorizacijo uporabnika s pomočjo prepoznave obraza iz slike, zajete s pomočjo spletne kamere, ter zajem video posnetka in analizo čustev osebe na posnetku. Ključen del pri implementaciji primera predstavljajo spletni aplikacijski vmesniki MLaaS storitev. V našem primeru smo implementirali MLaaS storitve za prepoznavo obrazov z rešitvami treh ponudnikov in sicer z Amazon Rekognition, Microsoft Face API ter Kairos Human Analytics API. Za demonstracijske namene delovanja ustvarjene REST storitve smo implementirani tudi spletnega odjemalca.

4.1. Primerjava funkcionalnosti storitev

Za namen pridobitve boljšega vpogleda v funkcionalnosti oz. zmognosti inteligentnih oblačnih storitev izbranih ponudnikov smo opravili primerjavo med njimi, prikazano v tabeli 1. Iz rezultatov je razvidno, da imajo različni ponudniki večinoma podprte enake oz. zelo podobne funkcionalnosti.

Tabela 1: Primerjava funkcionalnosti inteligentnih oblačnih storitev med posameznimi ponudniki

	Amazon Rekognition	Microsoft Face API	Kairos Human Analytics API
Zaznava obraza	✓	✓	✓
Prepoznavna obraza (slika)	✓	✓	✓
Prepoznavna obraza (video)	✓ ³⁹	✓ ⁴⁰	✓
Čustvena globina (%)	✗	✓	✓
Prisotna čustva (Da/Ne)	✓	✓	✓
Starost in spol	✓	✓	✓
Sledenje več obrazom	✓	✓	✓
SDK (brez povezave s spletom)	✗	✗	✓ ⁴¹
API	✓	✓	✓

Amazon Rekognition ponuja prepoznavo slik, temelječo na globokem učenju. Storitve je integrirana v obstoječ Amazonov AWS ekosistem. Sama tehnologija temelji na tehnologiji leta 2015 prevzetega podjetja Orbeus in je bila prvič predstavljena konec leta 2016. Glavne funkcionalnosti storitve so analiza objektov in scen, zaznava ter prepoznavna obraza in analiza čustev. Omejitve storitve se odražajo v:

- maksimalnem številu zaznanih obrazov na sliki (15),
- maksimalni velikost (15MB) hranjene slike v obliki Amazonovega S3 objekta,
- minimalni ločljivosti slike; minimalna višina in širina je 80 slikovnih točk,
- maksimalni velikosti slike (5MB) v obliki surovih bajtov, poslanih kot parameter API-ju,
- formatu slike (zgolj JPG in PNG),
- brez poglobljene analize čustev,
- maksimalnem številu obrazov, ki jih lahko hranimo v eni sami kolekciji (1 milijon), ter
- v maksimalnem številu ujemajočih se obrazov (4096), ki jih vrača iskanje preko API-ja.

Microsoft Face API (poznani tudi kot »Project Oxford«) je storitev, ki omogoča analizo slik in video posnetkov. Storitve je del Microsoftove platforme za kognitivne storitve Microsoft Cognitive Services. Glavne funkcionalnosti storitve so zaznava obrazov, verifikacija obrazov, prepoznavna obrazov oz. identifikacija ter zaznava emocij. Omejitve storitve se odražajo v:

- maksimalnem številu slik v galeriji (1000),
- zaznava samo 27 obraznih značilnosti,
- maksimalnem številu zaznanih obrazov na posamezni sliki (64),
- maksimalni velikosti videa (100MB; 10 – 20 sekund videa pri ločljivosti 1080p in manj kot 30 sekund videa pri ločljivosti 720p) za zaznavo emocij,
- maksimalni velikosti slik (4MB), ter
- maksimalnem številu transakcij na sekundo (10).

