باسمه تعالی

عنوان درس

طراحی و مدلسازی به کمک رایانه

مدرس:
دکتر عبدالمجید خوشنود

فهرست مطالب

- **فصل اول: مقدمه ای بر طراحی و مدلسازی با رایانه**

CAD/CAM/CAE
آشنایی با نرم افزار مطلب/سیمولینک
فرایند مدلسازی (MIL-SIL-PIL-HIL-Test)
نرم افزارهای کاربردی در هوافضا

- **فصل دوم: مروری بر محاسبات عددی**

ابزارهای رایانه ای عددی در فرایند مدلسازی دینامیک پرواز
معادلات جبری
معادلات دیفرانسیل و تنظیمات نرم افزاری

فهرست مطالب

- **فصل سوم: شبیه سازی دینامیک پرواز در نرم افزار مطلب**

فلوچارت و مراحل کامل مدلسازی پرواز با استفاده از رایانه
بلوک های جاری سیمولینک
معرفی بلوک Aerospace
مثال ها

- **فصل چهارم: مدلسازی زیر سیستم های پروازی**

زیرسیستم های پرواز
آشنایی با بلوک Simscape
آشنایی با بلوک SimMechanics
زیربخش های SimMechanics
تحلیل ارتباط با سایر نرم افزارها
مثال ها

فهرست مطالب

- **فصل پنجم: مدلسازی پرواز در محیط ADAMS**

آشنایی با نرم افزار ADAMS
معرفی روش دینامیکی لاگرانژ (آشنایی با دینامیک لاگرانژی)
روند مدلسازی در نرم افزار
مثال ها

- **فصل ششم: شبیه سازی اتفاقی**

آشنایی با مفاهیم فضای اتفاقی و رندوم
آشنایی با شبیه سازی مونت کارلو
شبیه سازی سامانه های هوافضایی با روش مونت کارلو

فهرست مطالب

- **فصل هفتم: آشنایی با شبیه سازی های متصل یا همکار Co-Simulation یا چند موضوعی MDS**

نرم افزارهای فعال در این حوزه

کد های تدوین شده

مثال ها

- **فصل هشتم: سخت افزار در حلقه** (Computer Aided Test CAT or HIL)

آشنایی و معرفی مقدماتی

ابزارها

کاربردها

مطلب موبایل MATLAB mobile

توضیحات درس

- **مراجع درس**

- System Simulation Techniques with MATLAB and Simulink, Dingyü Xue, Wiley, 2014.
- Engineering Computations and Modeling in Matlab/Simulink, O. Yakimenko, AIAA, 2011.
- Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics, Second Edition, P. Zipfel, AIAA, 2007 .
- Matlab/Simulink Tutorials, www.mathworks.com
- ADAMS/view Tutorial, www.mscsoftware.com

توضیحات درس

- **توزیع نمرات**

۸ نمره پایان ترم

۱۲ نمره پروژه

ارائه حضوری مستمر در طول ترم و ارائه نهایی (۴)

گزارش (۴)

ارائه نرم افزار (۴)

(حضور در کلاس)

پروژه:

انتخاب اول: مدلسازی یک سیستم دینامیکی با دو رویکرد عددی–تحلیلی و نرم افزارهای آماده و مقایسه با یکدیگر

انتخاب دوم: ساخت یک سامانه HIL

مقدمه

- بینش نخست از آنچه که طراحی و مدلسازی به کمک رایانه به آن گفته می شود.

- **روند تکاملی سیستمهای تولیدی**

سیستمهای تولیدی سنتی/ سیستمهای تولیدی مکانیزه / سیستمهای تولیدی اتوماتیک

- **تاریخچه پیدایش کامپیوتر**

کامپیوتر های نسل اول – لامپ خلأ

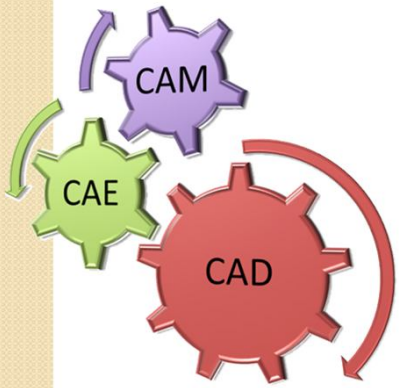
کامپیوتر های نسل دوم – ترانزیستور

کامپیوتر های نسل سوم – مدارهای مجتمع IC

کامپیوتر های نسل چهارم – میکروپروسسورها

مقدمه

- **CAD/CAM/CAE**
- طراحی به کمک رایانه Computer Aided Design (CAD)
- ساخت به کمک رایانه Computer Aided Manufacturing (CAM)
- آنالیز یا مهندسی به کمک رایانه Computer Aided Engineering (CAE)



