

Die gebruik van slimbrille in die gesondheidsorgmetaversum: 'n Sistematiese oorsig

L Malungana, B Chimbo

Kollege vir Wetenskap, Ingenieurswese en Tegnologie, Universiteit van Suid-Afrika, Suid-Afrika

Korresponderende outeur: L Malungana **E-pos:** Emalun1@unisa.ac.za

Agtergrond: In onlangse tye was die bespreking van die gebruik van virtuele realiteit en geougmenteerde realiteit vir die gesondheidsorgmetaversum nogal verwarrend. Die gebruik van hierdie tegnologieë kan moeilik wees in 'n besige gesondheidsorgomgewing, aangesien gesondheidsorgpersoneel noodgedwonge hul hande daarvoor moet gebruik. Nogtans raak slimbrille al hoe gewilder as gevolg van die voordele daarvan, soos dat dit wel 'n groot mate handvrye gebruik daarvan toelaat en ook videogebaseerde konsultasies wat 'n lewende perspektief moontlik maak. Daar is wel vorige studies wat slimbrille in verskeie gesondheidsorgomgewings ondersoek het.

Doel: Die navorsing het ten doel gehad om die gebruik van slimbrille in virtuele realiteit en geougmenteerde realiteit vir die gesondheidsorgmetaversum te bestudeer.

Metodes: Ons het 'n soektog deur drie databasisse gedoen wat navorsing in beide die gesondheidsorg- en rekenaarwetenskapveld insluit. Ons het die PRISMA-benadering gevolg om 'n oorsig van referate te doen. Die soektog het op gepubliseerde artikels tussen 2019 en 2023 gefokus.

Resultate: Die studie het bevind dat 28 uit 81 publikasies wat in die oorsig gebruik is, kommersieel beskikbare slimbriltoestelle en videokonferensieprogrammatuur benut het, wat 'n hoë vlak van tegnologiese gereedheid vir die praktiese toepassing en gebruik van slimbrille in die gesondheidsorgomgewing demonstreer. Die navorsing het tipiese stelselkenmerke soos video- en audiostreaming, annotasie, geougmenteerde realiteit en handvrye interaksies ondersoek.

Gevolgtrekking: Slimbrille en optiese koptegemonteerde skerms met slimfoonkenmerke transformeer die gesondheidsorgbedryf deur handvrye kommunikasie sowel as die onmiddellike deling van inligting tussen gesondheidsorgpersoneel moontlik te maak. Hierdie tegnologie maak samewerking op 'n afstand en inligtingsdeling moontlik deur oudio en video te versend en sodoende die gehalte van pasiëntsorg te verbeter.

Slutelwoorde (slegs Engels is gebruik): Smart glasses; virtual reality, augmented reality; healthcare metaverse; healthcare professionals

The use of smart glasses in the healthcare metaverse: A systematic review:

Background: In recent times, discussion of the use of virtual reality and augmented reality for healthcare metaverse has remained confusing. In a busy healthcare setting, use of these technologies may be burdensome as they necessitate manual operation by healthcare professionals. Yet at the same time, smart glasses are becoming increasingly popular because of their benefits, such as allowing a degree of hands-free operation and enable video-based consultations that provide a live perspective. There have been studies that examined the use of smart glasses in various healthcare environments.

Aim: The research aimed to study the use smart glasses in virtual reality and augmented reality for the healthcare metaverse.

Methods: We searched three databases that encompass research in both the healthcare and computer science fields. We employed the PRISMA approach to conduct a review of papers. The search focused on articles published between 2019 and 2023.

Results: The findings of the study revealed that 28 out of the 81 publications reviewed utilised commercially available smart glass devices and videoconferencing software, demonstrating a high level of technological preparedness for the practical application and use of smart glasses in the healthcare environment. The research investigated typical system features, such as video and audio streaming, annotation, augmented reality and hands-free interactions.

Conclusion: Smart glasses and optical head-mounted displays with smartphone features are transforming the healthcare industry by enabling hands-free communication as well as instant information sharing among healthcare professionals. This technology enables remote cooperation and information sharing by transmitting audio and video, thus enhancing the quality of patient care.

Keywords: Smart glasses; virtual reality, augmented reality; healthcare metaverse; healthcare professionals

Inleiding

Gesondheidsorg behels die evaluering en voorspelling van pasiënte se fisieke, geestes- en kognitiewe welstand. In hierdie studie verwys gesondheidsorgmetaversum na die konvergensie van baie tegnologieë, soos kunsmatige intelligensie (KI), virtuele realiteit (VR), geougmenteerde realiteit (GR), internet van mediese dinge (IMD (Engels IMT)), en so meer. Die gebruik van slimbril- in gesondheidsorgmetaversum-tegnologieë maak voorsiening vir die monitering en verbetering van pasiënte se gesondheidsfiksheid (Bibri & Jagatheesaperumal, 2023). As gevolg hiervan fasiliteer dit chirurgiese simulase, diagnostiese beelding, rehabilitasie en pasiëntgesondheidsbestuur (Kadem *et al.*, 2023). Daarbenewens word pasiënte die bevoorreedes in die gesondheidsorgmetaversum van GR en VR, aangesien dit hulle byvoorbeeld in staat stel om konsekwent die nodige fisieke oefeninge uit te voer wat in hul behandelingsprotokolle uiteengesit word. Die voordele kan verder byvoorbeeld gesien word in die gebruik van VR en GR waar gesondheidswerkers behandelings voorsien volgens 'n niefarmakologiese benadering om angs wat met trauma geassosieer word, die hoof te bied.

Die huidige gesondheidsorgstelsel gebruik die gesondheidsorgmetaversum vir die stoor van data in óf 'n private óf 'n openbare wolkstoorruimte. Die verbandhoudende intelligente besluite wat geneem word, gebaseer op VR en GR, word gedoen op grond van die data wat tussen die individuele nodusse uitgeruil word. Die tradisionele gesondheidsorgstelsel verskaf dienste aan pasiënte deur die daarstelling van mediese beleide, byvoorbeeld die Verenigde State se Health Insurance Portability and Accountability Act van 1996 (die "HIPAA"), 'n wet van die USA se Kongres, en die beleide van die Wêreldgesondheidsorganisasie (WGO). Toestelle wat gedra kan word ("drabare toestelle"), soos slimbrille, wat in die klas van GR en VR val, laat 'n breër vertolking vir simulasedoeleindes toe, wat tot die voordeel van gesondheidsorgwerkers strek. Hierbenewens bied GR en VR geleenthede vir datamonitering, wat gesondheidsorgwerkers tot verdere voordeel kan strek (Azodo *et al.*, 2020). Om die verbeterings in doeltreffendheid wat gesondheidsorgpraktisyns deur gebruik van slimbrille kan bereik te illustreer, kan 'n mens maar net dink aan aktiwiteite soos inligtingherwinning, rekordhouding en interpersoonlike uitruiling van inligting (Romare *et al.*, 2022).