Kairos Human Analytics API je osrednja storitev podjetja Kairos, ustanovljenega leta 2012, specializiranega za področje prepoznave obrazov. Glavne funkcionalnosti storitve so zaznava obrazov, identifikacija in prepoznavna obrazov, zaznava in prepoznavna emocij ter prepoznavna demografskih podatkov. Omejitve storitve se odražajo v:

- zahtevanem minimalnem razmiku (75 slikovnih točk) med očmi fotografirane osebe,
- formatu podprtih slik (JPG, PNG) ob uporabi API-ja,

³⁹ Predhodno je potrebno ustvariti kolekcijo obrazov (funkcionalnost CreateCollection) iz video posnetka ter nato izvesti prepoznavo obraza oz. obrazov.

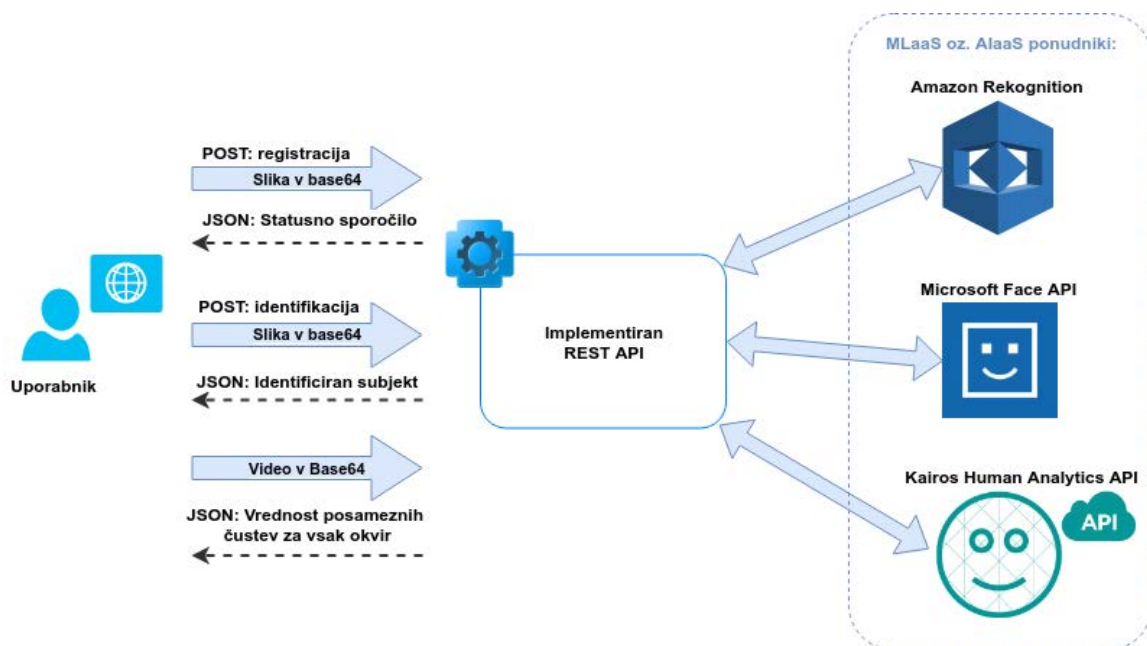
⁴⁰ Predhodno je potrebno iz video posnetka pridobiti posamezne okvirje (angl. Frame) ter nato nad temi okvirji izvesti prepoznavo obraza oz. obrazov.

⁴¹ Samo v primeru uporabe plačljive naročnine na storitev.

- samodejni kompresiji in pretvorbi slik v sivinski spekter,
- brez podpore za hrambo slik ali video posnetkov,
- vsak klic na API se šteje v kvoto klicev,
- omejitev števila klicev na interval minuta/dan/mesec glede na zakupljen paket, ter
- SDK, ki je na voljo samo pri plačljivih paketih.

