

Hologrami kot nadgradnja inteligentnih rešitev

Ambrož Stropnik,¹ Boštjan Gorenšek,¹ Tomaž Smolčnik,² Primož Miheu¹

¹ GoSMIT R&D d.o.o., Slovenj Gradec, Slovenija

ambroz.stropnik@gosmit.eu, bostjan.gorensek@gosmit.eu, primoz.miheu@gosmit.eu

² Šolski center Slovenj Gradec, Višja strokovna šola, Slovenj Gradec, Slovenija

tomaz.smolcnik@sc-sg.si

Prispevek oriše možnosti nadgradnje obstoječih inteligentnih rešitev s hologrami, ki dodajo inteligentnim rešitvam dodano vrednost. Dodana vrednost hologramov se odraža v vizualizaciji podatkov in interakciji z uporabnikom, ki uporabniško izkušnjo dvigne na čisto nov in uporabniku bolj naraven nivo. V prispevku se v okviru inteligentnih rešitev osredotočimo na pogovorne robote, ki so doživeli v zadnjih par mesecih pravi preporod. S tehničnega vidika predstavimo arhitekturo humanoidnega holograma, ki je integriran s pogovornim robotom, ter članek zaključimo z orisom pilotnega projekta in smernicami za nadaljnji razvoj.

Ključne besede:

hologrami

vizualizacija umetne inteligence

pogovorni roboti

umetna inteligenca

inteligentne rešitve

1 Uvod

Umetna inteligenca je v zadnjih nekaj letih močno napredovala. Prvi večji preboj umetne inteligence se je zgodil s prebojem globokih nevronske mreže (angl. deep neural networks) in je omogočal reševanje zapletenih problemov (npr. prepoznavna obrazov, zvoka itd...). Z uporabo globokih nevronske mreže se je začel pravi preporod umetne inteligence na številnih področjih, ki se je iz leta v leto samo še stopnjeval (npr. avtonomna vozila, prevajalniki besedil iz enega jezika v drugega itd...). V zadnjih dveh letih je umetna inteligenca dosegla novi preboj na področju t.i. generativne umetne inteligence (angl. generative artificial intelligence). Slednja se osredotoča na ustvarjanje novih in izvirnih vsebin, kot so slike, zvoki, besedila in celo videoposnetki. Gre za uporabo algoritmov in strojnega učenja za generiranje avtonomnih in ustvarjalnih rezultatov. Tipični predstavnik praktične uporabe generativne umetne inteligence je pogovorni robot Chat GPT, ki temelji na jezikovnih modelih generativne umetne inteligence. Lansiranje omenjenega pogovornega robota v širšo uporabo, je močno pospešilo uporabo različnih principov umetne inteligence na vseh področjih (šolstvo, šport, domača uporaba, uporaba v podjetjih). Še več, omenjeno orodje je podalo jasni signal, da bo uporaba principov umetne inteligence na vseh področjih v prihodnje nujno potrebna.

Na tej točki se v prvi vrsti pojavlja vprašanje kaj lahko vsemu temu tehnološkemu napredku umetne inteligence še sledi. Kar v danem trenutku manjka, je možnost ustrezne vizualizacije. Vizualizacija je trenutno sicer mogoča preko konvencionalnih naprav kot so mobilni telefoni, tablice, računalniki... Manjka pa pri vizualizaciji občutek stvarnosti in bolj realnega pogleda na podatke v 3D obliki. Na tej točki se zdi uporaba hologramov logični evolucijski korak tehnologije, saj uporaba hologramov v povezavi z umetno inteligenco ustvarja nove možnosti uporabe:

- Interakcija z uporabnikom: Hologramske projekcije lahko služijo kot vmesnik med uporabnikom in UI. Namesto tradicionalnih zaslonov in tipkovnic bi lahko hologramska projekcija predstavljala vizualno predstavitev UI, s katero bi uporabnik interaktiral z gestami ali glasovnimi ukazi. To bi omogočilo bolj intuitivno in naravno komunikacijo z umetno inteligenco.
- Vizualna predstavitev podatkov: UI lahko uporabijo hologramske projekcije za vizualizacijo podatkov. Namesto da preprosto prikažejo rezultate analiz in informacij na zaslonu, lahko hologrami ustvarijo tridimenzionalne predstavitve, ki omogočajo boljše predstavitev o podatkih in globlje razumevanje.
- Prikaz informacij v resničnem času: Hologrami lahko prikažejo informacije v realnem času na specifičnih lokacijah. S pomočjo senzorjev in UI se lahko hologrami uporabijo za prikaz informacij o okolici, kot so navigacijski podatki, turistične informacije ali podatki o izdelkih v trgovini.
- Izobraževanje in usposabljanje: Hologramske projekcije se lahko uporabijo za izobraževanje in usposabljanje na različnih področjih. Na primer, v medicini lahko hologrami prikažejo tridimenzionalne modele organov ali postopke kirurških posegov, kar omogoča boljše predstavitev in učenje za študente ali zdravnike.
- Ustvarjanje virtualnih asistentov: Hologramske projekcije lahko služijo kot vizualna podoba virtualnih asistentov, ki temeljijo na umetni inteligenci. Namesto uporabe samo glasovnega asistenta, lahko hologram predstavi virtualnega pomočnika, ki je videti kot resnična oseba in omogoča boljše interakcijo (npr. v logistiki – paketomati, anketiranje ljudi, kultura – prikaz pisatelja in pogovor z njim).

