



VYUŽÍVANIE ANIMOVANÝCH ČINNOSTÍ V PROJEKTOVANÍ VÝROBNÝCH SYSTÉMOV

USING ANIMATED ACTIVITIES IN DESIGNING OF MANUFACTURING SYSTEMS

Juraj KOVÁČ

Abstrakt

Počítačová podpora projektovacej činnosti významne obohatil rozvoj počítačovej grafiky. Nové metodické a algoritmické postupy, nástroje a funkcie využívajúce jej poznatkovú bázu zefektívňujú aj prácu projektantov výrobných systémov.

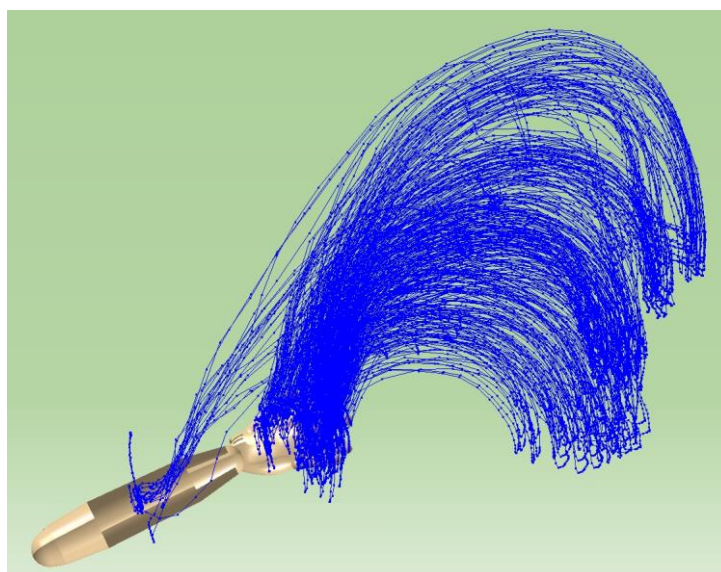
Pri tvorbe výrobných systémov je relatívne dobré využiteľný princíp charakterizovaný v pôvodných publikáciách ako animované projektovanie. Tento princíp, jeho metodické postupy a nástroje predstavujú v podstate vyššie štádium aplikácie počítačovej grafiky v predmetnej oblasti projektovania. Sú ním charakterizované pracovné postupy, prostredníctvom ktorých sa vytvárajú nielen dvojrozmerné (2D) alebo trojrozmerné (3D) modely výrobných prostriedkov a prvkov, t.j. výrobných strojov, technologických zariadení, robotov, pomocných zariadení, dopravných a skladovacích jednotiek a pod. a ich zoskupení, ale simuluje sa aj ich funkčná činnosť v dynamickom pohybe. Tá je vizuálne vnímaná animovaným pohybom.

Kľúčové slová: Projektovanie výrobných systémov, animované projektovanie, 2D a 3D modely objektov, počítačová grafika

Aktivity pre animované projektovanie výrobných systémov

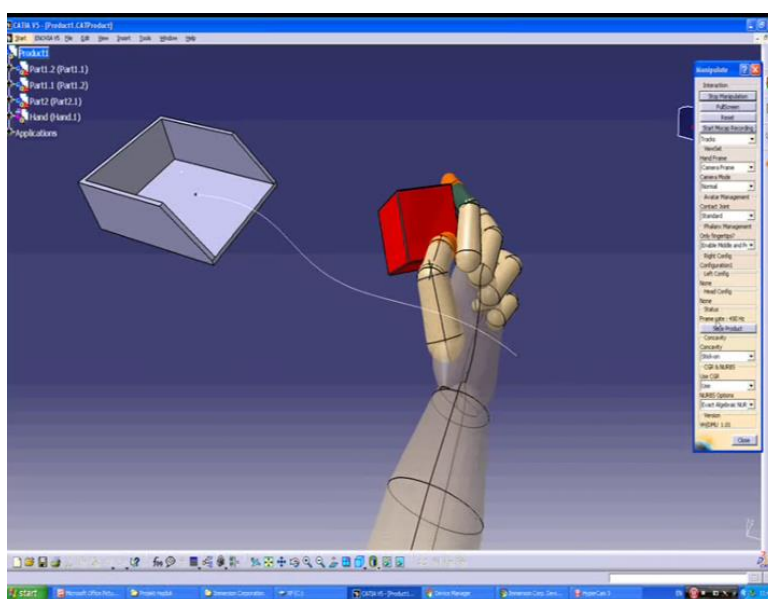
Z hľadiska animovaného projektovania výrobných systémov je významný súhrn nasledovných aktivít:

- Dynamické modelovanie manipulovaných (ale aj technologicky spracovaných) objektov výroby, výstavbových prvkov, prostriedkov a celých systémov. Prostredníctvom vhodných CAx softvérových produktov sú modelované nielen parciálne prvky akými sú polovýrobky, súčiastky, výrobky, nástroje, prípravky, výrobné stroje, roboty a pod., ale aj ucelené pracoviská a výrobné systémy vrátane ich stavebných a infraštruktúrnych častí. Zobrazovanie vytváraných modelov z hľadiska vyššej efektívnosti je výhodné realizovať v trojrozmernom priestore, ktorý lepšie umožňuje nielen vizualizovať tvarové, rozmerové, orientačné a iné charakteristiky, ale aj v rôznych pracovných fázach overovať funkčnú činnosť tak individuálnych prvkov, ako aj ucelených výrobných systémov.
- Určovanie skutočných pracovných pohybov jednotlivých druhov výrobných prostriedkov v pracovnom priestore. Využívané môžu byť interaktívne techniky s vizuálnou resp. výpočtovou kontrolou príslušných pohybov. Referenčným príkladom je kontrola funkcií robota, ktorý s daným efektorom dosahuje požadovaný bod v priestore resp. vykonáva predpísanú priestorovú dráhu pohybu s objektom. Interaktívnym postupom špecifikované môžu byť potrebné tvary, rozmery a orientácia nástrojov a výpočtom určená poloha rôznych premenných uzlov jednotiek stroja, robota a pod.. Zodpovedajú lineárnym alebo uhlovým posuvom v rôznych pohybových osiach v zmysle vykonávania príslušných pracovných funkcií. Pre tieto účely sú nevyhnutné znalosti a informácie o vlastnostiach a parametroch výrobných prostriedkov a vykonávaných výrobných postupoch.
- Určovanie skutočných pracovných pohybov operátorov výroby (ľudí) pri realizácii pracovných operácií resp. úkonov (obr.1).



Obr.1 Príklad animovaného zobrazovania pohybov modelu ruky pri pracovnej činnosti vo virtuálnom priestore

- Určovanie časových charakteristík. V prípade, že je špecifikovaná funkčná činnosť jednotlivých druhov výrobných prostriedkov a známe sú aj uzlové premenné relatívne jednoduchým spôsobom môžu byť špecifikované aj časové priebehy lineárnych a uhlových hodnôt potrebných z hľadiska realizácie vykonávaných operácií. Ak nie sú známe skutočné zrýchlenia (spomalenia) v prechodových uzloch, resp. nie je známe správanie sa výrobného prostriedku v prechodových bodoch, problém je možné prekonávať interaktívnym zadávaním empirických hodnôt.
- Generovanie a zobrazovanie dráh pohybov jednotiek a zariadení v pracovnom priestore. (obr.2). Výpočtom je možné určiť súradnice bodov na realizovanej dráhe pohybu a čas trvania pohybu medzi dvoma bodmi. Výpočtom kriviek prechádzajúcich týmito bodmi sa získava pomerne správne znázornené dráhy pohybu, ktorú vykonáva príslušné zariadenie resp. jeho pohybová os. Týmto spôsobom je možné kontrolovať aj riziká vzniku kolízií.



Obr.2 Príklad generovanie, zobrazovania a výpočtu dráhy pohybov ruky s manipulovaným objektom



- Programovanie výrobných prostriedkov. Realizácia je možná na základe vkladania určitého počtu údajov do pamäti riadiaceho systému príslušného zariadenia. Údaje zodpovedajú hodnotám uzlových premenných počas realizácie pracovného cyklu. Pretože je možné vypočítať hodnoty uzlových premenných je možné naprogramovať príslušný druh výrobného prostriedku, ak sú známe príslušné vstupné parametre.

Postup animovaného projektovania

Postup animovaného projektovania výrobných systémov integruje vo svojom obsahu princíp variantného riešenia úloh, interaktívnej optimalizácie (intuitívna alebo matematicko – logická úroveň) a nástroje počítačovej grafiky. Filozofia vytvorenia konceptu resp. projektu výrobného systému je založená na nasledovnom postupe:

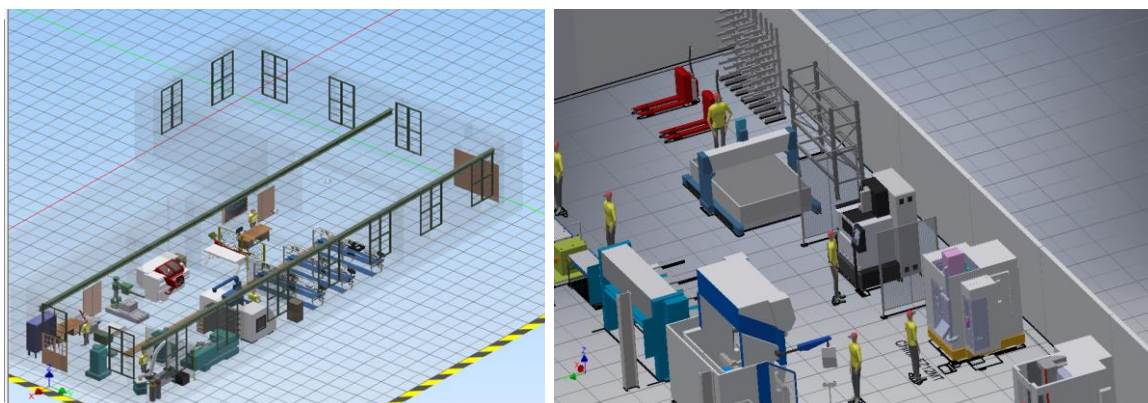
- Východiskovou etapou projektového riešenia výsledkom ktorého je animované zobrazenie výrobného systému je vytvorenie jeho základnej schémy – konceptu. Táto výstavbová schéma môže byť známa z koncepcnej etapy projektovania, resp. vyberaná z informačnej bázy typových referenčných riešení. Modely hlavných výstavbových prvkov výrobného systému, t.j. robota, výrobného stroja, pomocného zariadenia a pod. sa prostredníctvom interaktívnych rozhraní na základe požadovaných parametrov a geometrických vlastností vyberajú z informačného systému. Podľa variantu štrukturálnej alebo koncepcnej schémy sú interaktívne resp. pomocou optimalizačných rozmiestňovaných programov umiestňované do zvolených pracovných polôh (referenčných bodov) na disponibilnej výrobnjej ploche. Takto vytvorený variant výrobného systému môže byť zobrazovaný v dvojrozsmernej a trojrozsmernej podobe.
- Optimalizuje sa alebo modifikuje sa základná schéma usporiadania výrobného systému základe výsledkov generovania pohybu kľúčových výstavbových prvkov (robota, montážneho stroja a pod.).
- Špecifikuje sa funkčný cyklus výrobného systému ako celku a vo vybraných polohách sa vizuálne alebo výpočtom kontrolujú priestorové väzby. Interaktívnymi technikami grafického systému môže byť ďalej optimalizované priestorové usporiadanie prvkov systému. Navrhované môžu byť nové alebo modifikované varianty riešení zoskupenia a jeho pracovných cyklov.
- Definujú sa pracovné body, dráhy pohybov, rýchlosti a zrýchlenia výkonných uzlov a zariadení a optimalizuje sa funkčný cyklus práce výrobného systému v rôznych podmienkach. V tejto etape sa v maximálnej miere využíva dynamická grafická simulačná činnosť.
- Záverečnou etapou projektovania je otvorenie funkčnej činnosti výrobného systému v animovanom cykle (animovaný film). Špecifikujú sa požadované parametre (výrobnosť, časové cykly a pod.). Zaznamenávajú sa výsledky do požadovanej dokumentačnej formy.

Efekty z aplikácií animovaného projektovania výrobných systémov

- Optimalizuje sa spôsob výberu technických prostriedkov potrebných na realizáciu výrobného systému. Vyššia efektívnosť a kvalita výberu voči klasickým projektovým postupom je v tom, že sa nezohľadňujú len kritéria technických a ekonomických parametrov vybraných druhov technologických, manipulačných, riadiacich, pomocných, dopravných a skladovacích prostriedkov, ale aj dynamická fáza ich činnosti. Vizualizácia (najmä 3D modely) z rôznych pohľadov a pomocou rôznych grafických techník, poskytuje projektantovi účinný nástroj pre interaktívnu optimalizáciu výrobnjej činnosti. Simuláciou pohybových možnosti sa zároveň získava hodnoverný obraz správania sa v pracovnom režime.
- Optimalizuje sa výber efektorových a nástrojových systémov. Pri ich výbere sa obdobne nezohľadňujú len kritéria technických a ekonomických parametrov, ale aj ich geometrické vlastnosti v dynamickej fáze vykonávania technologickej alebo manipulačnej úlohy. Vizualizáciou a simuláciou funkčnej činnosti efektorových systémov (technologické nástroje, zápästia, chápadlá robotov a pod.) sa neoptimalizuje len ich výber, ale aj spôsob prispôsobovania sa realizovaným funkciám v detailizačnej fáze projektovania.



