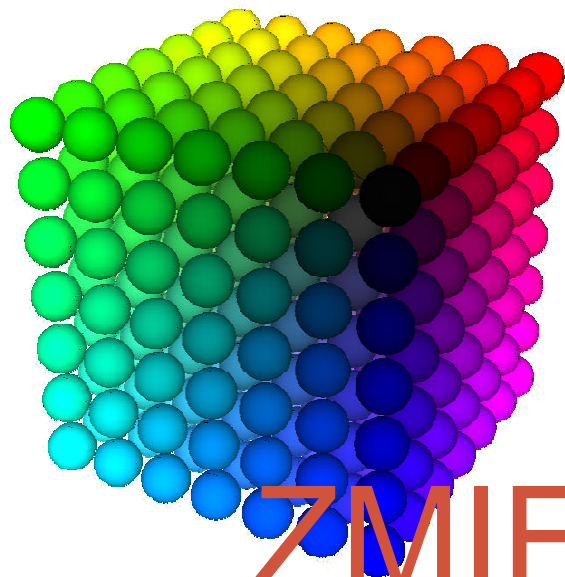
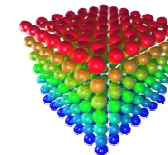


© 2014



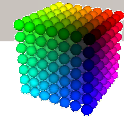
# ZMIEŠANÁ REALITA

---

doc. Ing. Branislav Sobota, PhD.

Katedra počítačov a informatiky

FEI TU Košice



# Zmiešaná realita (MR) (Azuma)

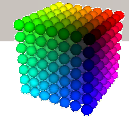
*Zmiešaná realita (mixed reality, MR) je oblasť počítačového výskumu zaoberajúca sa kombináciou reálneho sveta a počítačom generovaných dát (virtuálnej reality), kde počítačom generované syntetické objekty sú vmiešavané do reálneho prostredia a naopak, v reálnom čase*



Google Glass



STAR 1200XL (Vuzix)



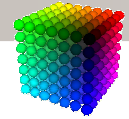
# Základné charakteristiky MR

- kombinuje reálne a virtuálne
- je interaktívna
- prebieha v reálnom čase
- je registrovaná v troch dimenziách



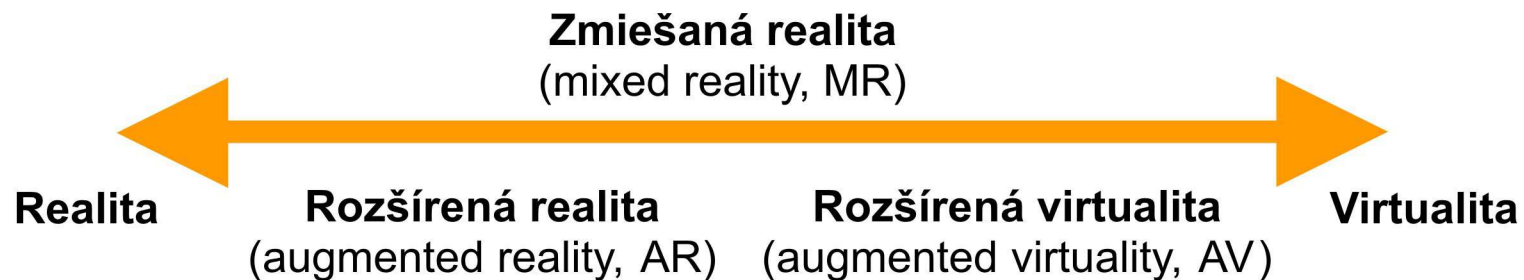
Ronald T. Azuma

System zmiešanej reality je považovaný  
za definitívne imersívny systém



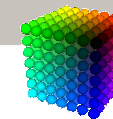
# Zmiešaná realita

- Rozšírená (obohatená) realita (augmented reality, AR) – vkladanie syntetizovaných objektov do reálneho sveta
- Rozšírená virtualita (augmented virtuality, AV) – vkladanie reálnych objektov do syntetizovaného sveta

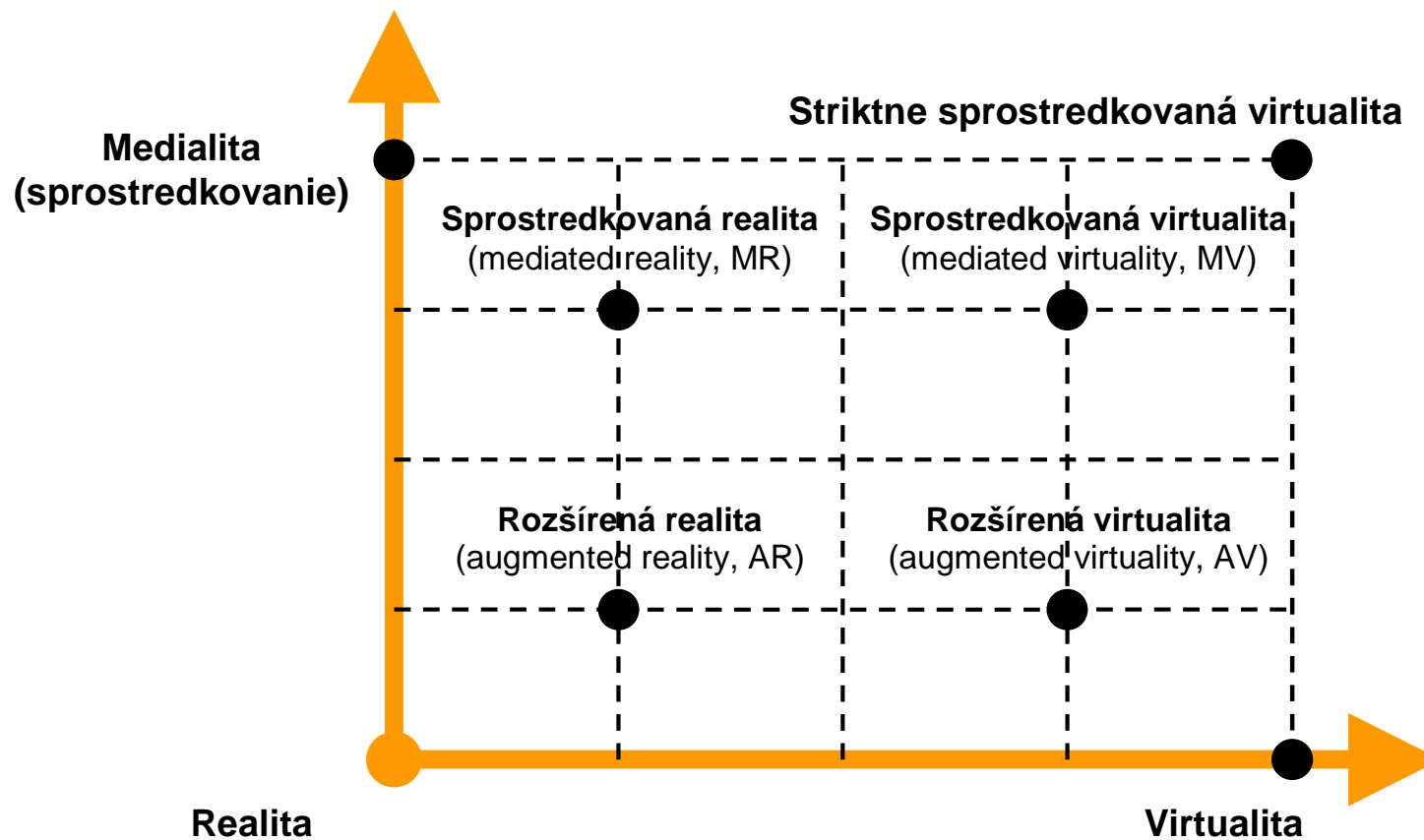


Milgramov prechod (Milgramovo continuum) medzi reálnym a virtuálnym prostredím

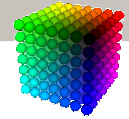




# Zmiešaná realita



Mannova klasifikácia systémov zmiešanej reality



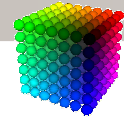
# Medialita

## Medialita vo forme **sprostredkovania**

Sprostredkovanie z hľadiska tejto technológie je rozšírený pojem zahrňujúci aj isté prvky prenosu zviditeľnenia (vizualizácie) do iného formátu t.j. transformáciu objektov do „mediálnej“ podoby.

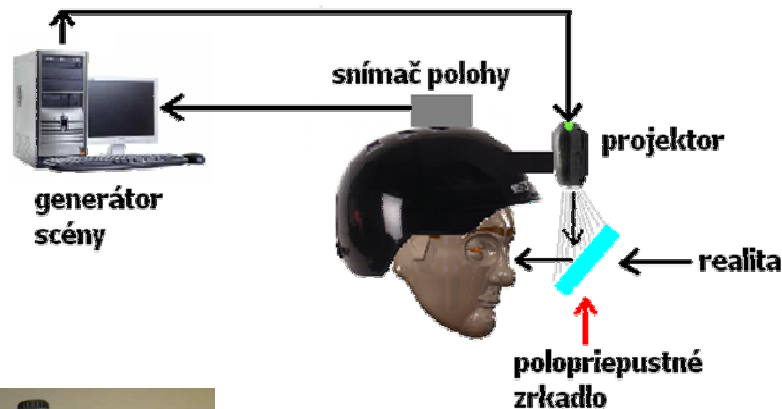
*Mediácia* - proces prevádzania (transformácie) údajov v rámci vytvárania resp. presunu objektov zahrňujúci aj množinu transformácií umožňujúcich transport údajov na zviditeľnenie (vizualizáciu)

Medialita je potom chápaná ako *interaktívne rozhranie t.j. prostredie styku rozdielnych svetov. Jedná sa teda o mieru možného prepojenia medzi heterogénnymi svetmi, v ktorých sú využívané rozdielne formy sprostredkovania (zviditeľnenia, vizualizácie).*



# Typy MR systémov

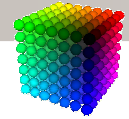
(podľa toho ako pozorovateľ vidí MR)



MR s priamym pohľadom  
(optical see-through)  
(s polopriepustným displejom)



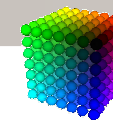
MR s nepriamym pohľadom  
(video see-through)  
(s HMD)



