



## FOI MEMO

Projekt/Project  
Omvärldsbevakning Flygsystem och  
rymdfrågor

Sidnr/Page no  
1 (10)

Projektnummer/Project no Kund/Customer  
A61039 FOI

FoT-område

Inget FoT-område

Datum/Date

Memo nummer/Number

2020-10-19

FOI Memo 7310

Handläggare/Our reference

Sanna Aronsson

### Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning

#### Sändlista/Distribution

FOI:

Christina Grönwall	PL Avskanning
Katarina Wilhelmsen	Forskningsdirektör
Jennifer Karlsson	Handläggare
Tomas Mårtensson	FoF Flygsystem och rymdfrågor
Niklas Hallberg	FoF Ledning och MSI
Rogier Woltjer	FoK Luftstridssimulering
Jouni Lindquist	FLSC
Niclas Lagerbäck	FLSC
Susanna Nilsson	MTO

Titel/Title  
Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning

Memo nummer/Number  
FOI Memo 7310

## 1 Inledning

För varje forskningsområde på FOI genomförs en omvärldsbevakning inom ett utvalt område i form av litteraturstudie med hjälp av verktyget HSTool<sup>1</sup>. För forskningsområdet Flygsystem och rymdfrågor genomförs studien inom området ”Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning”. FOI:s satsningar på området Virtual Reality (VR) för flygträning är ännu i sin linda och det finns behov av att utforska området för att kunna inrikta forskning och operativ verksamhet på bl.a. FLSC att även inbegripa VR-metodik och -teknik. I framtiden ämnas de simulatorer som finns på FLSC att kompletteras eller rent av bytas ut mot VR-teknik.

Tekniken för Virtual Reality har utvecklats parallellt med traditionell simulatorteknik, men det är först på senare år tekniken har mognat och man har sett klara fördelar med att använda immersiva (omslutande) VR-teknologier i form av headset istället för traditionella simulatorer med projicering av omvärlden på skärmar eller domer. VR kan sägas vara ett samlingsbegrepp som även innefattar begrepp såsom Augmented Reality (AR, förstärkt verklighet, de virtuella objekten läggs ovanpå den riktiga omvärlden) och Mixed Reality (MR, ett begrepp för att beskriva blandningen av AR, VR och den verkliga världen). Tekniken innebär att användaren försätts i en immersiv virtuell värld där övning, träning eller spel kan ske på ett säkert sätt samtidigt som det är kostnadseffektivt och platsbesparande - träning med VR-headset tar mindre plats och har lägre kostnader vad gäller drift och hårdvara jämfört med traditionella simulatorer.

I nästa kapitel beskrivs genomförandet av studien och därefter de resultat som framkommit kring den forskning som genomförts inom områdena VR, AR och MR inom flyg- och luftstridsträning. Därefter sammanfattas de slutsatser som kan dras av de pågående trenderna inom området och vilka delområden som kan anses vara av vikt att fortsätta utforska för att stödja den simulatorverksamhet inom flygträning som bedrivs på FOI.

## 2 Metod

Som ett första steg i studien genomfördes preliminära manuella sökningar i Web of Science<sup>2</sup> för att hitta söksträngar som skulle resultera i relevanta resultat och ett hanterbart antal poster då projektet var relativt litet i omfattning. Genom dessa preliminära sökningar utformades söksträngen med de begrepp som ansågs relevanta för området Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning (se Bilaga 1 för komplett söksträng).

När den slutliga sökningen sedan gjordes med HSTool genererade det ett antal kluster som delade in artiklarna i mindre delar baserat på de ord som ofta förekommer i titel och sammanfattning. Även citeringsstatistik för varje artikel beräknades, t.ex. antal gånger en artikel blivit citerad under 1 år och 5 år, vilket kan vara till hjälp vid analys av litteraturens relevans för området. Vid en litteratursökning av detta slag får man räkna med ett antal artiklar som inte är relevanta eller endast nämner sökordet utan att presentera forskning kring det, så även i detta fall. Även om resultaten automatiskt delades in i kluster gjordes en iterativ manuell genomgång av klustren för att sälla bort de resultat som inte var relevanta för studien och sedan ytterligare snäva ner resultatet till att hitta de kluster som ansågs som viktigast.