Hierdie artikel het die gebruik van slimbrille in die gesondheidsorgmetaversum in VR en GR vir gesondheidsorgpersoneel ondersoek. Slimbrille beskik oor 'n magdom eienskappe met die potensiaal om 'n revolusionêre transformasie in die gesondheidsorgsektor teweeg te bring (Pramanik *et al.*, 2020). Hierdie gevorderde tegnologie sal verskeie take fasiliteer, wat insluit die vaslegging van pasiëntinligting, die opneem en ontleding van pasiëntinteraksies deur stemherkennings- en opnameprogrammatuur, die toediening van medikasie en die voorlopige diagnose van pasiënte. Hierbenewens sal die stelsel gesigsherkennings-tegnologie gebruik om pasiënte akkuraat te identifiseer en hul omvattende mediese geskiedenis te verkry, met inbegrip van inligting oor allergieë en ander toepaslike aspekte. Hierdie kenmerke is veral nuttig in situasies waar die

pasiënt onresponsief is of nie in staat is om verbaal te kommunikeer nie. In hierdie navorsing word slimbrille beskou as 'n tipe drabare rekenaar toegerus met 'n optiese koggemonteerde vertoonbeeld (OKGV) (Baashar *et al.*, 2023). Die doel daarvan was om 'n wyd beskikbare gerekenariseerde bril vir die publiek te skep. Die toestel bied data in 'n handvrye formaat wat soortgelyk aan 'n slimfoon is, en gebruikers kommunikeer met die internet via stemopdragte in natuurlike spraak (Chengoden *et al.*, 2023).

Literatuuroorsig oor die gesondheidsorgmetaversum

Hierdie artikel ondersoek die aanvaarding van die gesondheidsorgmetaversum vir VR en GR. In die verlede het die gebruik van die internet van dinge-stelsels (IvD-stelsels) in die mediese en gesondheidsorgbedryf daartoe gelei dat pasiënte bykomende tyd en finansiële hulpbronne aan kliniekverwante dienste bestee het (Akkaş, Sokullu & Ertürk Çetin, 2020). Die aanvaarding van VR is gemotiveer deur die kommersialisering van VR. Daar was egter onlangse vordering in die gebruik van GR- en VR-tegnologieë wat verbetering met die oog op kwaliteitgesondheidsorg moontlik gemaak het, veral in die diagnose en verstaan van die erns van pasiënte se siektes.

Volgens Habibzadeh *et al.* (2020) moet meer omvattende erkenning in gesondheidsorg nie net op een aspek van IoT-benutting konsentreer nie, maar moet dit eerder daarna streef om verbeterde gesondheidsorgdienste aan pasiënte deur professionele gesondheidsorgpersoneel (Habibzadeh *et al.*, 2020) te verskaf. Taimoor en Rehman (2022) beweer egter dat IvD-gebaseerde gesondheidsorg en mediese stelsels, wat moderne tegnologieë soos groot data, KI en vyfdegenerasie-mobiele tegnologie kan benut, 'n beduidende impak op die gesondheidsorgbedryf wêreldwyd gehad het (Mafabi *et al.*, 2017). Hierdie tegnologieë bied 'n menigte voordele aan pasiënte, hospitale en mediesesentrums, soos geoutomatiseerde gesondheidsmonitering en samewerkende mediese diagnose op 'n afstand.

Virtuele realiteit en geougmenteerde realiteit

Die studie verduidelik dat IvD-gebaseerde gesondheidsorgstelsels baie vorme van gesondheidsorg en mediese data versamel, wat insluit sekwensiële data soos elektro-ensefalogramme, hoëdimensiedata soos ultraklankbeelde, en dokumente soos elektroniese gesondheidsrekords. Dit sal die gebruik van sulke versamelde data deur intelligente sensorgedrewe toestelle moontlik maak, met inbegrip van biosensors, drabare toestelle, slimtoestelle en mediese toerusting, wat almal onderling via die internet verbind is (Cilliers, 2020; Pramanik *et al.*, 2020). Die data word aanvanklik op 'n lokale toestel gehou, waarna 'n gerepliseerde kopie na die datasentrum gestuur word vir wolkstoring, met die voorbehoud dat die data regstreeks vanaf toestelle verkry word. Die data word in die datasentrum verwerk en geëvalueer deur gebruik te maak van 'n reeks KI-tegnologieë, waaronder kenmerkgeniëring en masjienleer-algoritmes, om beduidende en pertinente inligting outonoom te onttrek (Rathore *et al.*, 2021).

Die resultate wat deur KI in diensgeoriënteerde rekenaarktiwiteite verkry word, word uiteindelik aan óf die individuele pasiënte óf die gesondheidsdiensverskaffers gekommunikeer. Spesifieke fundamentele resultate kan dokters en gesondheidswerkers help om 'n definitiewe mediese diagnose te bereik en die mees geskikte behandelingsregime te formuleer. Sekuriteitsmaatreëls is noodsaaklik in alle stadiums, wat waarneming, dataversameling en -verwerking insluit om sensitiewe gesondheidsdata, vertroulike inligting en diagnostiese uitkomst teen kuberbedreigings te beskerm (Butpheng, Yeh en Xiong (2020). Hierdie tegnieke moet die fisiese laag insluit, sowel as die diens- en die toepassingslaag om die beskerming van sensitiewe data te versterk.

Die gesondheidsorgmetaversum ervaar groei in verskeie sektore en bied 'n veelheid van vooruitsigte (Chengoden *et al.*, 2023). Dit gebruik die jongste tegnologie, soos KI, VR, GR, die internet van dinge, die intelligente wolk, samewerkende robotika, randrekenaarkunde en kwantumrekenaars om gesondheidsorg te transformeer en uitsonderlike ervarings te bied. Om 'n akkurate omskrywing van die gesondheidsorgmetaversum te verskaf, moet 'n mens VR/GR-brille insluit, wat deur die internet van mediese/gesondheidsdinge gefasiliteer word (Damar, 2022). Geougmenteerde realiteit gebruik visuele komponente en grafiese karakters om die fisiese wêreld te verander, wat gebruikers in staat stel om hul driedimensionele omgewing te sien deur gebruik te maak van GR-toestelle, soos slimbrille. VR-tegnologie skep 'n ten volle rekenaargegenereerde virtuele omgewing waarmee gebruikers interaksie kan hê, deur gebruik te maak van VR-kopstukke, -handskoene, -kontroles en ander digitale sensors. Geougmenteerde realiteit is 'n tegnologie wat 'n interaktiewe omgewing skep deur virtuele voorwerpe op 'n werklike plek in 2D of 3D te plaas, soos uitgelig deur Javaid en Haleem (2020).