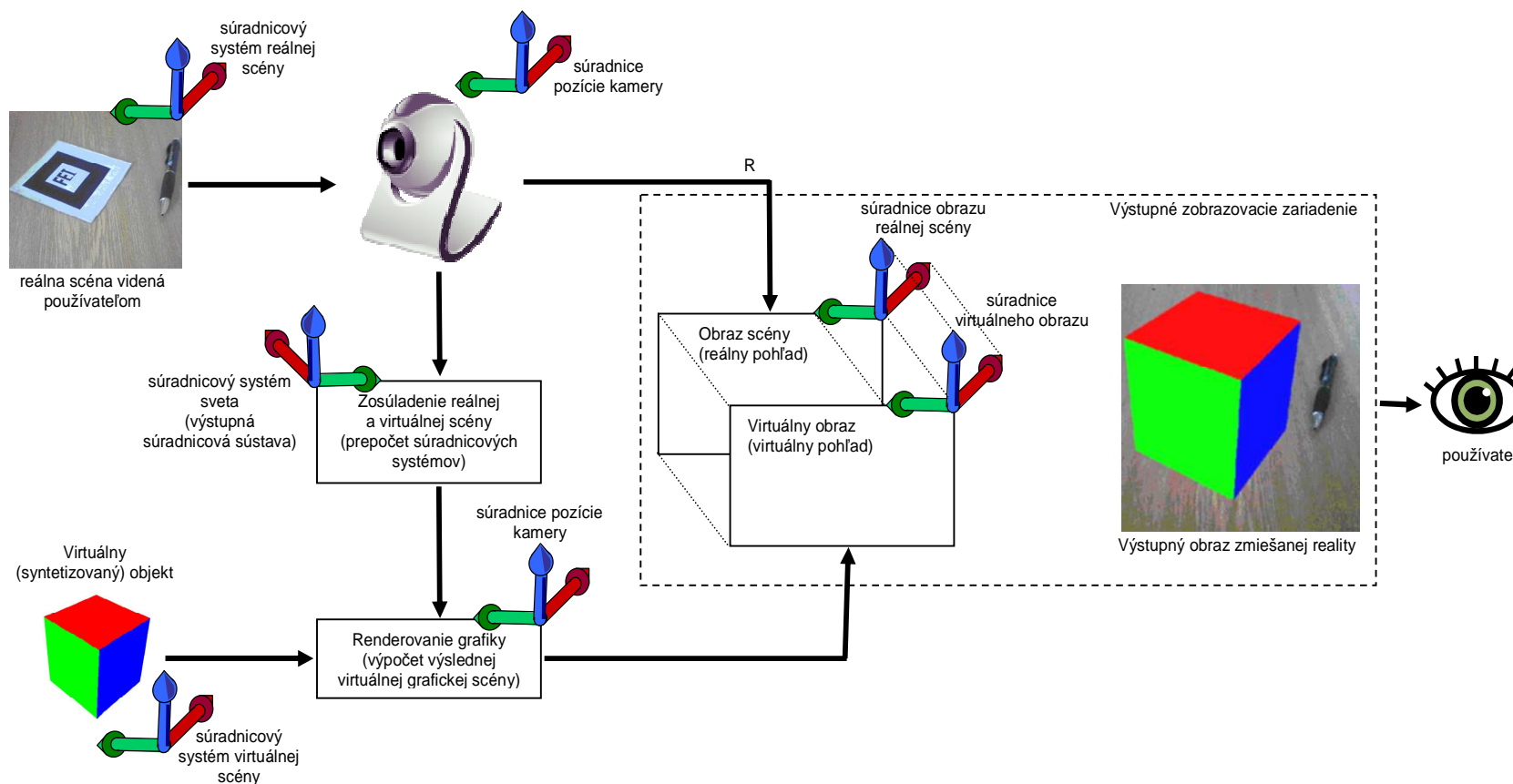
# Typy MR systémov

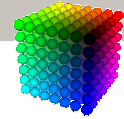
(podľa toho ako dochádza k zlad'ovaniu virtuálnych objektov s reálnym svetom )

- systémy so značkami (**marker systems**) – do reálnej scény sa umiestnia špeciálne značky, ktoré sú počas behu rozpoznané a nahradené virtuálnymi objektmi
- systémy bez značiek (**semi-markless, markerless systems**) - vyhodnocovanie a vkladanie je bez značiek, avšak sú potrebné iné doplnkové informácie napr. rozpoznanie obrazu, tváre príp. GPS



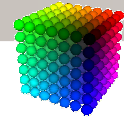
# Previazanie zobrazovaných obrazov v systémoch MR





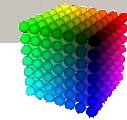
# Oblasti nasadenia MR systémov

- Výskumné a akademické aktivity
- Komerčné systémy
- Počítačové hry, exteriérová MR
- MR v mobilných zariadeniach
- Armádne nasadenie
- Medicína
- Priemyselné riešenia, architektúra
- Výuka a tréning



# MR vo výskumných aktivitách

- MARS (Mobile Augmented Reality System created at GC and UI lad of Columbia University): <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/mars/mars.html>
- ARMAR (Augmented Reality for Maintenance And Repair): <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/armar/index.htm>
- Sixth Sense (Wearable gestural interface developed at MIT media lab): <http://www.pranavmistry.com/projects/sixthsense/index.htm>
- ARToolKit (Software library for building AR applications created by Human Interface Technology laboratory): <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- DART (Designer's Augmented Reality Toolkit created by Augmented Environments Laboratory of Georgia Institute of Technology): <http://www.cc.gatech.edu/dart/>

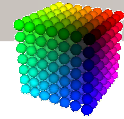


# Komerčné MR systémy

- Mirage - kompletný AR system vyvinutý Arcane Technologies: <http://www.arcane-technologies.com/en/>
- Virtual Box Simulator - aplikácia pre optimalizáciu zásielky pred poslaním: <https://www.prioritymail.com/simulator.asp?id=18015211&ssno=26968>
- Layar - štandardizácia AR zobrazovača: (<http://blog.machinecontrolonline.com/?p=279>)
- InterSense - riadenia strojov a zariadení a tréning obsluhy a servisu: (<http://www.intersense.com>)
- Boeing repair assistant (<http://www.boeing.com>)
- Procter & Gamble - reklamná kampaň na produkty Always ([http://www.always.com/infinity/always\\_infinity.jsp#/experience-the-magic](http://www.always.com/infinity/always_infinity.jsp#/experience-the-magic))
- D'Fusion (software na návrh a prezentáciu pomocou MR (AR): <http://www.t-immersion.com/en,solution-presentation,559.html>)





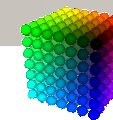


# Exteriérová MR a hry



Komponenty systému ARQuake a pohľad používateľa

<http://wearables.unisa.edu.au/arquake>

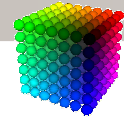


# MR v mobilných zariadeniach



Vzhľad projektu MARA - systém AR pre mobilné telefóny

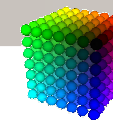
(<http://research.nokia.com/research/projects/mara/index.html>),



# MR v mobilných zariadeniach



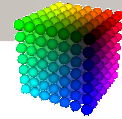
Fanta Virtual Tennis  
(<http://fanta.eu/>)



# MR a medicína



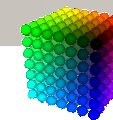




# MR a armáda



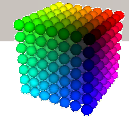
SIMNET,  
MILES2000 (<http://www.tesslcs.com>) (aj ASR)



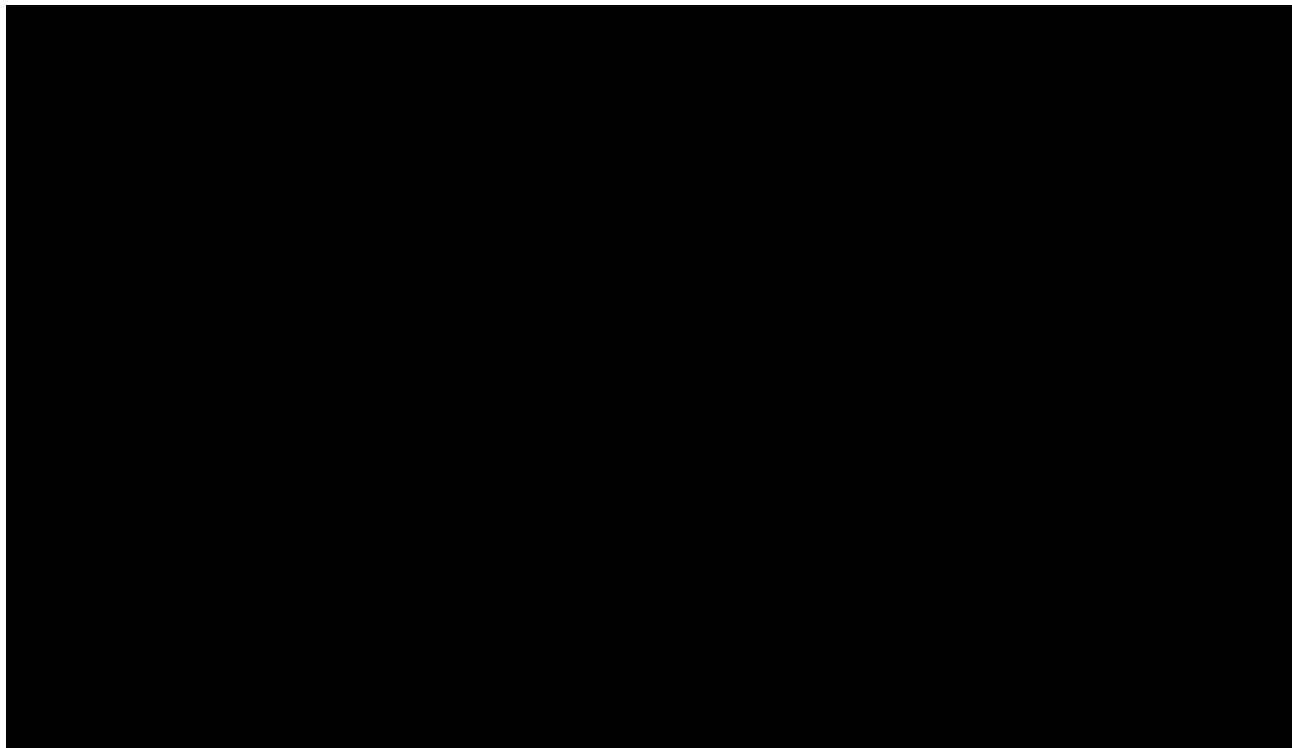
# MR a priemysel a architektúra



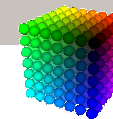
Ukážka servisnej BMW AR technológie



# MR a priemysel a architektúra



Ukážka servisnej BMW AR technológie

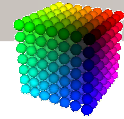


# MR a automobilový priemysel

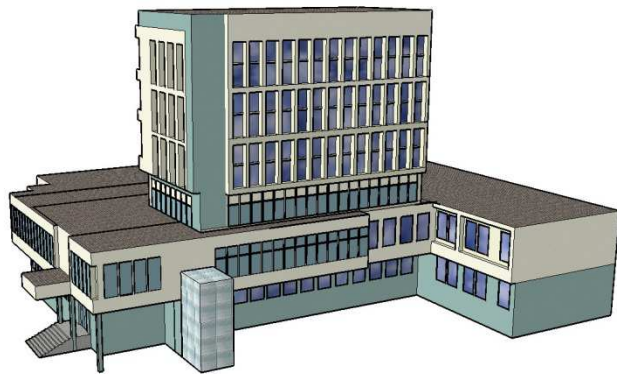


navigačné prvky v spojení so systémom GPS priamo do výhľadu vodiča  
(napr. systém firmy Alvis Technologies Inc.,  
<http://www.alvis.com.tw/products.php?pkid=2>)