Možnosti uporabe v procesu razvoja proizvoda:

- Vizualizacija konceptov: Hologramske projekcije lahko omogočajo vizualizacijo konceptov izdelkov v tridimenzionalnem prostoru. To omogoča razvijalcem in oblikovalcem, da bolje razumejo in ocenijo obliko, velikost, proporce in druge vidike izdelka, še preden se izdelava fizičen prototip. S tem se lahko prihrani čas in stroški, saj se lahko zgodnje faze načrtovanja izvedejo hitreje in bolj učinkovito.
- Kreativno sodelovanje: Hologrami omogočajo več osebam, da hkrati sodelujejo pri razvoju izdelka, ne glede na to, kje se fizično nahajajo. S pomočjo hologramskih projekcij se lahko ustvari skupen virtualni prostor, v katerem lahko razvijalci, oblikovalci in drugi strokovnjaki delijo ideje, prikazujejo modele in se

interaktivno pogovarjajo o izdelku. To olajša sodelovanje na daljavo in omogoča hitro usklajevanje med različnimi ekipami.

- Preizkušanje funkcionalnosti: S pomočjo hologramov se lahko simulira delovanje izdelka na realističen način, še preden se izdelka fizični prototip. To omogoča preizkušanje funkcionalnosti, gibanja delov, uporabniškega vmesnika in drugih vidikov izdelka v virtualnem okolju. S tem se lahko zaznajo morebitne napake ali izboljšave, ki jih je treba uvesti pred fizično izdelavo prototipa.
- Predstavitve izdelka interesentom: Hologrami se lahko uporabijo za impresivno predstavitev izdelka interesentom, investitorjem ali strankam. Namesto klasičnih 2D predstavitev ali prototipov lahko hologrami prikažejo realističen in privlačen prikaz izdelka v tridimenzionalnem prostoru. To lahko pomaga pri boljšem razumevanju in ocenjevanju izdelka s strani vpletenih.
- Virtualna prodajna izkušnja: S pomočjo hologramov se lahko ustvari virtualna prodajna izkušnja, v kateri lahko stranke raziskujejo izdelek in njegove funkcije na interaktiven način. To omogoča boljše vključevanje potencialnih strank, predstavitev različnih možnosti izdelka ter simulacijo uporabe in koristi izdelka.

Uporaba hologramov v povezavi z umetno inteligenco in različnimi napravami kot so video kamere in različni senzori, so lahko izredno močno orodje in dajejo posledično veliko dodano vrednost.

V prispevku pokažemo oris možnosti uporabe tehnologije hologramov skupaj z orisom tehnične arhitekture uporabe hologramov z zalednimi sistemi.

2 Hologrami in hologramske rešitve

Hologrami in sam razvoj hologramov se je začel v letu 1947, kjer je britanski fizik Denis Gabor razvil matematični model holografije. Predstavljen model je bil izključno matematični model, ki je temeljil na principu interferometrije [1]. Naslednji pomembni mejnik je bil leta 1962, ko je sovjetski znanstvenik Jurij Denisyuk predstavil prvi delujoči hologram, ki je deloval s pomočjo bele svetlobe in fotografije. Leto kasneje je bil na področju hologramov narejen naslednji pomembni mejnik, ko je ameriški inženir Emmett Leith razvil prvi laserski hologram. Z uporabo laserske svetlobe je ustvaril hologram, ki je omogočal reprodukcijo tridimenzionalne podobe [3].

Od takrat se je holografska tehnologija še naprej razvijala, omogočala pa je napredke na področjih znanosti, zabave, umetnosti in komunikacije. Danes lahko holograme vidimo v različnih oblikah, kot so holografski zasloni, projekcije in interaktivne holografske sisteme.

Prva praktična uporaba holograma se je zgodila v 60. letih 20. stoletja. Leta 1968 je predvajanje holografskih podob postalo javno dostopno na Svetovni razstavi EXPO '68 v Montrealu, Kanada. Na tej razstavi je bilo prikazanih več hologramov, ki so pritegnili pozornost obiskovalcev in širše javnosti [4].

