



POČÍTAČOVÉ MODELOVANIE A SIMULÁCIA LETECKÝCH MOTOROV

COMPUTER MODELING AND SIMULATION OF AIRCRAFT ENGINES

Naqib DANESHJO - Peter KORBA - Lucia ILAŠČÍKOVÁ

Abstract

Development of the air motor in the last ten years is a process that not only has revolutionized the aviation as a whole, but also affects many groups of people and economies which are connected to aviation. Successful modeling and simulation allows a computer to simulate real systems at ever increasing requirements imposed on these systems.

Key words

modeling, simulation, CAD, CAM, aircraft engines

Úvod

Novinkou pri plánovaní rozvoja a realizácii nových CAD programov je spolupráca a zjednocovanie požiadaviek, už na úrovni výrobcov lietadlovej techniky, expertných skupín a medzinárodných organizácií. To všetko v snahe zabezpečiť rozvoj a pokrok v letectve.

Použitie pokrokových technológií umožnilo, že sa stane viac efektívnejším taký typ lietadla, ktoré spotrebuje menej paliva, je menej hlučné a viacej environmentálne prívetivé.

Modelovanie a simulácia sú dva relatívne nezávislé, obsahom odlišné, ale časovo nadväzujúce procesy. Sú zamerané na poznávanie originálu pomocou modelu a na štúdium jeho možného správania sa v budúcnosti. Modelovanie a následná simulácia na počítači umožňuje testovať reálne systémy za stáleho zvyšovania požiadaviek kladených na tieto systémy.

Moderné CAD systémy ponúkajú užívateľom možnosti tvorby virtuálnych priestorových modelov, a to pre ľubovoľnú oblasť priemyslu. Nástroje pre analýzu 3D virtuálnych modelov, dielov alebo zostav sú dostupné v systémoch CAD strednej triedy, tak aj vo veľkých systémoch. Vo veľa prípadoch sa jednalo o integráciu minulých alebo aj súčasne dostupných výpočtových systémov (CAE), napríklad COSMOS alebo ANSYS, a to vo forme doplnkového modulu.

K najčastejším požiadavkám v oblasti leteckých motorov patria technické a ekonomické požiadavky. S rozvojom nových technológií dochádza k rýchlemu vývoju nových typov motorov a tiež k rýchlemu rozvoju regulačných systémov.

MODELOVANIE A SIMULÁCIA AKO NÁSTROJ PRE RIEŠENIE PROBLÉMOV

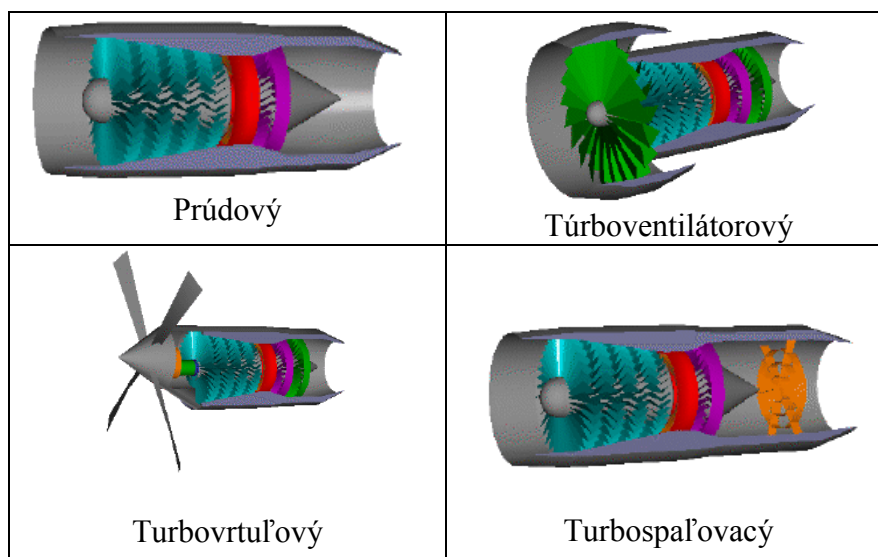
Modelovanie a simulácia sú dôležitou súčasťou sveta matematikov, technikov a inžinierov pracujúcich v rôznych odvetviach priemyslu. Pre splnenie ich úloh v tejto oblasti je dôležité, aby mali k dispozícii programy a nástroje, ktoré im uľahčia vytváranie zložitých modelov, na ktorých tvorbu sa spotrebuje mnoho času. Na týchto modeloch sa potom spúšťajú simulácie, ktoré môžu spotrebovať ďalšie veľké množstvo času.

