



Arkielämän pelillistäminen Mixed Reality- teknologian avulla

Oulun yliopisto
Tietojenkäsittelytieteet
LUK-tutkielma
Valteri Väisänen

Tiivistelmä

Yhdistetyllä todellisuudella tarkoitetaan yleensä digitaalisia elementtejä, joita on lisätty oikeaan ympäristöön, ja joiden kanssa käyttäjä voi vuorovaikuttaa oikean maailman objektien tavoin. Näiden objektien havainnointi tapahtuu nykyään yleensä päähän puettavien lasien välityksellä. Aiemmat ratkaisut rajoittuivat mobiilipohjaisiin AR-sovelluksiin, joissa vuorovaikutus tapahtui mobiililaitteen ruudulla. Pelillistäminen tarkoittaa videopelisuunnittelussa käytettävien elementtien hyödyntämistä pelien ulkopuolisessa kontekstissa. Tämän tutkimuksen päämotivaationa toimiikin Mixed Reality-tekniologian, sekä pelillistämisen merkittävä potentiaali ihmisen arkielämän parantamisessa. Tekniologia kehittyy nopeaa vauhtia, ja mm. erilaiset päähänpuettavat ratkaisut ovat viime vuosina yleistyneet myös kuluttajakäyttöön. Tämä avaa uudenlaisia mahdollisuuksia arjen ehostamiseen. Tämän katsauksen aikana käydään läpi useita erilaisia olemassa olevia MR- ja AR tekniologian sovelluksia, jotka osoittavat tekniologian potentiaalin. Katsaus osoittaa uusien tekniologiaratkaisujen laajan potentiaalil pelillistämisen hyödyntämiseen MR- ja AR-tekniologian keinoin. Katselmassa esitellään myös päähänpuettavien lasien mahdollistamia uusia mahdollisuuksia.

Tutkimuksen menetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta.

Katsaus osoitti aiheen vaativan laajempaa tutkimusta, sillä aiempi tutkimus keskittyy pääasiassa koulu-, kuntoutus, kulttuuri- tai turismikäyttöön. Tekniologialla, ja sen kautta tapahtuvalla pelillistämällä havaittiin olevan positiivisia vaikutuksia, ja laajaa potentiaalia tulevaisuutta varten ihmisen motivaation kasvattajana myös arjen erilaisissa askareissa. Myös riskitekijöitä ja haittoja havaittiin, kuten addiktio ja tietoturva. Uudet pääosin kamerapohjaiset päähänpuettavat ratkaisut vaarantavat myös käyttäjän yksityisyyden keräten erilaisilla antureilla dataa käytöstä. Aiempien mobiilipohjaisten AR-ratkaisujen havaittiin olevan puutteellisia, sillä virtuaalimaailman elementtien kanssa vuorovaikuttaminen vaati mobiililaitteen käyttämistä ja sen näytön tarkkailua. Tällä on myös heikentäviä vaikutuksia käyttäjämotivaatioon. Toisaalta tämän voidaan nähdä korostavan uudentyyppisten ratkaisujen, kuten päähän puettavien lasien hyötyjä. Päähänpuettavat laitteet mahdollistavat digitaalisen todellisuuden tuomisen käyttäjän näkökenttään. Tämä mahdollistaa objektien kanssa vuorovaikuttamisen oikean maailman objektien tavoin.

Avainsanat

Lisätty todellisuus, yhdistetty todellisuus, pelillistäminen, pervasiivinen pelaaminen

Ohjaaja

FT, Lehtori / Tietojenkäsittelytieteet Mikko Rajanen

Abstract

Mixed Reality can usually be understood as digital elements being augmented into the real environment, where the user can interact with the digital objects just like one would with actual objects. Perceiving these digital objects usually happens through head mounted glasses. Previous solutions are mostly limited to mobile-based Augmented Reality applications, where the interaction and perceiving happens solely through the mobile device screen. Gamification usually relates to utilizing the design elements used in video game design to increase the motivation of the user.

The biggest motivation for this study is the enormous potential of Mixed Reality technology and gamification in enhancing people's everyday lives. Technology is evolving rapidly, and new approaches are constantly being discovered. To name a few concrete examples, different kinds of head mounted solutions have made their appearance on the consumer markets in the last few years. This opens a wide range of new possibilities for enhancing one's everyday life. This literature survey proves the intrinsic potential of the new technology solutions and covers some practical examples of using the MR- as well as AR-technology in many ways. The survey also presents few examples of utilizing the new head mounted solutions in new contexts.

The research method used for this study is the literature survey.

The survey made it clear the topic needs more in-depth research, since the previous research mostly covers use cases outside everyday life. The common research topics include schools, rehabilitations, culture- or tourist use contexts. However, the survey was able to confirm the technology and the combined gamification having positive effects and great potential in future for increasing human motivation in different everyday tasks. Different kinds of negative effects were also found, like addiction, security and privacy related risks. New head mounted solutions raise questions related to privacy and information security. The devices are usually camera-based and contain a wide range of different sensors collecting data about the user and the device itself.

Previous mobile-based solutions were found to be significantly lacking in many aspects, most notably in the interaction experience. The interaction with the augmented digital elements required the user to observe and use the mobile device, which greatly distracted the user experience. This also has a negative effect on the user motivation. On the other hand, this emphasized the benefits of using a head mounted display kind of approach, where the interaction happens seamlessly just like the user would interact with real objects in the real world.

Keywords

Augmented reality, mixed reality, gamification, pervasive gaming

Instructor

Ph.D., Lecturer / Information Processing Science Mikko Rajanen

Keskeiset käsitteet

Lisätyllä todellisuudella (Augmented Reality, AR) tarkoitetaan yleensä näkymää johon on lisätty tietokonegrafiikalla luotuja elementtejä jotka havaitaan läpikatseltavien näyttöjen, kuten puhelimen tai päähän puettavien lasien kautta. Käyttäjä voi heijastaa näkökenttäänsä erilaista tietoa tai objekteja. Esimerkiksi varastotyöntekijä voi nähdä näkökentässään tuotteen mallin, sarjanumeron ja käyttöohjeet kohdistamalla katseensa hyllyllä olevaan tuotteeseen.

Yhdistetty todellisuus (Mixed Reality, MR) on kehittyneempi aste lisätystä todellisuudesta, ja yhdistää siihen vielä interaktiivisuuden oikeaan maailmaan lisättyjen virtuaalisten objektien kanssa. Käyttäjä voi esimerkiksi tarkastella virtuaalista luonnosta auton moottorista, ja käsielein purkaa sen osiin interaktiivisesti.

Virtuaalinen todellisuus (Virtual Reality, VR) on todellisuudesta erillään oleva tekotodellisuus, jonka tietokone on luonut. Se pyrkii yleensä simuloimaan täysin fiktiivistä ympäristöä, tai todellista kohdetta, ja sen sisälle luodaan erilaisia virtuaalimaailmoja. Esimerkiksi erilaiset pelit perustuvat virtuaalimaailmoihin, jossa käyttäjä pääsee toimimaan ja vuorovaikuttamaan. Virtuaalista todellisuutta hyödynnetään nykyään myös erilaisten päähän puettavien virtuaalilasien välityksellä.

Arkielämän käyttökontekstilla tarkoitetaan henkilön henkilökohtaisessa elämässä tapahtuvaa käyttöä. Sen ulkopuolelle jäävät ammatilliset käyttötarkoitukset eri tieteessä ja eri toimialoilla.

Pelillistäminen (Gamification) tarkoittaa videopelimäisten ominaisuuksien soveltamista videopelien ulkopuolisissa konteksteissa käyttäjän motivaation ja osallistumisen parantamiseen.

Pervasiiviset pelit (Pervasive games) tarkoittavat pelejä, joita kuvaillaan eräänlaisina hybrideinä, jotka sumentavat pelien ja todellisuuden rajoja, tuoden merkitystä jokapäiväiseen ympäristöön (Karpashevich ym. 2016).

HMD-laite eli päähän puettava näyttöpäätte (eng. head mounted display).

Sisällysluettelo

| | |
|---|----|
| Tiivistelmä | 2 |
| Abstract | 3 |
| Keskeiset käsitteet | 4 |
| Sisällysluettelo | 5 |
| 1. Johdanto..... | 6 |
| 2. Tutkimusmenetelmät | 8 |
| 2.1 Tutkimuksen rajaus | 8 |
| 2.2 Tutkimuksen toteutus..... | 8 |
| 2.3 Toteutetut hakukierrokset | 8 |
| 3. Aiempi tutkimus | 13 |
| 3.1 Arkielämäkäyttö..... | 13 |
| 3.2 Koulutuskäyttö..... | 13 |
| 3.3 Kuntoutus- ja saavutettavuuskäyttö | 14 |
| 4. Pohdinta..... | 15 |
| 4.1 Kuntoutuskäyttö..... | 15 |
| 4.2 Saavutettavuuskäyttö | 15 |
| 4.3 Koulutuskäyttö..... | 16 |
| 4.4 AR:n käyttö arkielämässä | 16 |
| 4.5 Uudemmat tuoreet AR/MR-teknologiaratkaisut..... | 19 |
| 4.6 Tulevaisuuden ideat, potentiaali ja mahdollisuudet..... | 19 |
| 4.7 Tulevaisuuden haasteet ja riskit | 20 |
| 5. Johtopäätökset | 24 |
| 6. Yhteenveto..... | 25 |
| Lähteet..... | 27 |

1. Johdanto

2010-luvun myötä erilaiset VR-laitteet ovat saapuneet myös peruskuluttajan ulottuville. Näistä käytännössä kaikki ovat päähän puettavia HMD-laitteita. Useimmille käyttäjille ensimmäinen kosketus AR-teknologiaan oli kuitenkin mobiilipohjainen “Pokémon GO!” peli, joka on edelleen yksi maailman suosituimmista mobiilipeleistä (Guo ym. 2021). Uusimmat julkaisut mahdollistavat myös lisätyn- ja yhdistetyn todellisuuden kaltaiset kokemukset, jotka integroivat virtuaalisen todellisuuden osaksi reaali maailmaa. Lisätyllä todellisuudella tarkoitetaan yleensä näkymää, johon on lisätty tietokonegrafiikalla luotuja elementtejä. Elementit havaitaan läpikatseltavien näyttöjen, kuten puhelimen tai päähän puettavien lasien kautta. Pelillistäminen tarkoittaa videopelimaisten ominaisuuksien soveltamista videopelien ulkopuolisissa konteksteissa käyttäjän motivaation ja osallistumisen parantamiseen. Aiemmat lisätyn todellisuuden ratkaisut ovat olleet lähinnä mobiilipohjaisia, ja täten huomattavan puutteellisia AR-ominaisuuksien osalta (Rapp ym. 2018). Digitaalisten objektien havainnointi vaatii puhelimen näytön tarkkailua, mikä tekee kokemuksesta katkonaisen, ja syö immersiota. Näin ollen myös käyttäjään motivaatio kärsii.