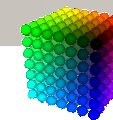




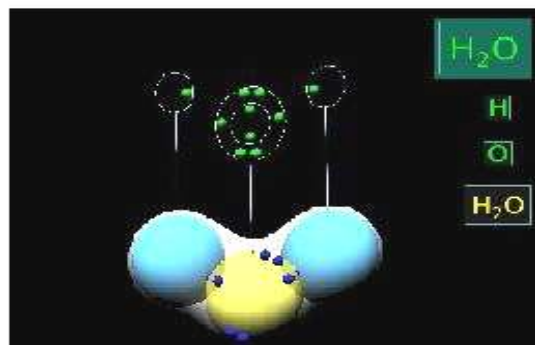
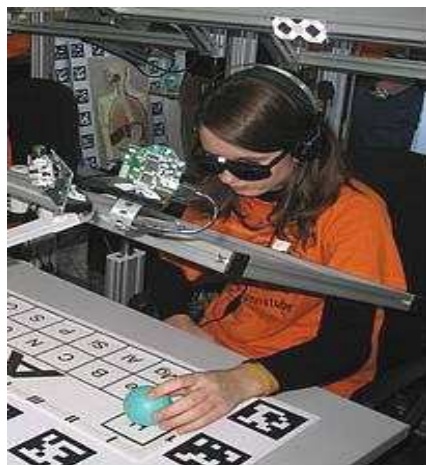
# MR a priemysel a architektúra



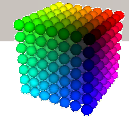
Model budovy a jej „zobrazenie“ v reálnom prostredí



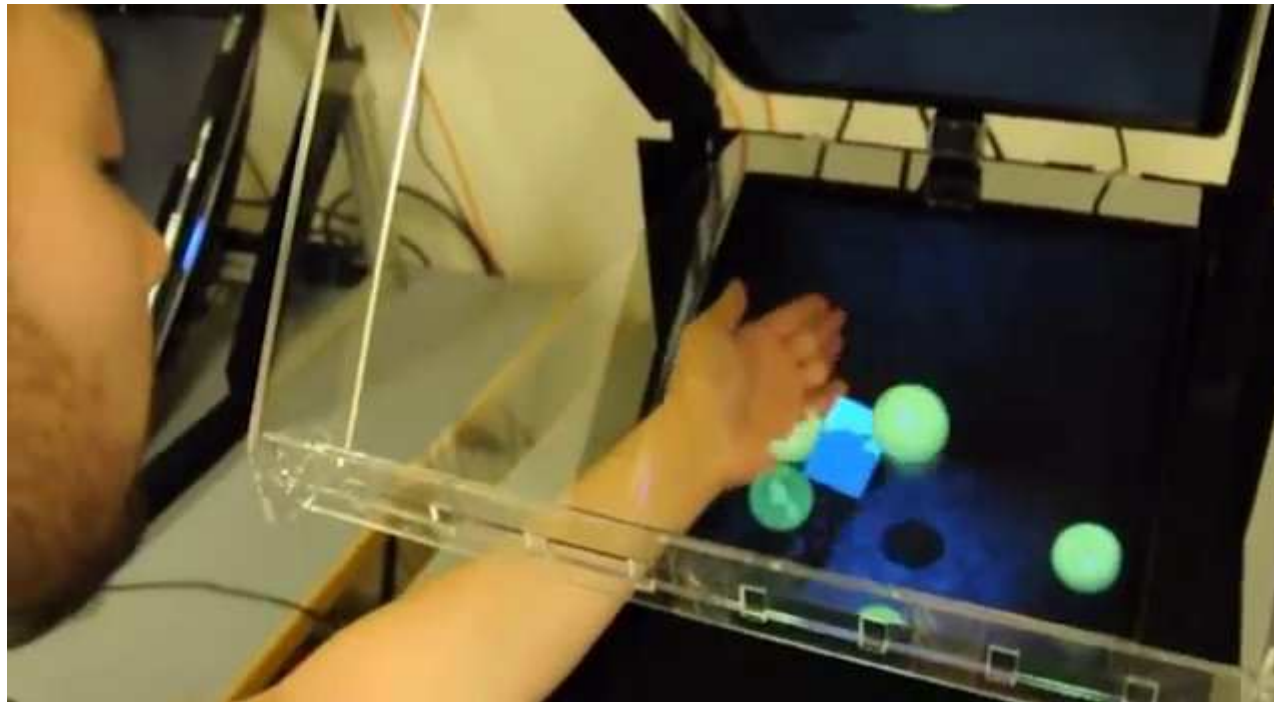
# MR a výuka a tréning



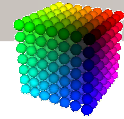
Zariadenie Spinnstube – skutočnosť (hore) a študentov vnem (dole)



# HOLODESK (AR, Microsoft)



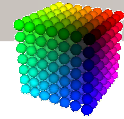
[http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=JHL5tJ9ja\\_w#!](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=JHL5tJ9ja_w#!)



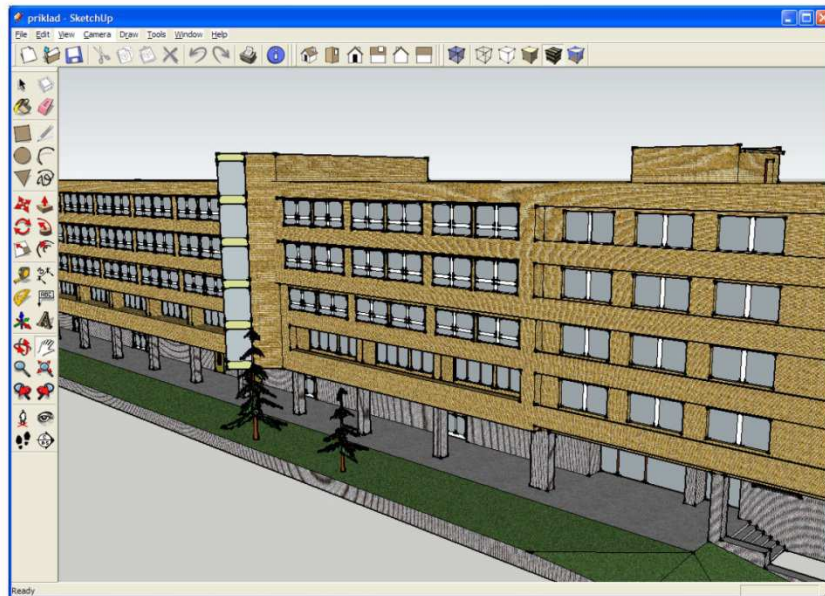
# Niektoré MR (AR) systémy

- **D'Fusion Studio** (<http://www.t-immersion.com/>)
- **Metaio** (<http://www.metaio.com>)
- **ARTag** (<http://www.artag.net/>)
- **BuildAR** ([http://www.hitlabnz.org/wiki/Introduction\\_to\\_BuildAR](http://www.hitlabnz.org/wiki/Introduction_to_BuildAR))
- **AR-media Plugin pre Google SketchUp**  
([http://www.inglobetechnologies.com/en/products/arplugin\\_su/info.php](http://www.inglobetechnologies.com/en/products/arplugin_su/info.php))
- **ARToolkit** (<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>)

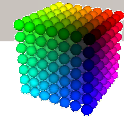




# AR-media



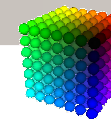
Ukážka funkcie pluginu AR-media pre Google SketchUp



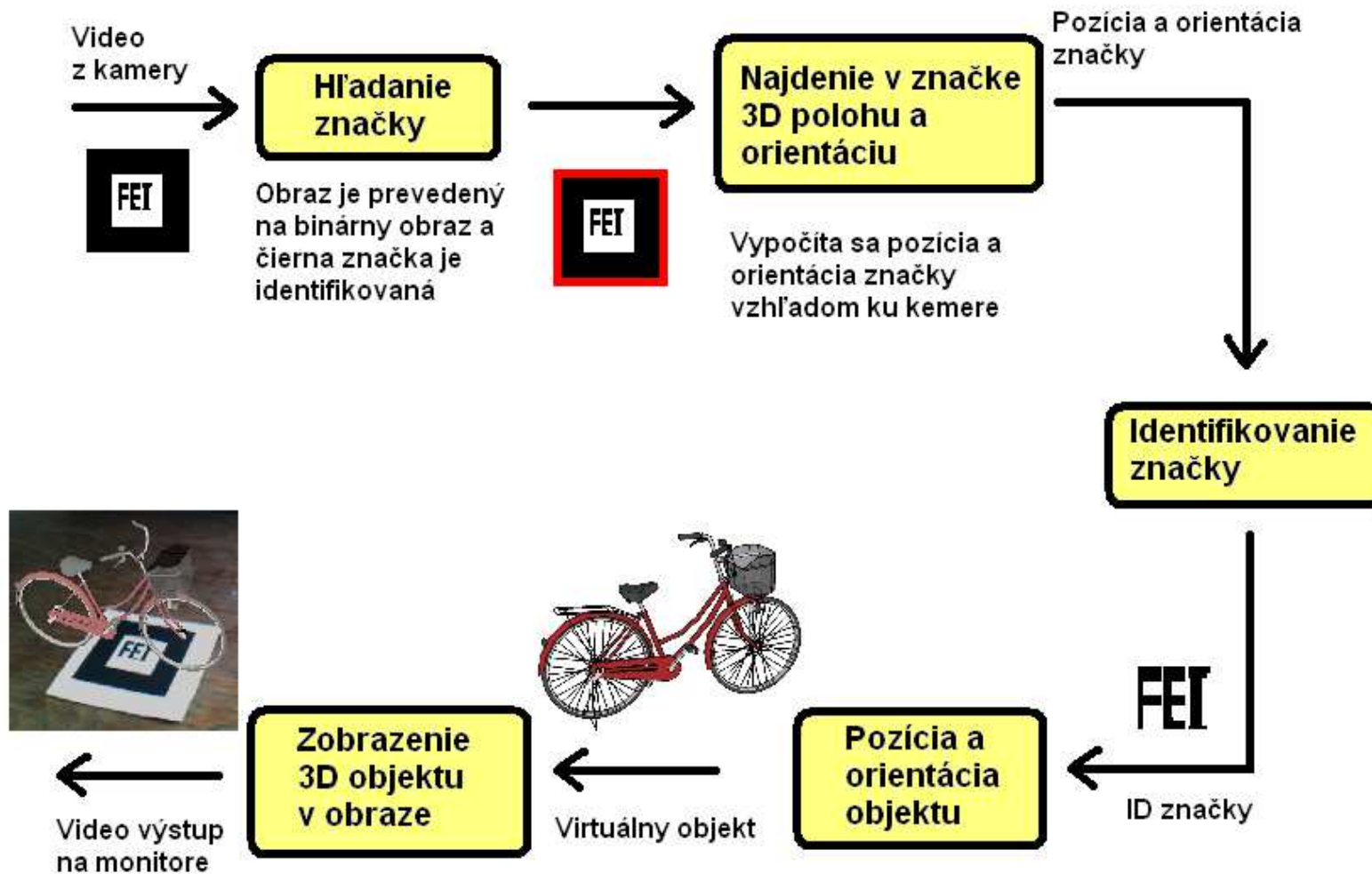
# ARToolkit

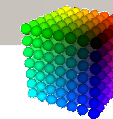
softvérová knižnica na vytváranie zmiešanej reality. Rieši kľúčový problém pri vývoji aplikácií zmiešanej reality, ktorým je určenie pozície zorného poľa užívateľa.