As gevolg van die vatbaarheid van gesondheidsorg en mediese data vir diefstal, meestal omdat dit op gesentraliseerde bedieners gestoor word, het diensverskaffers die noodsaaklikheid daarvan ingesien om 'n sterk en veilige gesondheidsdiagnostiese platform te skep om die toenemende getalle van sulke gebeurtenisse te bekamp. Daar is 'n aansienlike hoeveelheid werk wat gedoen moet word. Ingesluit in hierdie spesifieke paradigma toon die gesondheidsorgmetaversum reeds aansienlike voordele op die gebied van digitale gesondheidsorg, aangesien dit VR- en GR-tegnologie gebruik om mediese toepassings en dienste te verbeter. Dit word bewerkstellig deur gebruik te maak van haptiese sensors en 3-D-interaksie (Azodo *et al.*, 2020).

Die gesondheidsorgmetaversum bied talle wesenlike voordele wat die vermoë het om 'n fundamentele revolusie in die gesondheidsorgsektor teweeg te bring, soos in mediese opleiding en onderwys. Diensverskaffers het suksesvolle interaksie met pasiënte en klinici op 'n afstand om mediese toestande gesamentlik te diagnoseer, die doeltreffendheid van 'n aanbevole behandeling te versterk en verpersoonlike tegnologieë soos VR, GR, telegeneeskundeplatforms en ander pasgemaakte tegnologieë vir verbeterde diagnose te benut (Hartasanchez *et*

al., 2022). Die benutting van die gevolglike tegnologieë en benaderings kan doeltreffende interaksie tussen diensverskaffers en pasiënte in die gesondheidsorgmetaversum fasiliteer. Pasiënte gebruik VR-kopstukke en GR-brille om 'n virtuele kliniek binne die metaversum binne te gaan, waar hulle 'n dokter vir mediese leiding kan raadpleeg.

Intydse afstandbegeleiding en -interaksie in GR en VR

GR en VR laat chirurgie toe om driedimensionele (3-D-) voorstellings van 'n pasiënt se skeletbene en organe waar te neem. Hierdie tegnologie vergemaklik die noukeurige organisering en akkurate implementering van chirurgiese prosedures deur 'n presiese voorstelling van die liggaam se anatomie te voorsien. AccuVein is 'n gevorderde toestel wat die vermoë van gesondheidsorgpersoneel verbeter om are op te spoor, wat lei tot minder ongemak en verbeterde akkuraatheid wanneer naalde in are ingestek word. Die InnerOptic-program help om abnormaliteite in die menslike liggaam op te spoor, die grootte van gewasse te meet, die vordering van siektes te monitor en die respons op behandeling te voorspel. InnerOptic bied presiese kategorisering van organe en weefsels, wat deeglike beelding van die menslike liggaam moontlik maak. Mediese studente en opleidings kan 'n deeglike begrip van menslike fisiologie kry deur interaktiewe holografiese voorstellings binne die gesondheidsorgmetaversum te benut (Song & Qin, 2022).

Gefedereerde leer van die gesondheidsorgmetaversum

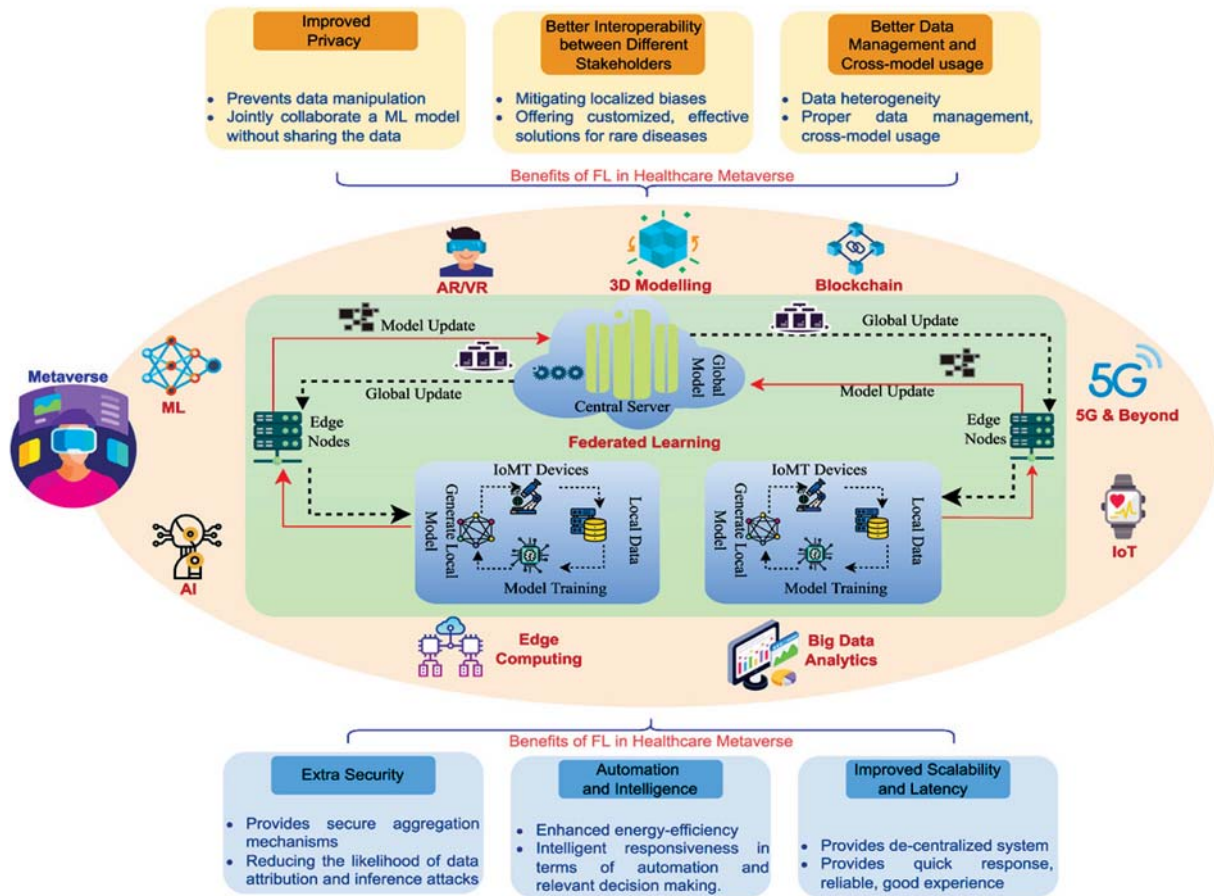
Die primêre veiligheidshindernisse in die gesondheidsorgmetaversumomgewing sluit gebruikersidentiteitverkulling en inbreek op rekeninge in, wat lei tot die ongemagtigde oornames van die avatar deur buitstanders. In die konteks van 'n gesondheidsorgmetaversum is dit van kardinale belang om te verhoed dat indringers toegang verkry tot data wat van hospitale, pasiënte en ander gesondheidsorgverskaffers versamel is en dit eksploiteer. Data kan gemanipuleer word om siektediagnoses en besluite wat met medisyne verband hou te verander. Die gebruik van gefedereerde leer soos weergegee in Figuur 1, help na bewering deur veilige die aggregasiealgoritmes daarvan aan te wend om die vertroulikheid van opdaterings op randtoestelle te handhaaf (Song & Qin, 2022). Daarbenewens word die ware waarde of oorsprong van modelopdaterings beskerm deur die waarskynlikheid van datatoeskrywing en inmengingsaanvalle te minimaliseer. Gefedereerde leermetodes kan addisionele sekuriteit verskaf in die outomatisering en kognitiewe vermoëns van die gesondheidsorgmetaversum.