Aihealueen tutkimusta haastaa teknologian tuoreus, ja aiemman tutkimuksen puute. Myös teknologiaan liittyvät käsitteet ovat osalle vielä vieraita. Rapp ym. (2018) havaitsi myös tutkimuksessaan käyttäjien usein sekoittavan AR-käsitteen sijaintipohjaisuuteen, missä hyödynnetään käyttäjän GPS-paikkatietoja. Varsinaisen AR-toiminnallisuuden koettiin tekevän pelikokemuksesta vaikeamman, ja sitä pidettiin lähinnä markkinointikikkana (Rapp ym. 2018.).

Suurin osa AR/MR-teknologiaa sekä pelillistämistä koskevista tutkimuksista käsittelevät sitä opetuksen- kuntoutuksen-, saavutettavuuden edistämisen tai kulttuurin kontekstissa. Arkielämän näkökulmaa ei ole juurikaan käsitelty aiemmin. Pelillistämisen hyvin toteuttaminen on myös haasteellista. Pelisuunnittelulla on merkittävä rooli sen onnistumisessa, sillä keskinkertainen peli, tai pelimekaniikkojen hyödyntäminen itsessään ei tee sovelluksesta viihdyttävää käyttöä, tai nosta käyttäjämotivaatiota. Näihin epäkohtiin on kuitenkin herätty viime vuosina, ja pelisuunnittelun merkitystä laajemmin on nostettu esille tutkimuksissa. Uusien laitteiden käyttäjäkokemusten suunnittelu on erityisen haastavaa, ja kokonaisvaltaisen pelikokemuksen suunnittelu on monimutkaista ja työlästä. (Xiao ym. 2022). Käytännön tasolla teknologia ei myöskään ole peruskuluttajatasolla vielä valtavirtaa, vaikka erilaiset kuluttajille suunnatut julkaisut ovatkin tehneet tuloaan markkinoille jo yli vuosikymmenen ajan. Suurimmalla osalla ihmisistä on mahdollisuus hyödyntää lähinnä mobiilipohjaisia AR-ratkaisuja puhelimellaan. Uuden teknologian kehittyvän luonteen vuoksi varhaiset käyttäjät siis kohtaavat lukuisia haasteita liittyen esimerkiksi ohjelmisto- ja laitesaavutukseen (Koren ym., 2018). Toinen ongelma on sisällönpuute (Koren ym., 2018). Ensimmäiset kuluttajille suunnatut lisätyn todellisuuden mahdollistavat lasit ovat tulleet markkinoille vasta 2010-luvulla. Sen laajemmasta käytöstä ei siis ole olemassa vielä suurempaa testidataa eikä näyttöä, mikä hankaloittaa tutkimusten tekemistä. Erilaiset päähän puettavat ratkaisut ovat yleistyneet pikkuhiljaa vasta viime vuosina, ja päälle puettavat pelivarusteet ovatkin vahvasti kasvava markkina (Fact.MR, 2022).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia lisätyn/yhdistetyn todellisuuden (Augmented/Mixed Reality, MR/AR) mahdollistamaa pelillistämistä, sen potentiaalia ja haasteita eritoten päivittäisten askareiden kontekstissa. Myös muita konteksteja

käsitellään aiempien AR-sovellusten keskittyessä pääasiassa arkiaskareiden käyttökontekstin ulkopuolelle.

Tutkimuksessa käsitellään aiempia AR/MR-tekniikaratkaisuja sekä niiden etuja ja haasteita. Vertailun vuoksi käsitellään myös uudempiä AR/MR-tekniikaratkaisuja ja niiden tuomia etuja ja haasteita. Tämän lisäksi MR-tekniikalle esitellään tulevaisuuden käyttökohteita ja potentiaalia, sekä uusiin innovaatioihin liittyviä haasteita sekä riskejä.

Tutkimusongelmaksi on valittu AR/MR-tekniikan ja pelillistämisen hyödyntäminen arkielämässä.

Tutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Mitä lisäarvoa yhdistetyn todellisuuden kautta tapahtuva pelillistäminen tuo aiempiin tekniikoihin verrattuna?
- Miten yhdistettyä/lisättyä todellisuutta ja pelillistämistä voidaan käyttää arkielämässä motivaation, ja tuottavuuden edistämiseen?
- Mitä riskejä ja haasteita lisätyn todellisuuden kautta tapahtuva pelillistäminen tuo mukanaan?

2. Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä on suppea kirjallisuuskatsaus, sillä tutkimuksen laajuus huomioon ottaen se voidaan katsoa riittäväksi. Kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan vastata riittävästi esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Aiempien tutkimusten keskittyessä laajasti arkielämäkäytön ulkopuolelle myös niitä käsitellään määrällisen merkittävyyden vuoksi. Näillä voidaan nähdä olevan myös kytköksiä arkielämäkäyttöön.

2.1 Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen aiheeksi on tarkoituksellisesti rajattu nimenomaan lisätyn- ja yhdistetyn todellisuuden kautta tapahtuva pelillistäminen, sen hyödyntäminen ja haasteet. Pelillistämisen mahdollisuuksia on määrä tarkastella tuoreempien ratkaisujen, kuten HMD (Head mounted display)-laitteiden, eli päähän puettavien lasien, sekä aiempien toteutusten kuten AR-mobiilisovellusten osalta. Pelillistämisen hyödyntämisen käsittely pyrkii keskittymään arkielämäkontekstiin, sillä suurin osa aiemmasta AR/MR pelillistämiseen liittyvästä tutkimuksesta keskittyy muihin käyttökonteksteihin. Mahdollisuuksien pohtimisessa pyritään keskittymään enemmän käyttäjän arkielämän ehostamiseen ammatillisen- ja kaupallisen hyödyntämisen sijaan.

2.2 Tutkimuksen toteutus

Käytössä oleva aineisto kerätään aiemmista tutkimuksista. Tutkimusaineisto on haettu IEEE- ja ACM-tietokannasta. Valikoidut lähteet ja hakusanat kirjoitettiin ylös ylläpidettyyn lähdeluetteloon sekä muistioon. Aineistoa hakiessa käytettiin pitkiä hakulausekkeita, jotka sisältävät useita vaihtoehtoisia hakusanoja. Aineistossa käytetyt lähteet löydettiin tietokannoista hakemalla, ja jo valittujen lähteiden omista lähdeluetteloista. Lähteet pyrittiin valitsemaan aiheiden perusteella. Aihealueena toimi tutkimusongelman- ja kysymyksen konteksti. Vertaisarvioitujen tieteisartikkelien ja konferenssijulkaisujen lisäksi lähteisiin valikoitui myös epävirallisempia lähteitä, joiden nähtiin tuovan tutkimukseen lisäarvoa esim. käytötapausesimerkkien- tai tilastojen muodossa.

2.3 Toteutetut hakukierrokset

Toteutetut hakukierrokset, ja niissä käytetyt suodattimet löytyvät seuraavilla sivuilla listatuista taulukoista. Kukin taulukko kuvaa yhtä hakukertaa. Jokaisen taulukon ensimmäisestä sarakkeesta löytyvät hakulausekkeessa käytetyt hakusanat. Toisesta sarakkeesta ilmenee julkaisuille valittu aikaväli, kolmannesta aiheet, neljännestä kieli, sekä viimeisestä sarakkeesta julkaisutyypit. ACM-tietokannassa tehdyissä hauissa ei määritelty erikseen aiheita. Kunkin taulukon alimmaiselta riviltä ilmenee hakuajankohtana löytyneiden hakutulosten lukumäärä. Hakutulokset löydettiin taulukossa mainituilla suodattimilla.

Taulukko 1. IEEE-haku nro 1.

| Hakusanalauseke eriteltyinä | Aikaväli | Aiheet | Kieli | Julkaisutyypit |
|---------------------------------------|-----------|--------------------------------|----------|---------------------|
| ("augmented reality AND gamification) | 2013-2024 | Gamification | englanti | Konferenssijulkaisu |
| OR | | Augmented Reality Technology | | Journal-artikkeli |
| ("mixed reality" AND gamification) | | Mixed Reality | | |
| OR | | Game Elements | | |
| (ar AND gamification) | | Augmented Reality Applications | | |
| OR | | Use of Augmented Reality | | |
| (mr AND gamification) | | Game Mechanics | | |
| | | | | |
| Hakutulokset yhteensä: | 205 | | | |

Taulukko 2. IEEE-haku nro 2.

| Hakusanalauseke eriteltyinä | Aikaväli | Aiheet | Kieli | Julkaisutyypit |
|-----------------------------|-----------|--------------------------------|----------|---------------------|
| ("augmented realit*" | 2013-2024 | Gamification | englanti | Konferenssijulkaisu |
| OR | | Augmented Reality Technology | | |
| "mixed realit*" | | Mixed Reality | | |
| OR | | Game Elements | | |
| "extended realit*") | | Augmented Reality Applications | | |
| AND | | Use of Augmented Reality | | |
| addict* | | Game Mechanics | | |
| | | | | |
| Hakutulokset yhteensä: | 12 | | | |

Taulukko 3. ACM-haku nro. 1.

