

**PANEURÓPSKA VYSOKÁ ŠKOLA V BRATISLAVE
FAKULTA INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: FI-100786-21449

**VYUŽITIE MS HOLOLENS 2 VO VZDELÁVANÍ
DIPLOMOVÁ PRÁCA**

2023

Bc. Peter Drábik

PANEURÓPSKA VYSOKÁ ŠKOLA V BRATISLAVE
FAKULTA INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FI-100786-21449

VYUŽITIE MS HOLOLENS 2 VO VZDELÁVANÍ
DIPLOMOVÁ PRÁCA

Študijný program: Aplikovaná informatika
Názov študijného odboru: Informatika
Školiace pracovisko: Ústav informatiky a matematiky
Vedúci záverečnej práce: RNDr. Ján Lacko, PhD.
Konzultant: Ing. John Doe

Bratislava 2023

Bc. Peter Drábik

SÚHRN

PANEURÓPSKA VYSOKÁ ŠKOLA V BRATISLAVE
FAKULTA INFORMATIKY

Študijný program:	Aplikovaná informatika
Autor:	Bc. Peter Drábik
Diplomová práca:	Využitie MS HOLOLENS 2 vo vzdelávaní
Vedúci záverečnej práce:	RNDr. Ján Lacko, PhD.
Konzultant:	Ing. John Doe
Miesto a rok predloženia práce:	Bratislava 2023

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean et est a dui semper facilisis. Pellentesque placerat elit a nunc. Nullam tortor odio, rutrum quis, egestas ut, posuere sed, felis. Vestibulum placerat feugiat nisl. Suspendisse lacinia, odio non feugiat vestibulum, sem erat blandit metus, ac nonummy magna odio pharetra felis. Vivamus vehicula velit non metus faucibus auctor. Nam sed augue. Donec orci. Cras eget diam et dolor dapibus sollicitudin. In lacinia, tellus vitae laoreet ultrices, lectus ligula dictum dui, eget condimentum velit dui vitae ante. Nulla nonummy augue nec pede. Pellentesque ut nulla. Donec at libero. Pellentesque at nisl ac nisi fermentum viverra. Praesent odio. Phasellus tincidunt diam ut ipsum. Donec eget est. A skúška mäččėňov a dlžnov.

Kľúčové slová: kľúčové slovo1, kľúčové slovo2, kľúčové slovo3654654

ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

Study Programme:	Applied Informatics
Author:	Bc. Peter Drábik
Master's thesis:	! UNDEFINED: \FEItitleEn
Supervisor:	RNDr. Ján Lacko, PhD.
Consultant:	Ing. John Doe
Place and year of submission:	Bratislava 2023

On the other hand, we denounce with righteous indignation and dislike men who are so beguiled and demoralized by the charms of pleasure of the moment, so blinded by desire, that they cannot foresee the pain and trouble that are bound to ensue; and equal blame belongs to those who fail in their duty through weakness of will, which is the same as saying through shrinking from toil and pain. These cases are perfectly simple and easy to distinguish. In a free hour, when our power of choice is untrammelled and when nothing prevents our being able to do what we like best, every pleasure is to be welcomed and every pain avoided. But in certain circumstances and owing to the claims of duty or the obligations of business it will frequently occur that pleasures have to be repudiated and annoyances accepted. The wise man therefore always holds in these matters to this principle of selection: he rejects pleasures to secure other greater pleasures, or else he endures pains to avoid worse pains.

Keywords: keyword1, keyword2, keyword3

Pod'akovanie

I would like to express a gratitude to my thesis supervisor.

Obsah

Úvod	1
1 Prehľad problematiky	2
1.1 Virtuálna realita	2
1.2 Rozšírená realita	3
1.3 Zmiešaná realita	4
1.3.1 Continuum	4
1.3.2 Synonym	5
1.3.3 Collaboration	5
1.3.4 Combination	5
1.3.5 Alignment	5
1.3.6 Strong AR	5
Záver	6
Zoznam použitej literatúry	7
Prílohy	I

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obrázok 1	Zjednodušená reprezentácia RV kontinua [9].	5
-----------	---	---

Zoznam skratiek

AR Augmented Reality

CRT Cathode-Ray Tube

Úvod

Tu bude krásny úvod s diakritikou atď.

A možno aj viac riadkový úvod.

1 Prehľad problematiky

Digitalizácia najrôznejších aspektov nášho života je prirodzeným prejavom technologického pokroku. Vďaka tomu sa pojmy, ako zmiešaná realita, rozšírená realita či virtuálna realita v priebehu posledných dekád začali stávať neoddeliteľnou súčasťou nášho jazyka. Na to, aby sme lepšie porozumeli tomu, čo to zmiešaná realita vlastne je, pokladáme za nevyhnutné venovať niekoľko odstavcov aj zvyšným dvom pojmom.