Resultatet av sökningen beskrivs i nästa avsnitt.

---

<sup>1</sup> Horizon Scanning Tool. Schubert, J., & Karasalo, M. (2019). HSTOOL for Horizon Scanning of Scientific Literature. FOI-R—4760—SE.

<sup>2</sup> Web of Science är den databas som HSTool använder för att göra sökningen. Databasen innehåller resultat från över 21000 tidskrifter och konferenser.

Titel/Title  
Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträningMemo nummer/Number  
FOI Memo 7310

### 3 Resultat

Antalet sökträffar vid den slutliga sökningen i HSTool var 186 st. Dessa delades automatiskt in i totalt 47 kluster. Två av klustren visade sig vara identiska, fast de delvis hade olika klusterord. Efter översiktlig genomgång av innehållet i klustren valdes 12 av dessa kluster ut som ansågs relevanta för området. Ur dessa valdes slutligen fem kluster ut som de mest relevanta och som redovisas nedan.

Enbart baserat på klusterorden kunde man urskilja vissa kluster som handlade om t.ex. träning inom sjukvård och procedurer för medicinska ingrepp, som inte i första hand var relevanta för denna studie. Men även dessa kluster behövde bearbetas då klusterorden inte alltid överensstämmer helt med artiklarnas innehåll. Även artiklar inom ett kluster kunde handla om olika områden.

Många av de kluster som sorterades bort nämner på något sätt flygträning i sammanfattningen, men ofta som en referens till att mycket av utvecklingen inom simulatorträning har skett inom flygområdet. Områden som medicin och sjukvård var en stor del av resultaten, t.ex. olika sätt att använda VR-träning för procedurer inom kirurgi eller VR som verktyg för exponeringsterapi. Även ämnen som rymd och träning för astronauter fanns bland resultaten.

Resultaten finns representerade i totalt 36 olika tidskrifter eller konferenser. I Tabell 1 återfinns de tidskrifter eller konferenser med två eller fler artiklar bland sökresultaten. Resultaten är spridda över 13 olika källor och flera av dessa är i medicinska publikationer.

Tabell 1. Tidskrifter eller konferenser med två eller fler sökresultat.

Tidskrift/konferens	Antal
ACTA ASTRONAUTICA	4
HELMET- AND HEAD-MOUNTED DISPLAYS	3
SIMULATION	2
FRONTIERS IN ROBOTICS AND AI	2
VIRTUAL REALITY	2
JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY	2
JOURNAL OF SURGICAL RESEARCH	2
AVIATION SPACE AND ENVIRONMENTAL MEDICINE	2
NEUROSURGERY	2
WORLD JOURNAL OF SURGERY	2
SURGICAL ENDOSCOPY AND OTHER INTERVENTIONAL TECHNIQUES	2
PRESENCE-TELEOPERATORS AND VIRTUAL ENVIRONMENTS	2
AEROSPACE MEDICINE AND HUMAN PERFORMANCE	2

I Tabell 2 redovisas de fem kluster som ansågs vara de viktigaste för området flyg- och luftstridsträning. Dessa kluster valdes då de huvudsakligen handlade om VR/AR/MR för flygträning, alternativt om metodik eller aspekter av VR-träning som är relevanta oberoende av domän, t.ex. hur användaren fysiskt påverkas av VR-teknik (t.ex. *simulator sickness/motion sickness*, kluster 0). De fem klustren finns sammanställda i sin helhet i Bilaga 1. De flesta kluster var relativt små med endast ett fåtal sökträffar (kluster 0, 184 och 254). De två största klustren innehöll 13 respektive 12 sökresultat (kluster 107 och 360). Inom dessa fem kluster var artiklarna publicerade mellan år 1995 och år 2020, de senaste fem åren publicerades 21 av de totalt 36 artiklarna (58%).