| Hakusanalauseke eriteltyinä | Aikaväli | Kieli | Julkaisutyypit |
|-----------------------------|-----------|----------|---------------------|
| ("augmented reality") | 2013-2024 | englanti | Konferenssijulkaisu |
| OR | | | |
| "mixed reality" | | | |
| OR | | | |
| "extended reality") | | | |
| AND | | | |
| gamification | | | |
| AND | | | |
| ("everyday task" | | | |
| OR | | | |
| "mundane task") | | | |
| | | | |
| Hakutulokset yhteensä: | 191 | | |

Taulukko 4. ACM-haku nro. 2.

| Hakusanalauseke eriteltynä | Aikaväli | Kieli | Julkaisutyypit |
|----------------------------|-----------|----------|-------------------|
| ("augmented reality") | 2013-2024 | englanti | Tutkimusartikkeli |
| OR | | | |
| "mixed reality") | | | |
| OR | | | |
| "extended reality") | | | |
| AND | | | |
| ("everyday task") | | | |
| OR | | | |
| "mundane task") | | | |
| | | | |
| Hakutulokset yhteensä: | 60 | | |

3. Aiempi tutkimus

Kuten aiemmin mainittua, arkielämän näkökulma on jäänyt aiemmissa AR/MR- sekä pelillistämistä käsittelevissä tutkimuksissa vähemmälle tarkastelulle. Yleisesti erilaisia AR-ratkaisuja, sekä pelillistämistä on ehditty tutkimaan laajemmassa mittakaavassa. Useimmat tutkimuksista liittyivät koulutus-, saavutettavuus-, kuntoutus-, turismi- tai kulttuurikäyttöön. Yleisesti vaikuttavaa käyttöliittymäsuunnittelua ja pelillistämistä käsiteltiin myös kattavasti. Arkielämä-termi on myös l

Osa pelillistämisen sovelluksista voidaan perustellusti myös katsoa olevan pelejä, mutta ne voivat usein liittyä vahvasti arkielämän toimiin kuten liikuntaan tai asioiden opetteluun. Pelipohjaisen toiminnan ja pelillistetyn toiminnan ero voi myös ajoittain olla häilyvä.

3.1 Arkielämäkäyttö

AR- ja MR-tekniikan sekä pelillistämisen hyödyntämistä arkielämäkäytössä on tutkittu muuta käyttöä vähemmän.

Bhakelar (2022) esittää tavan hyödyntää AR-tekniikkaa kitaransoiton opettelussa pelillistämisen keinoin.

Vastaavaa pianonsoitonharjoitteluun paneutuvaa ratkaisua esittelee myös Molloy ym. (2019). He tutkivat AR-tekniikan hyödyntämistä pianon soiton opettelussa.

Tunnetuimpia esimerkkejä Augmented Realityä hyödyntävistä sovelluksista on suosittu mobiilipeli "Pokémon GO!", joka hyödyntää AR-tekniikkaa ja GPS-sijaintitietoja keskeisesti pelin pelaamisessa (Guo ym. 2021). Guo ym. (2021) havaitsi tutkimuksessaan pelin vaikuttavan keskeisesti käyttäjän arkipäivän reittivalintoihin ja matkustuskäyttäytymiseen.

Alexander Kan ym. (2013) käsittelevät tutkimuksessaan MR-tekniikkaa hyödyntävää mobiilipeliä "Zombies Run!" jonka tarkoituksena on lisätä motivaatiota juoksulenkeillä. Pelistä toteutettiin kyselytutkimus, jossa testattavat ottivat pelin juoksemisharrastuksensa tueksi kokeiluun. Myös muita mobiilipohjaisiin AR-peleihin ja sovelluksiin liittyvää tutkimusta löytyi. Steinberger ym. (2017) pureutuu autoilun turvallisuuteen, ja esittelee prototyyppisovellukset ajamiseen keskittymisen kasvattamiseen toteuttaen niiden käyttöön liittyvän käyttäjä tutkimuksen. Karpashevich ym. (2016) keskittyy GPS-sijaintiin perustuvaan Ingress-mobiilipeliin, ja käsittelevät aiheena reaali maailman ja pelimaailman välisen rajan sumentumista.

3.2 Koulutuskäyttö

Suuri osa aiemmasta tutkimuksesta liittyen AR- ja MR-tekniikkaan sekä pelillistämisen hyödyntämiseen kosketti koulutuskäyttöä. Lisätyn todellisuuden implementaatio opetus alalla kasvaa tällä hetkellä nopeasti (Surasachai ym. 2022). Lisätyn todellisuuden suosio kasvaessa se antaa käyttäjille pääsyn lisättyyn digitaaliseen tietoon, joka integroituu heidän olemassa olevaan fyysiseen ympäristöönsä (Surasachai ym., 2022).

Francese ym. (2018) toteuttamassa tutkimuksessa esitellään sijaintiin perustuva AR-työkalusovellus, joka mahdollistaa ns. aarteenmetsästyspelien luomisen. Luotuja pelejä pelataan mobiililaitteella. Sovellusta arvioitiin kvalitatiivisella tutkimuksella, johon joukko toisen asteen opiskelijoita osallistui.

Aiemman tutkimuksen perusteella AR- sekä MR-teknologia soveltuu laajasti erilaiseen kuntoutuskäyttöön, sekä sovellusten saavutettavuuden parantamiseen.

3.3 Kuntoutus- ja saavutettavuuskäyttö

Chao ym. (2018) käsittelevät tutkimuksessaan kävelykokemuksen kehittämistä MR- ja AR-teknologian avulla. Chao ym. (2018) käsittelee aihetta erityisesti vanhusten näkökulmasta.

Dosaya ym. (2020) tarjoaa puolestaan saavutettavuutta parantavan AR-sovelluksen, joka mahdollistaa näköesteisille sisätiloissa navigoimisen.

4. Pohdinta

Vuoteen 2024 siirtyessä teknologian vallankumouksen yhteydessä keskustelun on vallannut puhe tekoälystä, ja aiempina vuosina suurin puhein mainostettu metaversumi on jäänyt taka-alalle. AR- ja MR- teknologia on kuitenkin kehittynyt viime vuosina nopeaa tahtia, ja viimeisempänä tulokkaana markkinoille on liittynyt megakorporaatio Apple uusilla Vision Pro-laseillaan. Aiemmin mm. Facebookin taustalla toimiva toinen megakorporaatio Meta on sijoittanut suuria summia VR-tuotekehitykseen. Teknologialla nähdään siis selvästi olevan potentiaalia, mutta kuluttajäläpimurto on vielä jäänyt tekemättä. Aiemmin teknologian läpimurron esteenä ovat selkeästi olleet teknologian puutteet, ja sitä ovat aiemmin rajoittaneet ennen kaikkea teknologisten ratkaisujen sekä sisällön puute (Koren ym. 2018). Aiemmin myös laitteiden hintataso on ollut kuluttajasegmentille liian korkea. Lyödäkseen läpi teknologian on myös tarjottava konkreettista lisäarvoa aiempiin teknologisiin ratkaisuihin verrattuna. Sille on oltava käyttöä, sillä pelkästään hieno teknologia itsessään ei vakuuta kuluttajaa omaksumaankäyttöön.

4.1 Kuntoutuskäyttö

Syntyvyyden laskiessa ympäri maailmaa ikäihmisten osuus eri yhteiskunnissa on yhä merkittävämpi (Yhdistyneiden kansakuntien talous- ja sosiaaliministeriö, väestöosasto. 2022). Chao ym. (2018) huomauttaa tutkimuksen alussa tilanteen olevan merkittävä mm. Taiwanissa, jonka WHO määrittä vanhenevaksi yhteiskunnaksi jo vuonna 1993, ja olevan jo vuonna 2017 13,86 % ikäihmisten osuudella lähellä ikääntyneen yhteiskunnan 14 % rajaa. Vanhentuminen johtaa liikkeiden, tasapainon ja reaktiokyvyn hidastumiseen (Chao ym. 2018). Tuki- ja liikuntaelimistön muutokset voivat liittyä aktiivisuuden vähentymiseen, ja sopiva liikunta voi hidastaa ikääntymisprosessia parantaen elämänlaatua. Liikkumattomuus aiheuttaa terveyshuolia ja terveydenhuollon kustannusten kasvua yhteiskunnassa. Liikunnan harrastus kävellen voi kuitenkin olla rajoittunut sääolosuhteiden ja ympäristön takia. MR- ja AR-teknologiaa voidaan hyödyntää kävelyjärjestelmän kehityksessä, jolla parannetaan kävelykokemusta. VR-teknologiaan verrattuna MR-teknologiassa säilytetään myös näköyhteys reaali maailmaan, ja vältetään esineisiin törmäämistä. (Johdanto, 1).

Chaon ym. (2018) kehittämä AR-sovellus loi käyttäjän määrittämän kantaman sisäpuolelle hohtavia pisteitä, jonne oli tarkoitus kävellä. Käyttäjän oppaana toimii virtuaalinen kumppanikissa, joka juoksee käyttäjän edellä kohdepisteelle. Vaihtoehtoisessa pelitilassa käyttäjä jahtaa kumppanikissaa keräten pisteitä, mikäli pysyy annetussa aikamääreessä. Aikamääreen vaikeustaso määrittyy suhteessa käyttäjän suoritusnopeuteen. Kokeilussa onnistuttiin kehittämään kävelysysteemi, ja MR-teknologian avulla siitä saatiin turvallinen, käytännöllinen ja immersiiivinen (Chao ym. 2018). Pelillistämistä hyödynnettiin onnistuneesti, tarjoten käyttäjälle välitöntä palautetta ja haasteita, sekä visuaalisia virikkeitä.

4.2 Saavutettavuuskäyttö

Dosaya ym. (2020) tarjoaa puolestaan AR-teknologiaa hyödyntävän mobiilisovelluksen näköesteisille sisätiloissa navigoimiseen. Esitelty ratkaisu mahdollistaa aiempien ratkaisujen sijaan tarkan sijainnin määrittämisen isojen rakennusten sisätiloissa. Aiemmat GPS-pohjaiset ratkaisut antavat tarkan sijainnin, mutta eivät ota korkeutta tai

rakennuksen kerroksia huomioon. Tutkimuksessa esitelty sovellus mahdollistaa ankkuripisteiden määrittämiseen sijainneissa, myös eri kerroksissa. Ankkurit ovat kiinteästi sijoiteltuja, ja kaikki sovellukseen rekisteröityneet pääsevät halutessaan hyötymään samoista ankkureista. Käyttäjä voi näin puhelimellaan suunnata oikeaan suuntaan äänimerkkien perusteella. Tämän lisäksi tutkimuksessa hahmotellaan lisäominaisuutta millä voidaan välttää reittejä, jossa Covid-virukselle altistuneet henkilöt ovat oleskelleet (Dosaya ym. 2020, s. 190).