Die gesondheidsorgmetaversum fasiliteer die lewering van mediese dienste van hoë gehalte aan pasiënte, en voorkom vorige uitdagings wat deur geografiese beperkings gestel is. As gevolg van die vordering wat gemaak is met groot instaatstellende tegnologieë soos GR/VR, KI, digitale tweelingskepping (DT) en blokkettings kan outomatisering nou op verskeie gesondheidsorggebiede binne die metaversum geïmplementeer word (Bashir *et al.*, 2023).

Revolusionêre vooruitgang: intelligente brille

Soos in Figuur 2 getoon, kombineer slimbrille die fisiese wêreld naatloos met virtuele data wat op 'n gebruiker se gesigsveld gesuperponeer of daarin geïnkorporeer word. Die belangrikste voorbeelde sluit in Google Glass, Elbit/EverySight Raptor, Microsoft HoloLens en Epson Moverio. Slimbrille gebruik baie sensors, soos GPS, mikrofone en kameras, om die gebruiker se omgewing te ontleed en 'n begrip daarvan te vorm (Dulishkovych *et al.*, geen datum nie).

Die integrasie van virtuele inligting deur middel van internettegnologieë op mobiele toestelle kan 'n gebruiker se ervaring van die werklike wêreld verbeter. Google Glass sluit byvoorbeeld 'n prisma in wat voor die gebruiker se oog geplaas word. Slimbrille bied 'n reeks beheeropsies, waaronder spraakherkenning, raakpaneel- (touchpad) invoer op die toestel, kopbeweging of virtuele skerms (bv. holografiese knoppies), waartoe toegang deur eksterne toestelle soos slimfone verkry kan word (Kim & Choi, 2021).



Figuur 1: Voordele van die gebruik van gefedereerde leer in die gesondheidsorgmetaversum [oorspronklike figuur in Engels en so behou] (Bashir *et al.*, 2023)



Figuur 2: Voorbeeld van 'n slimbril

Verbetering van kommunikasie en data-toegang deur die aanwending van slimbrille in die gesondheidsorgstelsel

In hierdie studie erken die artikels waarvan 'n oorsig gedoen is die potensiaal van hierdie baanbrekertegnologie, maar beklemtoon ook verskeie struikelblokke wat die hoof gebied moet word voordat dit wyd in komplekse gesondheidsorgstelsels in gebruik geneem kan word (Zhang *et al.*, 2023). Hierdie uitdagings hou hoofsaaklik verband met datasekureiteit, gebruikersopleiding en aanvaarding van die tegnologie. Eksplisiete protokolle moet daargestel word om die veilige inkorporering van slimbrille in die transformerende gesondheidsorgbedryf te verseker.

Invloed op pasiëntsorg

Verbetering van diagnose en behandeling deur die gebruik van intelligente brille

'n Studie deur Bui *et al.* (2021) noem dat slimbrille geïmplementeer is as 'n ingryping by drie gesondheidsklinieke wat in landelike gebiede geleë is. Regdeur die projek is slimbrille telkens tydens gesondheidsentrumkonsultasies vir telegeneeskunde aangewend. Individue wat betrokke was, was meestal gesondheidswerkers wat in hospitale gewerk en leiding, diagnose en behandeling vir kuratiewe konsultasies gebied het. In die loop van die studie was daar 'n beduidende toename in die gebruik van slimbrille vir buitepasiëntkonsultasies by die drie landelike gesondheidsinstellings. Die toename in belangstelling was hoofsaaklik te wyte aan die passie vir en die nuuskierigheid wat deur die uitreikprogramme gegenereer is, wat daarop gemik was om die gemeenskap oor die projek op te voed. Ná 'n paar maande het die getal konsultasies gestabiliseer, hoewel dit hoog gebly en 'n styging vergeleke met die tydperk voor die inisiatief getoon het (Diaka *et al.*, 2021).

Gebruikerservaring en opleiding van gesondheidswerkers in die gebruik van slimbrille

Gesondheidsorgpersoneel het soms 'n gebrek aan ervaring met nuwe tegnologieë, maar hulle kan geleer word hoe om slimbrille effektief te gebruik (Popov *et al.*, 2022). Die kliniese voorbeelde wat gebruik word, behoort 'n beduidende vlak van tevredenheid te illustreer. Wanneer gesondheidsorgpersoneel in die gebruik van slimbrille opgelei word, is dit noodsaaklik om tekens van subjektiewe en/of objektiewe sentiment van angs of bekommernis te monitor.

Daar was oorwegend goeie konsensus oor die gerief van slimbrille (Herz & Rauschnabel, 2019). Een uitdaging om die gebruik van slimbrille sonder haakplekke te inkorporeer was dat sommige gesondheidsorgpersoneel 'n voorskryfbril gedra het, maar dit kon oorkom word.

Om aanvaarding te vergemaklik, kan 'n slimbril gebruik word om die proses van die verkryging van kennis en vaardighede te demonstreer. Gevolglik moet verskeie toets scenario's geïmplementeer word om slimbrille se voordele te illustreer wanneer daar na werklike situasies oorgeskakel word, soos uitgelig deur Caria *et al.* (2020).