4.2. Zasnova primera uporabe

Primer uporabe inteligentnih oblčnih storitev smo zasnovali na način (slika 2), da ta deluje kot ovojnica obstoječim inteligentnim oblčnim storitvam. Zamislili smo si tri scenarije in sicer registracijo uporabnika, identifikacijo uporabnika ter analizo čustev iz zajetega video posnetka. Pri registraciji uporabnik določi ponudnika inteligentnih oblčnih storitev, preko katerega želi, da se proces izvede, določi svoje uporabniško ime ter zahtevku doda sliko, zakodirano z algoritmom Base64. Implementiran REST API poskrbi za nadaljnjo izvedbo scenarija pri izbranem ponudniku ter ob zaključku le-tega vrne statusno sporočilo v obliki JSON. Identifikacija uporabnika deluje na podoben način, le da v tem primeru uporabniku ni potrebno zraven slike pošiljati še uporabniškega imena. Po končani izvedbi procesa na implementiranem REST API-ju pa le-ta s strani izbrane inteligentne oblčne storitve vrne identificiran subjekt, prav tako v obliki JSON. Pri analizi video posnetka je enako kot pri identifikaciji, s to razliko, da v slednjem z algoritmom Base64 zakodiramo video posnetek, ga shranimo na datotečni sistem naše REST storitve ter ga nato pošljemo v analizo izbranemu ponudniku MLaaS storitve. Po končani analizi posnetka se odjemalcu vrne odgovor v obliki JSON, ki vsebuje prepoznane vrednosti oz. nivo zaupanja v posamezna čustva subjekta za vsak okvir video posnetka.



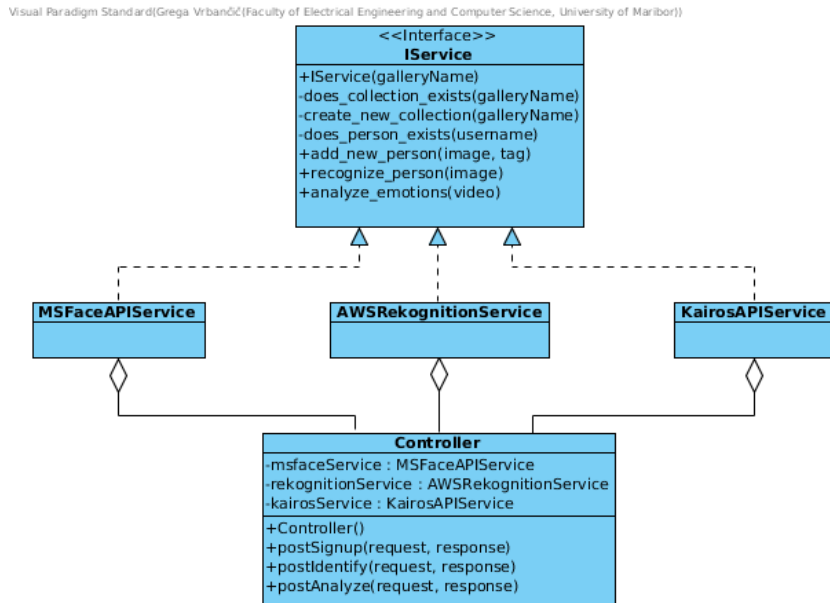
Slika 2: Konceptualni model primera uporabe

Primer uporabe smo implementirali v programskem jeziku Python z uporabo podpornih knjižnic (Boto3 za Amazon Rekognition, Kairos Face SDK Python za Kairos Human Analytics API ter Cognitive Face Python za Microsoft Face API) – ovojnica za posamezno inteligentno oblčno storitev. Za vzpostavitev spletne REST storitve smo uporabili ogrodje Flask.

4.3. Implementacija primera uporabe

Implementacije REST API smo se lotili na način, da smo najprej definirali posplošen vmesnik servisnih razredov, kateri v nadaljevanju, prav tako preko REST API, komunicirajo s posameznimi MLaaS

storitvami ponudnikov. Implementirane servisne razrede smo povezali z REST aplikacijskim vmesnikom s pomočjo metod kontrolnega razreda. Razredni diagram (slika 3) prikazuje zasnovo implementiranega primera uporabe.