4.3 Koulutuskäyttö

Francese ym. (2018) mukaan erilaiset totiset pelit ja pelielementtien soveltaminen olivat vuoden 2018 aikana keränneet suurta huomiota useilla eri sektoreilla opetusta myöten. Suurimpana syynä he pitävät pelien sisäistä motivaatiota. Peliä pelataan pelaamisen viihdyttävyyden vuoksi. Pelillistäminen voi onnistuneesti käsitellä tätä sisäistä motivaatiota käyttämällä pelimekaniikkoja houkuttelemaan oppilaita nauttimaan toiminnasta (Francese ym. 2018, s. 1).

Francese ym. (2018) esittelee sijaintiin perustuvan AR-työkalusovelluksen, jolla voidaan luoda ns. aarteenmetsästyspelejä. Opettaja määrittää erilaisia kyselyjä, ja pelin etenemisen. Peli on mobiilipohjainen. Aarteenmetsästyspeleissä haastetaan osallistujia tunnistamaan ja saavuttamaan sijainteja vihjeiden perusteella. Sijaintiin päästyään osallistuja suorittaa erillisen tehtävän edetäkseen pelissä. Peliä voi pelata yksin- tai moninpelinä. Mobiililaitteet pelialustana mahdollistavat erilaiset ominaisuudet kuten pelaajien sijaintien seurannan, pelivinkkien näyttämisen sijainneissa, kuvien tai videon keräämisen ja jakamisen sekä reaaliaikaisten raporttien saamisen pelin tulosten perusteella. (Francese ym. 2018, s. 1).

4.4 AR:n käyttö arkielämässä

AR- tai MR-tekniikan hyödyntäminen arkielämässä on vielä todella marginaalista. Toistaiseksi markkinoilla on nähty lähinnä erilaisia kokeiluja, jotka hyödyntävät AR-tekniikkaa, usein mobiililaitteen voimin. Toisaalta kuluttajamarkkinat ovat saaneet todistaa jo myös kaupallisesti erittäin menestyneitä AR-sovelluksia, kuten "Pokémon GO!" (Guo ym. 2021). Tutkimuksen perusteella kuitenkin itse AR-ominaisuus sovelluksessa on hyvin pieni tekijä sovelluksen menestymisen taustalla (Rapp ym. 2018).

4.4.1 Kaupankäynti, muoti ja vaatetus

Sekä Donatello ym. (2018) sekä Meegahaapola (2018) käsittelevät artikkeleissaan MR-, AR- sekä VR-tekniikan käyttöä kaupankäyntikokemuksen parantamisessa. Donatello keskittyy muoti- ja vaate kontekstiin. Meegahaapola esittelee helppokäyttöisen älypuhelinpohjaisen MR-sovelluksen, jolla kaupankäyntikokemus voidaan pelillistää alhaisin kustannuksin. Sovellusta on testattu Media-Markt -ketjun toimesta Münchenissä Saksassa sekä Singer Megan näytöshuoneissa Moratuwassa Sri Lankassa keräten positiivista asiakaspalautetta (Meegahaapola 2018).

Donatiello ym. (2018) pohtivat artikkelissaan AR- ja VR-tekniikan potentiaalia muotikäytössä. Muodin ja tekniikan välinen suhde on vuosi vuodelta kasvanut entisestään. Informaatio ja viestintätekniikalla ei ole vaikutusta vain vaatteiden ja asusteiden valmistusprosessiin, vaan ne vaikuttavat nykyään yhtä lailla myös

lopputuotteisiin ja niiden markkinointiin. Myös kuluttajat ovat teknologian myötä muuttaneet käyttäytymistään ja suhtautumistaan tuotteisiin. Suuri osa käyttäjistä ostaa nykyään vaatteensa verkosta perinteisten kivijalkamyymälöiden sijaan. AR- ja VR-teknologian tuloa pidetään monien toimijoiden taholta kuluttajaelektronikan neljäntenä aaltona, jolla voisi olla merkittäviä seurauksia tuotteiden tutkimiselle ja brändikommunikoinnille. Donatiello ym. (2018) toteuttavat artikkelissaan muotipeli kokeilun pelillistämisen ja VR:n keinoin muodin asiantuntijoille. Kokeilun tulokset puolsivat potentiaalia luovalla ja kaupallisella alalla. (Donatiello ym. 2018, s.17)

Pukeutumisen roolin todetaan kehittyneen vuosituhansien aikana käytännön työkalusta myös paljon laajempaan merkitykseen. Vaatteet ovat keino itsensä, arvojen ja asenteiden ilmaisuun kuten myös halua itsetuntonsa vahvistamiseen ja sosiaaliselle hyväksynnälle (Donatiello ym 2018).

4.4.2 Soittimien opettelu

Bhakelar (2022) esittelee sovelluksen, joka mahdollistaa soiton opettelu oikeaa musiikkia soittamalla. Tämän tarkoituksena oli nostaa opettelumotivaatiota. Esitelty Web-sovellus antaa kitaran soitosta reaaliaikaista visuaalista palautetta käyttäjälle ilman tarvetta erilliselle ohjaajalle (Bhakelar, 2022).

Kitaransoittoa opetellessa oikeiden kappaleiden soittaminen perinteisin keinoin edellyttää käyttäjää opettelemaan ensin nuotit ja soinnut. Lisäksi käyttäjä joutuu opettelemaan ulkoa sormen asettelua ja oikeiden sointujen tuottaminen tarkasti tuottaa usein hankaluuksia (Bhakelar 2022).

Molloy ym. (2019) esittelemässä pianonsoittosovelluksessa avainasemassa on jälleen jatkuvan palautteen antaminen, ja kognitiivisen taakan vähentäminen. Esitelty sovellus saavutti myös paremman soittotarkkuuden verrattuna aiempaan tarjolla olleeseen ei-AR pohjaiseen ratkaisuun nimeltä Synthesia (Molloy ym. 2019, s. 22).

Toisin kuin aiemmat pelimäiset opetussovellukset, AR-teknologiaa hyödyntämällä vältetään tarve vilkuilla ruutua ja soitinta vuorotellen, ja opetuspele saadaan integroitua osaksi soitinta ja tarjoaa välittömän palautteen soittamiselle.

4.4.3 Lenkkeily ja liikunta

Alexander Kan ym. (2013) tutkimuksen kohteena olevassa *Zombies Run!* -mobiilipelissä lisätty todellisuus elementti perustuu tarinallisuuteen audiopohjaisesti. Peli on tarinavetoinen, jossa liikutaan zombi-invaasion valloittamassa maailmassa. Peliä on tarkoitus pelata juosten, samalla suorittaen tehtäviä kuuntelemalla tarinaa ja tilannekuvausta eteenpäin. (Kan ym. 2013, s. 207).

Kan ym. (2013) tutkimuksen yhteydessä suoritetun kyselytutkimuksen tulokset olivat vaihtelevia. Osalle tarina ei tuonut lisämerkitystä juoksulenkille, toisille se taas oli syy lähteä lenkille. Todellisuuden ja kerronnan kautta kuvatus pelimaailman välinen ristiriita aiheutti myös hämmennystä pelaajissa. Toisin kuin useat myöhemmin julkaistut AR-pelit kuten *Ingress* tai "*Pokémon GO!*", "*Zombies Run!*" ei ole GPS-sijaintiin perustuva peli. Pelin kehottaessa suuntaamaan itään ei oikealla suunnalla ollut pelin etenemisen kannalta mitään vaikutusta, mikä hämäsi pelaajia.

Oikean maailman sijainnit eivät siis vastanneet millään tavalla pelin sijainteja, eikä niillä ollut minkäänlaista yhteyttä pelimaailman kanssa. Haastateltava #8 nostikin kyselyssä esille idean, jossa peliin lisättäisiin oikeaan ympäristöön yhteydessä oleva pelinsisäinen kartta, josta näkyisi kohteet, minne täytyy seuraavaksi juosta (Kan ym. 2013).

Kan ym. (2013) kyselytutkimuksen haastateltava #9 koki pelin olevan hyvä tekosyy harrastaa liikuntaa sen sijaan että tekisi sen vain liikkumisen (hyötyjen) takia. Hänen mukaansa se tuntuisi ilman peliä vain työtaakalta, eikä hän pidä sellaisesta. Haastateltava #13 taas koki sovelluksen tuovan lisämerkitystä lenkille. Hän koki olevansa enemmän sitoutunut juoksemiseen pelatessaan. Hänen mukaansa se johtui mahdollisesti suuremmasta saavutuksen tunteesta, joka tuli pelin tuomasta lisämerkityksestä. Pelin myötä hän ei omien sanojensa mukaan ollut ”juoksemassa vain juoksemisen vuoksi” (Kan ym. 2013, s. 213).

Karpashevich ym. (2016) pohtivat tutkielmassaan reaali- ja pelimaailman välisen rajan sumentumista. Heidän tutkimuskohteenaan on Ingress-peli, jossa vallataan oikeaan maailmaan sijoitettu portaaleja. Pelaaminen tapahtuu mobiililaitteella, jolla tarkastellaan karttanäkymää, jossa pelimaailman objektit näkyvät oikean maailman sijainteihin sijoitettuna. Karpashevichin ym. (2016) toteuttivat tutkimuksessaan haastatteluja, joissa ilmeni vaihtelevuutta pelikokemuksen sulautumisesta oikeaan maailmaan. Eräs haastateltava kuvaili pelikokemustaan seuraavasti: ”Itseasiassa, ne ovat erillisiä (maailmoja) (...) Koska oikeassa maailmassa ei ole merkkejä siitä, että tämä (kohde) on portaali ja hoksaat sen vain vilkaisemalla puhelimen ruutua. Joten niin kauan, kun katselen jotain, joka ei ole ruudulla, ymmärrän että tämä on oikea maailma ja siksi en koe vahvaa yhteyttä (näiden maailmojen välillä)”. Nämä ajatukset avaavat hyvin mobiililaitteiden heikkouksia AR-kokemusten tuottajana. Ne tuntuvat irralliselta todellisesta maailmasta, ja erillisen ruudun vilkuilu on jatkuvasti muistuttamassa kokemuksen epätodellisuudesta.

