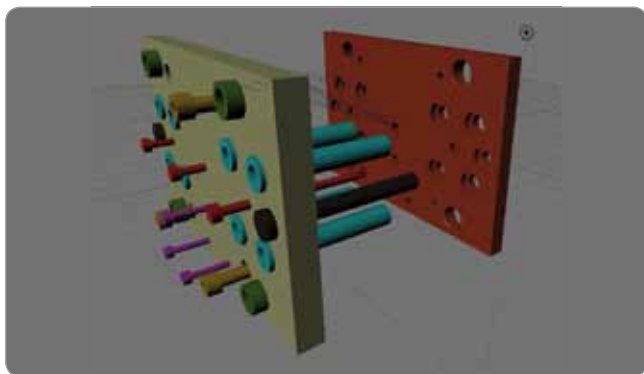


# Využívanie nástrojov Open Source pri aplikácii rozšírenej reality v technológii montáže (2)

V prvej časti článku boli uvedené informácie o súčasnom stave riešení v tejto problematike a bližšie sa rozoberala problematika zisťovania polohy a orientácie, ako aj súčasné riešenia celkového pohybu virtuálnych objektov s využitím komerčných zariadení pracujúcich na princípe markerov. Opísané boli aj inovácie riešenia vo forme využitia nástrojov Open Source na zisťovanie orientácie a polohy v reálnom pracovnom prostredí. V druhej časti článku je na konkrétnom príklade vysvetlená postupnosť vytvárania novej aplikácie rozšírenej reality na podporu realizácie montážnych celkov; uvedú sa aj možnosti ďalšieho rozvoja a rozšírenia aplikačných možností vyvinutého systému.

## Aplikácia AR

Sumarizácia čiastkových riešení jednotlivých otázok z predchádzajúcich kapitol článku, uvedených v ATP Journali č. 1/2012, predstavuje základ celkovej aplikácie na podporu tvorby montážnych zostáv pomocou nástrojov AR. Celková funkčnosť a pracovné princípy aplikácie sú demonštrované na procese zloženia konkrétnej zostavy – základných častí formy na lisovanie plastov.

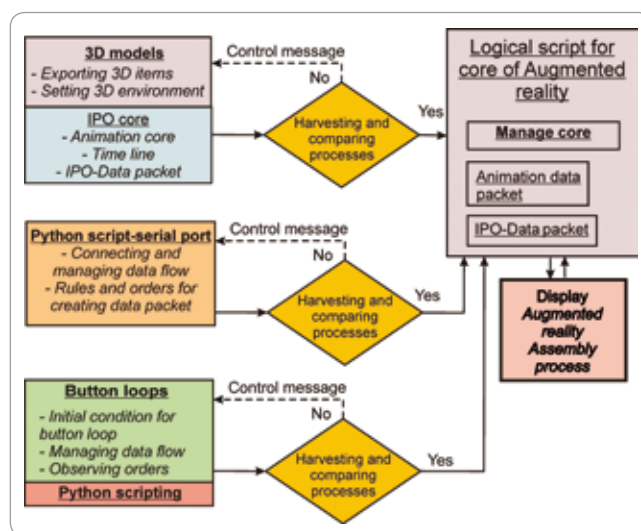


Obr. 9 Modely všetkých objektov zostavy importované do virtuálneho prostredia Blender

## Základná štruktúra programu

Prvým predpokladom tvorby a využívania aplikácie AR je disponovanie 3D modelmi jednotlivých partov zostavy. Spôsob ich tvorby nie je determinujúci, nakoľko unikátnosťou Blendera (obr. 9) je schopnosť pracovať so všetkými typmi 3D dát, či už boli vytvorené priamo v jeho pracovnom prostredí, alebo sú importované z CAD systémov, získavané skenovaním a pod.