Slika 3: Razredni diagram primera uporabe

Kontrolni razred implementira tri metode, katere so izpostavljene preko REST, in sicer metodo za registracijo, metodo za identifikacijo ter metodo za analizo čustev iz video posnetka. Metoda za registracijo v telesu zahtevka HTTP prejme tri parametre: uporabniško ime, preko katerega ponudnika želimo izvesti registracijo, ter sliko, zakodirano z algoritmom Base64. Prejete parametre validiramo, pridobimo format poslane slike ter jo shranimo na datotečni sistem za nadaljnjo uporabo. Glede na s parametrom izbranega ponudnika MLaaS kličemo razredno metodo za dodajanje osebe razreda, ki implementira nadaljnjo komunikacijo z REST API izbranega ponudnika. Po uspešnem vnosu nove osebe vrnemo v odgovoru na zahtevek HTTP stanje izvedene operacije v obliki JSON ter izbrisemo prej shranjeno sliko.

Metoda za identifikacijo v telesu zahtevka HTTP prejme dva parametra: ponudnika storitev in sliko, zakodirano z algoritmom Base64. Kot pri predhodni metodi, se tudi v tej naprej validirajo prejeti podatki. Za uspešno validacijo podatkov pridobimo format prejete slike ter jo shranimo na datotečni sistem. Glede na izbranega ponudnika MLaaS storitev nato kličemo metodo za identifikacijo osebe ustreznega razreda, ki implementira nadaljnjo komunikacijo z REST API. S strani REST API ponudnika MLaaS dobimo v obliki JSON polje oseb, za katere je model našel podobnosti s poslano sliko ter nivo prepričanosti oz. zaupanja za posamezno osebo. Kot odgovor na zahtevek HTTP vrnemo identificirano osebo z najvišjim nivojem prepričanosti oz. zaupanja, prav tako v obliki JSON. V nasprotnem primeru, torej v primeru, da oseba ni bila prepoznana, pa vrnemo statusno sporočilo. Na koncu, tako kot v prejšnji metodi, tudi v tej predhodno shranjeno sliko izbrišemo iz datotečnega sistema.

Metoda kontrolnega razreda za analizo čustev iz video posnetka deluje podobno kot metoda za identifikacijo, s to razliko, da namesto slike v telesu zahtevka HTTP prejme video posnetek, zakodiran z algoritmom Base64. Tega najprej shranimo na datotečni sistem ter zatem glede na izbranega ponudnika MLaaS storitev kličemo metodo za analizo čustev iz video posnetka ustreznega servisnega razreda. S strani REST API ponudnika MLaaS storitev dobimo v obliki JSON vrednosti za posamezna identificirana čustva (jeza, gnus, strah, veselje, žalost, presenečenost) v obliki realnih števil (med 0 in

100) za vsak okvir poslanega video posnetka. Prejete rezultate vrnemo kot odgovor na prejet zahtevek HTTP. Predhodno lokalno shranjen video posnetek izbrišemo iz datotečnega sistema.