1.1 Virtuálna realita

The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter. A chair displayed in such a room would be good enough to sit in. Handcuffs displayed in such a room would be confining, and a bullet displayed in such a room would be fatal. With appropriate programming such a display could literally be the Wonderland into which Alice walked.

Týmito slovami v roku 1965 Ivan Sutherland vo svojom článku [1] sformuloval ideu, ktorá predstavuje raný popis imerzívneho¹ displeja v dobe, keď vtedajšie zariadenia bežne umožňovali zobrazovať rovné čiary, uvažovalo sa, že zobrazovanie kriviek by mohlo byť užitočné a žiadna komerčne dostupná obrazovka nebola schopná vykresliť farbou vyplnenú plochu [1].

Krátko potom Sutherland skonštruoval prvý interaktívny systém slúžiaci na zobrazovanie virtuálnej reality, ktorý si vyslúžil priliehavý prezývku *Damoklov meč* [2, s. 5]. Trojrozmerný displej s upevnením na hlavu, ktorý Sutherland vo svojej práci [3] popísal v roku 1968, pozostával zo špeciálnych okuliarov, ktoré na sebe mali upevnené dve miniatúrne obrazovky typu CRT a boli pevnou súčasťou ramena visiaceho zo stropu miestnosti. Okrem zníženia fyzickej záťaže používateľa, ktorá vznikala kvôli hmotnosti zariadenia, toto rameno slúžilo ako mechanický snímač polohy hlavy a spolu s ďalším, ultrazvukovým snímačom generovalo vstupné údaje pre výpočet rotačnej a translačnej matice. Tie boli súčasťou operácií nevyhnutných pre dynamické generovanie obrazu. Objekty, z ktorých pozostával výsledný obraz, boli poskladané z jednoduchých čiar a vytvárali tzv. wireframe model.

Sutherlandovo dielo významne prispelo k rozvoju myšlienok a technológií súvisiacimi s vizualizáciou umelého sveta. Postupom času vzniklo množstvo ďalších prototypov rôznorodých systémov, ktoré sa líšili nie len účelom použitia, ale aj spôsobom vzájomnej interakcie s človekom a aj tým, či a ako veľmi bol umelý svet prepojený s tým skutočným. Ako

¹Z angl. *immersive* - voľne preložené ako vtahujúci do deja

príklad uvidíme systém VIDEOPLACE Myrona Kruegera z roku 1985, ktorý kombinuje zosnímanú postavu používateľa s umelo vytvoreným prostredím. Krueger navrhuje využitie tohto systému pre účely telekomunikácie uvádzajúc, že komunikácia medzi priateľmi či obchodnými partnermi nie je obmedzená len slovami, a teda je jednoznačne žiadúce, aby geograficky vzdialené osoby mohli zdieľať spoločné virtuálne prostredie [4].

Práve Kruegerov systém sprostredkúva to, čo v súčasnej terminológii môžeme označiť ako virtuálnu realitu. Tá preniesie človeka do úplne odlišného prostredia, reálne okolie a objekty v ňom nahradí počítačom generovanými, s cieľom poskytnúť používateľovi intenzívny zážitok z nového sveta, akoby sa v ňom skutočne nachádzal [5].

V deväťdesiatych rokoch minulého storočia bola snaha o rozšírenie zariadení pre virtuálnu realitu medzi bežných spotrebiteľov. Tieto zariadenia však boli cenovo nedostupné a spôsobovali používateľom nevoľnosť. Príčinou nevoľnosti bol nesúlad medzi zrakovým a vestibulárnym vnemom; ten bol spôsobený vysokou latenciou medzi pohybom hlavy používateľa a reakciou VR zariadenia na tento pohyb prekreslením virtuálnej scény.

Prelom nastal až v roku 2014, keď Palmer Luckey, zakladateľ spoločnosti Oculus, objavil spôsob, ako znížiť dobu trvania vyhodnocovania polohy hlavy za použitia gyroskopu, akcelerometra a magnetometra. Tento úspech opäť naštartoval záujem o túto technologickú oblasť [5]. V súčasnosti medzi najrozšírenejšie zariadenia patria Oculus Rift S, HTC Vive Pro, HTC Vive Cosmos, Valve Index a Samsung HMD Odyssey+ [6]. Ďalšou z možností, ktorú propagujú výrobcovia, ako Samsung, Google a LG, je použitie smartfónu ako displeja vo VR headsete, čo predstavuje cenovo dostupnú alternatívu. Ako príklad uvádzame Samsung Gear VR, ktorý je kompatibilný s akýmkoľvek modelom Samsung Galaxy; ďalší príklad je dnes už nepodporovaný Google Cardboard a Google Daydream.