- jednoduché prostredie pre vytvorenie AR aplikácií, OpenSource s GPL licenciou pre nie komerčné využitie
- multiplatformové knižnice (Windows, Linux, MAC OS, SGI)
- prekrýva 3D virtuálny objekt na reálnej značke
- podpora rôznych vstupov (USB, Firewire, karty) a formátov (RGB/YUV420P, YUV)
- podpora sledovania viacerých kamier
- GUI inicializujúce rozhranie
- rýchle a nenáročné sledovanie značiek (planárna detekcia v reálnom čase)
- jednoduchá grafická knižnica (založená na GLUT) a vykresľovanie založené na OpenGL
- podpora 3D VRML
- jednoduché a modulovateľné API (v jazyku C) a podpora iných jazykov (JAVA, Matlab)
- kompletná sada príkladov a utilít

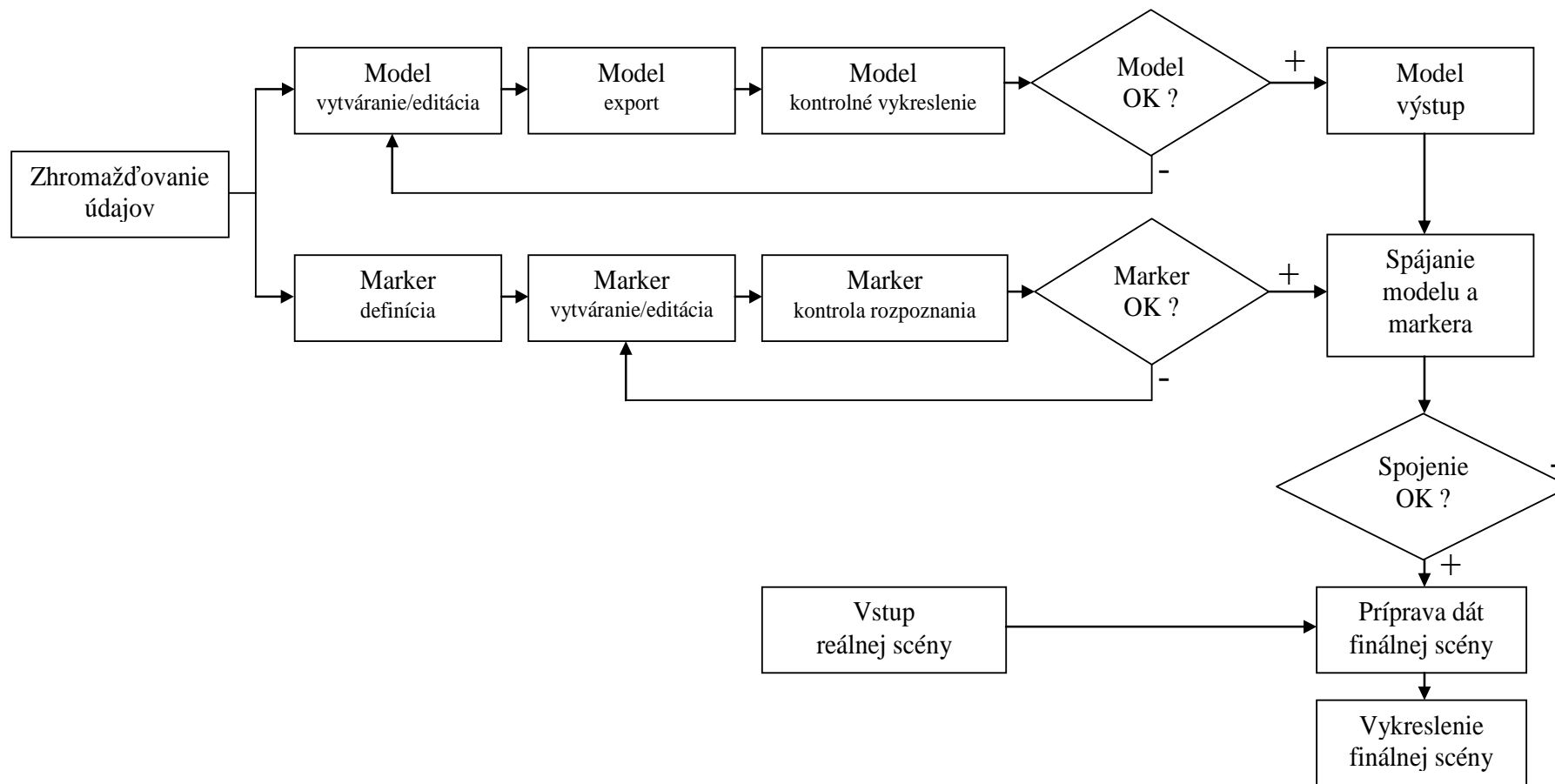


# Proces práce s ARToolkit

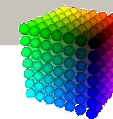




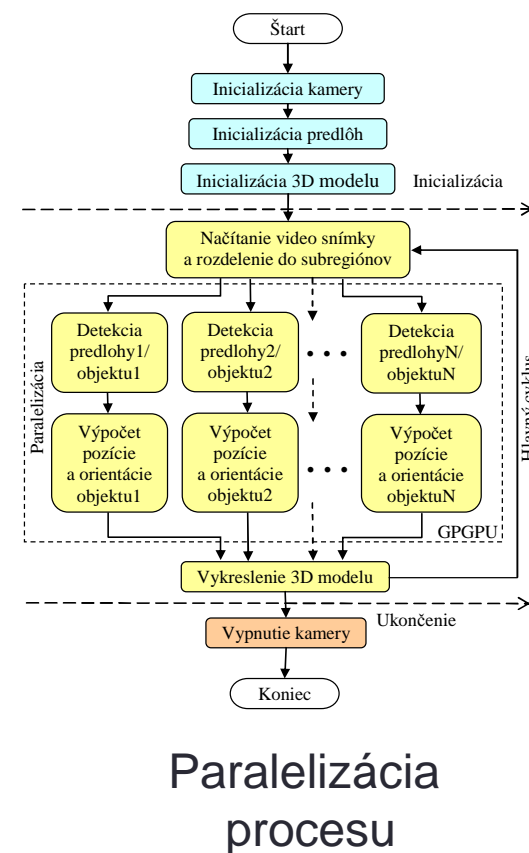
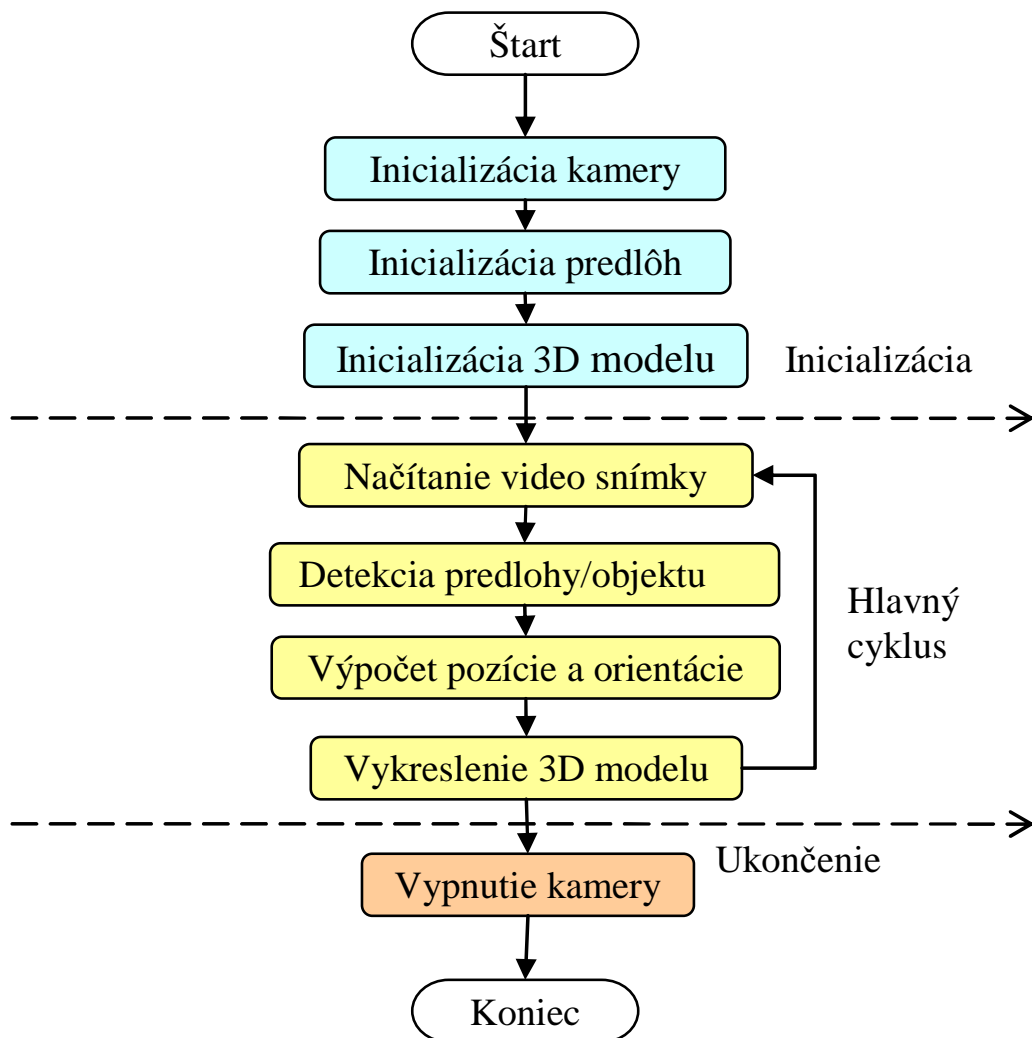
# Proces vytvárania MR scény



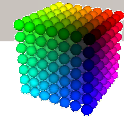




# Štandardný proces práce AR aplikácie bez exaktných značiek

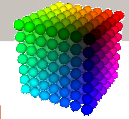


Paralelizácia  
procesu



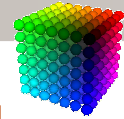
# Štandardný proces práce AR aplikácie bez exaktných značiek

1. kamera neustále sníma reálnu scénu a posiela video do výpočtového systému na spracovanie
2. Programové vybavenie spracúva snímku po snímke a pomocou zvolenej metódy na detekciu hľadá v snímke danú(é) predlohu(y)/objekt(y).
3. po rozpoznaní objektu (predlohy) sa vypočíta jeho pozícia a orientácia
4. ak je známa pozícia a orientácia, umiestni sa virtuálny model na danú pozíciu
5. používateľ vidí na displeji reálnu scénu snímanú kamerou rozšírenú o virtuálny 3D model.