Titel/Title  
Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning

Memo nummer/Number  
FOI Memo 7310

Tabell 2. De fem mest relevanta klustren från litteratursökningen, deras respektive klusterord, antal artiklar, det årtalsintervall artiklarna är publicerade samt sammanfattning av respektive kluster.

KlusterId	Klusterord	Antal	År	Sammanfattning av kluster
0	simulator, motion, science, technology, sickness, reality, computer	4	2018-2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studier kring mätning av <i>simulator sickness</i></li> <li><i>Motion cueing</i> för rörelsebaserade simulatorer</li> </ul>
107	system, technology, science, control, flight, virtual, reality	13	2000-2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studie kring mätning av visuell uppmärksamhet i AR</li> <li>Studier kring träning av UAV-operatörer med VR-teknik</li> </ul>
184	training, ar, pilot, application, aerospace, system, reality	3	2019-2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>Litteraturstudie om nyttan med AR inom flygindustrin</li> <li>Genderstudie AR</li> </ul>
254	technology, training, science, virtual, education, computer, using	4	2007-2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utvärdering av flygträningsprogram</li> <li>Studier kring VR-träning för underhållstekniker inom flygområdet</li> </ul>
360	science, technology, system, virtual, reality, vr, user	12	1995-2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fallstudier inom AR-teknik för flygområdet</li> <li>Studier kring AI-tillämpning i VR-miljö</li> </ul>

Varje kluster beskrivs mer ingående nedan:

- Kluster 0: ett litet kluster som innehåller dels studier kring *simulator sickness* vid användande av VR-headset men även artiklar relaterat till det, bl.a. *motion cueing* (teknik för att replikera ett fordon/farkosts rörelser i en simulator).
- Kluster 107: det största klustret med 13 sökresultat samlade artiklar mestadels kring träning av UAV- och quadcopter-operatörer med hjälp av VR men även artiklar om AR-applikationer inom flyg, samt enstaka icke relevanta resultat från sjukvårdsdomänen.
- Kluster 184: innehåller ett fåtal artiklar som rör bl.a. en litteraturstudie kring AR inom flygområdet samt en studie med genderperspektiv på utformning av träning.
- Kluster 254: ett litet kluster med blandade sökresultat. Dels innehåller det en relevant artikel om flygträningsprogrammet *Pilot Training Next*<sup>3</sup> samt ett par artiklar om VR-träning för underhållstekniker inom flygområdet, och dels en icke relevant studie kring VR-användning för veterinärstudenter.
- Kluster 360: delvis AI-betonat kluster med olika fallstudier kring bl.a. träningsystem med AI-applikationer för intelligent anpassning av scenarier, studie av hur djupinlärning används för objekt-detektering i ett AR-system för pilotträning i flygindustrin, samt ett par studier kring detektering av handgester och användande av talstyrning i en VR-miljö.

En av de mest intressanta artiklarna<sup>4</sup> kring integrering av VR-teknik i flygträning var en utvärdering av flygträningsprogrammet *Pilot Training Next* från år 2019 där forskare från US Air Force Academy utförde en experimentell studie med 60 pilotelever för att undersöka vilken nivå av *scaffolding* (engelska för stöttning vid lärande) piloteleverna behövde i VR-träning för att få ut mest effekt av träningen och med det en positiv *transfer* (överföring av träningseffekt) till den riktiga flygmiljön. Resultatet visade att ökad VR-träning gav hög effekt på elevernas egenupplevda förmåga samt att de

<sup>3</sup> *Pilot Training Next* är ett tränings- och utbildningsprogram inom US Air Force som startade 2018 och som kombinerar ny immersiv teknik såsom VR med artificiell intelligens och dataanalys för att effektivisera lärande på ett agilt och individcentrerat sätt. <https://www.aetc.af.mil/About-Us/Pilot-Training-Next/>

<sup>4</sup> Pennington, E., Hafer, R., Nistler, E., Seech, T. & Tossel, C. (2019) *Integration of Advanced Technology in Initial Flight Training*. 2019 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS), pp. 48-52, 2019.