Následne sa v súlade s algoritmom opísaným v kapitole 2.2 priradí každej položke virtuálneho vytváraného prostredia IPO charakteristika, čím sa definujú jej začiatkové a finálne parametre aj správanie v rámci priebehu časovej osi. Niektoré položky zostavy môžu byť prepojené väzbami, čo napríklad v prípade použitia vzťahu parent – child uľahčuje manažment animácie pohybu už vytvoreného celku. Tieto dáta sú pomocou programového skriptu uložené v súbore na disku počítača, pričom sú v tvare pripravenom na komunikáciu s ďalšími procesmi podľa príkazov a slučiek aplikácie. Po definovaní behaviorálnych vzťahov jednotlivých objektov treba nastaviť vlastné správanie aplikácie a jej reakcie na vstupy zadávané používateľom. Jednotlivé operácie programu možno riadiť tlačidlami (zvyčajne klávesnicou a myšou), pričom počet vstupov a ich hodnota v rámci programového skriptu sú preložené do príslušnej akcie. Po potvrdení tlačidla je do logického jadra aplikácie vyslaná potvrdzujúca správa, ktorá aktivuje proces načítania prvého modelu a k nemu prislúchajúcej IPO krivky, so všetkými parametrami obsiahnutými v už spomínanom súbore. Objekt vložený do kombinovaného prostredia na seba preberá charakteristiky vo forme začiatkovej polohy a orientácie a tiež adaptuje vopred definované prejavy správania (pohyb, rotácia atď.).



Obr. 10 Celkový algoritmus aplikácie AR

Všetky vložené modely pritom alokujú svoj referenčný súradnicový systém v súlade so súradnicovým systémom pracovnej základne (pohyblivý stôl), ktorá je opísaná v 2. kapitole. Deje sa to pomocou dátového balíka s informáciami o polohe a orientácii jednotlivých osí, ktorý sa s využitím skriptu Python získava cez rozhranie sériového portu a následne ukladá na disk. Na pozadí spustenej aplikácie prebieha nepretržitý kontrolný proces, ktorý na komparačnom princípe zladuje reálne dáta získavané zo snímačov s pozícnymi údajmi objektov virtuálneho prostredia. Kompletný funkčný princíp aplikácie zobrazuje predchádzajúci algoritmus (obr. 10) [6].



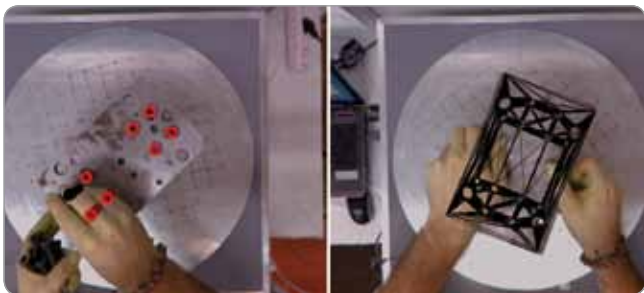
Obr. 11 Príklad montážneho procesu (základné časti vyhadzovacieho systému formy)

Vďaka opakovaniu týchto cyklov a slučiek má používateľ možnosť vidieť finálnu žiadanú polohu vkladaneho objektu, prípadne aj predlohou trajektóriu konkrétneho pohybového úseku montážneho procesu. Na nasledujúcich obrázkoch (obr. 11, 12) možno vidieť zasúvanie ôsmich virtuálnych objektov (červená farba) do základnej dosky zostavy. Používateľ jednoducho fyzicky prekryje polohu virtuálnej súčiastky skutočným objektom. Po vložení všetkých kusov rovnakej súčiastky prechádza na základe vlastného tlačidlového vstupu k ďalšej položke (zelená farba). Skôr realizované montážne

aktivity sú pritom zobrazené v reálnom video zábere doplnenom o virtuálnu simuláciu nasledujúcich montážnych krokov. Po reakťovaní potvrdzujúceho tlačidla môže súčasný virtuálny objekt zostať vo svojej finálnej polohe, demonštrovať simuláciu svojho vkladania v potrebnom počte opakovaní alebo prejsť priamo k ďalšiemu partu zostavy. Všetky tieto prejavy správaní sa virtuálnych objektov v prostredí rozšírenej reality sú riadené podľa pravidiel nastavených v manažovacom jadre aplikácie.