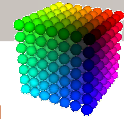
# Metódy detekcie používané v systémoch MR (AR)

- *SIFT - Scale Invariant Feature Transform*
- *SURF - Speeded-Up Robust Features*



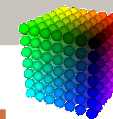
# Metódy detekcie používané v systémoch MR (AR) - SIFT

1. *Vyhľadanie lokálnych extrémov v rozpoznávanom priestore* – V prvej fáze sa zostrojí scale-space (SS) t.j. mierkovo nezávislá reprezentácia obrázku pri Gaussovom rozmazaní. V ňom sa vyhľadajú všetky lokálne extrémny. Pre efektívny výpočet SS sa používa rozdiel Gaussových funkcií – Difference-of-Gaussians (DoG)
2. *Presnejšie určenie významných bodov* – V tomto kroku sa získané body z prvej fázy podrobnejšie skúmajú. Tie, ktoré majú nedostatočnú stabilitu sú vylúčené a u zvyšných, ktoré sú stabilné sa spresní poloha v priestore.
3. *Priradenie orientácií* – V tejto časti je významným bodom priradená dominantná orientácia na základe orientácie gradientu v okolí bodu. Priradením orientácie docielime nezávislosť bodov od rotácie.
4. *Vytvorenie deskriptorov pre významné body* – Pre každý významný bod je vypočítaný deskriptor na základe gradientu v okolí bodu. Pomocou deskriptorov je možné hľadať zhody v porovnávaných obrazoch.



# Metódy detekcie používané v systémoch MR (AR) - SURF

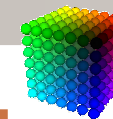
*SURF* je metóda, ktorá dokáže popísať obrázky pomocou deskriptorov. Metóda SURF je novšou obdobou metódy SIFT. Popis pomocou deskriptorov vygenerovaných touto metódou je invariantný voči rotácii a vzdialenosti kamery od popisovaného objektu. Algoritmus SURF sa využíva v mnohých aplikáciách počítačového videnia, ako napr. pri rekonštrukcii 2D a 3D scén, klasifikáciu obrázkov a hlavne pre rýchly popis obsahu obrázku.



# Metódy detekcie používané v systémoch MR (AR) - SURF

Algoritmus je možno rozdeliť na niekoľko funkčných častí:

1. Prvý funkčný blok algoritmu je tzv. „integrálny obraz“. Integrálny obraz v každom svojom obrazovom bode obsahuje hodnotu súčtu hodnôt obrazových bodov (pixelov) od počiatku obrazu až do daného bodu.
2. Ak je k dispozícii integrálny obraz, potom na výpočet ľubovoľnej veľkej sumy hodnoty pôvodného obrazu potrebujeme iba 4 okolité významové body (napr. na výpočet hodnoty sumy hodnôt pixelov vo vnútri celého definovaného obdĺžnika nám stačí poznať hodnoty rohových pixelov odpovedajúceho integrálneho obrazu).
3. Ďalej metóda SURF používa determinant Hessianovej matice. Hessianová matica je štvorcovou maticou druhých parciálnych derivácií spojitej funkcie
4. V ďalšom kroku nastáva budovanie mierkovo nezávislej reprezentácie obrázu
5. Algoritmus končí priradením orientácie a vytvorením deskriptorov



# Metódy detekcie používané v systémoch MR (AR) - SURF

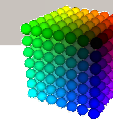


**Značka**

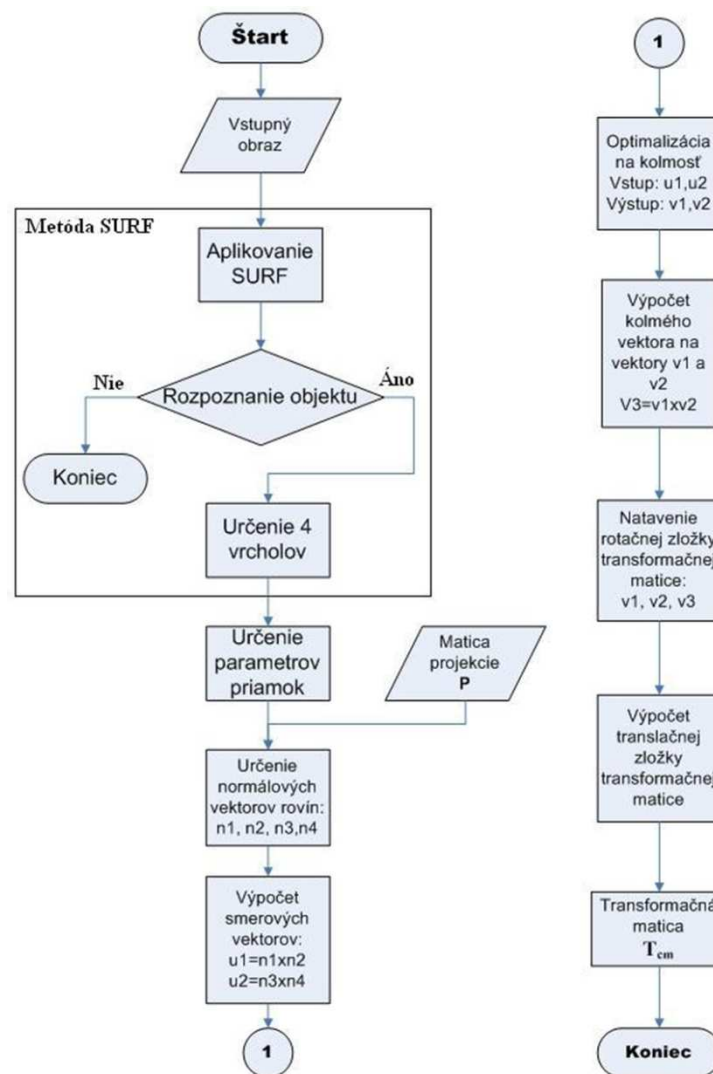


**Snímka**

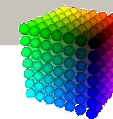
Významné body spoločné pre značku a aktuálnu snímku



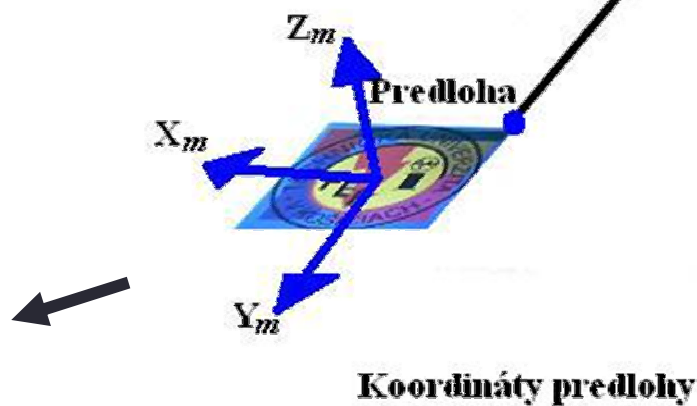
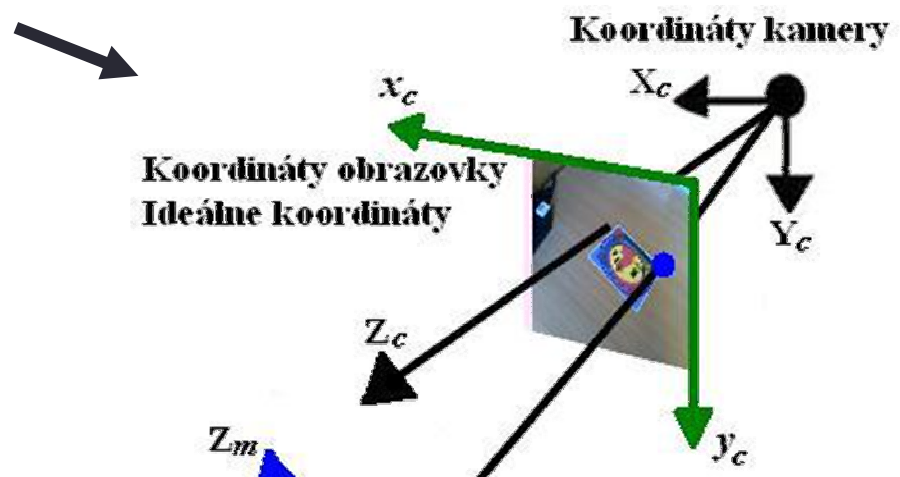
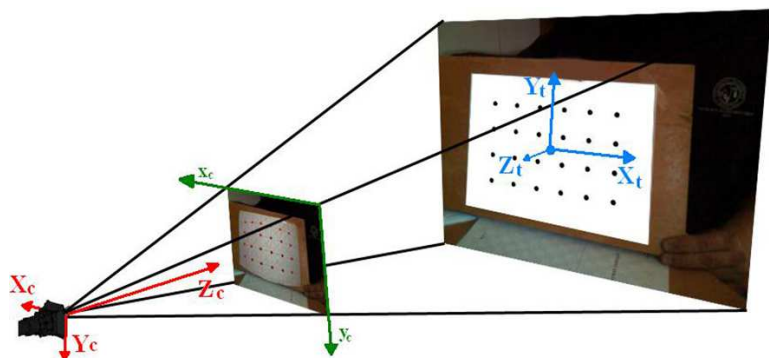
# Výpočet pozície, orientácie, projekcie