Titel/Title  
Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning

Memo nummer/Number  
FOI Memo 7310

grupper som hade hög struktur på VR-träningen i högre grad hade en positiv *transfer* till riktig flygträning.

Ett annat relevant område är hur användaren påverkas fysiskt av användandet av VR- och AR-headset. En studie utfördes år 2018 av forskare från Oxford Brookes University och VTT Technical Research Center Finland för att undersöka hur AR-headsetet Microsoft HoloLens upplevdes i termer av *simulator sickness* och fann att majoriteten av de 142 deltagarna i domänerna flyg, medicin och rymd, endast upplevde försumbara symtom kopplat till detta.<sup>5</sup>

En aktuell överblick av utvecklingen inom AR ges i en litteraturstudie från år 2019<sup>6</sup> där forskare från kanadensiska Ryerson University anser att flygindustrin, både civilt och militärt, har kommit relativt långt på området, särskilt vad gäller navigering där *head-up display* kan utnyttjas för att ge piloten högre *situational awareness*, samt användning av AR-headset. Vad gäller integrering av AR-teknik i operativ/kommersiell verksamhet uppges däremot bl.a. bil- och spelindustrin i dagsläget kommit längre.

Det återfinns i sökresultaten exempel på forskning inom flygindustrin där olika användningsområden för AR-teknik utforskas. I en artikel från år 2020<sup>7</sup> har forskare från Graz University of Technology i Österrike identifierat olika typer av träningsscenarion som AR-teknik kan appliceras på och beskriver en studie där både manliga och kvinnliga piloter och instruktörer fick uppge var AR-teknik skulle kunna vara mest värdefullt. De flesta deltagare oavsett kön upplevde navigering som det bästa användningsområdet för AR-träning, men även teoretisk instruktion, *pre-flight inspection* och procedurträning togs upp som potentiella användningsområden. Fler kvinnor än män ansåg däremot att spelaspekter av AR-träning skulle vara värdefullt, t.ex. att få poäng för genomförda uppgifter. Att VR- och AR-teknik blir alltmer tillgänglig, särskilt eftersom mycket av teknikutvecklingen sker inom spelindustrin, visar en fallstudie<sup>8</sup> från år 2017 där forskare från tyska DLR (German Aerospace Centre) beskriver hur COTS-produkter använts för att bygga en prototypmiljö för utveckling av VR- och AR-applikationer för pilotträning.

Det finns stora möjligheter med integration av AI-teknik och psykofysiologiska mätmetoder i VR-system. En studie utförd av forskare från kinesiska Naval Aviation University från 2008 presenterar ett intelligent adaptivt träningsystem för piloter som använder mätning och spårning av huvudrörelser för att bedöma vad användaren är intresserad av för att sedan ge lärandeinformation relaterat till detta via VR-headsetet, t.ex. i form av 3D-objekt, ljud eller bild.<sup>9</sup> En artikel från 2011<sup>10</sup> beskriver en studie utförd av italienska forskare som utvecklade ett AR-system som detekterar, och i realtid övervakar, piloters visuella uppmärksamhet för att kunna upptäcka eventuella problem i god tid och på så sätt agera beslutstöd åt piloten. En annan studie gjord av franska och amerikanska forskare från Paris Tech respektive Iowa State University år 2014 utvärderar användandet av ett taligenkänningsystem som används för att styra och navigera i en virtuell miljö och där användarna kunde interagera med objekt med goda resultat.<sup>11</sup>

---

<sup>5</sup> Vovk, A., Wild, F., Guest, W., Kuula, T. (2018). *Simulator Sickness in Augmented Reality Training Using the Microsoft HoloLens*. PROCEEDINGS OF THE 2018 CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS (CHI 2018).

