

国家精品课程/ 国家精品资源共享课程/ 国家级精品教材

国家级十一(二)五规划教材/ 教育部自动化专业教学指导委员会牵头规划系列教材

控制系统仿真与CAD

第七章 控制器设计的经典方法

最优控制器设计(下)

Design of Optimum Controllers (III)



主讲：薛定宇教授



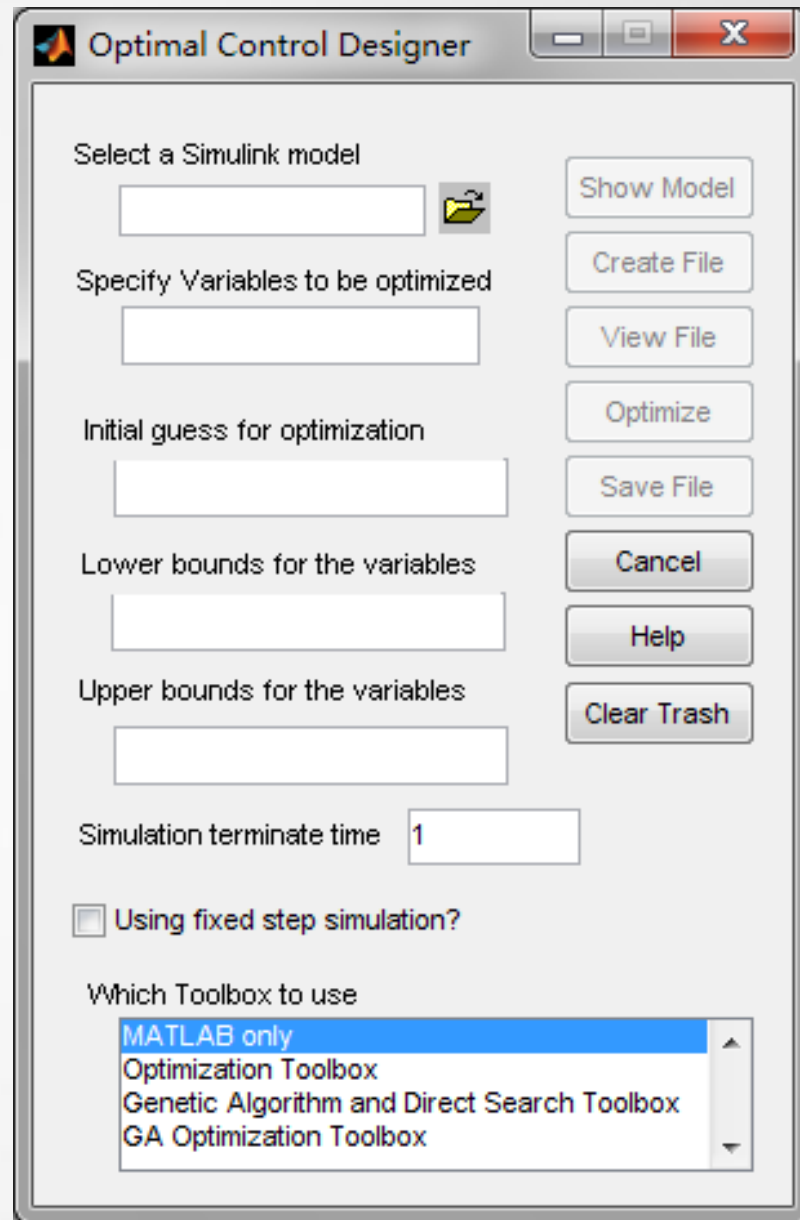
最优控制器设计界面——OCD

- OCD = Optimal Controller Designer , 2005
- 用MATLAB编写的程序界面
 - 用户由用 Simulink 画出仿真模型并定义出目标函数
 - 如 ITAE 准则、ISE准则等
 - 给 ocd 命令启动程序
 - 选择模型名、优化变量、终止时间
 - 按 Create File 按钮自动生成目标函数文件
 - 按 Optimize 即可启动最优设计过程
 - 设计时打开示波器观察优化过程



OCD程序界面

- 需要用Simulink画出控制系统
 - 实际的控制系统框图
 - 定义出误差准则
- 可以人工选择初值
- 可以指定决策变量的上下限
- 可以选择不同的优化算法
- 无须给出如何命令，即可设计出最优控制器，可以解决非线性系统问题