Karpashevichin ym. (2016) haastattelussa vertaillaan pelikokemusta myös perinteiseen geokätköilyyn: ”Geokätköilyssä vuorovaikutat oikeiden objektien kanssa; Ingressissä kaikki on virtuaalista”. Portaalien havainnointi tapahtuu mobiililaitteen näytön läpi, ja löysänä yhteytenä reaali- ja pelimaailmaan on vain sijainti, johon ne on kytketty. Toinen Karpashevichin ym. (2016) haastateltavista toteaa kyseessä olevan vain sovellus puhelimella, eikä hän näin ollen käytä suurta osaa ajastaan portaalin kohteiden kuvien katseluun. Karpashevichin ym. (2016) arvioi kyseisen pelaajan välittävän vain portaalien pelinsisäisestä arvosta, eikä näin osoita kiinnostusta oikean maailman kohteisiin, johon ne on sidottu. Samankaltaista johtopäätöstä tukee toinenkin haastateltava, joka kertoo pelatessaan jättävänsä uusien paikkojen tutkimisen väliin, vaikka Ingress johtaisi hänet sellaiseen. Hän kertoo välittävänsä vain portaalin sulkemisesta, eikä sen ympäristöllä näin ollen ole väliä (Karpashevich ym. 2016). Kuten Karpashevichin ym. (2016) tutkimuksesta ilmenee, mobiilipohjaisuus osoittautuu suureksi puutteeksi ratkaisuisissa, sillä käyttäjän immersio kärsi, ja vuorovaikutus edellytti mobiililaitteen katsomista erikseen. Tämä aiheuttaa AR-kokemuksen ja todellisuuden yhteyden keskeytymistä. Immersion kärsiessä kokemuksen tuoma lisämerkitys ja motivaatio käyttäjän elämään heikkenee.

Toisaalta myös eriäviä mielipiteitä tuotiin esille Karpashevichin ym. (2016) haastatteluissa. Eräs haastateltava kuvaa hänen mielestään yhteyden reaali- ja virtuaali- ja pelimaailman kanssa olevan olemassa. Se laajentaa hänen käsitystään todellisuudesta virtuaalisuudella, minkä hän koki älyllisesti stimuloivaksi. Toinen haastateltava nosti esille reaali- ja pelimaailman sijainteihin liittyvän salamerkituksen, jonka he sisäpiiriläisinä Ingressiä pelaavina henkilöinä jakavat: ”Se on ehdottomasti toinen todellisuus, ja todella

pidän siitä. On todella hauskaa kävellä kaupungilla, ja tietää, että joillekin ihmisille kyseessä on vain rakennus, mutta (pelissä) se on todella tärkeä portaali jonka minun pitää hakkeroida” (Karpashevich ym. 2016. s. 223).

Käytännön tasolla Ingressin kaltainen AR-pelikokemus tuo ihmiselle lisää merkityksellisyyttä todelliseen elämään, saa perinteisiin peleihin verrattuna liikkumaan eri paikoissa ja tapaamaan eri ihmisiä. Myöhemmin Pokémon GO:n kaltaiset AR-pelikokemukset ovat jatkaneet onnistuneesti samalla linjalla.

4.5 Uudemmat tuoreet AR/MR-teknologiaratkaisut

Nykyään uudemmat päähän puettavaan laseihin perustuvat ratkaisut vievät immersion seuraavalle tasolle mahdollistaen luontevan vuorovaikutuksen reaali maailman kanssa. Tällaisissa ratkaisuissa mobiililaitteen ruutu ei ole jatkuvasti muistuttamasta siitä, että kyseessä on erillinen virtuaalitodellisuus.

Viime vuosina erilaiset uudet päähän puettavat AR/MR teknologiaa hyödyntävät ratkaisut ovatkin tehneet tuloaan myös kuluttajamarkkinoille. Xiao ym. (2022) toteaa kuitenkin kyseessä olevan suuresta kaupallisesta ja innovatiivisesta potentiaalista huolimatta vielä varsin pieni tutkimaton markkina valtavirran muihin pelialustoihin ja konsoleihin verrattuna. Tämän lisäksi tutkimuksessaan nostetaan esille puettavien laitteiden suunnittelu ja kehitystyön haasteet; Kehitys edellyttää monimutkaisia ja dynaamisia vuorovaikutustilanteita pelikonteksteissa, jotta saadaan tuotettua integroitu ja kokonaisvaltainen pelikokemus. Näin ollen kokonaisvaltainen ymmärrys käyttäjäkokemuksesta on noussut esivaatimukseksi yksittäisen artefaktin tai komponentin suunnittelulle (Xiao ym. 2022. s. 2).

4.6 Tulevaisuuden ideat, potentiaali ja mahdollisuudet

Steinberger ym. (2017) tutkivat pelillistämisen mahdollisuuksia ajamisen turvallisuuden parantamiseksi. Avainasemassa on keskittymisen parantaminen tilanteissa, jossa ajetaan vähäruuhkaisessa ympäristössä ja rutiinireiteillä. Autojen yhä lisääntyvän automaattisuuden myötä keskittymistä vaaditaan yhä vähemmän ajamiseen. Kuljettajan pitää kuitenkin olla jatkuvasti valppaana vaaratilanteita varten, joten keskittymistä olisi syytä pitää yllä jollakin tavalla. Steinberger ym. (2017) nostaa esiin myös erilaiset ärsykkeet kuten puhelin, jonka käyttämisen takia keskittyminen saattaa myös herpaantua ajamisen aikana. Kuljettaja saattaa joutua reagoimaan äkillisesti yllättäviin tilanteisiin ajaessaan. Nykyisissä ratkaisuissa informaation esittäminen kuljettajalle tapahtuu niin kutsuttujen Head-down-display-näyttöpäätteiden avulla, eli näytön, jonka tarkkailuun vaaditaan katseen siirtämistä muualle pois tiestä. Li ym. (2023) ehdottaa näiden tilanne potentiaalisesti parannukseksi Head-up-display näyttöpäätteitä (HUD) eli päähän puettavia näyttölaitteita. Niiden avulla reagointiaikaa saadaan parannettua, ja kuljettajan katse saadaan pidettyä kojelaudan yllä tiessä (Li ym. 2023). Näin vältetään katseen poukkoilua esimerkiksi mobiililaitteen ja tien välillä. Lisäksi manuaalisesti ajaessa päähän puettavilla laitteilla voidaan kuljettajalle näyttää ajoon liittyvää informaatiota antamaan tilannetietoa ja laskemaan reaktioaikaa yllättäviin tilanteisiin (Li ym. 2023).

Steinberger ym. (2017) nostaa käyttäjän osallistamisen parantamisen parannuskeinoksi esille pelielementit: progression seurannan, onnistumisesta saadun palautteen, tavoitteiden, piste- ja ansiomerkkien, tasojen, haasteiden, sosiaalisen palautteen ja tulostaulukkojen, avatar-hahmojen ja kerronnan. Steinbergerin ym. (2017) tutkimuksessa esitellään eri käytännön ratkaisuja autoilukontekstiin tarjoten minipelien kaltaisia lisävirikkeitä. Ensimmäinen toteutettu prototyyppi ajamisen tueksi oli BrakeMaster, jossa pyritään kannustamaan kuljettajaa säätämään nopeuttaan aidoissa liikennevalotilanteissa.

Sovellus on mobiilipohjainen, ja on yhteydessä auton ajodiagnostiikkaan. Ajon aikana sovellus näyttää pimeää ruutua, mutta kuljettajan lähestyessä punaisia liikennevaloja sovellus viestii nopeuden vaihtumisesta äänimerkein. Auton pysähtyessä sovellus näyttää mobiililaitteen ruudulla visuaalisen esityksen graafina toteutuneesta nopeuden hidastamisesta suhteessa odotettuun nopeuskäyrään. Sovellus pyrkii tekemään nopeuden säätelystä tasaisempaa. Tutkimuksen yhteydessä toteutettu kyselytutkimus tuotti positiivisia tuloksia, ja sovelluksen koettiin tuovan saavutuksen tunnetta, ja lisähaastetta ajamiseen. Normaalisti ajaminen koettiin usein itseään toistavaksi ja tylsäksi. Osa haastateltavista onnistui myös kehittämään ajamistaan sovelluksen avulla. Toisena pidemmälle kehitettynä sovelluksena esiteltiin CoastMaster, jossa keskitytään varsinaisiin nopeusrajoituksiin. Sovelluksen tavoitteet ovat pysyä nopeusrajoituksessa, ja pyrkiä säätämään nopeuttaan rajoituksiin mahdollisimman vähällä polkimenkäytöllä. Alhaisempaa nopeusrajoitusta lähestyessä kuljettajalle näytetään visuaalinen ikoni ja äänivihje merkiten uuden haasteen alkua, esim. vauhdin hiljentäminen 80 km/h nopeudesta 60 km / h nopeuteen.

Sovelluksen tarjoamien jatkuvien haasteiden ja palautteen koettiin pitävän otteessaan pidempään (Steinberger ym. 2019, s. 2833).