Med najbolj opaznimi primeri praktične uporabe hologramov na tej razstavi je bila holografska podoba zaporniške celice, ki jo je ustvaril umetnik Salvador Dalí. Ta hologram je bil priljubljena atrakcija in pomembna predstavitev holografije kot umetniškega medija [5].

Ta dogodek je pripomogel k širši ozaveščenosti o holografiji in spodbudil nadaljnji razvoj tehnologije. Po tem je sledilo več praktičnih uporab hologramov v različnih panogah, kot so znanost, medicina, zabava, oglaševanje in varnostna industrija.

Od takrat se je holografska tehnologija še naprej razvijala in izboljševala, kar je omogočilo številne inovacije in napredke na tem področju. Danes lahko holograme vidimo v različnih oblikah, kot so holografski koncerti, interaktivni prikazi, holografski zasloni in tridimenzionalne projekcije.

Iz tehničnega vidika, poznamo več različnih tipov hologramov med katerimi sta bolj znana tipa [6, 7, 8, 9]:

- Rotorski: prikaz holografske slike s pomočjo rotorja. Na rotorju so led diode, ki ustvarjajo svetlobo in s pomočjo vrtenja rotorja ustvarijo sliko v 3D obliki (glej sliko 1)

- Prizemski: prikaz holografske slike s pomočjo prizme (glej sliko 2). Ta tip holograma je znan tudi kot »pepperski-fenomen« in je vrsta holograma, ki ustvarja vizualno iluzijo slike v 3D obliki, ki se zdi, da plava ali se dviga nad površino. Bistvena slabost teh hologramov je njihova cena.



Slika 1: Primer holograma, ki prikazuje sliko s pomočjo rotorja¹.



Slika 2: Primer holograma, ki prikazuje sliko s pomočjo prizme².

Obstajajo tudi drugi različni tipi hologramov, ki pa so manj poznani in razširjeni kot omenjena dva tipa.

Hologrami kot takšni so medij s katerim lahko ustvarimo sliko v 3D obliki, ki za razliko od drugih prikazovalnikov (npr. TV itd...) daje vtis resničnosti. Z razvojem tehnologije na preostalih področjih (npr. različni senzorji gibanja itd.), ter v kombinaciji z ustrezno programsko opremo (npr. podprto s pomočjo umetne inteligence), pa hologrami doživljajo nov preporod na samem trgu.

¹ Hypervsn Solo L, vir: <https://hypervsn.com/hypervsn-solo-combo>

² © Adobe Stock, slika licencirana za potrebe podjetja GoSMIT R&D d.o.o.

3 Inteligentne rešitve

Inteligentne rešitve predstavljajo pomemben del napredka na področju umetne inteligence in tehnologij globokega učenja. Z združevanjem podatkov, algoritmov in naprednih analitičnih metod omogočajo reševanje kompleksnih problemov, napovedovanje trendov ter avtomatizacijo in optimizacijo različnih procesov.

Inteligentne rešitve so kompleksni informacijski sistemi, ki temeljijo na naprednih algoritmih, strojnem učenju in umetni inteligenci. Z uporabo velikih količin podatkov in analitičnih metod omogočajo samodejno učenje, prilagajanje ter izvajanje inteligentnih odločitev in akcij brez človeškega posredovanja.

Razvoj inteligentnih rešitev je bil v zadnjem času izjemno dinamičen. Napredek na področju algoritmov strojnega učenja, globokega učenja in obdelave naravnega jezika je omogočil boljše razumevanje podatkov, zaznavanje vzorcev, napovedovanje in avtomatizacijo nalog.

Inteligentne rešitve najdemo v številnih panogah in podjetjih. V industriji se uporabljajo za optimizacijo proizvodnih procesov, napovedovanje okvar strojev in izboljšanje učinkovitosti. V trgovini se uporabljajo za personalizacijo priporočil izdelkov in izboljšanje uporabniške izkušnje. V finančni industriji se uporabljajo za odkrivanje goljufij, napovedovanje tržnih trendov in izvajanje avtomatiziranih naložbenih strategij. Ti primeri le prikazujejo majhen del obsega in vpliva inteligentnih rešitev v industriji.