1.2 Rozšírená realita

Podľa výskumu popísaného v článku [7] definícia rozšírenej reality nie je ani zďaleka tak jednoznačná, ako v prípade virtuálnej reality. Jeho autori položili desiatim osobám, ktoré sa zaoberajú virtuálnou a rozšírenou realitou v komerčnej a akademickej sfére, súbor šiestnástich otázok, ktoré boli navrhnuté tak, aby odhalili rozdiely vo vnímaní toho, čo je virtuálna, rozšírená a zmiešaná realita. Autori uvádzajú, že respondenti sa nezhodovali pri vymenovávaní relevantných charakteristík rozšírenej reality. Niektorí za rozšírenú realitu pokladajú aj jednoduchú vrstvu² s kontextuálnymi informáciami, zatiaľ čo ostatní explicitne uvádzali interakciu s reálnym prostredím a prekryvanie skutočných objektov počítačom generovanými ako jej súčasť.

²pôvodne použitý angl. termín *overlay*

Chen a Xue uvádzajú, že typický AR systém musí spĺňať tri podmienky: musí umožňovať interakciu medzi reálnym a virtuálnym obsahom, dokáže v reálnom čase prekrývať reálne objekty virtuálnymi, a musí pracovať v trojrozmernom priestore. Takáto funkcionálna vyžaduje použitie rôznych techník sledovania, zobrazovania a interakcie [8].

Techniky sledovania sú používané na zaznamenávanie a overovanie pozície a orientácie používateľov. Zohrávajú dôležitú úlohu pri zosúladení polohy reálnych a virtuálnych objektov. Pozíciu a orientáciu je možné zisťovať pomocou metód spracovania obrazu, za použitia rozličných senzorov, či kombináciou oboch spôsobov.

Zobrazovacie techniky spájajú virtuálny obsah a reálne prostredie a zobrazujú oboje naraz. V praxi sa uplatnili tri spôsoby zobrazovania: pomocou ručného zariadenia (*handheld display*) - napr. smartfón alebo tablet, pomocou náhlavného zariadenia (*headmounted-display*) a za použitia projekcie na povrch reálneho objektu (*projection-based display*).

Interakčné techniky zabezpečujú intuitívne používateľské prostredie a adekvátne reakcie systému. Používateľské vstupy pritom môžu byť vo forme gest, hlasových povelov, prípadne je možné použiť reálny objekt ako ovládací prvok [8].

1.3 Zmiešaná realita

Zmiešaná realita je najmenej preskúmaný typ umelej reality, pretože je spomedzi trojice VR, AR a MR najmladší. Podobne, ako v prípade rozšírenej reality, ani tu nejestvuje úplna zhoda v definícii.

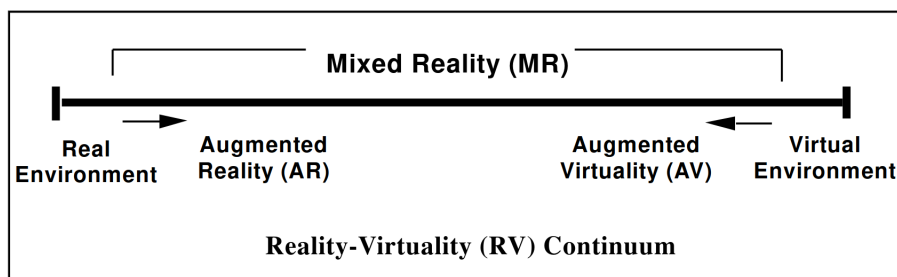
Brigham uvádza, že zmiešaná realita umožňuje používateľovi vidieť reálny, fyzický svet a predmety spoločne s umelými predmetmi, ktoré sú uveriteľné a responzívne. Je to snaha o spojenie toho najlepšieho z virtuálnej a rozšírenej reality. To, čo odlišuje zmiešanú realitu od rozšírenej, je umožnenie vnímania hĺbky a perspektívy; keď sa používateľ v zmiešanej realite vzdiali od nejakého predmetu, tento predmet sa bude javiť menší [5].

Podľa [7] existuje šesť spôsobov chápania MR; ich názvy ponechávame v pôvodnom znení.