Sähköisen kaupankäyntialusta Shopifyn VR/AR-insinööri Daniel Beauchamp (Beauchamp, 2024) tuo X-tilillään julki erilaisia kokeilujaan tuoreen AR- ja VR-teknologian parissa. Kokeilut hyödyntävät nimenomaan päähän puettavia VR/AR-ratkaisuja, kuten Metan Quest 3-laseja. Eräs imuroinnin tueksi teetetty kokeilu herätti yleisön kiinnostuksen. Sovelluksen ideana on ensin automaattisesti skannata lattia, ja merkitä se väripinnalla. Tämän jälkeen sovelluksen käyttäjä ”puhdistaa” lattian väripintaa oikeasti imuroimalla. Sovelluksen on tarkoitus auttaa käyttäjää huomaamaan, mistä kohtaa lattiaa ei ole vielä imuroitu. Sovellusdemo on hyvä esimerkki arjen pienistä työtehtävistä, jota teknologia voi auttaa yllättävin tavoin.

4.7 Tulevaisuuden haasteet ja riskit

Guzman ym. (2019) käy tutkimuskatsauksessaan läpi Mixed Realityyn ja sitä vastaaviin teknologioihin liittyviä turvallisuus- ja yksityisyyskäytäntöjä. Uusi teknologia tuo päähän puettavine ratkaisuineen mukanaan useita riskejä liittyen yksityisyyteen. Guzman ym. (2019) nostaa esille laitteen keräämän tiedon syötteen kautta. Tämä pitää sisällään mm. päähän puettavan laitteen mahdollisen kameran, ja muut skannaustoiminnot. Guzman ym. mainitsee esimerkkinä ohikulkijoiden fyysisten ominaisuuksien tunnistamisen. Toisena huomiona nostetaan esille laitteen tai sovelluksen tarvitsemat käyttöoikeudet. Kolmannen osapuolten sovellusten olisi syytä saada käyttöoikeus vain tarvitsemiinsa resursseihin ja tietoihin.

Kolmantena seikkana nostetaan esille sosiaaliset, poliittiset ja eettiset riskit. Teknologian kehittyessä fyysisen todellisuuden päälle tuotu informaatio, ja sen oikeellisuus, turvallisuus ja laillisuus täytyy varmistaa. Guzman ym. listaa käytännön esimerkkinä riskeistä deepfake-teknologian, jolla voidaan vääristää henkilön kasvoja toisen kaltaiseksi (Guzman ym. 2019, s. 32).

Guzman ym. (2019) toivoo ratkaisuna MR-teknologian tietoturva- ja yksityisyysongelmiin spesifimpää ohjeistusta nykyisten suosituskäytäntöjen sijaan. Käytännön toimista Guzman ym. korostaa esimerkkinä, jossa päästäkseen käsiksi eri datalähteisiin erilaisten anturien olisi syytä kysyä käyttöoikeuksia käyttäjältä, jotta pääsyoikeudet saataisiin eriteltyä. Toiseksi API-rajapintojen pitäisi mahdollistaa raakapaikkadatan erittelyn lähettämästään paikkadatasta, joka voisi olla generalisoitu versio raakadatasta. Lisäksi Guzman ym. suosittelevat sovelluksen suorituksenaikaisten

käyttöoikeuspyyntöjen visualisointia, informoiden käyttäjälle sisällöstä, johon sovellus koittaa päästä käsiksi. Visualisoinnin voisi toteuttaa MR-tekniikan avulla informatiivisesti ja immersiiivisesti (Guzman ym. 2019, s. 30).

Puspitasari ym. (2022) käsittelevät katsauksessaan teknologiariippuvuutta virtuaaliympäristöissä. Käsitteilyssä ovat erityisesti AR- ja VR-näkökulmat. Virtuaaliympäristöjen kategoriaan voidaan selkeästi lukea myös Mixed Reality -tekniikka.

Addiktioriskin todetaan kasvavan sitä mukaa, kun tekniikan läsnäolo kaikkialla kasvaa. Läsnäolo kaikkialla luo käyttäjälle illuusion siitä, että jatkuva tekniikasta nauttiminen on yleistä. Liika tekniikan käyttö voi myös aiheuttaa terveyshuolia, ja vaikuttaa jopa persoonien kehitykseen (Puspitasari ym. 2022, s.44).

Toisaalta tekniikan käyttämiseltä arkielämässä on hankala välttyä kokonaan, ja metaversumin kaltaisissa yhä immersiiivisemmissä kokemuksissa tekniikalta ei voi välttyä laisinkaan (Puspitasari ym. 2022).

4.7.1 Addiktion ennaltaehkäisy

Puspitasari ym. (2022) huomauttavat riittävän tutkimuksen puuttumisesta liittyen virtuaaliympäristöjen haittavaikutusten ratkaisuun. Aiempaa tutkimusta virtuaaliympäristöjen haittavaikutuksista on olemassa, mutta ratkaisuja ei ole tutkittu riittävästi. Puspitasari ym. (2022) tarjoavat itse yhdeksää eri elementtiä käyttöliittymiin addiktioisuuden lieventämiseksi.

Ensimmäisenä Puspitasari ym. (2022) nostavat esille “nudget”, eli “tönäisy”, jotka ovat visuaalisia huomaamattomia vihjeitä käyttöliittymissä. Niiden tarkoituksena on saada käyttäjää suorittamaan suunnittelijan haluama toimenpide positiivisin lopputuloksien. Puspitasari ym. (2022) mukaan vaikuttava “tönäisy” (eng. nudge) sulautuu ympäristöön, omaa selvän kohteen ja ulkonäön, muuttuu häilyvästä ilmeiseksi ja käyttää useita palautekanavia (Puspitasari ym. 2022, s.46).

Toiseksi olennaiseksi käyttöliittymäelementiksi nostetaan esille käyttöstatistiikat (Puspitasari ym. 2022). Se nostaa käyttäjien tietoisuutta kyvystään seurata tekniikan käyttöään. Tärkeänä metriikkana nousee esille käyttöaika, usein tunteina mitattuna. Pelikontekstissa muista metriikoista nostetaan esille jäljellä oleva peliaika, pelaajien riippuvuuden luokittelu sekä peleihin kulutetun rahan käyttötilastot. Esille nousevat myös keskustelu itseseurannasta yhteisöissä, sekä asiantuntijoiden neuvot.

Pelinkehittäjät päähän puettaville laitteille voivat pelien käyttölokien sekä laitteiden antureiden avulla kerätä monenlaista dataa pelaamisesta. Dataa voidaan näin hyödyntää pelaajien profiileissa tuomalla esille mm. käytetyt pelitunnit sekä tilastot pelikohtaisesti. Näin pelaaja hahmottaa mahdollisen tarpeen vähentää ajankäyttöään tietyn pelin parissa. Pelaaja voisi myös näin vertailla tilastojaan oman lähipiirinsä kesken, ja foorumeilla, jossa käyttäjät voivat tämän lisäksi jakaa kokemuksiaan addiktion päihittämisestä. (Puspitasari ym. 2022, s.47).

Yhtenä elementtinä Puspitasari ym. (2022) nostaa esille puhelimen käytön rinnakkain (mobile collocation). Sovellus näyttää sisällöstään vain osan vaatien käyttäjää tekemään yhteistyötä fyysisesti muiden käyttäjien kanssa, jotta koko sisältö saadaan näkyviin.

Tekniikka saa käyttäjät socialisoimaan samalla pitäen heidät kiinnostuneina sovelluksen sisällöstä. Esimerkkinä nostetaan esille mobiilipohjainen lautapeli BragFish, jossa käyttäjät liikkuvat puhelimiaan pöydällä soutuakseen virtuaalista venettä eteenpäin.

Tavoitteena on napata kaloja, jotka myös liikkuvat pelilaudalla. Saadakseen kaloja kiinni peli vaatii hyvää yhteistyötä pelaajilta (Puspitasari ym. 2022, s.47).

Neljäntenä elementtinä Puspitasari ym. (2022) esittää personalisoitua vaihtoehtoa vaikuttavien elementtien sijaan, mikäli esim. “tönäisyjä” (eng. nudges) tai puhelimien käyttöä rinnakkain (mobile collocation) ei ole järkevää käyttää.

Esimerkkinä nostetaan esille navigaatiopalvelu puhelimelle, joka sisältää lokidataa ja käyttäjäpreferenssit. Kulkuvaihtoehtoja tarjotessa sovellus tarjoaa ajoneuvovaihtoehtoa ensimmäisenä, mutta informoi myös sen potentiaalisesta hiilijalanjäljestä. Tämä käytäntö saa käyttäjiä valitsemaan vihreämmän kulkutavan, ja valistaa samalla käyttäjää kulkutavoistaan. Toisena esimerkkinä on sovellus, jossa navigaatiopalvelu tarjoaa vaihtoehdoksi kävelyvaihtoehtoa vain, jos kohde on käyttäjän henkilökohtaisen historian perusteella kävelymatkan päässä (Puspitasari ym. 2022, s.48).

Viidentenä elementtinä esitellään ulkoinen tarkkailija, mikäli vaikuttava suhde käyttäjien ja teknologian välillä epäonnistuu (Puspitasari ym. 2022). Tarkkailijan on syytä olla käyttäjän lähipiiriä, ja pystyä kommunikoimaan fyysisesti hänen kanssaan, esimerkkinä perheenjäsen. Käytännön esimerkkinä tästä tuodaan esille vanhempien tarkkailutyökalut. AR/VR pelinkehittäjät voivat tarjota alustoillaan valvontakäyttäjätilin, jonne perheenjäsenet voivat rekisteröityä. Se mahdollistaa esim. puhelinsovelluksella käyttäjien virtuaalisten toimien seurannan ja kontrollin. Sovellus voi lähettää ilmoituksia pelitilastoista ja asettaa pelaamisrajoituksia. Esimerkiksi Metan mainitaan esitelleen vanhempien valvontatyökalun maaliskuussa 2022 Meta Quest-virtuaalilaseille. (entinen Oculus Quest). Metan työkalun puhelinsovellus seuraa teinien kokonaispelaikaan, päivittäispelaikaan sekä pelikohtaisia pelitunteja (Puspitasari ym. 2022, s.48).