Prediktívna technológia a simulačné metódy pútajú stále viac pozornosti odborníkov v mnohých oblastiach. Zachovanie konkurenčnej schopnosti a zvyšovanie úrovne poskytovaných služieb vyžaduje od organizácií neustále zmeny. V podmienkach prísneho

sledovania nákladov je potrebné overovať možnosti plánovaných systémov a nachádzať úspešné riešenia. Požiadavky na zmenu technologických či podnikových procesov však so sebou prinášajú isté riziko.

Modelovaniu a simulácií systémov pracujúcich v reálnom čase a prostredí je venovaná v súčasnej dobe veľká pozornosť. Modely systémov sú často krát simulované predtým, ako sú dané systémy uvedené do prevádzky. Do procesov modelovania a simulácie vstupujú hlavne vedné disciplíny ako matematika a kybernetika.

Typy prúdových motorov lietadiel navrhnuté v systéme CAD/CAM sú na obr.1.



Obr. 1 Typy prúdových motorov lietadiel navrhnutá v systéme CAD/CAM

Modelovanie

Nakoľko systémy bývajú väčšinou veľmi zložité, a teda akákoľvek práca s nimi by bola takmer nemožná, vytvárame si zjednodušené modely. *Model* je teda reprezentáciou systému, ktorý práve študujeme. Zhromaždíme v ňom všetky informácie, ktoré o systéme vieme, a ktoré sú zároveň pre nás a našu prácu dôležité, podstatné. *Modelovanie* je potom proces vytvárania modelu.

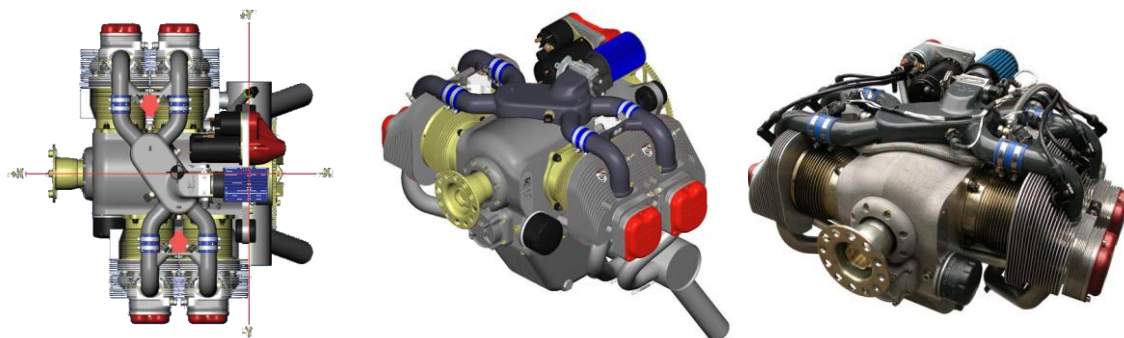
Lectvo je synonymum pokroku. Letecký priemysel ako spôsob ľudskej seberealizácie je priamo spojený s prehistóriou vzniku 3D CAD systémov. Odborníci prvotné CAD prvky vyvinuli práve v jednej z najznámejších leteckých firiem - Lockheedu. Tam sa už v r.1974 vyvinul 2D CADAM systém (Computer - Augmented Drafting and Manufacturing). Prvým vonkajším zákazníkom sa o rok neskôr nestal nikto iný ako Avions Marcel Dassault (AMD). Práve AMD v r.1977 vyvíja prvý skutočný 3D CAD systém (Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application - CATIA).

Na základe analýzy potrebných činností pre návrh zložitých uzlov leteckého motora bol zvolený kvalitný softvérový nástroj Autodesk Inventor. Ten v spojení s veľmi skúsenými konštruktérmi ovládajúcimi prácu so systémami CAD umožnil rýchlo a efektívne navrhnuť konštrukciu reduktora motora. Avšak súčasťou nárokov na softvér bola tiež požiadavka na pokročilú vizualizáciu výrobku v predvýrobnej fáze vrátane najrôznejších pohľadov a animácií pre atraktívnu prezentáciu zákazníkom.

Letecký motor sa považuje za regulovaný systém, ktorý ovplyvňujú vstupné a poruchové veličiny. Vstupov a porúch je veľké množstvo, preto sa pri tvorbe modelu

zohľadňujú len hlavné veličiny. Najčastejšie, ako riadiace veličiny, sú pri modelovaní používané: dodávka paliva do hlavnej spaľovacej komory a uhol nastavenia páky ovládania motora. Ako poruchové veličiny sú používané: vonkajšia teplota, atmosférický tlak, rýchlosť prúdenia vzduchu a iné atmosférické vplyvy.