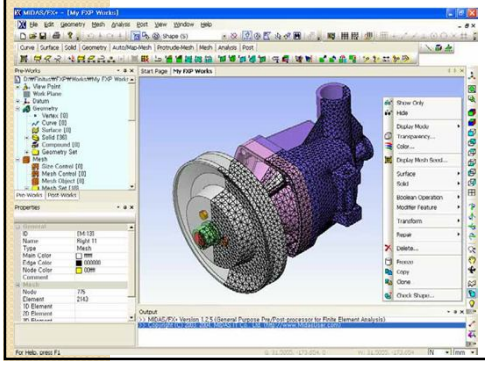
مدلسازی به کمک رایانه
Computer Aided Modeling (CAM)

From CAD to CAL

Computer Aided Life (CAL)

مقدمه

- **طراحی به کمک رایانه CAD**
- اصطلاح CAD اولین بار توسط ایوان ساترلند در MIT در سال ۱۹۶۲ عنوان شد.
- CAD به یک فرآیند طراحی گفته می شود که در آن از بسته های نرم افزاری و سخت افزاری برای انجام عملیات طراحی استفاده شده و هدف نهایی آن افزایش بهره وری، انعطاف پذیری و آسان سازی فعالیت ها در فرآیند طراحی است. به عبارت دیگر CAD را می توان به عنوان کاربرد موثر سیستم های نرم افزاری و سخت افزاری کامپیوتر در عملیات مختلف طراحی از قبیل خلق، اصلاح، آنالیز یا بهینه سازی و ارزیابی و مستندسازی طراحی قلمداد نمود.



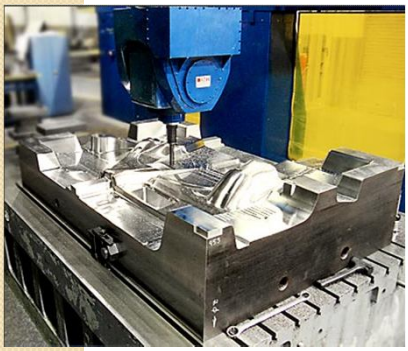
- **مراحل طراحی به کمک رایانه را**
- **می توان به صورت زیر ارائه نمود:**

خلق طراحی
اصلاح طراحی
آنالیز طراحی
بهینه سازی طراحی

مقدمه

ساخت به کمک رایانه CAM

• در دهه ۱۹۵۰ میلادی این امکان پدیدار شد که از کامپیوتر برای برنامه ریزی حرکاتی که یک ماشین ابزار می بایست انجام دهد تا شکل هندسی قطعه ای را ماشینکاری کند، استفاده شود. بدین ترتیب روشهای کنترل عددی (Numerical Control, NC) پدید آمد.



• CAM به هر نوع فرآیند ساخت اتوماتیک که به وسیله کامپیوتر برنامه ریزی و کنترل شود، گفته می شود. به بیان دیگر، CAM عبارت است از کاربرد موثر نرم افزار و سخت افزار کامپیوتر در فعالیت های مختلف ساخت و تولید اعم از طراحی فرآیند، برنامه ریزی، کنترل فرآیند و عملیات ساخت و تولید

مقدمه

آنالیز به کمک رایانه CAE

• در این نگاه فعالیت های زیر مورد توجه است:

• آنالیز نتایج حاصل از CAD

• شبیه سازی و مطالعه اینکه رفتار مدل چگونه خواهد بود؟

• بازنگری خروجی ها و بهینه سازی طراحی

• به عنوان نمونه روش های مبتنی بر

المان محدود FEM

روش های عددی حل سیال CFD

مدلسازی چند جسمی دینامیکی MBD

و بهینه سازی در این بخش قرار می گیرند.