In hierdie navorsingstudie illustreer Figuur 3 'n gesondheidswerker (verpleegster) wat 'n slimbril dra wat vir konsultasie en pasiëntveiligheid gebruik word. Slimbrille word aanbeveel as 'n aanvulling van bestaande moniteringstoerusting en pasiëntroetines, byvoorbeeld wanneer pasiënte roetineondersoeke vir 'n siekte soos hipertensie ondergaan. Benewens konsultasies in gesondheidsorg, word slimbrille ook gebruik vir opleiding van gesondheidsorgpersoneel. Die behoefte aan gebruikersopleiding in komplekse gesondheidsorgomgewings vir die suksesvolle integrasie van slimbrille is belangrik, aangesien dit bydra tot die voorsiening van hoëgehaltebehandeling en pasiëntveiligheid (Romare *et al.*, 2022).



Figuur 3: 'n Gesondheidswerker wat besig is om 'n slimbril te gebruik

Metodes

'n Sistematiese literatuuroorsig (SLR) is 'n metode wat gevolg word om alle bestaande navorsing wat verband hou met 'n spesifieke navorsingsvraag, onderwerpgebied of verskynsel van belang te ontdek, te evalueer en te ontleed (Mutunhu et al., 2024). Aanvanklik is navorsingsvrae (NV's) geformuleer om die bestaande navorsing oor slimbrille te ondersoek. Die tweede fase het die skepping behels van 'n soekstrategie om artikels te versamel wat geskikte antwoorde op die navorsingsvrae kan bied. Die derde stap het drie kriteria gestel, afgesien van die eerste fase, om studies te kies wat geskik is vir hierdie navorsing. Tydens die vierde fase is die opsommings van die gekose referate hersien om te bepaal of die navorsing relevante inligting kon bied wat met die doelstellings van die studie verband gehou het. Die studie het ten doel gehad om die volgende drie navorsingsvrae te hanteer:

- NV1 Watisdieuitwerkingoppasiëntsorgvandieinkorporering van slimbrille in gesondheidsorgomgewings, wat aspekte soos diagnose, behandeling en algehele tevredenheid omvat?
- NV2 Wat is die impak van slimbrille op infeksiebestuur en die potensiele vermindering van kruiskontaminasie in gesondheidsorgfasiliteite?
- NV3 Wat is die verskillende strategieë wat aangewend kan word om die aanvaarding en gebruik van slimbrille onder gesondheidsorgpersoneel in die gesondheidsorgstelsel te bevorder?

Om die jongste navorsing oor die gebruik van slimbrille in VR en GR in die gesondheidsorgmetaversum te begryp, is 'n navorsingsvraag spesifiek vir hierdie studie geformuleer. NV1 toon die huidige navorsingstatus deur die uitwerking op pasiënte van die inkorporering van slimbrille in gesondheidsorgomgewings deur hul algehele tevredenheid te identifiseer, wat aspekte behels het soos die hantering van kwessies soos diagnose, pasiëntbehandeling en kwaliteit van dienste wat gelewer word. NV2 het die impak van slimbrille op die opsporing en bestuur van infeksie bepaal terwyl kruiskontaminasie in gesondheidsorgfasiliteite verminder is. Laastens het NV3 verskeie strategieë ondersoek wat aangewend kan word om die aanvaarding en gebruik van slimbrille deur gesondheidswerkers in die gesondheidsorgstelsel te bevorder.

Soekmetodes

Die navorsers het die voorgenoemde soekfrases gebruik om 'n oorsig van die onderwerp te doen, met die fokus op navorsing wat met slimbrille verband hou (Klinker, Wiesche & Krcmar, 2020; Özdemir-Güngöret al., 2020). Die Engelse sleutelwoorde wat gebruik is, was "smart glasses", "virtual reality and 'augmented reality' in health care" en "metaverse." In hierdie navorsing is die drie mees algemene soekenjins gebruik, naamlik PubMed, Google Scholar en Web of Science. Hierdie soektog was gemik op die gepubliseerde artikels van 1 Januarie

2019 tot Desember 2023. Die fokus op nuwe gebruike van slimbrille vir VR en GR het 28 oorsigartikels opgelewer.