Obstaja več različnih tipov inteligentnih rešitev, med katerimi so bolj izpostavljeni sledeči [11, 12, 13]:

- **Napredna analitika podatkov:** Inteligentne rešitve za napredno analitiko podatkov omogočajo razumevanje, obdelavo in interpretacijo velikih količin podatkov za pridobivanje dragocenih vpogledov. To vključuje tehnike strojnega učenja, analitiko preslikav, napovedne modele in obdelavo naravnega jezika.
- **Avtomatizacija procesov:** Inteligentne rešitve za avtomatizacijo procesov uporabljajo algoritme umetne inteligence za izvajanje nalog, ki so bile prej izvajane ročno ali s človeškim posredovanjem. To vključuje avtomatizacijo ponavljajočih se nalog, odločanje na podlagi podatkov, samodejno generiranje poročil in druge avtomatizirane operacije.
- **Pogovorni roboti:** Inteligentne rešitve v obliki pogovornih robotov uporabljajo obdelavo naravnega jezika in algoritme strojnega učenja, da omogočajo interakcijo med človekom in strojem v naravnem jeziku. Pogovorni roboti se uporabljajo v podpornih storitvah, informacijskih centrih, trgovinah in drugih okoljih, kjer je potrebna interakcija z uporabniki.
- **Robotika in avtonomni sistemi:** Inteligentne rešitve imajo ključno vlogo pri razvoju robotike in avtonomnih sistemov. Roboti in avtonomni stroji, opremljeni s senzorji in naprednimi algoritmi, so postali sposobni samostojnega delovanja, navigacije in odločanja v dinamičnih okoljih. Slednje je vodilo do razvoja avtonomnih vozil, robotske kirurgije, brezpilotnih letalnikov in drugih naprednih sistemov.
- **Računalniški vid:** Razvoj inteligentnih rešitev na področju računalniškega vida je omogočil zaznavanje in analizo vizualnih podatkov. S pomočjo naprednih algoritmov za prepoznavanje slik in videoposnetkov se lahko identificirajo objekti, zaznavajo obrazni izrazi, prepoznajo vzorci in analizira vedenje. To se uporablja v področjih, kot so varnost, nadzor, medicina, avtonomna vozila in še več.

V članku se osredotočamo na inteligentne rešitve povezane s pogovornimi roboti.

3.1 Pogovorni roboti

Pogovorni roboti predstavljajo eno izmed bolj raziskovanih in inovativnih področij umetne inteligence. Z razvojem tehnologij globokega učenja in obdelave naravnega jezika so pogovorni roboti sposobni razumeti in komunicirati s človekom na način, ki je čedalje bolj naraven in učinkovit.

Začetki pogovornih robotov segajo daleč v preteklost, vendar pa se je njihov razvoj v zadnjih letih izjemno pospešil. Na začetku so bili pogovorni roboti preprosti in omejeni na pred nastavljene odgovore. S tehnološkim napredkom in vpeljavo umetne inteligence so se pogovorni roboti razvili v naprednejše sisteme, ki temeljijo na strojnem učenju in globokem učenju.

Med bolj prepoznavnimi pogovornimi roboti je Apple-ov Siri, ki je prvič predstavljen leta 2011. Od takrat so se pojavili številni drugi pogovorni roboti, kot so Amazon-ov Alexa, Google Assistant in Microsoftov Cortana. Ti pogovorni roboti so vgrajeni v pametne naprave kot so pametni telefoni, zvočniki, pametne televizije in domači asistenti [14].

Eden izmed ključnih mejnikov pri razvoju pogovornih robotov je bil dosežen napredek pri razumevanju naravnega jezika. S pomočjo naprednih modelov globokega učenja, kot so rekurentne nevronske mreže (RNN) in kasneje transformerji, so pogovorni roboti sposobni razumeti kompleksne govorne vzorce, prepoznati kontekst in razločevati namen uporabnikovega vprašanja [14, 15].

Poleg razumevanja naravnega jezika se je razvila tudi sposobnost generiranja naravnega jezika (angl. Generative Artificial Intelligence) in sicer z uporabo modelov, kot je model GPT (angl. Generative Pre-trained Transformer) [16], s katero so pogovorni roboti sposobni ustvarjati tekoče in relevantne odgovore ter izvajati pametne dialoge s človekom. Danes so poleg modela GPT znani še številni drugi jezikovni modeli, ki se uporabljajo pri implementacijah pogovornih robotov, npr.: BERT, RoBERT, Bard, LLaMA 2 (Meta) itd. ...

Z uporabo naprednih jezikovnih modelov pri implementaciji pogovornih robotov pa se odpirajo širše možnosti njihove uporabe. Tako je Gartner lansko leto objavil študijo v kateri ocenjuje, da bodo pogovorni roboti postali primarni kanal za pomoč strankam v naslednjih petih letih [17].

Ne glede na razvoj umetne inteligence in jezikovnih modelov, ki so v zadnjem času naredili preboj pri uporabi pogovornih robotov (npr. Chat GPT), pa jih v osnovi iz tehničnega vidika še vedno delimo na dva tipa pogovornih robotov in sicer: delovanje na osnovi pravil in delovanje na osnovi umetne inteligence [14].