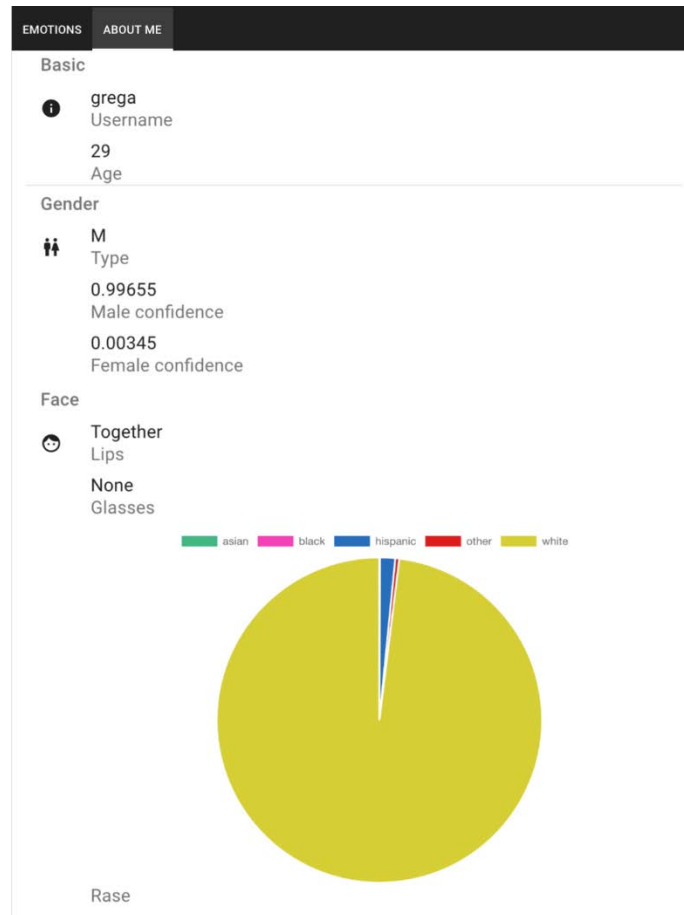
4.4. Rezultati

4.4.1. Prikaz delovanja

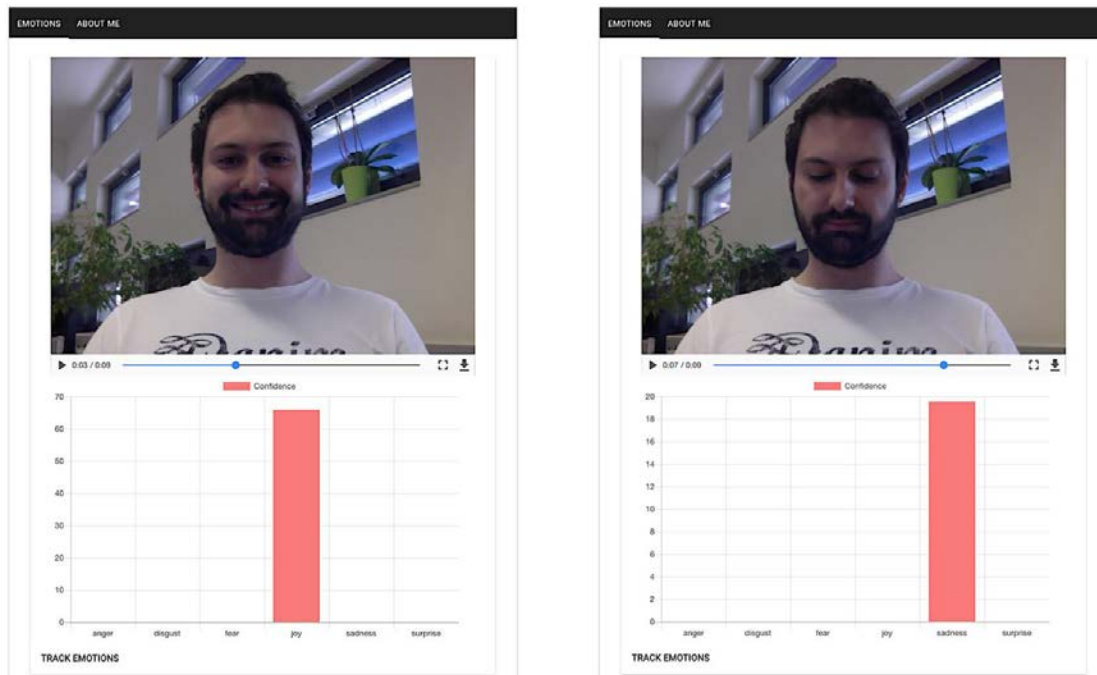
Za potrebe testiranja delovanja razvite storitve v praksi smo razvili enostaven odjemalec v obliki spletne aplikacije. Razvita aplikacija z uporabo spletne kamere preko brskalnika omogoča zajem slik, ki se uporabijo za potrebe registracije ter identifikacije, ter zajem video posnetka, iz katerega s pomočjo MLaaS storitev poskušamo izluščiti čustva posnetega subjekta.

Za identifikacijo uporabnika smo s pomočjo spletne kamere zajeli sliko, s pomočjo katere smo z uporabo inteligentnih oblčnih storitev identificirali predhodno registriranega uporabnika. Uporabljene storitve nam kot rezultat identifikacije, poleg identificiranega uporabnika, vrnejo še razpoznane lastnosti obraza (Slika 4). V prikazanem primeru je storitev s slike razpoznala starost osebe 29 let, pravilna starost pa je 27 let. Z 99,66% nivojem prepričanja je pravilno določila spol osebe. Prepoznala je, da oseba ne nosi očal ter ima zaprta usta. Dodatno je s slike razbrana rasa osebe, v našem primeru je z 98,04% razpoznala belca, z 1,5% latino-američana ter z 0,4% drugo oz. nekategorizirano raso.