Seleksiekriteria

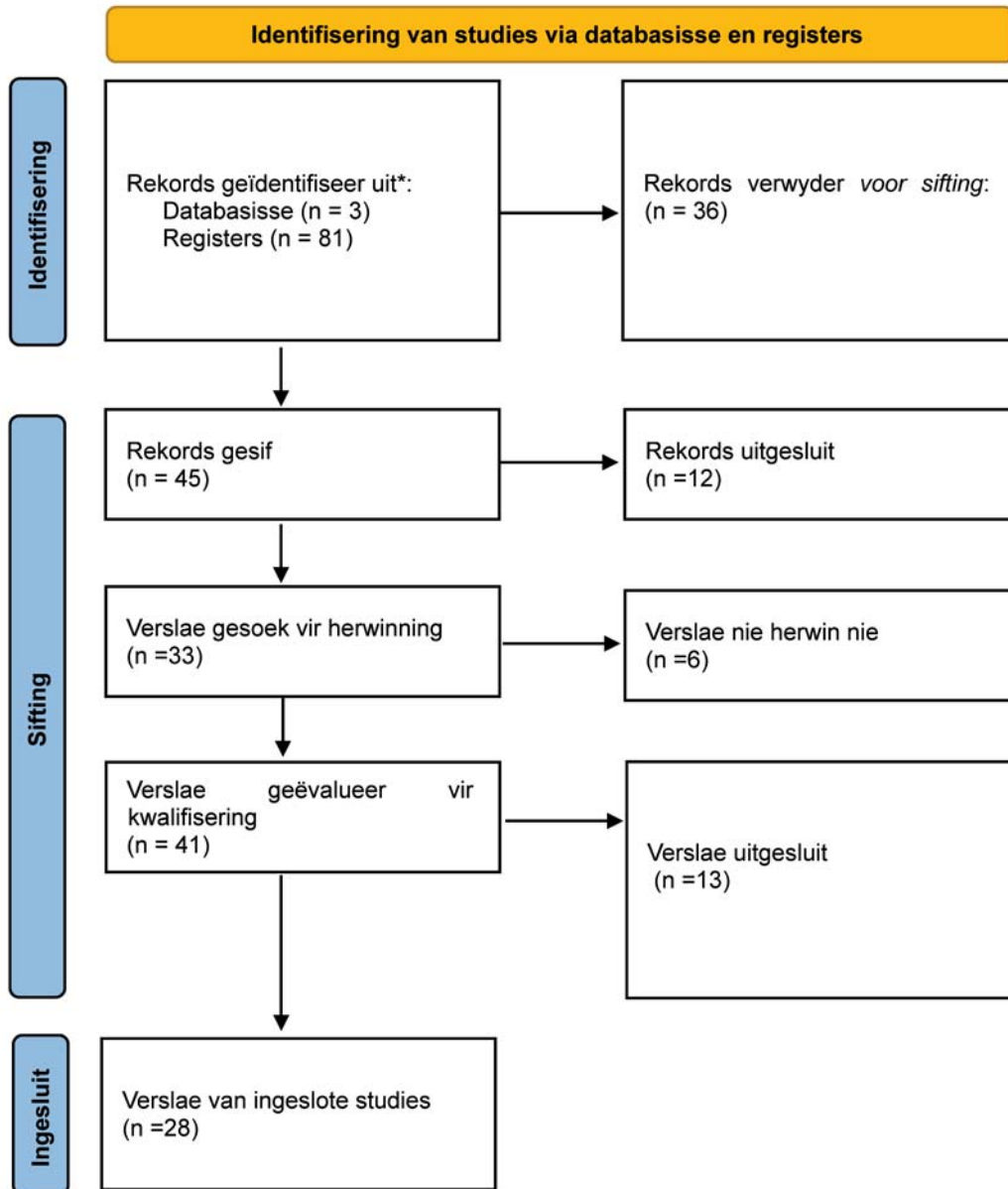
Die navorsing het die seleksiekriteria gebruik om daardie studies wat nie toepaslik was nie, uit te skakel. Engels is as algemene taal gebruik om na konferensieaanbiedings, gepubliseerde boeke en geakkrediteerde tydskrifartikels te soek. Ander tale is nie vir die soekfrase oorweeg nie, weens die moeilikheid om inligting te assimileer in tale wat nie deur die outeurs gepraat word nie. Deur hierdie filterproses het die navorser ontdek dat sommige van die studies op ander gesondheidsorgtegnologieë gebaseer is, soos telegeneeskunde in die besonder, terwyl sommige slegs op VR-beelding gefokus het. Sulke studies was nie geskik vir hierdie studie nie en is uitgeskakel. Die drie relevante soekitems, naamlik slimbrille, VR en gesondheidsorgmetaversum, is gevind. Sommige meta-versum-onderwerpe was van algemene relevansie in ander studieverdele, maar is ook vir hierdie studie oorweeg omdat daar algemene lesse daaruit te leer was. Die meeste referate in die oorsig is uitgesluit omdat hulle te wyd was en oor veelvuldige produkte gehandel het, asook om verskeie ander redes. Dit alles het uiteindelik 28 referate opgelewer wat direk op die studie van toepassing was, soos aangebied in Figuur 4 (gebaseer op die PRISMA-benadering).

Resultate

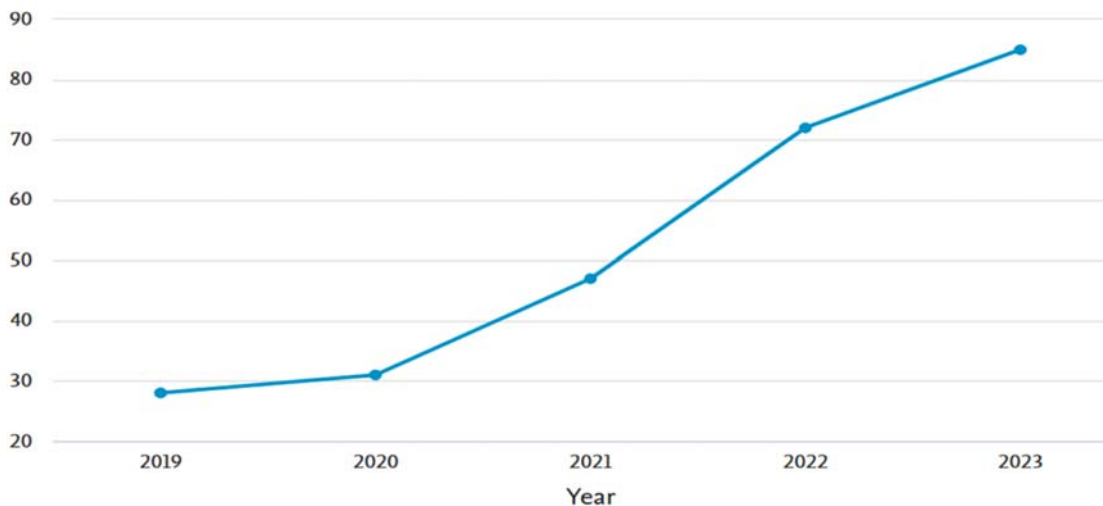
Die jaarlikse navorsingspublikasiekoers oor die onderwerpe van VR en GR in gesondheidsorg is bestudeer om neigings te bepaal. Hierdie studie het bevind dat in die konteks van die gesondheidsorgmetaversum, waar studies kognitiewe behandeling en rehabilitasiedienste geïntegreer het, 'n nuwe era besig was om aan te breek. Figuur 5 toon die getal referate wat oor die vyfjaar tydperk van Januarie 2019 tot Desember 2023 gepubliseer is. Navorsing oor VR oor die algemeen het gegroei, en nog meer so oor VR in gesondheidsorg, met 'n bestendige toename gedurende hierdie tydperk (Rojas-Sánchez et al., 2023). Altesaam 263 artikels is oor VR en GR gepubliseer, wat die voortdurende ontwikkeling op hierdie gebiede illustreer. 'n Totaal van 81 referate is vir moontlike relevansie vir die studie geselekteer. 'n Kriterium is gestel dat publikasie binne die vyf jaar van Januarie 2019 tot Desember 2023 moes plaasgevind het. Van die 45 referate wat oorgebly het, was vyf duplikate, 12 is op ander gronde uitgesluit, en die oorblywende 28 is geselekteer.