Delovanje pogovornih robotov na osnovi pravil (angl. rule-based chatbots) temelji na vnaprej definiranih pravilih (scenarijih) oziroma odločitvenih drevesih [18]. Osnovna ideja teh pogovornih robotov je ta, da z vnaprej določenimi vprašanji in delnimi odgovori, pogovorni robot vodi uporabnika skozi pogovor in uporabnika pripelje do rešitve oz. posreduje podatke do ustrezne osebe. Uporabljena so lahko enostavna ali zelo zapletena pravila (scenariji). Bistveno pri tem tipu pogovornih robotov pa je to, da niso sposobni odgovarjati na vprašanja izven definiranih pravil in se ne učijo sproti skozi interakcije z ljudmi [18]. Obstaja kar nekaj ogrodij (angl. frameworks), ki omogočajo implementacijo takšnega tipa pogovornega robota: Google DialogFlow, Microsoft Bot Framework. ...

Drugi tip pogovornih robotov so pogovorni roboti, ki temeljijo na uporabi algoritmov umetne inteligence (angl. Artificial Intelligence Chatbots). V ta sklop pogovornih robotov spadajo pogovorni roboti, ki za svoje delovanje uporabljajo ali rekurentne nevronske mreže, ali napredne jezikovne modele kot je model GPT [19, 20].

4 Uporaba hologramov in inteligentnih rešitev iz tehničnega vidika

Hologrami so rešitve, ki so namenjene vizualizaciji podatkov in predstavitvi objekta v 3D obliki. Slednje omogoča drugačen vpogled na predstavljeni objekt kot pa to omogočajo konvencionalni prikazovalniki (npr. monitorji, televizorji itd. ...). Največja dodana vrednost je prikaz objekta v 3D obliki, ki daje uporabniku občutek resničnosti. Pri tem je potrebno upoštevati še nadgradljivost hologramov z različnimi senzorji (npr. senzorji gibanja...), ter kamerami (npr. za prepoznavo emocij) in mikrofoni, ter zvočniki, ki pa omogočajo interaktivno komunikacijo med hologramom in uporabnikom.

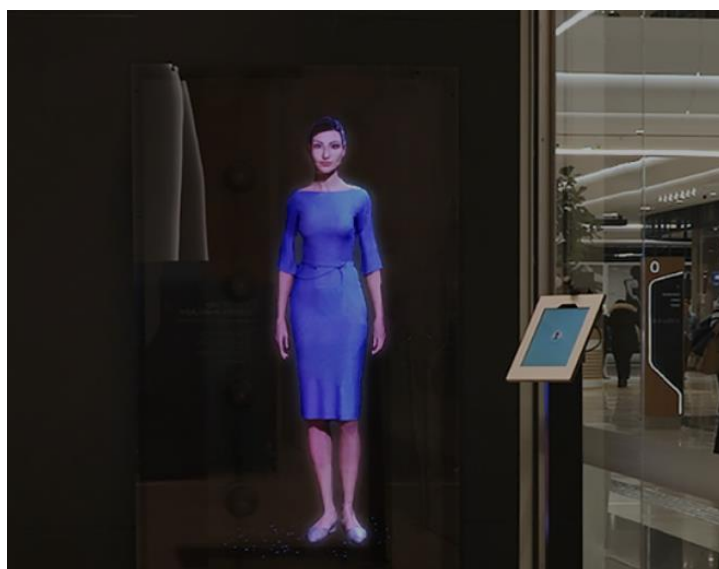
S takšnimi hologrami nadgrajene inteligentne rešitve močno pridobijo na uporabnosti in dodani vrednosti. V industriji, v procesu razvoja novega produkta se lahko razne simulacije novega produkta prikazujejo na hologramu, kjer je možno iz različnih kotov opazovati delovanje novega produkta še preden gre le ta v prototipno izdelavo.

Podobno velja tudi za vizualizacijo različnih podatkov in modelov (npr. molekul), ki jih je s klasičnimi prikazovalniki težje prikazovati in se lahko s hologrami lažje ter bolj nazorno prezentirajo uporabnikom.

Hologrami so na določen način logična nadgradnja pogovornih robotov. Slednji že zdaj dajejo vtis uporabniku pri pogovoru, da se uporabnik pogovarja z osebo. Uporaba holograma v kombinaciji s pogovornim robotom pa to

komunikacijo dvigne na nov nivo. Z dobro implementiranim prikazom osebe na hologramu (t.i. avatar) in ustrezno obdelanim zvokom, lahko dosežemo zelo visoko stopnjo občutka resničnosti pri komunikaciji med uporabnikom in pogovornim robotom. Slednjo sploh dosežemo, če se hologram obogati s senzorji gibanja (npr. sledenju uporabnika), kamero za prepoznavo obraza in emocij uporabnika, s spreminjanjem barve in tona glasu med pogovorom.