### Príklad aplikácie AR

Podobné cykly a princípy sú aplikované na všetky modely nachádzajúce sa v danej zostave, čo znamená, že na konci využitia programu je zároveň fyzicky vytvorený požadovaný montážny celok kopírovaný virtuálnou zostavou. Používateľ sa pri skladaní vyhne nežiaducim chybám a časovým stratám, ktoré by mohli vzniknúť riešením nejasných situácií a otázok vznikajúcich pri použití obvykle dostupných pomôcok a metód. Zobrazený algoritmus opisuje princíp dosadzovania dodatočných informácií, ktoré sú počas tvorby zostavy pomôckou pre používateľa. Informácie obsiahnuté v dátach vytvorených v CAD prostredí sú importované do prostredia Blender a následne spracované v rámci príkazov a skriptov logického jadra. To umožňuje ich filtrovanie a následné vypisovanie do zobrazovaného pracovného poľa. Na základe týchto faktov sú k zostave doplnené informácie o názvoch jednotlivých vkladných súčastí, ich počte a spôsobe vkladania, pričom používateľskú prehľadnosť podporuje výstup vo farbe zhodnej s konkrétnou súčiastkou.



Obr. 12 Postupná realizácia montážnych aktivít so zobrazením už vložených dielov

Aplikácia je kombináciou všetkých výhod textových a grafických návodov k montáži, pričom všetky potrebné informácie prezentuje v ľahko prijateľnej a pochopiteľnej forme pomocou nástrojov rozšírenej reality. 3D inštruktáž možno obohatiť o zvukové stopy, dopĺňujúce textové informácie, prípadne animačné efekty.



Obr. 13 Príklad montážneho (prevodovka) postupu a Element Colour Trackingu

### Programové utility v našich terajších aplikáciách

Táto kapitola uvádza tri hlavné oblasti aplikovania konkrétnych utilít, ktoré sú používané v aplikácii na riešenie montážneho procesu

s využitím elementov rozšírenej reality. Cieľom týchto špeciálnych zlepšení je zvýšenie používateľského komfortu a celkovej kvality a komplexnosti vykonaných montážnych aktivít.

### Audio podpora montážneho procesu

Jedným z najviac predpokladaných využití aplikácie je realizácia zostavy v tréningovom režime, prípadne podpora snahy o úspešné zloženie požadovaného celku na prvý pokus. Vhodným riešením na zvýšenie prehľadu a informovanosti používateľa a tým aj na zaisťovanie lepšej chybovej prevencie je doplnenie aplikácie o informácie v podobe, ktorú by mohol akceptovať s využitím dosiaľ nezaťažených vnemových možností. Program obsahuje audio signály vo forme krátkych informačných zvukov a pípnutí alebo nahraté slovné inštrukcie.

### Lepšie textové informácie

Prehľadnejšie pracovné prostredie sa dosiahne aj skvalitnením informačného vstupu z textových súborov, resp. lepšou integráciou textových dát vo virtuálnom pracovnom prostredí. Textové informácie sú zobrazované v podobe širšieho interaktívneho textového menu, pričom po kliknutí na jednotlivé zobrazené položky sa objavia dodatočné informácie.

### Interaktivita pracovného prostredia doplnená o vyhodnocovaciu jednotku

Používateľsky komfort v podobe vyhodnocovacej a zároveň sledovacej jednotky tvorí programový logický cyklus založený na Colour Tracking v reálnom čase, pričom porovnáva poradové číslo montážneho cyklu a na základe pridelených začiatkových podmienok vyhodnocuje správnosť montáže súčiastky v každom časovom okamihu pracovného cyklu. Kombinácia týchto pomôcok umožnila snímanie pracovného prostredia a jeho okolia a zároveň sledovanie realizovaného montážneho procesu v 3D virtuálnej aplikácii. Podmienkou takéhoto postupu je programové zvládnutie zladenia prostredí a všetkých nastavení v softvérovom prostredí Open Source. Hlavnou programátorskou úlohou je pritom zabezpečenie správneho sledovania a porovnávaní medzi reálnym video záberom a virtuálnymi objektmi v reálnom čase.