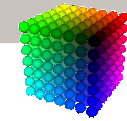






# Výpočet pozície, orientácie, projekcie





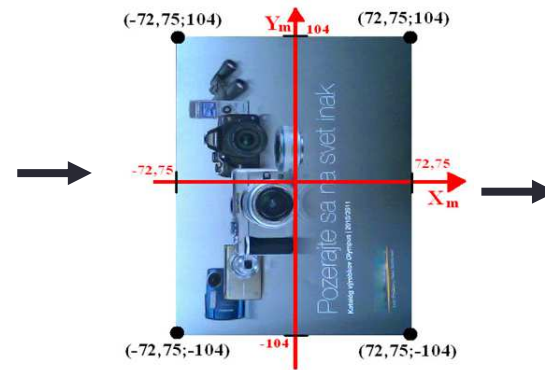
# Ukážka celkového procesu MR bez exaktných značiek



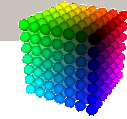
Značka



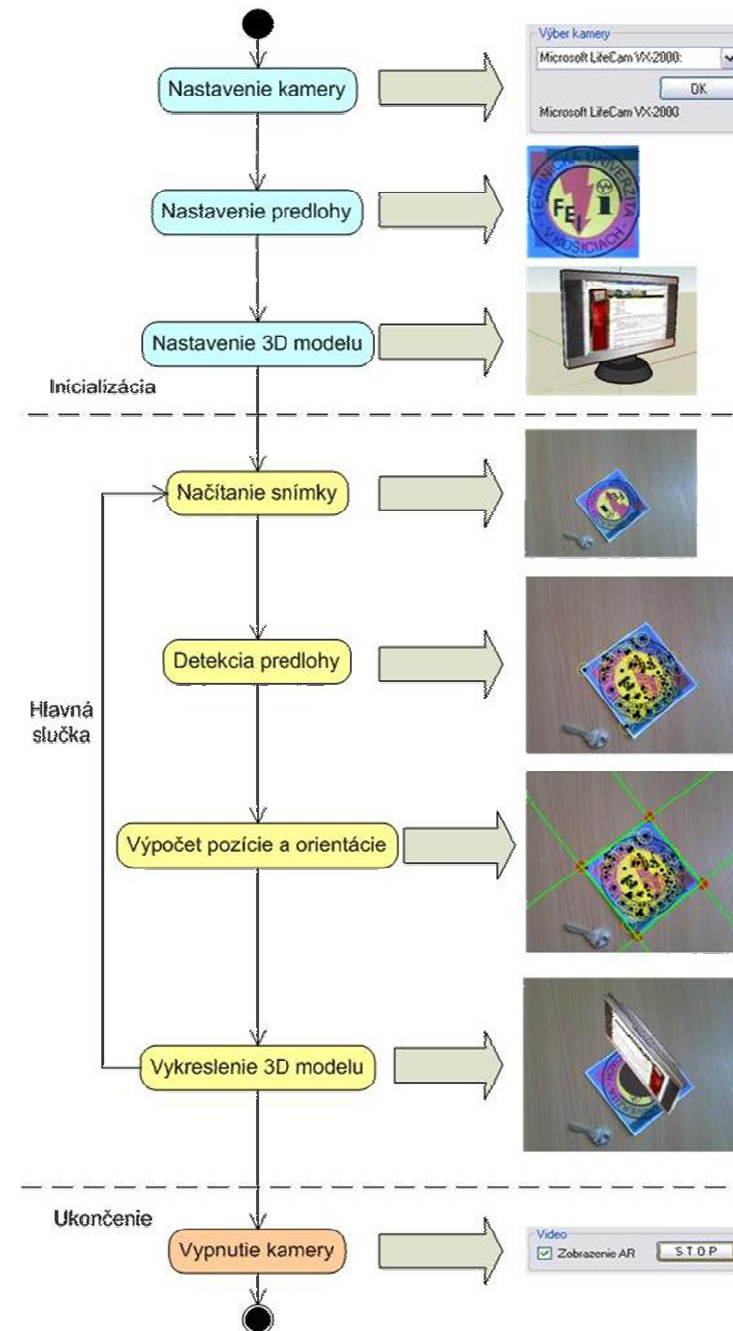
Snímka

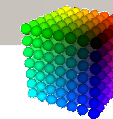


Zobrazenie MR pre HMD (datovú prilbu)

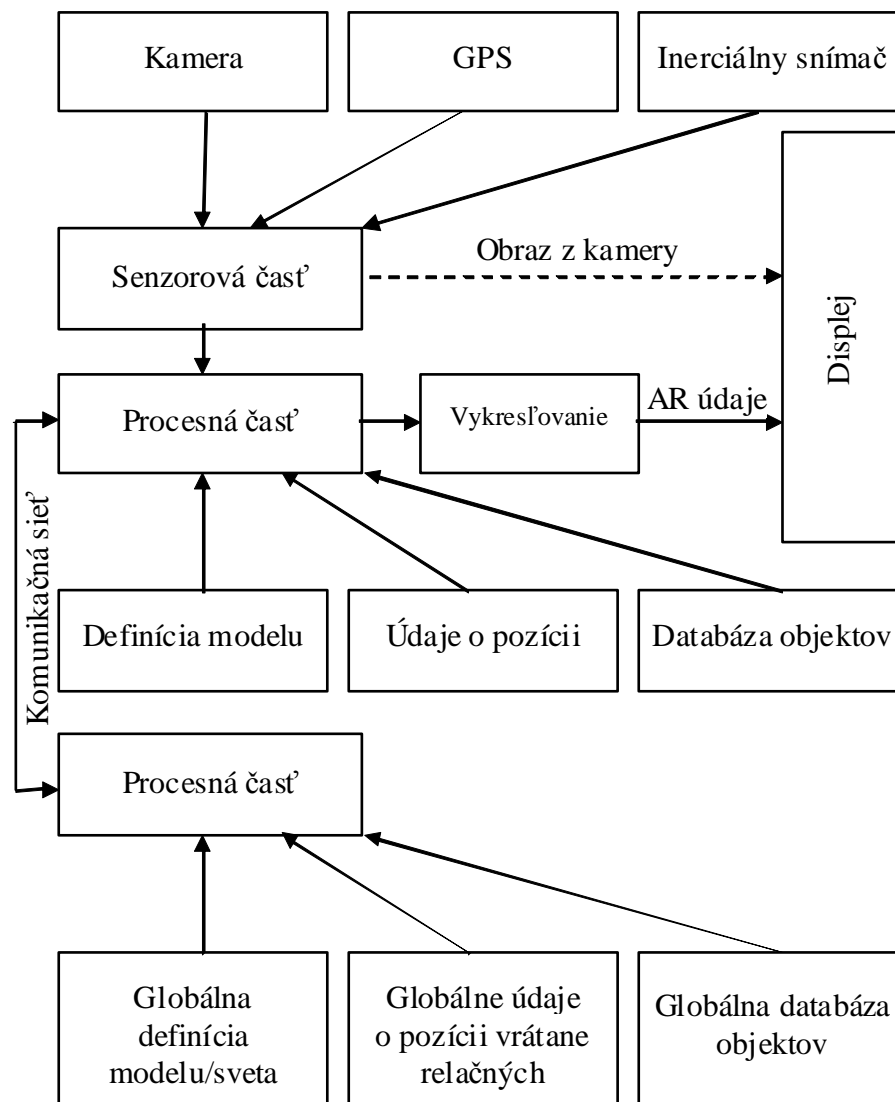


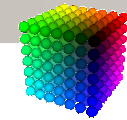
# Celkový diagram procesu MR bez exaktných značiek





# Schéma vysokoúrovňového systému MR

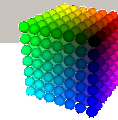




# Využitie MR

- Možnosť pozrieť si výslednú realizáciu ešte pred samotnou realizáciou za pomoci MR projekcie, možnosť „prechádzať sa“ v prípadných existujúcich priestoroch.
- Ľahké odhalenie chýb pri projekcii - chybného umiestnenia prípadne chýbajúceho konštrukčného prvku
- Pre investora ľahké posúdenie a úprava pôvodného návrhu o optimálnom usporiadaní technológie ešte pred začiatkom samotnej realizácie. K projektu sa môžu pri takomto type vizualizácie vyjadrovať aj netechnici resp. môžu byť potlačené jazykové bariéry
- Pohľady na projekt, ktoré v reáli nie sú možné
- V kombinácii s GPS a prípadnými mobilnými zariadeniami orientácia vo výrobnom podniku alebo ako prvok rozhrania informačného systému podniku, kde môžu byť zobrazované doplnkové informácie o objektoch (napr. evidenčné číslo, dostupnosť na sklade či zodpovednú osobu).
- Možnosť pripraviť si a natréňovať postup dopravy a montáže s ohľadom na rozmer zariadenia a dostupného priestoru
- Tréning obsluhy technológie bez potreby pobytu priamo v prevádzke
- Tréning požiarnej ochrany, zväračský simulátor, tréning na vysoko zdvižnom vozíku, tréning bezpečnostných jednotiek
- Možnosť prípravy efektných prezentácií a podkladov pre budúcu reklamnú resp. investičnú kampaň