Ukážka malých leteckých motorov navrhnutých v CAD / CAM je na obr.2.



Obr. 2 Ukážka malých leteckých motorov navrhnutých v CAD / CAM

Pred samotnou simuláciou je potrebné zostaviť matematický model správania sa dynamického systému. Matematický model sa zostavuje na základe analýzy konštrukčného usporiadania jednotlivých častí motora, analýzy motora ako sústavy meničov energie a zohľadnení vstupov, výstupov a porúch ovplyvňujúcich daný dynamický systém.

Simulácia

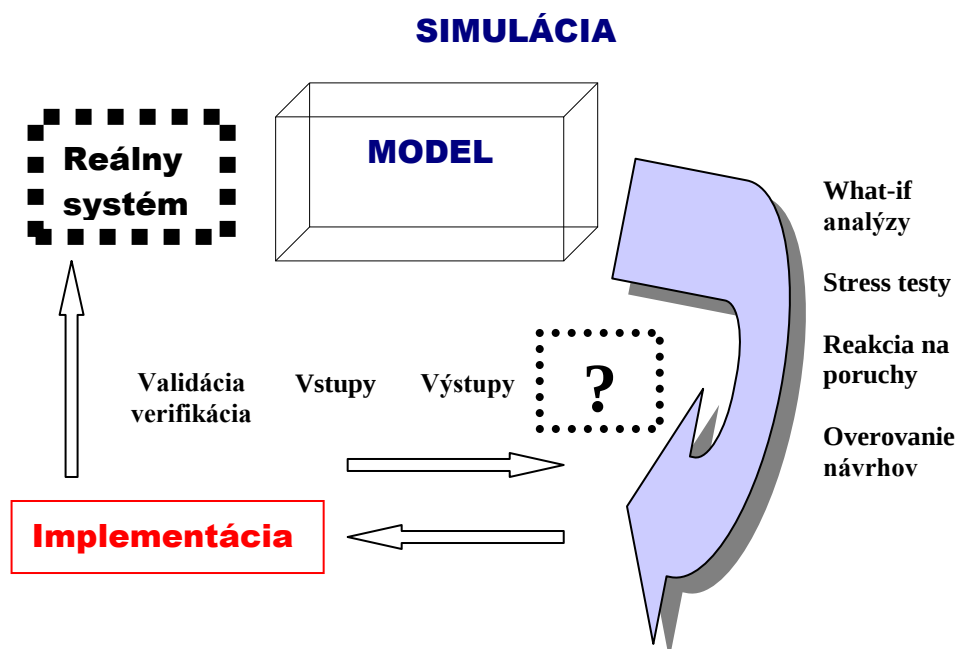
Simulácia je experimentálna metóda, v ktorej nahrádzame reálny systém počítačovým modelom. Na takomto modeli je možné vykonať množstvo experimentov, vyhodnotiť ich, prípadne optimalizovať a výsledky aplikovať na reálny systém. Neexistuje iná “metóda” alebo “teória”, ktorá by umožňovala experimentovať so zložitým systémom ešte predtým, ako bol uvedený do prevádzky. Neexistuje iný algoritmus, ktorý by umožňoval za niekoľko minút “prehrať” na počítači zložité procesy, ktoré reálne trvajú rádovo týždne alebo mesiace. Je to ideálny nástroj pre podporu rozhodovania na rozličných úrovniach v podniku.

Simuláciu môžeme definovať ako proces tvorby modelu reálneho systému a prevedenia experimentov s týmto modelom, za účelom dosiahnutia lepšieho pochopenia správania študovaného systému, či za účelom posudzovania rôznych variantov činnosti systému.

Simulačný model je dynamický model, v ktorom dochádza k výskytu javov v rovnakom poradí ako v modelovanom systéme. Simulačné metódy získavajú riešenia určitou transformáciou hodnôt, ktoré boli „vypozorované“ z chodu modelu, pričom toto „pozorovanie“ je obvykle zahrnuté do samotného simulačného modelu. Ten potom poskytuje výsledky na základe informácií zozbieraných zo zmien stavu v priebehu modelového času, ktorý je úplne oddelený od reálneho času, v ktorom prebieha výpočet. Toto oddelenie reálneho a simulačného času umožňuje, aby na počítači, v ktorom v každom časovom okamihu prebieha iba jedna operácia, bolo možné verne zachytiť simultánne javy. Práca so simulačným časom, otázky plánovania okamihov, v ktorých dochádza k zmenám stavu modelov, sú dôležitými hľadiskami zachytávania dynamických vlastností modelovaných systémov.