<sup>6</sup> Safi, M., Chung, J. & Pradhan, P. (2019). *Review of augmented reality in aerospace industry*. AIRCRAFT ENGINEERING AND AEROSPACE TECHNOLOGY. Vol. 91(9), pp. 1187-1194.

<sup>7</sup> Schaffernak, H., Moesl, B., Vorraber, W. & Koglbauer, I. V. (2020). *Potential Augmented Reality Application Areas for Pilot Education: An Exploratory Study*. EDUCATION SCIENCES. VOL. 10(4).

<sup>8</sup> Peinecke, N. & Ernst, J. (2017). *VR and AR Environments for Virtual Cockpit Enhancements*. DEGRADED ENVIRONMENTS: SENSING, PROCESSING, AND DISPLAY 2017, Proceedings of SPIE.

<sup>9</sup> Qiao, Y. J.; Xie, X. F. & Sun, T. (2008). *A Mobile Intelligent Training System for Cockpit*. 2008 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT INFORMATION TECHNOLOGY APPLICATION WORKSHOP: IITA 2008 WORKSHOPS, PROCEEDINGS.

<sup>10</sup> Di Nuovo, A. G., Cannavo, R. B. & Di Nuovo, S. (2011). *An Intelligent Infrastructure for In-Flight Situation Awareness of Aviation Pilots*. FOUNDATIONS OF AUGMENTED COGNITION: DIRECTING THE FUTURE OF ADAPTIVE SYSTEMS. Vol 6780, pp. 598-607.

<sup>11</sup> Mirzaei, M. A., Merienne, F. & Oliver, J. H. (2014). *New wireless connection between user and VE using speech processing*. VIRTUAL REALITY. Vol. 18(4), pp. 235-243.

Titel/Title

Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning

Memo nummer/Number

FOI Memo 7310

## 4 Analys

Resultatet visar att VR-området är utbredd över många domäner och särskilt områden där procedurträning är vanligt förekommande, i t.ex. sjukvård och inom utbildning av flygmekaniker. Vad gäller pilotträning inom flygområdet är en utmärkande trend de senaste åren studier kring AR-teknik då denna typ av verktyg medför en mer realistisk och användbar miljö där användaren kan interagera med fysiska objekt i den virtuella miljön, t.ex. i en cockpit. Även resultat kring utbildningsprogram såsom *Pilot Training Next* där kombinationen VR-teknik, AI och dataanalys används är intressant då FLSC bedriver forskning kring träningsupplägg och pedagogik och undersöker just sådana kombinationer för att effektivisera träning och lärande.

Det som däremot inte syns i resultaten är studier kring *transfer* eller annan typ av jämförelsestudier mellan träning i traditionella simulatorer och träning med VR-headset. För området flyg- och luftstridsträning på FOI och särskilt FLSC är det av vikt att påbörja studier kring användandet och effekten av VR-teknologi för att säkerställa att framtida ersättning av simulatorer mot VR-utrustning inte medför en negativ effekt för den träning som bedrivs på FLSC i dagsläget.

Flertalet artiklar (58%) var publicerade de senaste fem åren vilket kan vara ett resultat av de senaste årens starka teknikutveckling samt att VR-headset är mer lättillgängliga för forskning.

Även om sökningen var utformad för att fånga upp resultat främst från flygområdet var många sökträffar från andra domäner, vilket man visserligen får räkna med i en litteratursökning men i detta fall kan det härledas till att många artiklar endast nämner flyg som ett exempel i sammanfattningen och inte var relevant i övrigt. Det relativt litet antal sökträffar kan också bero på att många framsteg inom VR-området för framförallt militär flygträning troligen inte är publicerade i öppna källor och därmed inte går att hitta i en litteratursökning som denna.