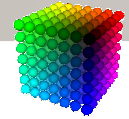




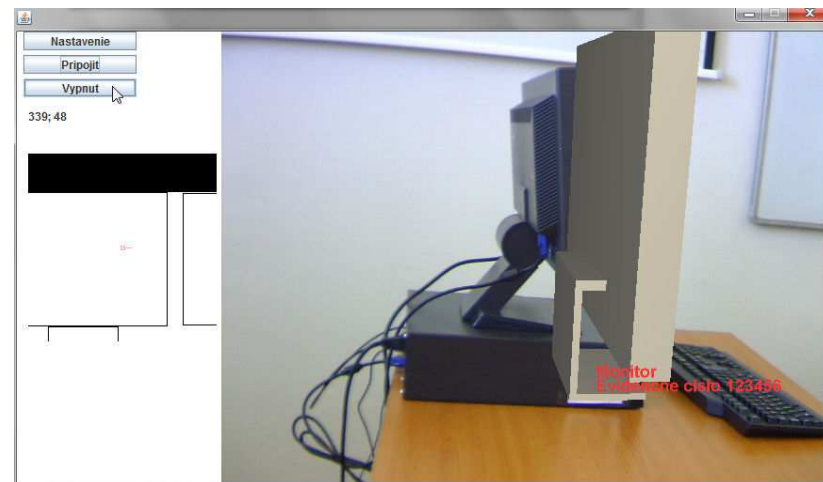
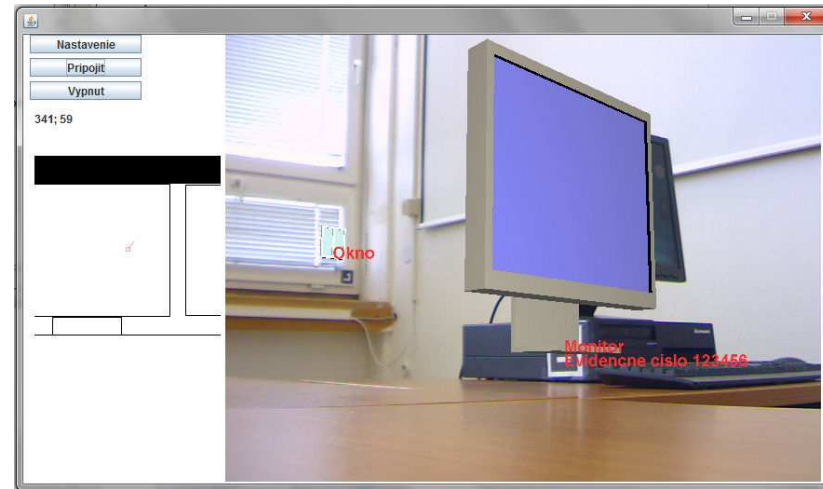
# Príklad použitia MR (AR, KPI FEI TU Košice)

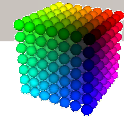




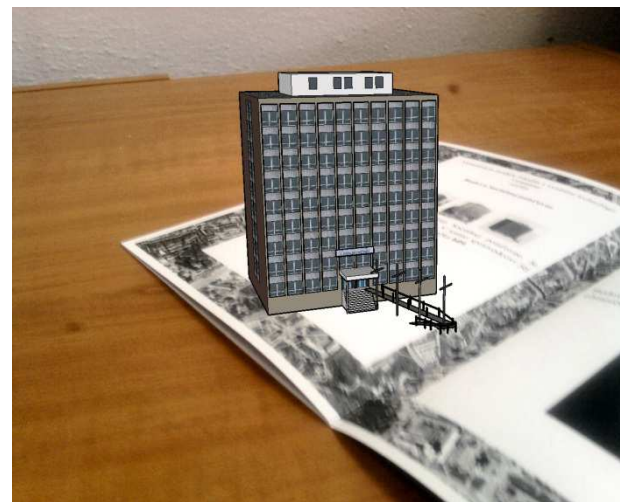
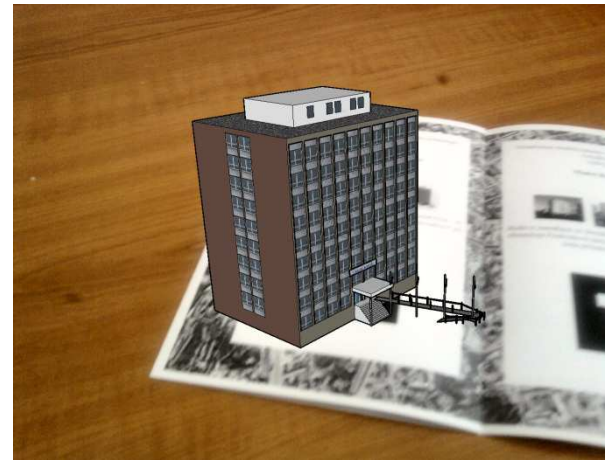


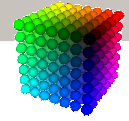
# Príklad použitia MR (AR, KPI FEI TU Košice)





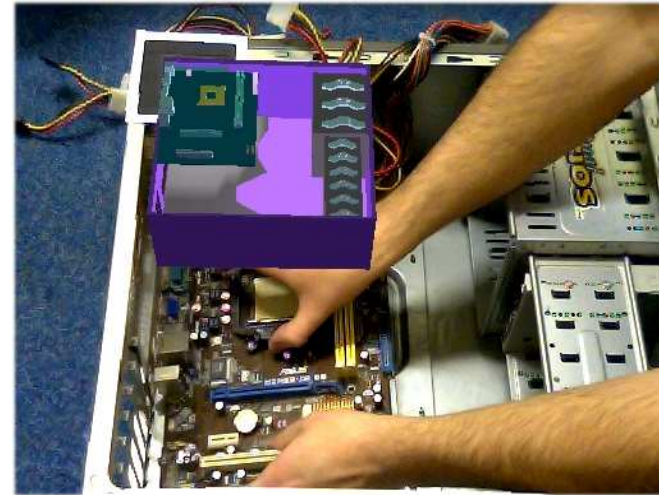
# Príklad použitia MR (AR, KPI FEI TU Košice)



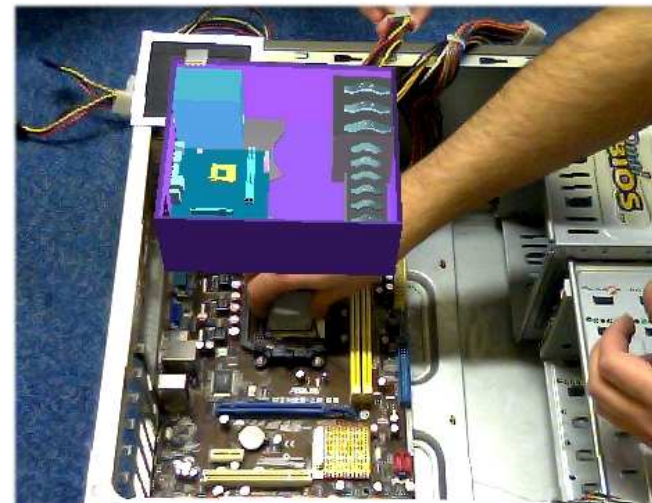
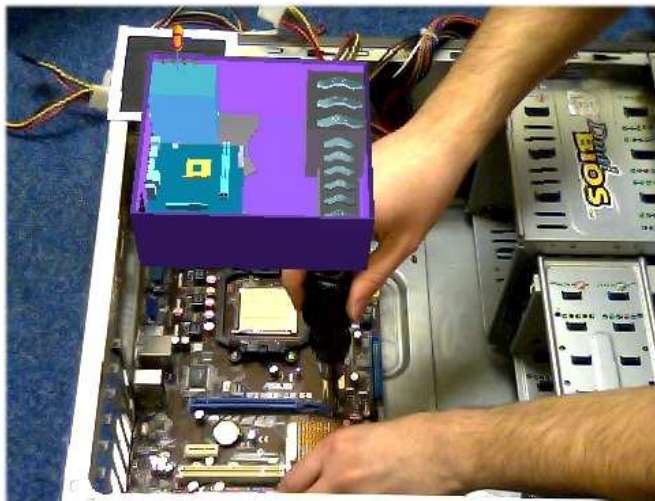


# Príklad použitia MR (AR, KPI FEI TU Košice)

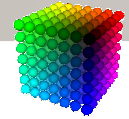
Skladanie PC



1 2  
3 4





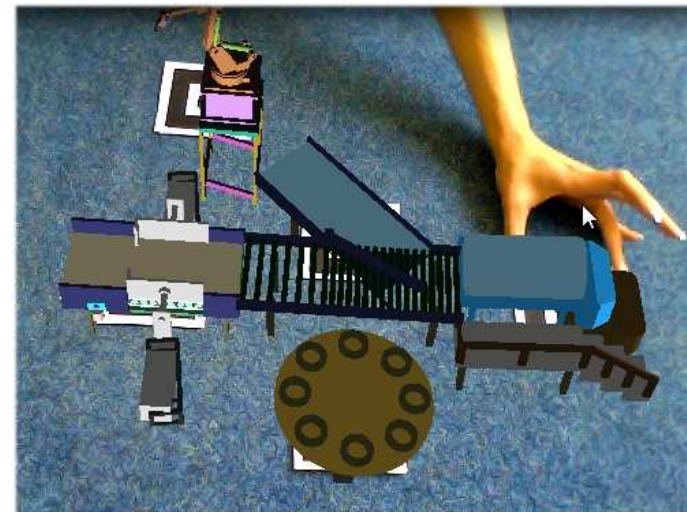
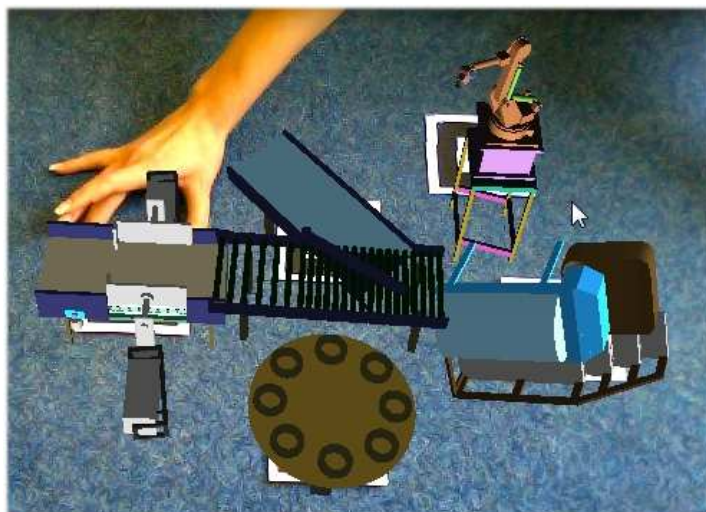


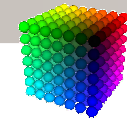
# Príklad použitia MR (AR, KPI FEI TU Košice)