Bespreking

Die gesondheidsorgmetaversum het die potensiaal om pasiëntkwessies op te los, terwyl dit gesondheidsorgwerkers in staat stel om met gevorderde tegnologie, soos slimbrille, te kommunikeer. GR en VR word gebruik vir die gesimuleerde omgewing om hierdie toepassing van tegnologie in staat te stel om met die virtuele 3D-wêreld te kommunikeer. Dit word gedoen deur middel van die gesimuleerde skerm om die 3D-omgewing waar te neem en daarin betrokke te raak (Javaid



Figuur 4: PRISMA-benadering toegepas



Figuur 5: Grafiek van toename in publikasie oor die betrokke jare

& Haleem, 2020). Daarom ontwikkel en implementeer professionele gesondheidswerkers die tegnologie in opleiding, wat dit moontlik maak om diagnose of virtuele behandeling met gebruik van die slimbril op pasiënte uit te voer (Bhugaonkar et al., 2022). Die VR-toepassing word gebruik om die opleidingsproses te bespoedig omdat daar niks is waarvoor gebruikers hoef bang te wees of wat vir hulle gevaar inhou nie. Hierbenewens word dit ook in die werklike mediese veld gebruik om 'n verskeidenheid siektetoestande te behandel. Hierdie tegnologie is van kardinale belang om die doeltreffendheid van die mediese bedryf te verbeter (Dulishkovych et al., geen datum nie). Verder is dit 'n voordelige en funksionele tegnologie wat leerder- en pasiëntgerief verbeter. VR en GR bly tegnologie wat van deurslaggewende belang in die ontwikkelingsproses is, waarin daar van doelgemaakte en gesofistikeerde programmatuur en apparatuur gebruik gemaak word.

Die resultate van die studie het getoon dat slimbrille baie suksesvol was om die deel van inligting en visuele kommunikasie tussen mediese spanne wat op verskillende plekke geleë was te fasiliteer. Verder het die navorsingsonderzoek die spesifieke doelwit van die nodige behandeling gedefinieer en pertinente agtergrondinligting versamel. Uiteenlopende apparatuur- en programmatuurtegnieke word aangewend om gesimuleerde 3D-data te produseer, wat uitloop op die vorming van 'n virtuele 3D-omgewing (Dean et al., 2020). Die nodige mediese data word presies geproduseer en geïdentifiseer in 'n VR-omgewing deur die mees doeltreffende tegniek te benut (Chang et al., 2022). Hierdie prosedure word aangewend om behandeling te formuleer en uiteindelik die uitvoering van die werklike operasie te vergemaklik. VR is noodsaaklik om die doeltreffendheid van die mediese veld te verbeter. Hierdie tegnologie word tans aangewend om spiere, senuwees, vel, bene en bloedvate te ondersoek. Mediese studente kan nou in effek 'n rekord van 'n pasiënt se inligting opstel en uiteenlopende mediese toestande evalueer (Azodo et al., 2020). Die tegnologie verbeter byvoorbeeld die ervaring van knieartroskopie-opleiding. Dit word ook aangewend om 'n chirurg se vaardigheid te evalueer en te ontleed. Die literatuurstudie het op die jaar van die studie, die sleutelwoorde, metodologie, gevolgtrekkings en leemtes in die navorsing gekonsentreer ten einde die navorsingsbevindinge op te som.

Opsommend het hierdie studie bevind dat VR 'n ontwikkelende driedimensionele rekenaartegnologie is wat toepassing vind in 'n wye verskeidenheid mediese prosedures en terapieë. VR word byvoorbeeld in kardiologie gebruik om chemoterapie toe te dien. 'n Chirurg kan nou maklik been, bloedvate en ander anatomiese strukture visualiseer. Hierdie tegnologie word vir die strategiese beplanning van diagnoses en vermindering van risiko's in ingewikkelde chirurgiese prosedures gebruik (Chang et al., 2022). Dokters kan elke behandelingsprosedure sowel as gesondheidstoestande in fyn besonderhede waarneem. Dit help om 'n pasiënt se anatomie te begryp en hartchirurgie met presisie te bepaal. Dit skep 'n virtuele 3D-omgewing vir doeltreffende interaksie (Bhugaonkar, et al., 2022). VR word ook gebruik om ongemak tydens gesondheidsorg en chirurgie te verlig. 'n Ontleding van die toepassing van VR in die mediese sektor word hier aangebied, wat die belangrike voordele

daarvan beklemtoon. Die prosedures en prosesse tydens aanneming daarvan in die mediese profesie is bespreek en ontleed (Rejeb et al., 2021).

Gevolgtrekking

Die studie se bevindinge dui daarop dat slimbrille binne die gesondheidsorgbedryf 'n lewensvatbare en doeltreffende hulpmiddel is om visuele kommunikasie en inligtinguitruiling te verbeter tussen mediese spanne wat op 'n afstand van mekaar geleë is. Ten spyte van hierdie innoverende tegnologie se beduidende potensiaal, het die navorsing waarvan 'n oorsig gedoen is sekere kwessies onderstreep wat die toepassing van slimbrille in VR en GR binne die gesondheidsorgsektor bemoeilik. Gesondheidsorgpersoneel het omvattende opleiding nodig voordat hulle VR en GR kan gebruik (Chang et al., 2022). In hierdie studie was strategiese stelselontwerp wat eindgebruikers van die begin af ingesluit het en van verbeterde en betroubare apparatuur en programmatuur gebruik gemaak het noodsaaklike aspekte om die doeltreffendheid sowel as gebruikersvriendelikheid van slimbrille vir gesondheidsorgpersoneel te verbeter. Meer gebruikergesentreerde ontwerp- en evalueringsnavorsing is nodig om die eise en persepsies van professionele mediese persone te ontleed en te evalueer, en om te identifiseer hoe om slimbriltegnologie te ontwikkel wat in hul behoeftes te voorsien. Verder is bykomende navorsing nodig om die impak van slimbrille op die werkvloei van professionele persone in gesondheidsorg in ingewikkelde versorgingsomgewings te verklaar. Dit moet ook die gesondheidsorgmetaversum in detail insluit.

ORCID

L Malungana <https://orcid.org/0000-0001-5981-6774>
B Chimbo <https://orcid.org/0000-0003-1916-0090>

Bronnelys

- Akkaş, M.A., Sokullu, R. and Ertürk Çetin, H. (2020) 'Healthcare and patient monitoring using IoT', *Internet of Things*, 11, p. 100173. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100173>.
- Azodo, I. et al. (2020) 'Opportunities and Challenges Surrounding the Use of Data From Wearable Sensor Devices in Health Care: Qualitative Interview Study', *Journal of Medical Internet Research*, 22(10), p. e19542. Available at: <https://doi.org/10.2196/19542>.
- Baashar, Y. et al. (2023) 'Towards Wearable Augmented Reality in Healthcare: A Comparative Survey and Analysis of Head-Mounted Displays', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), p. 3940. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph20053940>.
- Bashir, A.K. et al. (2023) 'Federated Learning for the Healthcare Metaverse: Concepts, Applications, Challenges, and Future Directions', *IEEE Internet of Things Journal*, 10(24), pp. 21873–21891. Available at: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2023.3304790>.
- Bhugaonkar, K., Bhugaonkar, R. and Masne, N. (2022) 'The Trend of Metaverse and Augmented & Virtual Reality Extending to the Healthcare System', *Cureus [Preprint]*. Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.29071>.
- Bibri, S.E. and Jagatheesaperumal, S.K. (2023) 'Harnessing the Potential of the Metaverse and Artificial Intelligence for the Internet of City Things: Cost-Effective XReality and Synergistic AIoT Technologies', *Smart Cities*, 6(5), pp. 2397–2429. Available at: <https://doi.org/10.3390/smartcities6050109>.
- Bui, D.T., Barnett, T., Hoang, H.T. and Chinthammit, W., 2021. Tele-mentoring using augmented reality technology in healthcare: A systematic review. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(4), pp.68-88.
- Butpheng, C., Yeh, K.-H. and Xiong, H. (2020) 'Security and Privacy in IoT-Cloud-Based e-Health Systems—A Comprehensive Review', *Symmetry*, 12(7), p. 1191. Available at: <https://doi.org/10.3390/sym12071191>.