V primeru razpoznave čustev z video posnetka smo s spletno kamero posneli 10 sekundni video posnetek ter ga analizirali z uporabo omenjenih storitev. Rezultati analize čustev so prikazani v obliki stolpičnega diagrama pod video posnetkom, kjer vsak izmed stolpcev prikazuje nivo prepričanja glede posameznega čustva. Na sliki 5 sta zaslonska posnetka spletnega odjemalca, kjer je na levi strani prikazana prepoznavna čustva veselja z nivojem prepričanja 66%, na desni strani pa ravno nasprotje – žalosti, katerega je storitev prepoznala z nivojem prepričanja 19,5%.



Slika 4: Prikaz prepoznavne lastnosti osebe za podlagi fotografije zajete za potrebe identifikacije uporabnika



Slika 5: Prikaz delovanja razpoznavne čustev iz video posnetka

4.4.2. Uspešnost prepoznave

Za potrebe testiranja uspešnosti prepoznave obraza posamezne inteligentne oblačne storitve smo uporabili slike iz zbirke slik »Georgia Tech Face Database«⁴². V vsako storitev smo dodali novega uporabnika z eno sliko, pri čemer je subjekt na sliki imel pogled usmerjen direktno v kamero brez obraznih mimik. Identifikacijo uporabnika smo testirali s štirimi različnimi fotografijami:

- Slika 1: pogled naravnost v kamero, rahlo odprta usta.
- Slika 2: pogled naravnost v kamero, z očali.
- Slika 3: obraz obrnjen proti kameri, pogled usmerjen v tla.
- Slika 4: pogled naravnost v kamero, nasmeh.

Rezultati v tabeli 2 predstavljajo nivo zaupanja oz. prepričanja storitve, da je uporabnik pravilno identificiran. Kot je razvidno, se je najbolje, v vseh pogledih, odrezala storitev Amazon Rekognition, medtem ko imata preostali dve storitvi podobno povprečje zaupanja oz. prepričanja. Zanimivo je, da imata obe omenjeni storitvi slabši nivo zaupanja pri testu identificiranja uporabnika s fotografijo z dodanimi očali in z nasmeškom fotografirane osebe, medtem ko imata pri ostalih fotografijah bistveno boljše rezultate, a še vedno opazno slabše kot storitev Amazon Rekognition.

Tabela 2: Rezultati uspešnosti identifikacije subjekta

	Amazon Rekognition	Microsoft Face API	Kairos Human Analytics API
slika 1	0,9997	0,8949	0,9146
slika 2	0,9999	0,7244	0,7609
slika 3	0,9998	0,9174	0,9265
slika 4	0,9998	0,7776	0,686
Povprečje zaupanja	0,9998	0,8286	0,822

5. ZAKLJUČEK

V članku smo predstavili osnovni koncept računalništva v oblaku ter inteligenten oblak oz. inteligentne oblačne storitve, ki predstavljajo združitev že uveljavljenega koncepta računalništva v oblaku z naprednimi metodami in pristopi strojnega oz. globokega učenja. Povzeli smo potencialne vplive omenjene združitve tehnologij ter predstavili osnovne trenutne smernice oz. gibanja na trgu.

V nadaljevanju smo podrobneje analizirali inteligentne oblačne storitve treh različnih ponudnikov ter se pri tem osredotočili na področje prepoznave obrazov. Primerjali smo funkcionalnosti storitev ponudnikov Amazon, Microsoft in Kairos ter izpostavili njihove omejitve. Zatem smo predstavili praktični primer uporabe teh storitev – implementacijo registracije oz. dodajanje novega uporabnika ter identifikacijo uporabnika glede na podano fotografijo. Analizirali smo tudi rezultate uspešnosti prepoznave posameznih storitev, pri čemer smo ugotovili, da se je najbolje izkazala storitev Amazon Rekognition, medtem ko sta preostali storitvi imeli nekoliko slabše rezultate v primerih, ko smo poskušali identificirati uporabnika s korekcijskimi očali ter obrazno mimiko, kar tudi sicer na področju prepoznave obrazov še vedno predstavlja izziv.