HSTool som verktyg har inneburit en del begränsning i bl.a. val av databas för sökningen. Projektets omfattning innebar att ytterligare sökningar i andra databaser eller en utökad sökning med andra sökord inte kunde genomföras, vilket eventuellt hade resulterat i andra och/eller fler resultat. Indelningen i kluster upplevdes inte som särskilt användbart i denna studie då klustren var många och liknade varandra sett till klusterorden. Ett exempel är att klusterorden för kluster 360, som är det enda kluster som innehåller en del AI-betonade resultat, inte särskiljer sig från andra kluster, och särskilt inte vad gäller de AI-begrepp som artiklarna innehöll (såsom *deep learning*, *speech recognition*, *neural network*). En manuell genomgång behövde därför ändå genomföras. Att klusterorden inte skilde sig så mycket åt kan tyda på att området VR spänner över många olika domäner och har många användningsområden. Möjligtvis är HSTool bättre lämpat för större litteraturstudier med fler sökträffar och där man kan använda citeringsstatistiken bättre för att kunna sälla bort resultat. I denna studie ansågs inte citeringsstatistiken vara av stor betydelse då resultaten ändå var förhållandevis få till antal. HSTool skulle förslagsvis vara än mer användbart om man t.ex. själv kunde sätta parametrar för klusterindelning eller på ett enklare sätt se hur klustren har delats in. Information om författaren till artikeln saknas i HSTool, vilket hade underlättat ur forskningssynpunkt för att kunna se var forskningen utförts någonstans och för att kunna göra fortsatta sökningar på författare via de artiklar man fann intressanta.

Av denna studie framgår att tekniken är välutvecklad och appliceras på många sätt inom flygområdet och att framstegen inom AR (särskilt de senaste åren) gör tekniken till ett attraktivt alternativ till dagens simulatorer. För att kunna effektivisera träning dels vad gäller prestation, men även vad gäller kostnad och lokalyta för att kunna bedriva storskalig simulatorverksamhet, är det av stor vikt att det görs satsningar på att bygga upp kunskap på FOI och FLSC inom området.

Titel/Title  
Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning

Memo nummer/Number  
FOI Memo 7310

## 5 Rekommendationer

Följande rekommendationer för fortsatt kunskapsuppbyggnad inom området görs:

- Utforska och utveckla koncept och metodik kring immersiv teknik såsom VR/AR för användning vid träning av piloter, flygstridsledare och instruktörer.
- Studera hur användaren påverkas av att befinna sig i immersiva miljöer, gällande t.ex. *fidelity*, *simulator sickness*, ergonomi.
- Utforska psykofysiologiska mätmetoder som möjliggörs av VR-teknik (t.ex. *eye-tracking* som ofta finns inbyggt i VR-headset).
- Utföra jämförande studier mellan träning med användning av VR-headset och simulatorträning, för att uppnå högsta träningseffekt.

Ovanstående forskningsområden skulle förslagsvis rymmas inom ett FoT-projekt för att möjliggöra studier och utveckling av framtida VR- och AR-koncept, särskilt med tanke på den miljö som det befintliga *OpenFLSC*<sup>12</sup> erbjuder, vilket möjliggör forskning och studentarbeten i en kollaborativ miljö utan att inskränka på den operativa verksamheten i FLSC.

---

<sup>12</sup> OpenFLSC är en öppen version av FLSC simulator, med plats för två kabiner samt operatörsplats och utvecklarstationer. Syftet är att tillhandahålla en miljö för utförande av forskning, studier och utveckling av t.ex. modeller i en lättillgänglig miljö.