- Chang, C.-Y. et al. (2022) 'Effects of spherical video-based virtual reality on nursing students' learning performance in childbirth education training', *Interactive Learning Environments*, 30(3), pp. 400–416. Available at: <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1661854>.
- Chengoden, R. et al. (2023) 'Metaverse for Healthcare: A Survey on Potential Applications, Challenges and Future Directions', *IEEE Access*, 11, pp. 12765–12795. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3241628>.
- Cilliers, L. (2020) 'Wearable devices in healthcare: Privacy and information security issues', *Health Information Management Journal*, 49(2–3), pp. 150–156. Available at: <https://doi.org/10.1177/1833358319851684>.
- Caria, M., Todde, G., Sara, G., Piras, M. and Pazzona, A., 2020. Performance and usability of smartglasses for augmented reality in precision livestock farming operations. *Applied Sciences*, 10(7), p.2318.
- Damar, M. (2022) 'What the Literature on Medicine, Nursing, Public Health, Midwifery, and Dentistry Reveals: An Overview of the Rapidly Approaching Metaverse', *Journal of Metaverse*, 2(2), pp. 62–70. Available at: <https://doi.org/10.57019/jmv.1132962>.
- Dean, S. et al. (2020) 'nursing education, virtual reality and empathy?', *Nursing Open*, 7(6), pp. 2056–2059. Available at: <https://doi.org/10.1002/nop2.551>.
- Diaka, J. et al. (2021) 'Leveraging smart glasses for telemedicine to improve primary healthcare services and referrals in a remote rural district, Kingandu, DRC, 2019–2020', *Global Health Action*, 14(1), p. 2004729. Available at: <https://doi.org/10.1080/16549716.2021.2004729>.
- Dulishkovych, O. et al. (no date) 'Business Process Management of Virtual Enterprise based on Augmented Reality.'
- Habibzadeh, H. et al. (2020) 'A Survey of Healthcare Internet of Things (HIoT): A Clinical Perspective', *IEEE Internet of Things Journal*, 7(1), pp. 53–71. Available at: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2946359>.
- Hartasanchez, S.A. et al. (2022) 'Remote shared decision making through telemedicine: A systematic review of the literature', *Patient Education and Counseling*, 105(2), pp. 356–365. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pec.2021.06.012>.
- Herz, M. and Rauschnabel, P.A., 2019. Understanding the diffusion of virtual reality glasses: The role of media, fashion and technology. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, pp.228-242.
- Javaid, M. and Haleem, A. (2020) 'Virtual reality applications toward medical field', *Clinical Epidemiology and Global Health*, 8(2), pp. 600–605. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2019.12.010>.
- Kadem, M. et al. (2023) 'Hemodynamic Modeling, Medical Imaging, and Machine Learning and Their Applications to Cardiovascular Interventions', *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 16, pp. 403–423. Available at: <https://doi.org/10.1109/RBME.2022.3142058>.
- Kim, D. and Choi, Y. (2021) 'Applications of Smart Glasses in Applied Sciences: A Systematic Review', *Applied Sciences*, 11(11), p. 4956. Available at: <https://doi.org/10.3390/app11114956>.
- Klinker, K., Wiesche, M. and Krcmar, H., 2020. Smart glasses in health care: A patient trust perspective.
- Mafabi, S. et al. (2017) 'The mediation role of intention in knowledge sharing behavior', *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 47(2), pp. 172–193. Available at: <https://doi.org/10.1108/VJKMS-02-2016-0008>.
- Mutunhu, B., Chipangura, B. and Singh, S., 2024. Towards a quantified-self technology conceptual framework for monitoring diabetes. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 43(1), pp.69-84.
- Pramanik, P.K.D. et al. (2020) 'Advancing Modern Healthcare With Nanotechnology, Nanobiosensors, and Internet of Nano Things: Taxonomies, Applications, Architecture, and Challenges', *IEEE Access*, 8, pp. 65230–65266. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2984269>.
- Özdemir-Güngör, D., Göken, M., Basoglu, N., Shaygan, A., Dabić, M. and Daim, T.U., 2020. An acceptance model for the adoption of smart glasses technology by healthcare professionals. *International Business and Emerging Economy Firms: Volume II: European and African Perspectives*, pp.163-194.
- Rathore, M.M. et al. (2021) 'The Role of AI, Machine Learning, and Big Data in Digital Twinning: A Systematic Literature Review, Challenges, and Opportunities', *IEEE Access*, 9, pp. 32030–32052. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3060863>.
- Rejeb, A. et al. (2021) 'Potentials and challenges of augmented reality smart glasses in logistics and supply chain management: a systematic literature review', *International Journal of Production Research*, 59(12), pp. 3747–3776. Available at: <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1876942>.
- Rojas-Sánchez, M.A., Palos-Sánchez, P.R. and Folgado-Fernández, J.A., 2023. Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. *Education and Information Technologies*, 28(1), pp.155-192.
- Romare, C. et al. (2022) 'Burden of care related to monitoring patient vital signs during intensive care; a descriptive retrospective database study', *Intensive and Critical Care Nursing*, 71, p. 103213. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2022.103213>.
- Song, Y.-T. and Qin, J. (2022) 'Metaverse and Personal Healthcare', *Procedia Computer Science*, 210, pp. 189–197. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.136>.
- Taimoor, N. and Rehman, S. (2022) 'Reliable and Resilient AI and IoT-Based Personalised Healthcare Services: A Survey', *IEEE Access*, 10, pp. 535–563. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3137364>.
- Zhang, Z. et al. (2023) 'Smart Glasses for Supporting Distributed Care Work: Systematic Review', *JMIR Medical Informatics*, 11, p. e44161. Available at: <https://doi.org/10.2196/44161>.