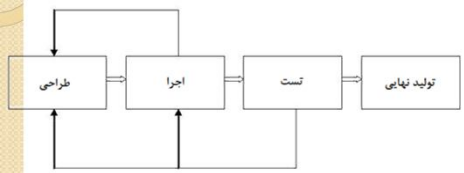
مقدمه

• نرم افزارها در یک نگاه

CAD software tools	• CATIA V5, Smarteam, 3D VIA composer • CATIA Aerospace composite design, Electrical module • NX, Solidworks, Inventor, Auto CAD
Analysis software tools	• MSC NASTRAN(linear structures) • MSC PATRAN(pre and post processor), MATHCAD
CAD/CAM/CAE customization	• CAA V5 • RADE tool for customization of CATIA
Software development tools	• MS Visual Studio(.NET, C++, Visual C++)
CAM software tools	• CATIA V5 Multi-axis and pocket machining • Vericut
Project Management	• MS Projects • In-house developed tools for work-flow control and quality management

مقدمه

مدلسازی به کمک رایانه
ارائه روش طراحی مدل پایه یا مبتنی بر مدل



طراحی سنتی

• در مقایسه با روش طراحی سنتی، از سرعت و دقت بیشتری برخوردار بوده و میزان خطا را نیز کاهش می دهد.

طراحی مبتنی بر مدل

• با استفاده از روش مدل پایه و استفاده از مدل سازی های ریاضی، موفق به کاهش مراحل طراحی و توسعه شده ایم و امکان اعمال تغییرات بسیار ساده تر شده است.

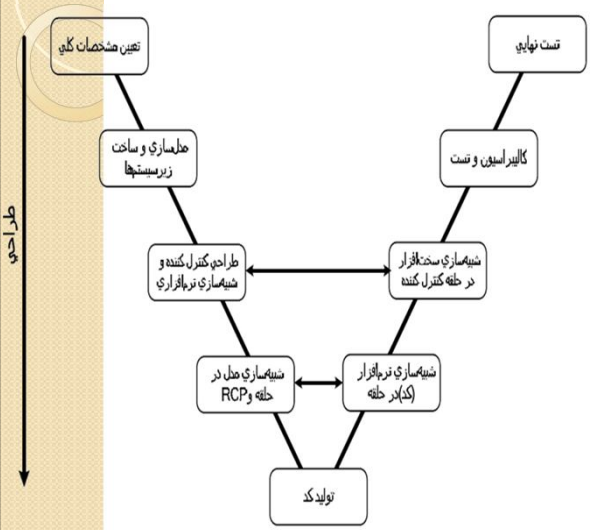
14

مقدمه

V دیاگرام

مثال: طراحی و ساخت یک سیستم کنترلی بر مبنای روش مبتنی بر مدل

- تعیین مشخصات کلی سیستم
- مدل سازی و ساخت زیر سیستم ها
- طراحی کنترلگر
- تست با ۴ نوع شبیه سازی برای ارزیابی ارتباطات بین سیستمی انجام خواهد شد.
- Rapid Control Prototype



نمودار V یک سیستم کنترلی

15

مقدمه

انواع شبیه سازی های مورد استفاده در متد طراحی مبتنی بر مدل

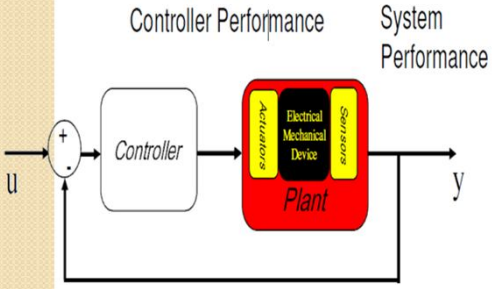
- شبیه سازی مدل در حلقه (یا همان شبیه سازی نرم افزاری)(MIL)
- شبیه سازی نرم افزار در حلقه (SIL)
- شبیه سازی پردازشگر در حلقه (PIL)
- شبیه سازی سخت افزار در حلقه (HIL)

16

مقدمه

شبیه سازی مدل در حلقه (MIL)

• تست مدل در حلقه اغلب به عنوان یک شبیه سازی رفتاری به حساب می آید.