Titel/Title  
Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning

Memo nummer/Number  
FOI Memo 7310

## Bilaga 1 – Söksträng och kluster

Sökningen gjordes med fälttaggen *Topic Search* (TS) som söker efter nedan termer i fälten *Title*, *Abstract* samt *Keywords*. Följande söksträng användes vid sökningen i HSTool:

*TS=(virtual reality OR mixed reality OR augmented reality) AND TS=(flight OR aviation OR aerospace OR air combat) AND TS=(training)*

### Kluster 0

Uid	Titel	År	Tidskrift/konferens
WOS:000509673102053	Simulator Sickness in Augmented Reality Training Using the Microsoft HoloLens	2018	PROCEEDINGS OF THE 2018 CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS (CHI 2018)
WOS:000435073000008	A Technology Acceptance Model for Augmented Reality and Wearable Technologies	2018	JOURNAL OF UNIVERSAL COMPUTER SCIENCE
WOS:000524376100001	A sliding mode-based approach to motion cueing for virtual reality gaming using motion simulators	2020	VIRTUAL REALITY
WOS:000503488100036	The Impact of Motion on Individual Simulator Sickness in a Moving Base VR Simulator with Head-Mounted Display (HMD)	2019	VIRTUAL, AUGMENTED AND MIXED REALITY: MULTIMODAL INTERACTION, PT I

### Kluster 107

Uid	Titel	År	Tidskrift/konferens
WOS:000312501400069	An Intelligent Infrastructure for In-Flight Situation Awareness of Aviation Pilots	2011	FOUNDATIONS OF AUGMENTED COGNITION: DIRECTING THE FUTURE OF ADAPTIVE SYSTEMS
WOS:000373378400290	Improving Head Orientation Prediction with Electromyography Signals in a Virtual Reality Flight Simulator	2016	PROCEEDINGS OF THE 2015 4TH NATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL, ELECTRONICS AND COMPUTER ENGINEERING (NCEECE 2015)
WOS:000470246500044	UAV Simulation Flight Training System	2018	2018 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY AND VISUALIZATION (ICVRV)
WOS:000390838500026	A Virtual Environment for Drone Pilot Training Using VR Devices	2016	18TH SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY (SVR 2016)
WOS:000467443600064	Virtual Reality Based Visualization and Training of a Quadcopter by using RC Remote Control Transmitter	2018	8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED CONCEPTS IN MECHANICAL ENGINEERING
WOS:000229622900006	Development of multipurpose virtual-reality dynamic simulator with a force-reflection joystick	2005	PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS PART I-JOURNAL OF SYSTEMS AND CONTROL ENGINEERING



Titel/Title  
Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning

Memo nummer/Number  
FOI Memo 7310

WOS:000089526600024	A virtual reality flight trainer for the UAV remote pilot	2000	HELMET- AND HEAD-MOUNTED DISPLAYS V
WOS:000396765200001	Stereoscopic First Person View System for Drone Navigation	2017	FRONTIERS IN ROBOTICS AND AI
WOS:000465234300061	Embodied Flight with a Drone	2019	THIRD IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTIC COMPUTING (IRC 2019)
WOS:000245452400115	A virtual nursing simulator with haptic feedback for nasotracheal suctioning	2006	2006 IEEE/RSJ INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT ROBOTS AND SYSTEMS, VOLS 1-12
WOS:000254558400020	Cable-suspended vehicle simulation system concept	2008	PROCEEDINGS OF THE ASME INTERNATIONAL DESIGN ENGINEERING TECHNICAL CONFERENCES AND COMPUTERS AND INFORMATION IN ENGINEERING CONFERENCE 2007 VOL 8, PTS A AND B
WOS:000263369200077	Design of UAV Telepresence and Simulation Platform based on VR	2008	PROCEEDINGS OF THE 2008 INTERNATIONAL CONFERENCE ON CYBERWORLDS
WOS:000386696600135	An educational simulation platform for GPS-denied Unmanned Aerial Vehicles aimed to the detection and tracking of moving objects	2016	IEEE CONFERENCE ON CONTROL APPLICATIONS (CCA)