Eden takšnih naprednih pogovornih robotov, imenovan »Vesna«, je bil razvit na Slovaškem in sicer za banko Erste Group Bank AG [9,10]. Pogovorni robot »Vesna« v obliki holograma svetuje strankam glede bančnih računov, plačilnih kartic in potencialnih investicij. Podprtih je več kot 150 različnih scenarijev s čimer so pokrita vsa finančna področja, ki so potencialno zanimiva za stranke. Iz tehnološkega vidika je pogovorni robot »Vesna« implementiran kot kombinacija različnih naprednih in sodobnih tehnologij kot je generativna umetna inteligenca, prepoznavava zvoka (angl. voice recognition), prenos besedil v govor (angl. text to speech), ter zaznava čustev uporabnikov. Na ta način je omogočeno razumevanje strank in posledično kvalitetno podajanje odgovorov strankam. Na sliki spodaj je prikazan pogovorni robot »Vesna« s hologramom [9, 10].



Slika 3: Primer humanoidnega holograma

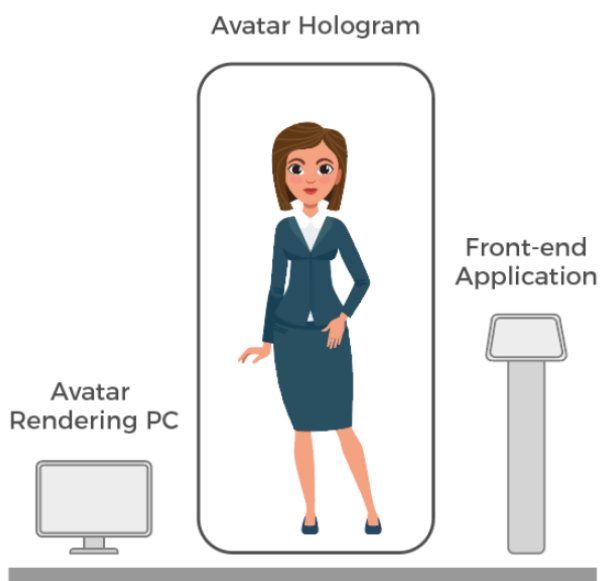
Vir: [10].

4.1 Arhitektura sistema z uporabo hologramov

Integracija holograma je v praksi enostavna, saj gre za prikaz podatkov oziroma objekta na samem hologramu, ki pa se izvede na način prenosa slike preko HDMI. Seveda je to eden izmed bolj enostavnih načinov povezav in se kompleksnost povezave holograma s samim sistemom razlikuje glede na same potrebe in zahteve prikaza. Slednje je odvisno predvsem od tega kaj se zraven holograma od strojne opreme še zahteva (npr. senzorji, kamere itd...). Ker je teh možnosti enostavno preveč, se v članku osredotočamo na arhitekturo integracije holograma s pogovornim robotom.

Na sliki spodaj je prikazana shema sistema humanoidnega holograma iz katere je razvidno katere komponente strojne opreme se potrebujejo za implementacijo humanoidnega holograma. Za implementacijo so potrebne naslednje tri komponente:

- **Hologram.** Hologram prikazuje avatarja navidezne osebe.
- **Računalnik.** Računalnik preko katerega se avatar prikazuje na samem hologramu. Slednji je navadno nameščen za ohišjem holograma, da le ta ni viden končnemu uporabniku.
- **Prikazovalnik aplikacije.** Prikazovalnik aplikacije je tablica, ki uporabniku prikazuje pogovornega robota v obliki aplikacije. Slednji je pomemben predvsem pri robnih primerih uporabe, ko prepoznavna govora uporabnika zaradi različnih razlogov (npr. nejasni govor) ni uspešna.



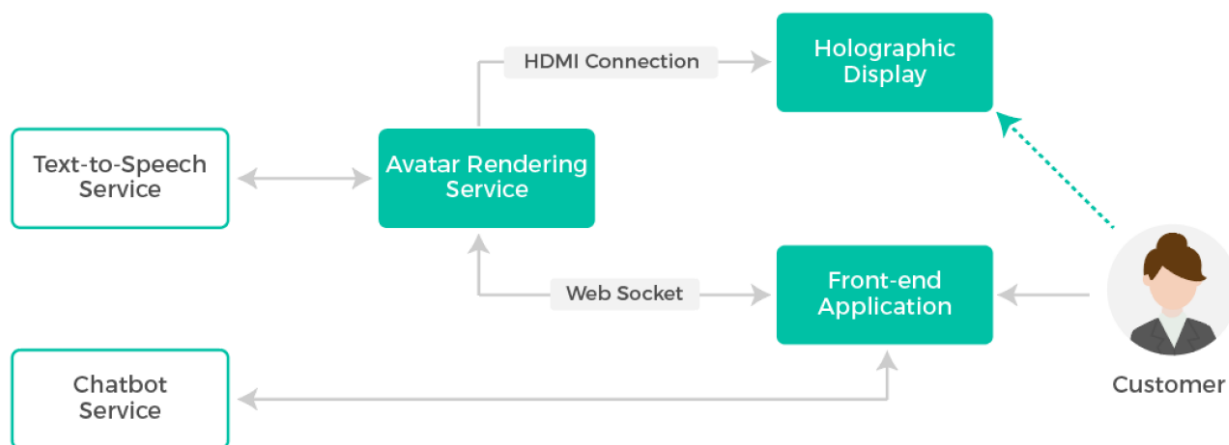
Slika 4: Shema sistema holograma

Vir: [9].