•این تست معمولا کلیت عملکرد کنترلگر ما را بازبینی نموده و در واقع الگوریتم اصلی کنترل را بررسی می نماید.

• در آن مدلی از کنترلگر با مدلی از پلنت کار می کند.

• مدل کنترلگر معمولا در نرم افزار سیمولینک اجرا می شود و مستقیما به یک بلوک از مدل فیزیکی سیستم که در همان دیاگرام سیمولینک قرار دارد متصل می باشد.

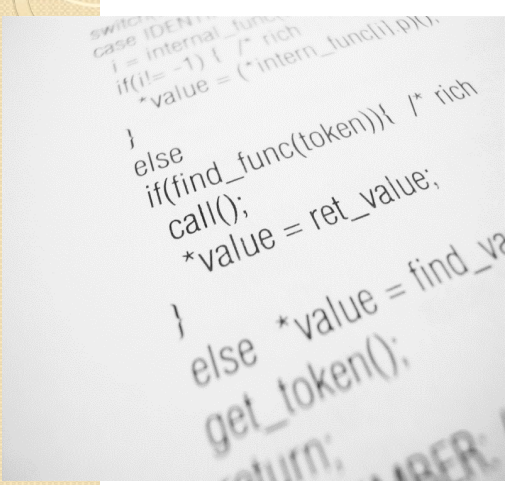
•تصحیح طراحی در این مرحله بسیار سریع اتفاق می افتد.

•می تواند real-time یا non real-time اجرا شود.

17

مقدمه

شبیه سازی نرم افزار در حلقه (SIL)



• این کار در واقع تست کدنویسی می باشد.
•اجرای کد نرم افزاری جایگزین مدل کنترلگر در شبیه سازی می شود.
• در آن مدل کنترلگر کمی واقعی تر از شبیه سازی MIL می باشد.
• طراح احساس می کند که دیگر در حال اجرای مدل نیست و تسلط بیشتری نسبت به اتفاقات پیش روی وسیله طراحی شده خواهد داشت.
•طراح مدل خود را در زبانی مانند C یا C++ کد کرده و سپس این مدل کد شده را در شبیه سازی خود قرار خواهد داد .
• اشکالات کدنویسی در این مرحله به وضوح ظاهر می شود.
• تصحیح طراحی در این مرحله کمی کندتر از مرحله شبیه سازی مدل در حلقه می باشد

18

مقدمه

شبیه سازی پردازشگر در حلقه (PIL)

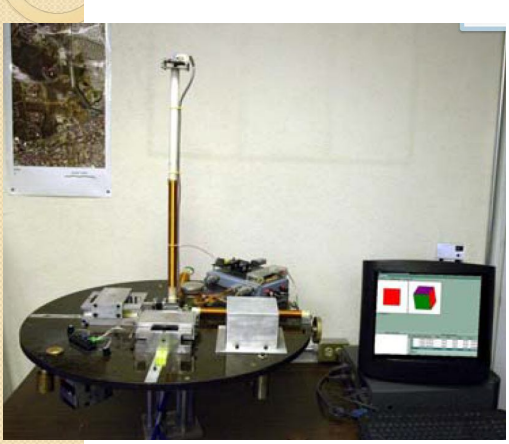
• کد تولید شده از مرحله SIL را بر روی یک میکروپروسسور جایگزین بارگذاری می کنند.
• مدل را درقالب یک کد بر روی یک پردازشگر و یا در قالب یک کد HDL برای یک برد FPGA اجرا می نمایند.

HDL (Hardware Description Language)
FPGA (field-programmable gate array)

•این تست به منظور پیداکردن مشکلات احتمالی اجرا، در محیط Embedded می باشد. به طور مثال در این مرحله متوجه می شویم که آیا حلقه کنترلی ما با زمان اجرایی در دسترس پردازنده جاسازی شده متناسب هست یا خیر؟
•سرعت تصحیح روند طراحی به صورت قابل توجهی در این مرحله کاهش می یابد، زیرا در این مرحله، هم می بایست کد موجود را تغییر داد و هم این کد تغییر یافته را بر روی میکروپروسسور بارگذاری نمود.