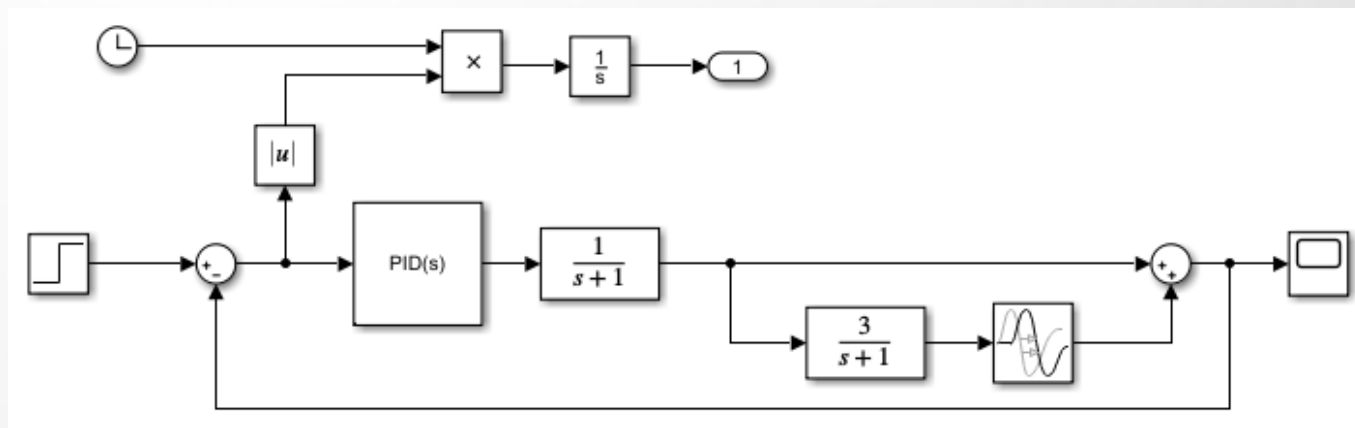




例7-10 OCD设计举例

- 受控对象
$$G(s) = \frac{1 + \frac{3e^{-s}}{s+1}}{s+1}$$
- PID控制器设计：
 - 绘制Simulink 模型：c7mpidsys.slx

- 优化参数：K_p, K_i, K_d
- 终止时间：30





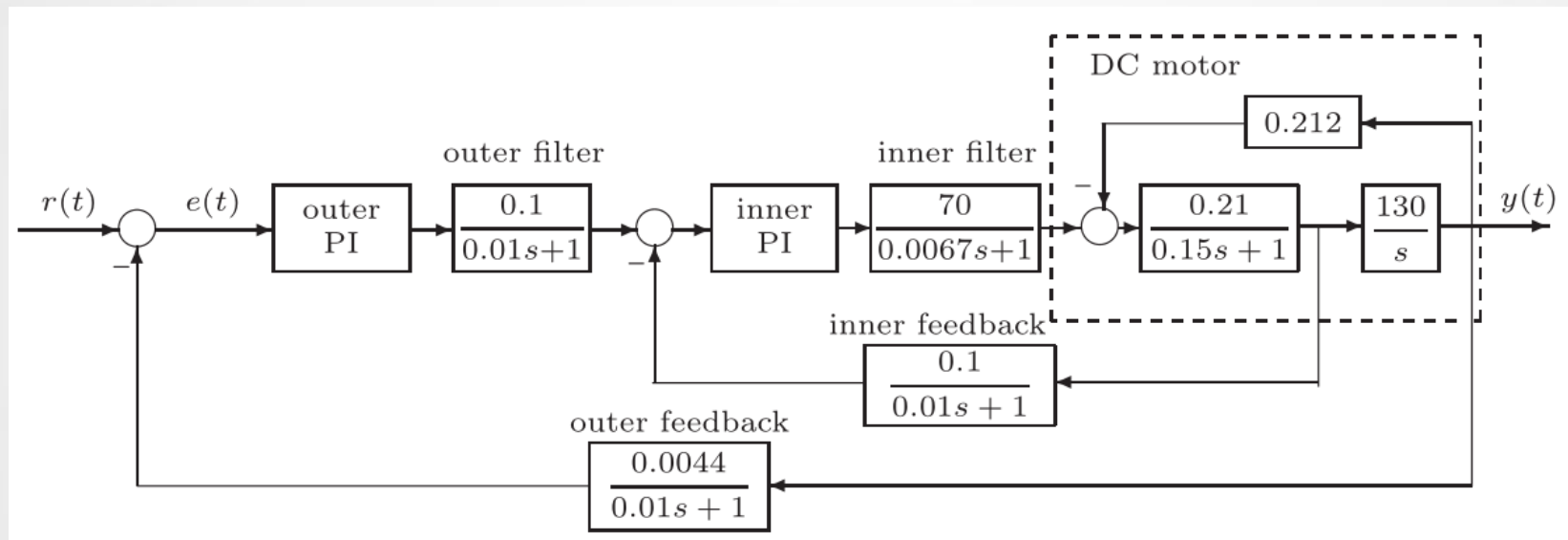
最优控制器设计

- 必要的参数
 - Simulink模型的文件名
 - 需要优化的决策变量名，用逗号分隔
 - 终止仿真时间
- 自动生成目标函数的 MATLAB文件
- 按按钮设计控制器
 - 修改目标函数，如 ISE，比较结果
 - 演示参数变化、饱和非线性引入等控制器设计的结果