Kuudenneksi elementiksi nostetaan vaikuttava esteettisyys, jotka muuttuvat mukautuvasti käyttäjän tilan mukaan (Puspitasari ym. 2022). Esimerkkinä mainitaan liikuntapeli, jossa kuntopyöräilijän sydämen sykkeen vaihdellessa muutetaan pelin taustamiljöötä. Kukkiva tausta vastaa normaalia sydämen sykettä, karu maisema taas anaerobista tilaa. Taustan vaihdolla halutaan aiheuttaa liikkumispahoinvointia ja saada käyttäjää hiljentämään vauhtiaan, tai lopettamaan pelaamisen. Toisena esimerkkinä nostetaan esille puu, joka kasvaa tiheämmäksi pelaajan lisätessä päivittäistä askelmääräänsä. Pelin ilmeestä riippuen kauniissa pelissä miljöötä voidaan muuttaa karummaksi, väkivaltaisessa pelissä ilme voidaan korvata sievyydellä (Puspitasari ym. 2022, s.48).

Seitsemäs esiin nostettu elementti on vaikuttava avatar-hahmo (Puspitasari ym. 2022), joka tekee järjestelmän kanssa vuorovaikuttamisen inhimillisemmäksi. VR-kehittäjä voi katkaista pelin kulun (eng. flow) luomalla vaikutelman epämiellyttävästä avatar-hahmosta. Sitä voidaan hyödyntää esim. pelisession venyessä tuntien mittaiseksi. Muuten pelissä voi olla normaaleja miellyttäviä hahmoja. VR-pohjaisessa Weeping Doll-pelissä käyttäjää opastaa haamusiiivojatar, joka käyttäytyy ärsyttävästi toistaen jatkuvasti pelaajalle ohjeita kulkusuunnasta. Pelin toisen hahmon, lapsihaamun ääni oli taas pelissä epäsoviva pelin tunnelmaan. Hahmojen epämiellyttävä toiminta johti myös pelin heikkoon arvosteluun (Puspitasari ym. 2022, s.49).

Toiseksi viimeisenä elementtinä esitellään oikean maailman datan integraatio virtuaaliympäristöön (Puspitasari ym. 2022). Esimerkkinä mainitaan peli, joka pitää sisällään oikeaa dataa ilmastosta. Pelin ulkoasu mukautuu oikean ilmastodatan perusteella. Näin voidaan vaikuttaa pelaajan asenteisiin pelin sisältöä kohtaan, ja pelaajan osallistumista pelin kulkuun. Tuomalla oikean maailman tilanteen esille

virtuaaliympäristössä voidaan käyttäjiä informoida heidän ympäristöstään ja vaikuttaa heidän päätöksiinsä.

AR/VR-kehittäjät voivat hyödyntää oikeita data-liitännäisiä virtuaalikehitysalustoillaan. He voivat samalla valita datan sijainnin, mitä dataa integroida ja minne kohtaa peliä se integroidaan. Pelaajalle voidaan antaa optio piilottaa visuaalinen käyttöliittymä, joka on kytköksissä oikeaan dataan (Puspitasari ym. 2022, s. 49).

Viimeisenä elementtinä käsitellään aikarajoituksia (Puspitasari ym. 2022). Tekniikka on yleinen, ja antaa käyttäjälle mahdollisuuden määrittää käyttöaikarajan tietylle sovellukselle. Aikarajan täytyessä sovellus täytyy sulkea. Tekniikkaa voidaan yhdistää muiden toimintojen kanssa. Aikarajat voidaan myös määrittää ihmiskohtaisesti, ja suoran lopettamisen sijaan se voi sisältää kevyempänä rajoituksena taukoja ja ilmoituksia. AR/VR kehittäjät voivat yhdistää tätä ulkoisen valvojan-elementin kanssa (Puspitasari ym. 2022, s.49).

5. Johtopäätökset

AR/MR-tekniikalla sekä pelillistämällä voidaan todeta olevan hyötyä käyttäjän motivaation ja osallistumisen kasvattamisessa.

Teknologian hyödyntämistä ovat aiemmin rajoittaneet teknologisten ratkaisujen sekä sisällön riittämättömyys (Koren ym. 2018). Mobiililaitteisiin pohjautuvat ratkaisut kärsivät reaali maailman ja virtuaalisen maailman välisen integraation puutumisesta. AR-kokemus edellyttää jatkuvaa puhelimen vilkuilua, eikä vuorovaikutus tapahdu sulautuen reaali maailmaan (Karpashevich ym. 2016).

Yhdistetyn todellisuuden kautta tapahtuva pelillistäminen tuo selvää lisäarvoa aiempiin ratkaisuihin verrattuna. Ennen päänpuettavien laitteiden tuleamista markkinoille kuluttajille oli tarjolla pääasiassa rajatumpia AR-kokemuksia, jotka ovat usein mobiilipohjaisia. Mobiilipohjaisuus rajoittaa käyttökokemusta vaatimalla laitteen kosketusnäytön tarkkailua ja käyttöä. Suoraa interaktiota digitaalisten objektien kanssa ei tapahdu. Tämä seurauksena voidaankin nähdä loogisesti uudempien päänpuettavien ratkaisujen tarjoama lisäarvo. Uudemmat MR-ratkaisut tuovat suurimman lisäarvon kokemuksen katkeamattomuudessa, sekä vuorovaikuttamisen immersiiivisyydessä. Päänpuettava näyttöpäätte tuo digitaalisen todellisuuden suoraan käyttäjän näkökenttään, mikä mahdollistaa virtuaaliobjektien kanssa vuorovaikuttamisen reaali maailman tavoin luontevasti. Niiden voidaan siis todeta tarjoavan selvää lisäarvoa erityisesti juuri mobiilipohjaisiin AR-ratkaisuihin verrattuna. Uusia MR-ratkaisuja hyödyntämällä mm. autoiluissa voidaan välttää käyttäjän katseen poukkoilua mobiililaitteeseen, ja parantaa keskittymistä (Steinberger ym. 2017). Tilanne onkin parantunut uusien päänpuettaviin lasihin perustuvien ratkaisujen myötä.

Yhdistettyä- ja lisättyä todellisuutta voidaan käyttää arkielämän tilanteissa motivaation ja tuottavuuden kasvattamiseen. Teknologiaa voidaan valjastaa hyötykäyttöön arjen askareissa, uusien asioiden opettelussa sekä hyvinvoinnin parantamisessa, vaikkapa liikuntaharrastusta tukien (Kan ym. 2013). Pelillistämisen keinoin AR- ja MR-sovellukset voivat antaa käyttäjälle välitöntä palautetta tehdyistä toimista motivoiden oppimaan, ja parhaimmillaan tuoda lisämerkitystä elämään Ingress-pelin tavoin luomalla rinnakkaisen virtuaali maailman oikean maailman rinnalle (Karpashevich ym. 2016). Teknologian voi valjastaa myös eri asioiden, kuten soittimien soittamisen opetteluun (Bhalekar 2022, Molloy ym. 2019). Puettavien pelivarusteiden markkina on nopeasti kasvava, ja sen on ennustettu nousevan 15.3 % vuosittaista- ja saavuttavan n. 5,2 miljardin euron markkina-arvon vuoden 2026 loppuun mennessä. (Fact.MR. 2022).

Uusi teknologia tuovat mukanaan myös haittapuolia, ja niihin liittyy lukuisia riskejä ja haasteita. Uusien teknologiajulkaisujen tullessa laajempaan käyttöön kysymykset liittyen yksityisyyteen ja tietoturvaan nousevat myös esille. Tähän onkin syytä pureutua lainsäädännöllä ja yleisillä käytäntölinjauksilla (Guzman ym. 2019). Edellämainittujen lisäksi yksi keskeinen riskitekijä ja käyttöön liittyvä haaste on myös addiktio (Puspitasari ym. 2022). Teknologian kehittyessä käytöstä tulee yhä immersiivisempää, ja oikean elämän ja virtuaali maailman raja hälvenee. Käyttäjän nauttiessa liikaa ajankäytöstä virtuaali maailmassa voi käyttö muodostua uhkaksi terveydelle ja sosiaaliselle elämälle.

6. Yhteenveto

Lisätyllä- ja yhdistetyllä todellisuudella sekä pelillistämisellä havaittiin olevan merkittävää jo osoitettua potentiaalia myös arkielämän ehostamiseen. Parhaimmillaan niiden avulla voidaan nostaa motivaatiota mikä johtaa myös yksilön tuottavuuden kasvuun. Pokémon GO:n kaltaiset megahitit ovat merkittävässä asemassa teknologian käytön normalisoinnissa (Guo ym. 2021).

Aiemmat teknologiset ratkaisut kuluttajamarkkinoilla olivat pääosin mobiilipohjaisia AR-kokemuksia, jotka rajoittivat käyttökokemusta vaatien käyttäjää tarkkailemaan mobiililaitteen ruutua ja vuorovaikutus vaati kosketusnäytön käyttöä. Uudemmat MR-teknologiset ratkaisut ovat vastaavasti pääosin päähän puettavia, mikä mahdollistaa digitaalisen todellisuuden tuomisen käyttäjän näkökenttään. Tällöin vuorovaikutus tapahtuu luontevasti oikean maailman objektien kanssa vuorovaikuttamisen tavoin. Sen osalta voidaan havaita selvää lisäarvoa, mitä uudet ratkaisut tuovat aiempiin nähden.

Arkielämän käyttökontekstista löytyy myös jo useita eri esimerkkejä. AR- ja MR-ratkaisut mahdollistavat pelillistämisen keinoin mm. Liikuntaharrastuksen ja muiden arkiaskareiden virikkeellisyyden nostamisen. Tällä voidaan nähdä olevan positiivisia vaikutuksia käyttäjämotivaatioon ja tuottavuuteen. MR-laseja voidaan käyttää myös mm. soittimien opetteluun, josta saadaan MR-teknologiaa hyödyntämällä välitöntä palautetta suorituksesta, suoraan käyttäjän näkökentässä (Bhalekar 2022, Molloy ym. 2019). MR-teknologia omaa potentiaalia myös muualla, kuten ajoturvallisuuden parantamisessa (Xi ym. 2023). Päänpuettavat ratkaisut mahdollistavat kuljettajan huomion pitämisen ajosuorituksessa, sillä näin vältetään katseen poukkoilua mobiililaitteeseen (Xi ym. 2023). Se mahdollistaa myös ajomotivaation nostamisen pelillistämällä ajosuoritusta, esimerkiksi tarjoamalla välitöntä tilastodataa ja palautetta ajosuorituksesta (Steinberger ym. 2017).