Ne glede na vse pozitivne vidike uporabe inteligentnih oblačnih storitev, pri čemer je potrebno v prvi vrsti izpostaviti predvsem dejstvo, da za nadgradnjo obstoječe oz. razvoj nove rešitve z uporabo strojnega učenja ne potrebujemo poglobljenega domenskega znanja s področja strojnega učenja, je po drugi strani potrebno izpostaviti tveganja, ki izhajajo iz tveganj uporabe računalništva v oblaku. Kot dve ključni tveganji bi izpostavili nadzor in varovanje osebnih podatkov, ki v primeru uporabe takšnih storitev ni več v naši domeni, ter odvisnost od ponudnika storitve.

⁴² Prosto dostopna zbirka slik Georgia Tech Face Database dostopna na: http://www.anefian.com/research/face_reco.htm

V splošnem smo z uporabo vseh omenjenih storitev imeli pozitivne izkušnje. Izpostaviti bi veljalo, da izmed vseh ponudnikov Kairos ne omogoča fleksibilnosti v tolikšni meri kot jo omogočata preostala dva ponudnika. Ugotovljeno pravzaprav ne preseneča, če vemo, da Kairos predstavlja specializirano storitev, medtem ko sta obe ostali rešitvi precej bolj splošno namenski, s čimer ohranjata višjo stopnjo nadzora. Razlika med preskušeni rešitvami je razvidna tudi pri kvaliteti in obširnosti dokumentacije, ki prav tako govori v prid ponudnikoma Amazon in Microsoft.

6. LITERATURA

- [1] SMOLA Alex, Introduction to Machine Learning, Cambridge University Press, 2010.
- [2] MELL Peter, Grance Timothy, "The NIST Definition of Cloud Computing", Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, National Institute of Standards and Technology, 2011.
- [3] HOFER C. N., KARAGIANNIS Georgios, "Cloud computing services: taxonomy and comparison.", Journal of Internet Services and Applications, številka 2, 2011, str. 81-94.
- [4] MARINESCU Dan C, Cloud Computing: Theory and Practice, Morgan Kaufmann, 2017.
- [5] <https://www.botmetric.com/blog/machine-learning-impact-on-cloud-computing/>, Machine Learning's Impact on Cloud Computing, obiskano 2. 4. 2018.
- [6] <https://medium.com/@jrodthoughts/which-paas-is-winning-the-machine-learning-and-artificial-intelligence-race-2640e1e96eed>, Which PaaS is Winning the Machine Learning and Artificial Intelligence Race?, obiskano 3. 4. 2018.
- [7] HSU Jeremy, "For Sale: Deep Learning", IEEE Spectrum, številka 8, Avgust 2016, str. 12-13.
- [8] <https://www.altexsoft.com/blog/datascience/comparing-machine-learning-as-a-service-amazon-microsoft-azure-google-cloud-ai/>, Comparing MLaaS: Amazon AWS, MS Azure, Google Cloud AI, obiskano 12. 5. 2018.
- [9] <https://analyticsindiamag.com/what-is-machine-learning-as-a-service-mlaas/>, What Is Machine Learning As A Service (MLaaS)?, obiskano 8. 5. 2018.
- [10] <https://www.botmetric.com/blog/machine-learning-impact-on-cloud-computing/>, Machine Learning's Impact on Cloud Computing, 9. 5. 2018.
- [11] <https://www.datamation.com/cloud-computing/artificial-intelligence-as-a-service-ai-meets-the-cloud.html>, Artificial Intelligence as a Service: AI Meets the Cloud – Datamation, obiskano 9.5.2018.
- [12] <https://www.datamation.com/cloud-computing/cloud-machine-learning-is-it-right-for-you.html>, Cloud Machine Learning: Is It Right for You? – Datamation, obiskano 12. 5. 2018.