Obr. 14 Príklad montážneho procesu ručného kladenia vrstiev kompozitu na maticu

### Záver

Tento článok sa zaoberá oblasťou možnosti implementácie rozšírenej reality s cieľom realizácie montážnych procesov. Ide o softvérové otázky týkajúce sa nástrojov Open Source, ktoré môžu byť použité na vytvorenie pracovného prostredia s prvkami rozšírenej reality. Tiež sa zaoberá hardvérovým vybavením, predovšetkým s polohovacími zariadeniami, ktoré bolo postavené na realizáciu montáže. V pracovnom prostredí sa využíva rozhranie softvéru Blender, v ktorom bol vytvorený nový návrh a aplikačné jadro vytvárajúce prepojenie a takzvaný most medzi reálnou pracovnou doskou a prvkami AR vytvorenými v počítači. Program sa zameriava na niektoré špeciálne problémy, kde musí inžinier poznať presnú polohu a orientáciu jednotlivých dielov s ohľadom na pomocné objekty. Realizácia prvkov rozšírenej reality v tejto výrobní oblasti ukazuje, že tieto riešenia môžu byť vyvinuté na použitie vo viacerých priemyselných oblastiach. Na konci článku sa spomínajú ďalšie možnosti využitia, ktoré majú praktické uplatnenie v každej montážnej činnosti vrátane tvorby modelov z kompozitných materiálov a školiacich aplikácií pre montážne linky (obr. 13, 14) [4, 8].

## PodĎakovanie

Uvedený výskum podporilo Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu SR projektmi VEGA č. 1/0032/12, KEGA č. 002TUKE-4/2012 a ITMS 26220220125.



## Literatúra

- [1] Ong, S. K. – Nee, A. Y. C. (2004). Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing. Springer-Verlag, London. ISBN 1-85233-796-6.
- [2] Vallino, J – Kutulakos, K. N. (2001). Augmenting reality using affine object representations. Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality. Barfield W. and Caudell T. (Ed.), p. 157 – 182, Lawrence Erlbaum Assoc. Publ., Mahwah. ISBN 0-8058-2901-6.
- [3] Ong, S. K. – Pang, Y. – Nee, A. Y. C. Augmented Reality Aided Assembly Design and Planning, Annals of the CIRP Vol. 56/1/2007, Innovation in Manufacturing Systems and Technology, Singapore-MIT Alliance, Singapore, Mechanical Engineering Department, National University of Singapore, Singapore.
- [4] Marcinčin, J. N. – Barna, J. Visualisation Technologies in the Process of Making Composite Structures. In: Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, Vol. 14, No. 1, University of Zenica, 2010, pp. 365 – 369. ISSN 1840-4944. TAVEL, P. 2007. Modeling and Simulation Design. AK Peters Ltd., Natick, MA.
- [5] Marcinčin, J. N. – Barna, J. CA Systems Implementation Options in the Design Process of Composite Parts. In: Proceedings of the 10th International Scientific Conference „New Ways in Manufacturing Technologies“, FVT TU, Prešov, 2010, p. 417 – 422. ISBN 978-80-553-0441-0.
- [6] Kočiško, M. – Janák, M. (2008) Creation Method of Visual Disassembly Procedure. Journal CA Systems in Production Planning, Vol. 9, No. 1, pp. 37 – 39. ISSN 1335-3799.
- [7] Marcinčin, J. N. – Barna, J. – Marcinčinová, Ľ. N. – Fečová, V.: Principles of Product Assembly Visualization by Augmented Reality Usage. In: Annals of DAAAM for 2011 and Proceeding of the 22nd International DAAAM symposium. pp. 1 049 -1 050, Viena 2011.
- [8] Nováková-Marcinčinová, Ľ. – Fečová, V.: Special applications of rapid prototyping technologies. In: AEI 2011: International conference on applied electrical engineering and informatics, Košice: TU, 2011, pp. 95 – 99. ISBN 978-80-553-0740-4.
- [9] <http://www.vtt.fi/>

prof. Ing. Jozef Novák Marcinčin, PhD.  
jozef.marcincin@tuke.sk

Ing. Jozef Barna  
jozef.barna@tuke.sk

Ing. Miroslav Janák, PhD.  
miroslav.janak@gmail.com

Technická univerzita v Košiciach  
Fakulta výrobných technológií  
Katedra výrobných technológií  
Bayerova 1, 08001 Prešov  
+421 517 723 012