Iz tehničnega vidika arhitekturo sistema, ki omogoča postavitve sistema kot je prikazan na sliki 4, prikazuje slika 5 spodaj.

Osrednji del sistema predstavlja aplikacija, ki teče na računalniku preko katerega se na hologramu prikazuje slika osebe oziroma avatar. Ta aplikacija skrbi za ustrezni prikaz avatarja in za povezavo s storitvijo pretvorbe besedila v govor. Slednja je lahko tudi zunanja storitev (npr. Google Text-To-Speech, Microsoft Azure Cognitive Services...) ali pa je del lastne implementacije.

Aplikacija, ki teče na tablici je dejansko grafični vmesnik pogovornega robota (angl. Front-end application) in uporablja mikrofona tablice na kateri teče, ter posledično omogoča storitev preslikave zvoka v besedilo (angl. speech-to-text). Aplikacija je integrirana z osrednjo aplikacijo, ki je zadolžena za prikaz avatarja na hologramu in pretvorbo besedila v zvok. Pogovorni robot je lahko storitev, ki je plod lastne implementacije ali pa je to storitev, ki teče v oblaku – odvisno od zahtev projekta. Na tej točki je potrebno izpostaviti, da je v praksi možna tudi integracija pogovornega robota še z drugimi zalednimi sistemi, kar pa na shemi ni zajeto in je odvisno od same domene implementacije projekta.



Slika 5: Arhitektura sistema.

Sam nabor tehnologij (angl. technical stack) za implementacijo arhitekture sistema kot je prikazan na sliki 5, je lahko zelo različen in močno odvisen od zahtev projekta kamor spada tudi ustrezna izbira orodij in tehnologij. V kolikor gre za implementacijo enostavnejših primerov humanoidnih pogovornih robotov, je možno relativno enostavno uporabiti oblačne storitve, ki so že na voljo (npr. Google Cloud AI, Microsoft Azure...). V tem primeru je potrebno z ustreznim orodjem podpreti avatarja (npr. Unity ali Blender), ter implementirati aplikacijo za predstavitev avatarja na hologramu in aplikacijo, ki je grafični vmesnik pogovornega robota na tablici (npr. implementacija v programskem jeziku Flutter).

V kolikor so zahteve projekta bolj kompleksne, je potrebno za omenjene oblačne rešitve iskati ustrezna orodja.

4.2 Primer pilotnega projekta

V podjetju se lotevamo pilotnega projekta implementacije humanoidnega holograma v kombinaciji s pogovornim robotom, ki bo po videzu, glasu in znanju (znanju pogovornega robota) upodobil znanega pokojnega pisatelja Leopolda Suhodolčana. Ideja pilotnega projekta je poglobljeno se spoznati s tehnologijo hologramov na eni strani in zmožnosti tehnologije pogovornih robotov v kombinaciji s hologramom. Tu je izziv večplasten, kjer je potrebno zagotoviti sledeče:

- Na osnovi filmskega in slikovnega gradiva pisatelja, izdelati realistični 3D model pisatelja.
- Na osnovi zvočnih zapisov izluščiti način njegovega govora (frekvenco), ter različne tone in barve glasu (glede na situacijo pogovora).
- Implementacija pogovornega robota na osnovi GPT modela, ki bo naučen iz pisateljevih del, rokopisov in monografije.

Posebni izziv bo vse omenjene segmente povezati v smiselno in realistično celoto, kjer bo uporabljen Holographic Human Hologram podjetja HyperVSN, ter njihova storitev Digital Avatar, ki bo pogovornega robota ustrezno povezala s sliko na hologramu in zvoku, ki se bo predvajal sinhrono s sliko 3D pisatelja na hologramu. Pri implementaciji bo uporabljena arhitektura, ki je bila predstavljena v poglavju 4.1 na sliki 5.

Ideja je, da bo omenjen pilotni projekt za določeno obdobje na voljo v izbrani knjižnici na Koroškem, kjer bomo merili tudi odziv uporabnikov na implementirano rešitev. Slednje je poleg tehnološkega izziva pomemben segment, saj hologrami v kombinaciji s pogovornimi roboti v praksi pri končnih uporabnikih predstavljajo veliko neznanko.