例7-10 串级PI控制器设计

➤ 双闭环DC调速系统



➤ Simulink仿真模型：c7model2.mdl

➤ 优化参数：Kp1, Kp2, Ki1, Ki2

➤ 终止时间：tn=0.6



OCD的其他应用

- 从理论上说，只要能画出来误差目标函数、可以指定决策变量的问题就可以用OCD程序界面直接求解
- 其他应用
 - 模型降阶
 - 如果给出原始模型，可以用OCD逼近其模型参数
 - 后续内容可以尝试使用OCD，如模型参考自适应控制系统
 - 对于PID控制器设计，建议使用后面更专门的optimpid程序



例7-11 最优降阶的例子

➤ 原始模型 $G(s) = 1/(s+1)^6$

➤ FOPDT

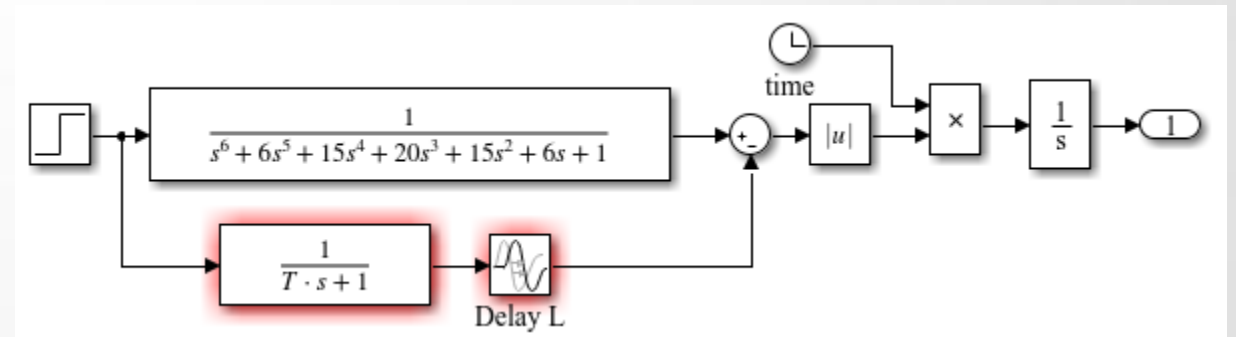
$$G_1(s) = \frac{k}{Ts + 1} e^{-Ls}$$

➤ 由静态误差相同可以得出 $k = 1$

➤ Simulink模型 : c7mmr.mdl

➤ 优化参数 : L, T

➤ 终止时间 : 10

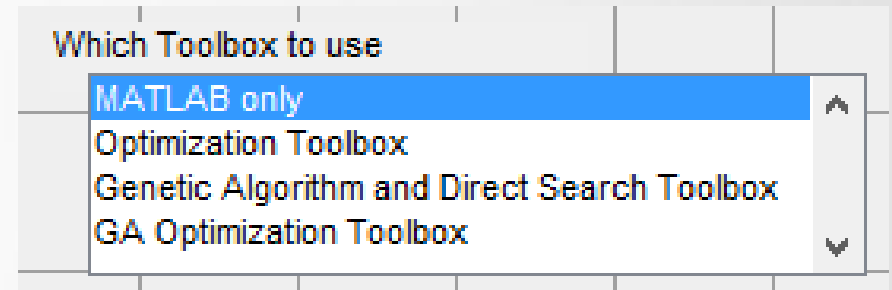




OCD程序的编程简介

- 可以由 `guide ocd` 命令打开编辑界面
- 开放的结构，如控制器设计

```
switch kTool
    case 1
        ctrl_pars=fminsearch(str,x0,options)
    case 2
        ctrl_pars=fminunc(str,x0,options)
    case 3
        eval(['ctrl_pars=ga(@' str ', ' int2str(length(x0)) ')'])
    case 4
        ctrl_pars=gaopt([zeros(size(x0(:))),100*ones(size(x0(:)))],str)
end
```





最优控制器设计小结

- 探讨了目标函数的选择问题
 - 演示了ITAE类指标比ISE指标更适合伺服控制
- 结合数值最优化技术和Simulink建模仿真技术
- 给出了对任意复杂系统的最优控制器设计方法
 - 使用 `assignin()`、`fminsearch()` 等函数
- 演示了作者开发的 OCD 图形用户界面
 - 用户需要提供 Simulink 框图
 - 指出待优化变量和终止时间等参数
 - 按动相关按钮即可“可视”优化过程