Príklad dynamického znázornenia reálneho systému počítačovým modelom, ktorý sa správa ako samotný systém je na obr.3



Obr. 3 Dynamické znázornenie reálneho systému počítačovým modelom, ktorý sa správa ako samotný systém

Podstatu prínosu simulačných metód pre oblasť operačného výskumu je možné pozorovať hlavne v uľahčení práce s dynamikou a komplikovanými pravdepodobnostnými väzbami. Pokiaľ je k dosiahnutiu daného cieľa možné vytvoriť analyticky riešiteľný model, ktorý dostatočne odráža podstatné stránky reality, je nutné ho uprednostniť, lebo je zvyčajne všeobecnejší a jeho výstavba a riešenia sú menej nákladné. Okrem toho sú simulačné metódy vhodné skôr pre posudzovanie niekoľkých variant než pre riešenie problémov, ktoré spočívajú v hľadaní optimálneho riešenia na množinách s veľkým či dokonca nekonečným počtom prvkov. Napriek tomu sa dá očakávať, že s nárastom zložitosti systémov, ktoré je potrebné racionálne navrhovať a riadiť, sa bude potreba využívania simulačných metód zvyšovať.

V súčasnosti sa stretávame prevažne s nasledujúcimi typmi simulácie, ako sú simulácia dynamických a fyzikálnych systémov, simulácia systémov diskretných udalostí, simulácia zameraná na výcvik osôb napr. letecké simulátory a trenažéry, operátorské simulátory a iné.

Súhrn

Simulačné programy sa používajú na interaktívnu tvorbu modelov, tvorbu modulárnej štruktúry, interaktívne experimentovanie, spoluprácu s CAD, CAM aplikáciami a informačnými systémami, na vytváranie jednotného optimalizačného modulu, 3D vizualizáciu – modul virtuálnej reality.

Modelovanie a simulácia leteckých motorov je založená na analýze a správnej voľbe postupnosti krokov pri vytváraní matematického modelu z počiatočného maticového tvaru až po samotné diferenciálne rovnice, postupnosti tvorby simulačných schém, až po komplexný návrh schémy modelu motora a jeho následnej simulácii.



Kľúčové slová

modelovanie, simulácia, CAD, CAM, letecké motory

Použitá literatúra

- [1] Radoslav Makovník, Ondrej Líška: *Modelovanie a simulácia leteckých motorov*. In: Transfer inovácií : špecializovaná publikácia / vedecko-technické výstupy grantových úloh. 7/2004. - Košice : TU, 2004. - 1 elektronický optický disk (CD-ROM). - ISBN 80-8073-222-1. - S. 153-156.
- [2] <http://www.cad.cz/component/content/article/1879.html>
- [3] Lazar, T. a kol.: *Tendencie vývoja a praxe palubných elektronických systémov a ich modelovania*. VLA Košice, 1998
- [4] Michal Fabian, Róbert Boslai, Jaroslav Šeminský: *Reverse engineering na báze 2D pohľadov pomocou intuitívneho modelára: Imagine&Shape v CATIA V5*, 2010. - 1 elektronický optický disk (CD-ROM).
- [5] Hlubeňová, Jana - Líška, Ondrej Hlubeň, Daniel: *Metodika výberu simulačného programu*. 2009. 1 elektronický optický disk(CD-ROM).
- [6] Pekarčíková, Miriam: *Product design for disassembly*. In: *Drewno*. - ISSN 1644-3985. - Vol. 52, no. 182 (2009), p. 149-152. –
- [7] Pauliková,A. - Fabian,M.-Gurbaľ,L.: *Od malých krúčků k veľkým krokům:Omezenou mobilitu pomáhajú riešiť CAD systém*. In: *itCAD*. Vol. 19, no. 2 (2009), p. 28-29.ISSN 1802-0011.
- [8] <http://fstroj.utc.sk/journal/sk/024/024.htm>
- [9] <http://www.vx.com/gallery.cfm>
- [10] <http://translate.google.sk/translate?hl=sk&langpair=en%7Csk&u=http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/aturbj.html>

Kontaktná adresa

Doc. Ing. Naqib Daneshjo PhD.

TU, Letecká fakulta, Katedra leteckého inžinierstva,

Rampová 7, 041 21 Košice, Slovakia

e-mail: naqib.daneshjo@tuke.sk

Ing. Peter Korba

TU, Letecká fakulta, Katedra leteckého inžinierstva,

Rampová 7, 041 21 Košice, Slovakia

e-mail: peter.korba@tuke.sk

Ing. Lucia Iláščíková

TU, Letecká fakulta, Katedra manažmentu leteckej prevádzky,

Rampová 7, 041 21 Košice, Slovakia

e-mail: lucia.ilascikova@tuke.sk