### Kluster 184

Uid	Titel	År	Tidskrift/konferens
WOS:000486203900003	Review of augmented reality in aerospace industry	2019	AIRCRAFT ENGINEERING AND AEROSPACE TECHNOLOGY
WOS:000533889600004	Potential Augmented Reality Application Areas for Pilot Education: An Exploratory Study	2020	EDUCATION SCIENCES
WOS:000503464200051	Improving Vocational Training in the Philippines using AR	2019	2019 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS, ENVIRONMENT, ENERGY AND APPLICATIONS (IAEA 2019)

### Kluster 254

Uid	Titel	År	Tidskrift/konferens
WOS:000455103600081	Delaying when all Dogs to go to Heaven : Virtual Reality Canine Anatomy Education Pilot Study	2018	2018 IEEE GAMES, ENTERTAINMENT, MEDIA CONFERENCE (GEM)
WOS:000248099700114	Using multimodal technologies to enhance aviation maintenance inspection training	2007	DIGITAL HUMAN MODELING
WOS:000482408700010	Integration of Advanced Technology in Initial Flight Training	2019	2019 SYSTEMS AND INFORMATION ENGINEERING DESIGN SYMPOSIUM (SIEDS)

Titel/Title  
Omvärldsstudie - Virtual Reality för flyg- och luftstridsträning

Memo nummer/Number  
FOI Memo 7310

WOS:000293820700011	Virtual Reality Training Integrated Curriculum: An Aircraft Maintenance Technology (AMT) Education Perspective	2011	J. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION
---------------------	--	------	---

### Kluster 360

Uid	Titel	År	Tidskrift/konferens
WOS:000382147300060	Towards Teleoperation-based Interactive Learning of Robot Kinematics using a Mobile Augmented Reality Interface on a Tablet	2016	2016 INDIAN CONTROL CONFERENCE (ICC)
WOS:000287763500063	Augmented Reality System	2010	APPLICATIONS OF DIGITAL IMAGE PROCESSING XXXIII
WOS:000189451300037	Gesturing with tangible interfaces for mixed reality	2003	GESTURE-BASED COMMUNICATION IN HUMAN-COMPUTER INTERACTION
WOS:000406803100030	VR and AR Environments for Virtual Cockpit Enhancements	2017	DEGRADED ENVIRONMENTS: SENSING, PROCESSING, AND DISPLAY 2017
WOS:000263690400164	A Mobile Intelligent Training System for Cockpit	2008	2008 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT INFORMATION TECHNOLOGY APPLICATION WORKSHOP: IITA 2008 WORKSHOPS, PROCEEDINGS
WOS:000431743400098	Implementation of Archery Game Application Using VR HMD in Mobile Cloud Environments	2017	ADVANCED SCIENCE LETTERS
WOS:000460578500057	Object Detection with Deep Learning for a Virtual Reality Based Training Simulator	2018	COMPUTATIONAL SCIENCE AND ITS APPLICATIONS - ICCSA 2018, PT IV
WOS:000180067900051	ASIMIL: Overview of a distance learning flight-training system	2002	INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS
WOS:000365288200277	Bayesian Neural Network Approach to Hand Gesture Recognition System	2014	2014 IEEE CHINESE GUIDANCE, NAVIGATION AND CONTROL CONFERENCE (CGNCC)
WOS:A1995RP48300001	Simulation And Computational Intelligence In Real-World Applications	1995	SIMULATION
WOS:000380551200003	A Game Based Assistive Tool for Rehabilitation of Dysphonic Patients	2015	2015 3RD IEEE VR INTERNATIONAL WORKSHOP ON VIRTUAL AND AUGMENTED ASSISTIVE TECHNOLOGY (VAAT)
WOS:000344600500001	New wireless connection between user and VE using speech processing	2014	VIRTUAL REALITY