Skladanie výrobnjej linky



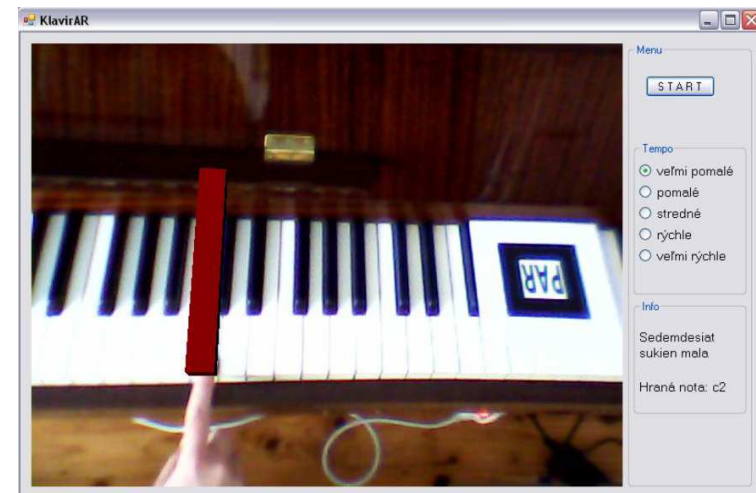
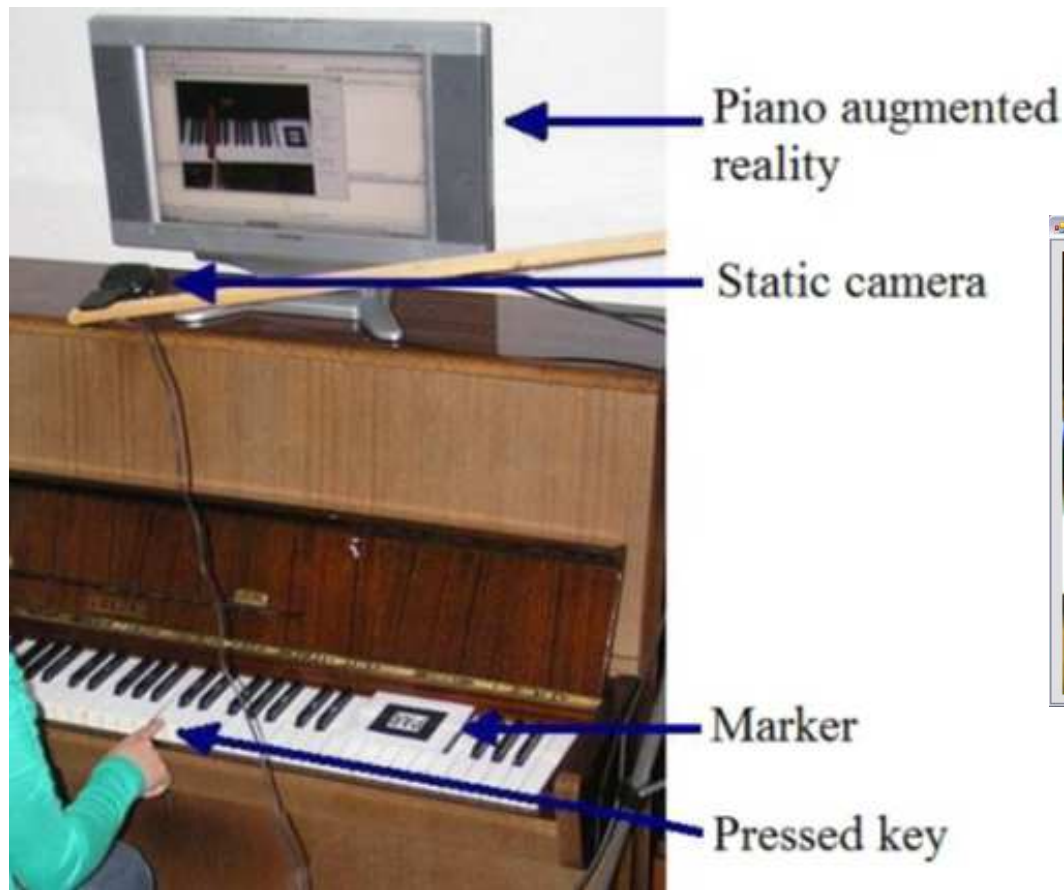
1 2  
3 4



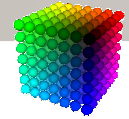


# Príklad použitia MR (AR, KPI FEI TU Košice)

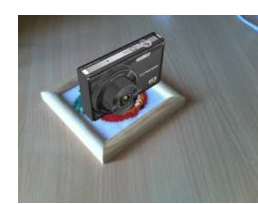
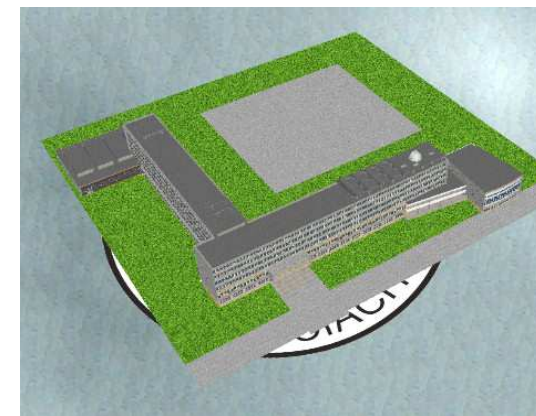
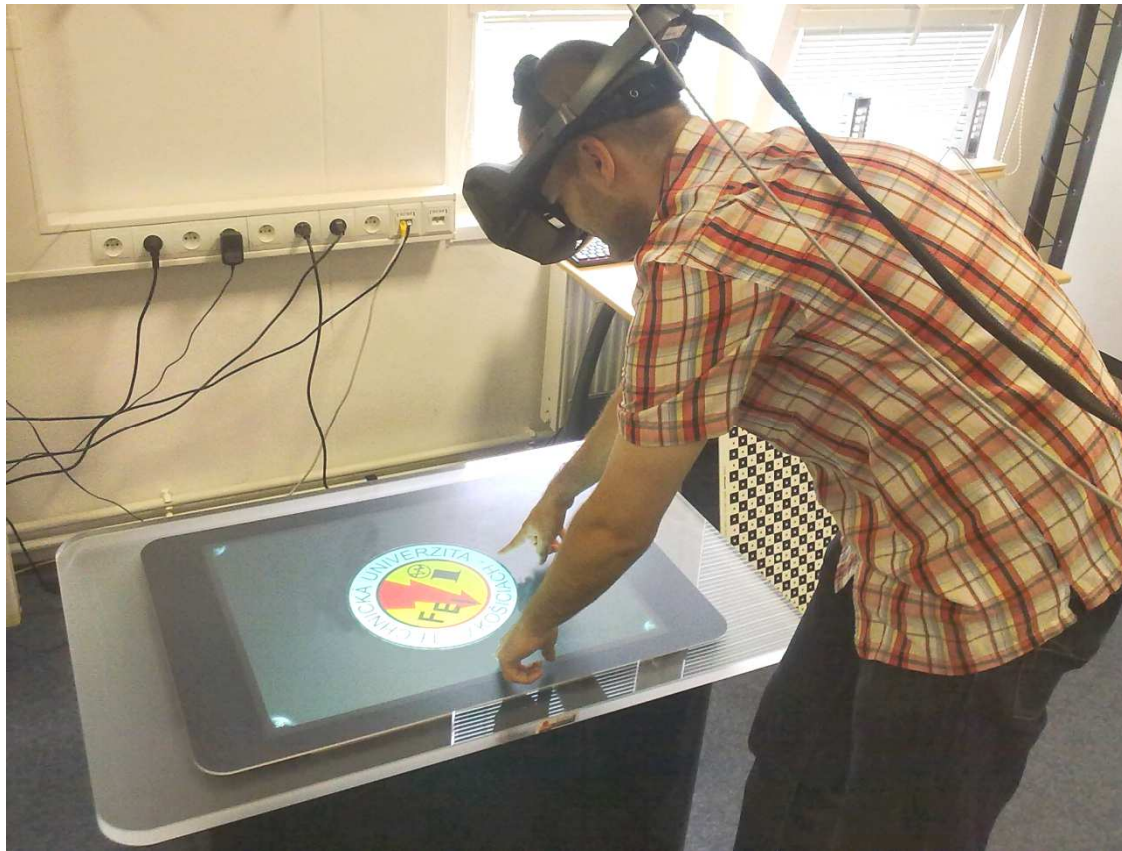
Virtuálny klavírny trénač



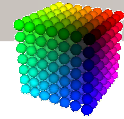




# Experimentálne pracovisko MR (AR, KPI FEI)







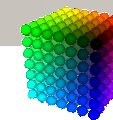
# Experimentálne pracovisko MR (AR, KPI FEI)



reálny stav

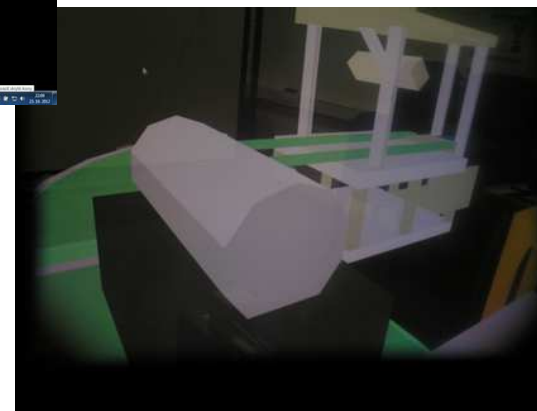
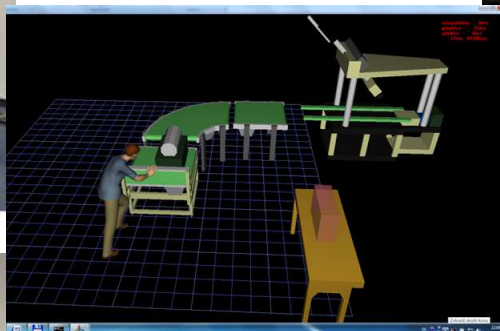


vnem (pohľad) pozorovateľa



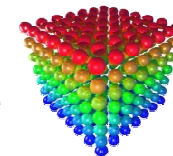
# Experimentálne pracovisko MR (AR, KPI FEI)

Virtuálne pracovisko v modelovacom prostredí Tecnomatix JACK 7.1 (SIEMENS, vizual KPI FEI TU Košice)

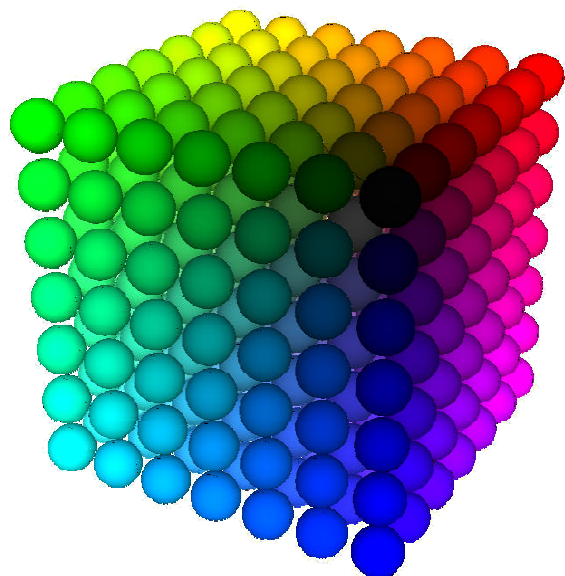


Znázornenie tréningového procesu pomocou dátovej prilby a snímača v parciálnej úlohe uchopenie telesa (hore) a pri posúvaní vozíka s motorom (dolu)

vnem (pohľad) pozorovateľa



© 2014 KPI FEI TU Košice



# OTÁZKY ?

---