مقدمه

شبیه سازی سخت افزار در حلقه (HIL)



• هنگامی که سخت افزار کنترلگر نهایی ساخته شد، می توان تست سخت افزار در حلقه را آغاز نمود.

• در آن سیستم کنترلی به صورت کاملا سخت افزاری، در حلقه قرار داده شده است.

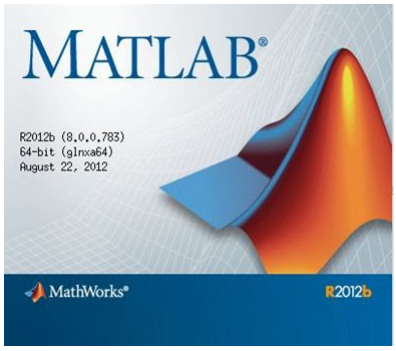
• پلنت بر روی یک سیستم کامپیوتری زمان حقیقی اجرا می شود و با ورودی-خروجی های شبیه سازی شده ای کنترلگر را فریب می دهد که بر روی پلنت واقعی نصب شده است.

• سنسور ها و عملگرها می تواند سخت افزاری باشد و یا مدل شده باشند.

20

مقدمه

آشنایی با نرم افزار مطلب/سیمولینک



- نرم افزار MATLAB/Simulink
- توضیحات کاربران
- خودآموز نرم افزار
- مودهای شتاب
- شبیه سازی زمان واقعی

Real time workshop (RTW)

- فیلم تدوین مراحل شبیه سازی در نرم افزار سیمولینک

21

مقدمه

ابزارهای رایانه ای در فرایند دینامیک پرواز

- برای مدلسازی سیستم های پروازی در محیط نرم افزارها نخستین موضوع توجه به نیازهای ریاضیاتی و محاسباتی مدلسازی است. لذا باید بررسی کرد که در این حوزه چه نیازمندی هایی وجود دارد؟

- در فرایند مدلسازی دینامیکی سیستم های پروازی عموما با موارد زیر روبرو خواهیم بود:
  - ✓ حل معادلات جبری
  - ✓ حل معادلات دیفرانسیل معمولی
  - ✓ میانیابی و برازش منحنی
  - ✓ در موارد معدود حل معادلات دیفرانسیل جزئی
  - ✓ تنظیم نرم افزارها در راستای حل های مورد نظر

22

مقدمه

برخی نرم افزارهای مورد استفاده در هوافضا

سازه
- Ansys
- Abaqus
- Hyper sizer
- Catia
- Solid Works
- …

دینامیک و کنترل
- MATLAB
- Simulink
- ADAMS
- Working Model
- STK
- …

23

مقدمه

برخی نرم افزارهای مورد استفاده در هوافضا

آیرودینامیک و پیشرانش
- Fluent
- Xflow
- Flow 3D
- …

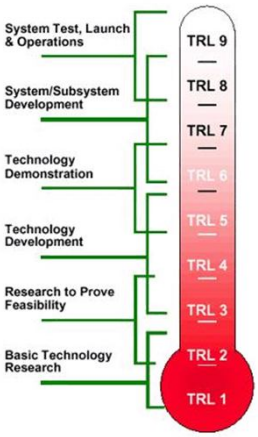
کدهای محلی با کاربرد محدود
- Sepsim
- Consep
- RochetSim
- …

24

مقدمه

مروری بر چرخه فناوری و سطوح فناوری TRL (Technology Readiness Level)

ایده و فکر ← علم و فناوری ← تولید ← تجاری سازی و بازار



25

مقدمه

مروری بر چرخه فناوری و سطوح فناوری TRL (Technology Readiness Level)

- TRL 1 – basic principles observed
- TRL 2 – technology concept formulated
- TRL 3 – experimental proof of concept
- TRL 4 – technology validated in lab
- TRL 5 – technology validated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies)
- TRL 6 – technology demonstrated in relevant environment (industrially relevant environment in the case of key enabling technologies)
- TRL 7 – system prototype demonstration in operational environment
- TRL 8 – system complete and qualified
- TRL 9 – actual system proven in operational environment (competitive manufacturing in the case of key enabling technologies; or in space)

26

Http://wp.kntu.ac.ir/khoshnood

27