1.3.1 Continuum

MR je chápané v súlade s RV kontinuum³, ktoré je znázornené na obrázku č. 1. V tomto prípade MR predstavuje kombináciu reálnych a virtuálnych objektov v rámci spektra medzi úplne reálnym a úplne virtuálnym svetom. To znamená, že MR môže pozostávať z prevažne skutočného sveta s nejakými virtuálnymi objektmi, alebo môže pozostávať z prevažne virtuálneho sveta za prítomnosti nejakých reálnych predmetov. V rámci tohto kontextu možno chápať VR, ktoré je na okraji spektra, ako súčasť MR.

³Reality-Virtuality Continuum



Obr. 1: Zjednodušená reprezentácia RV kontinua [9].

1.3.2 Synonym

V mnohých článkoch, ktoré autori [7] skúmali, sa používalo MR ako synonymum pre AR. To znamená, že tieto pojmy sa navzájom zamieňali; MR bolo použité na označenie systému, ktorý jednoznačne spadal pod AR, alebo bola použitá definícia AR na popísanie toho, čo niektorí autori skúmaných článkov chápali pod pojmom MR.

1.3.3 Collaboration

1.3.4 Combination

1.3.5 Alignment

1.3.6 Strong AR

Posledný pohľad na túto problematiku chápe MR ako „silnejšiu” verziu AR. Zmiešaná realita je tu charakterizovaná pokročilým vnímaním prostredia a pokročilými interakciami medzi používateľom a virtuálnymi objektmi, ako aj medzi virtuálnymi objektmi a prostredím. To vytvára predpoklad, že MR závisí na konkrétnom hardvéri alebo zariadení, ktoré dokáže poskytnúť požadovanú funkcionality. Taktiež sa predpokladá, že „obyčajné” AR nemá takéto schopnosti, a tým pádom je MR evolúciou AR.

Záver

Conclusion is going to be where?

Here.

Zoznam použitej literatúry

1. SUTHERLAND, Ivan E. The Ultimate Display. In: *Proceedings of the Congress of the International Federation of Information Processing (IFIP)*. 1965, zv. 2, s. 506–508.
2. SCHMALSTIEG, D. a HÖLLERER, Tobias. *Augmented Reality: Principles and Practice*. Boston: Addison-Wesley, 2016. Addison-Wesley Usability and HCI Series. ISBN 978-0-321-88357-5.
3. SUTHERLAND, Ivan E. A Head-Mounted Three Dimensional Display. In: *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I on - AFIPS '68 (Fall, Part I)*. San Francisco, California: ACM Press, 1968, s. 757. Dostupné z DOI: 10.1145/1476589.1476686.
4. KRUEGER, Myron W., GIONFRIDDO, Thomas and HINRICHSSEN, Katrin. VIDEO-PLACE - an Artificial Reality. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '85*. San Francisco, California, United States: ACM Press, 1985, s. 35–40. ISBN 978-0-89791-149-8. Dostupné z DOI: 10.1145/317456.317463.
5. BRIGHAM, Tara J. Reality Check: Basics of Augmented, Virtual, and Mixed Reality. *Medical Reference Services Quarterly*. 2017, vol. 36, no. 2, s. 171–178. ISSN 0276-3869, ISSN 1540-9597. Dostupné z DOI: 10.1080/02763869.2017.1293987.
6. ANGELOV, Vladislav, PETKOV, Emiliyan, SHIPKOVENSKI, Georgi a KALUSHKOV, Teodor. Modern Virtual Reality Headsets. In: *2020 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*. Ankara, Turkey: IEEE, 2020, s. 1–5. ISBN 978-1-72819-352-6. Dostupné z DOI: 10.1109/HORA49412.2020.9152604.
7. SPEICHER, Maximilian, HALL, Brian D. and NEBELING, Michael. What Is Mixed Reality? In: *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Glasgow Scotland Uk: ACM, 2019, s. 1–15. ISBN 978-1-4503-5970-2. Dostupné z DOI: 10.1145/3290605.3300767.
8. CHEN, Ke and XUE, Fan. The Renaissance of Augmented Reality in Construction: History, Present Status and Future Directions. *Smart and Sustainable Built Environment*. 2022, vol. 11, no. 3, s. 575–592. ISSN 2046-6099. Dostupné z DOI: 10.1108/SASBE-08-2020-0124.

9. MILGRAM, Paul, TAKEMURA, Haruo, UTSUMI, Akira a KISHINO, Fumio. Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. In: DAS, Hari (ed.). *Photonics for Industrial Applications*. Boston, MA, 1995, s. 282–292. Dostupné z DOI: 10.1117/12.197321.

Prílohy