5 Zaključek

V prispevku smo predstavili holograme in način integracije hologramov z inteligentnimi rešitvami na konkretnem primeru pogovornega robota. Hologrami lahko močno obogatijo uporabniško izkušnjo, ter inteligentnim rešitvam dodajo dodano vrednost v smislu predstavitve in interakcije z uporabnikom v tridimenzionalnem prostoru. Slednje se lahko odraža kot obogatitev pogovornega robota s prikazom avatarja na hologramu, pregled novega produkta v primeru razvoja produkta v proizvodnem procesu ali le kot vizualizacija podatkov. Smernice Gartnerja kažejo v vedno večjo uporabo hologramskih rešitev v kombinaciji z inteligentnimi rešitvami (npr. virtualni asistenti, virtualni prodajalci itd...). Predstavljajte si svet, kjer konference vključujejo 3D predstavitve udeležencev in gostujoče predavatelje, s katerimi lahko kljub oddaljenosti komunicirate večplastno in v tridimenzionalnem prostoru. Te rešitve so trenutno izjemno butične a bosta čas in trg v prihodnosti pokazala v kolikšni meri in kdaj se bodo napovedi množične uporabe tudi uresničile.

Literatura

- [1] Gabor Dennis »A new microscopic principle«, *Nature*, 161 (4098), 1946
- [2] Denisjuk Yuri N, »On the reflection of optical properties of fan object in a wave field of light scattered by it«, *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 1962
- [3] Upatniak Juris, Leonard Carl, »Diffraction efficiency of bleached photographically recorded interference patterns«, *Applied Optics* 8, 85-89, 1969
- [4] »The Nobel Prize in Physics 1971«, *Nobelprize.org*. Obiskano 21. 4 2023.
- [5] A. Graube, »Advances in Bleaching Methods for Photographically Recorded Holograms«, *Appl. Opt.* 13, 2942-2946 (1974)
- [6] »Holographic 3D Technology: From Sci-fi Fantasy to Engineering Reality«, *International Year of Light 2015 – Blog* (light2015blog.org), 28.4.2015, Archived from the original on 30.4.2017.
- [7] »A Holography FAQ«, *HoloWiki*. 26.5.2023. Archived from the original on 6 November 2010. Retrieved 21 April 2012.
- [8] Johnston, Sean F., »11 - Channeling Dreams«, *Holograms: A Cultural History*. Oxford University Press. ISBN 978-0191021381, 2015
- [9] <https://hypervsn.com/>, HYPERVSN is a 3D Integrated Holographic System for advertising, digital signage, events, obiskano 29. 4. 2023
- [10] <https://hypervsn.com/blog/slovenska-sporitelna-introduced-holographic-assistant-in-banking-industry.html>, Slovenska Sporitelna Brings the First Holographic Assistant to Banking, obiskano 16. 6. 2023
- [11] Hu, X., Huang, M., & Zeng, A. Z. (2007). An intelligent solution system for a vehicle routing problem in urban distribution. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 3(1), 189-198.
- [12] Gupta, A. K., & Kumar, S. (2022, December). Intelligent Solution Guidance Tool (ISGT). In *2022 IEEE International Conference for Women in Innovation, Technology & Entrepreneurship (ICWITE)* (pp. 1-3). IEEE.
- [13] Huang, X. L., Ma, X., & Hu, F. (2018). Machine learning and intelligent communications. *Mobile Networks and Applications*, 23, 68-70.
- [14] Lokman, A. S., & Ameen, M. A. (2019). Modern chatbot systems: A technical review. In *Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2018: Volume 2* (pp. 1012-1023). Springer International Publishing.
- [15] Shawar, B. A., & Atwell, E. (2007, April). Different measurement metrics to evaluate a chatbot system. In *Proceedings of the workshop on bridging the gap: Academic and industrial research in dialog technologies* (pp. 89-96).
- [16] Panda, S., & Kaur, N. (2023). Exploring the viability of ChatGPT as an alternative to traditional chatbot systems in library and information centers. *Library Hi Tech News*, 40(3), 22-25.
- [17] <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-07-27-gartner-predicts-chatbots-will-become-a-primary-customer-service-channel-within-five-years>, obiskano 26. 7. 2023

- [18] Farah, J. C., Spaenlehauer, B., Ingram, S., Purohit, A. K., Holzer, A., & Gillet, D. (2023). Harnessing Rule-Based Chatbots to Support Teaching Python Programming Best Practices. In 26th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2023).
- [19] Aggarwal, A., Tam, C. C., Wu, D., Li, X., & Qiao, S. (2023). Artificial Intelligence–Based Chatbots for Promoting Health Behavioral Changes: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e40789.
- [20] Liu, L., & Duffy, V. G. (2023). Exploring the Future Development of Artificial Intelligence (AI) Applications in Chatbots: A Bibliometric Analysis. *International Journal of Social Robotics*, 15(5), 703-716.