- Generuje sa väčší počet variantov konfigurácií výrobných systému, čím sa vytvárajú predpoklady pre aplikáciu optimalizačných a rozhodovacích kritérií a nástrojov na preverovanie rôznych riešení. Dvojrozmerným (2D) a trojrozmerným (3D) modelovaním konfigurácie výrobného systému sa získava nielen reálna priestorová predstava o variantoch riešenia, vzájomných interaktívnych, kolíznych, funkčných a iných vzťahoch zoskupovaných prostriedkov, ale aj účinný grafický prostriedok pre rozhodovacie postupy.
- Simulačne sa overuje väčší počet variantov výrobného systému prostredníctvom animačných technik a jeho efektov. Získavajú sa predstihové informácie o funkčnej činnosti individuálnych prvkov ako aj celého systému pri zmenách funkčných režimov. Funkčná činnosť môže byť nielen vizualizovaná a parametrizovaná v ľubovoľných časových okamihoch, ale aj priebežne zaznamenávaná do dokumentačnej formy (obr.3).



Obr.3 Vizualizácia - 3D riešenia

- Nepriamo sa programujú výrobné prostriedky (najmä robotické) výrobného systému, čo značne zefektívňuje tvorbu aplikačných programov pre riadenie. Overuje sa korektnosť aplikačných programov, predpokladané prevádzkové parametre, kolízne stavy (postupnosť úkonov a pod.)
- Získava sa kvalitná projektová dvojrozmerná alebo trojrozmerná dokumentácia výrobného systému vrátane údajovej základne.

Záver

Vytvorené výrobné systémy na báze interaktívnych projektových postupov sú v súčasnosti teda projektantom vizuálne vnímateľné nielen v statickom zobrazení, ale aj v dynamickej funkčnej činnosti. V súčasnosti sa možnosti animovaného projektovania značne rozširujú, čoho dôsledkom je jeho aplikácia v nových oblastiach. Nové technológie v automatizovanom projektovaní výrobných systémov využívajúce virtuálnu realitu umožňujú zobrazovať a vnímať animované činnosti vysoko realistickým spôsobom. Programové vybavenie umožňuje projektované činnosti vykonávať v reálnom čase, s okamžitou odozvou na vstupnú aktivitu projektanta, vytvárať trojrozmerné objekty a scény a ich ilúzie, vstupovať projektantovi do scény a pôsobiť v nej, vytvárať dynamické scény a objekty a simulovať dynamické deje.

Príspevok bol riešený v rámci projektu VEGA 1/0853/16 2016 Nové projektové technológie pre tvorbu a implementáciu závodov budúcnosti.

Literatúra

- [1] BRACHT, G., GECKLER, D., WENZEL, S.: Digitale fabrik. Methoden und Praxisbeispiele. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 2011, ISBN 978-3-540-89038-6, e-ISBN 978-3-540-88973-1



- [2] KOVÁČ, J., SVOBODA, M., LÍŠKA, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000, ISBN 80-7099-504-1
- [3] KOVÁČ, JURAJ: Inovatívne projektovanie štruktúr výrobných procesov. Diz. práca. SjF TU v Košiciach, 2009
- [4] KOVÁČ, M., KOVÁČ, J., PEČOVSKÁ, K., RUDY, V. : Programový systém pre parametrické modelovanie výrobných prostriedkov a výrobnéj základne. Zav. správa, VTP 95/5135/64, č.ú. E-05, 1998, KiaR SjF TU Košice
- [5] KOVÁČ, M., KOVÁČ, J.: Inovačné projektovanie výrobných procesov a systémov. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, SjF TU v Košiciach, 2011, ISBN 978-80-553-0805-0
- [6] KOVÁČ, J., RUDY, V., KOVÁČ JURAJ: Automatizácia výroby. Edícia vedeckej a odbornej literatúry SjF TU v Košiciach, 2016, ISBN 978 -80-553-2311-4
- [7] KÜHN, W.: Digitale Fabrik. Fabriksimulation für Produktionsplaner. Carl Hanser Verlag München, Wien, 2006, ISBN-10: 3-446-40619-0, ISBN-13: 978-3-446-40619-3
- [8] MAREŠ, A.: Techniky skracovania času projektovania montážnych procesov a systémov. Diz. práca. SjF TU v Košiciach, 2006
- [9] RUDY, V.: Inovačné postupy a metódy pre projektovanie výrobných systémov. Hab.práca, SjF TU v Košiciach.
- [10] <http://www.ipa.fraunhofer.de>
- [11] <http://www.delmia.com>
- [12] <http://www.tecnomatix.com>

Kontaktná adresa

Ing. Juraj Kováč, PhD.
Katedra robotiky, SjF TU v Košiciach
Park Komenského 8, 042 00 Košice
e-mail: juraj.kovac@tuke.sk