Teknologian kehittyessä esiin nousee myös epäkohtia. Päänpuettavat ratkaisut herättävät kysymyksiä liittyen tietoturvaan ja yksityisyyteen ollen usein kamerapohjaisia. Kehittynyt teknologia mahdollistaa myös yhä immersiivisempiä kokemuksia, mikä altistaa addiktioriskille (Puspitasari 2022). Kokemuksen ollessa liian houkutteleva käyttäjän ajankäyttö voi lähteä käsistä. Liiallinen vietetty aika virtuaalimaailmassa voi johtaa sosiaalisen elämän ja terveyden kärsimiseen.

Arkielämänäkökulman voidaan todeta olevan vielä varsin tutkimaton aihealue, ja sitä on syytä tutkia lisää. Viime vuosien MR-teknologiajulkaisuista on myös vain vähän tutkimusta, osittain ymmärrettävästi johtuen niiden uutuudesta. Tulevien AR/MR-teknologian hyödyntämistä käsittelevien tutkimusten olisi syytä keskittyä erityisesti arkielämän käyttökontekstiin, sillä aihealueesta ei ole paljoa aiempaa tutkimusta. Arkielämäkäyttöksi voidaan laskea käyttö, joka ehostaa ja tukee käyttäjän arkipäiväistä elämää. Ammatti- ja tiedekäyttö eri aloilla voidaan lukea arkielämän ulkopuolelle. Myös MR-teknologian hyödyntämistä pelillistämisessä on perusteltua tutkia lisää. Aiheisiin liittyvillä kyselytutkimuksilla voitaisiin myös tutkia MR-teknologian avulla tapahtuvaa pelillistämistä ja sen eri soveltamiskeinoja esimerkiksi ihmisen arjen käyttöympäristössä. Muita potentiaalisia tutkimuskohteita ovat teknologian haittojen tutkiminen, sekä erityisesti niiden ratkaisu. Teknologiaan liittyvien haittojen, kuten addiktion ehkäiseminen on yksi käytännön aihealue, jota tutkia (Puspitasari ym. 2022).

Yksi merkittävä tutkimuskohde on myös tulevaisuuden potentiaaliset käyttökohteet MR-teknologialle, ja uusille päähän puettaville MR-teknologiaa hyödyntäville laitteille.

Päähän puettavat MR-laitteet ovat suhteellisen tutkimaton markkina, ja niiden kannalta käyttäjäkokemus vaatii erityistä suunnittelua (Xiao ym. 2022). Laitteiden käyttökokemusta ja erilaisia ratkaisuja olisi siis tarpeellista tutkia lisää. Erilaisille käyttökokemusratkaisuille olisi vertailun vuoksi hyödyllistä teettää käyttäjätestejä ja kyselytutkimuksia, jotta paras lähestymistapa saadaan selvitettyä. Uudempia jo toteutettuja MR-sovelluksia, sekä laitteita on myös tarpeen tutkia, sillä niistä ei ole ehditty tekemään vielä juurikaan tutkimusta. Esimerkiksi Metan vuonna 2023 julkaisemat Quest 3-virtuaalilasit, tai Applen vuonna 2024 julkaisemat Vision Pro-lasit ovat suositeltavia kohteita laajemmalle tutkimukselle. Kyseiset tuotejulkaisut mahdollistavat teknisesti immersiiiviset MR-kokemukset. Jatkotutkimusten osalta suositellaan laajempaa, tai täyttä kirjallisuuskatsausta, sillä tämän tutkimuksen aineiston laajuus kattoi vain pienen osan aiemmin julkaisuista tutkimuksista. MR-tekniikan, ja pelillistämisen hyödyntämistä voidaan suositella tutkia lisää myös sähköisen kaupankäynnin kontekstissa, sillä tämä tutkimus ei käsitellyt kyseistä käyttöympäristöä.

Tulevaisuuden aiheena myös pelillistämisen hyödyntäminen ns. metaversumissa eli digitaalisten maailmojen muodostamassa todellisuudessa tulee myös olemaan tarpeellista, sillä aiempaa tutkimusta ei juurikaan aiheesta ole (Tayal ym. 2022). Myös AR- ja MR-tekniikat liittyvät keskeisesti metaversumin käsitteeseen, sillä ne mahdollistavat konkreettisesti käyttäjän vuorovaikutuksen digitaalisen todellisuuden kanssa.

Lähteet

Beauchamp, D. (@pushmatrix) (2024). Spatial Vacuuming – Never miss a spot again! X. <https://twitter.com/pushmatrix/status/1749797146961006716> Viitattu 18.2.2024.

Bhalekar, P. (2022). An Augmented Reality based Web App To Learn Guitar. *2022 Second International Conference on Artificial Intelligence and Smart Energy (ICAIS)*. DOI: 10.1109/ICAIS53314.2022.9742738

Chao, T., Lin, S. (2018). A Mixed Reality System to Improve Walking Experience. *2018 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE)*. DOI: 10.1109/ICSSE.2018.8520135

Donatiello, L., Morotti, E., Marfia, G., Di Vaio, S. (2018). Exploiting Immersive Virtual Reality for Fashion Gamification. *2018 IEEE 29th Annual International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*. DOI: 10.1109/PIMRC.2018.8581036

Dosaya, V., Varshney, S., Parameshwarappa, V., Beniwal, A., Tak, S. (2020). A Low cost Augmented Reality system for Wide Area Indoor Navigation. *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*. DOI: 10.1109/DASA51403.2020.9317014

Fact.MR. 2022. Global Wearable Gaming Accessories Market Outlook (2022-2032). Saatavilla 17.3.2024 <https://www.factmr.com/report/316/wearable-gaming-accessories-market>

Francese, R., Risi, M., Siani, R., Tortora, G. (2018). Augmented Treasure Hunting Generator for Edutainment. *2018 22nd International Conference Information Visualization (IV)*. DOI: DOI: 10.1109/iV.2018.00097

Guo, Y., Peeta, S., Agrawal, S., Bedyk, I. (2021). Impacts of Pokémon GO on route and mode choice decisions: exploring the potential for integrating augmented reality, gamification, and social components in mobile apps to influence travel decisions. *Transportation* 49, 395-444 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11116-021-10181-9>

Guzman, J., Thilakarathna, K., Seneviratne, A. (2019) Security and Privacy Approaches in Mixed Reality: A Literature Survey. *ACM Computing Surveys*, Vol 52, Issue 6, Article 110, 1-37. DOI: 10.1145/3359626

Hensen, B., Koren, I., Klamma, R., Herrler, A. (2018). An Augmented Reality Framework for Gamified Learning. *Lecture Notes in Computer Science (Including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes In Bioinformatics)*, Volume 11007 LNCS, 67-76. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96565-9_7

Kan, A., Gibbs, M., Ploderer, B. (2013). Being chased by Zombies!: understanding experience of mixed reality quests. *OzCHI '13: Proceedings of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conference: Augmentation, Application, Innovation, Collaboration*, 207 – 216. DOI: 10.1145/2541016.2541038

Karpashevich, P., Hornecker, E., Dankwa, N., Hanafy, M., Fietkau, J. 2016. Blurring boundaries between everyday life and pervasive gaming: an interview study of ingress.

MUM'16: Proceedings of the 15th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, 217-228. DOI: 10.1145/3012709.3012716

Koren, I., Hensen, B., Klamma, R. (2018). Co-Design of Gamified Mixed Reality Applications. *Adjunct Proceedings – 2018 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR Adjunct 2018*, 315-317.
<https://doi.org/10.1109/ISMARAdjunct.2018.00094>

Li, X., Schroeter, R., Rakotonirainy, A., Kuo, J., Lenné M. (2023). Get Ready for Take-Overs: Using Head-Up Display for Drivers to Engage in Non-Driving-Related Tasks in Automated Vehicles. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Volume 65, Issue 8*. DOI: 10.1177/00187208211056200

Meegahapola, L. (2017). Enhanced in-store shopping experience through smart phone based mixed reality application. *17th International Conference on Advanced in ICT for Emerging Regions, ICTer 2017 – Proceedings, Volume 2018-January*, 278-285.
<https://doi.org/10.1109/ICTER.2017.8257810>

Molloy, W., Huang, E., Wünsche, B. (2019). Mixed Reality Piano Tutor: A Gamified Piano Practise Environment. *2019 International Conference on Electronics, Information and Communication (ICEIC)*. DOI: 10.23919/ELINFOCOM.2019.8706474

Rapp, D., Niebling, F., Latoschik, M. (2018). The Impact of Pokémon Go and Why It's Not about Augmented Reality – Results from a Qualitative Survey. *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*. DOI: 10.1109/VS-Games.2018.8493442

Puspitasari F., Lee, L. (2022). Review of Persuasive User Interface as Strategy for Technology Addiction in Virtual Environments. *2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*. DOI: 10.1109/ISMAR-Adjunct57072.2022.00019

Steinberger, F., Schroeter, R., Foth, M., Johnson, D. (2017). Designing Gamified Applications that Make Safe Driving More Engaging. *CHI' 17: Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2825-2839.
DOI: 10.1145/3025453.3025511

Surasachai, D., Yu-Chieh, C., Varinya, P. (2022). A Preliminary Study on the Augmented Reality (AR) game-based application with the second-generation HoloLens. *2022 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan*.
<https://doi.org/10.1109/ICCE-Taiwan55306.2022.9869020>

Tayal, S., Rajagopal, K., Mahajan, V. (2022). Virtual Reality based Metaverse of Gamification. *2022 6th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*. DOI: 10.1109/ICCMC53470.2022.9753727

Xiao, R., Jung, S., Buruk, O., Hamari., J. (2022). Exploring the Player Experiences of Wearable Gaming Interfaces: A User Elicitation Study. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, Volume 6*, 1-26. DOI: 10.1145/3549497

Yhdistyneiden kansakuntien talous- ja sosiaaliministeriö, väestöosasto. (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. *UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3*. Saatavilla 17.3.2024

https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf