

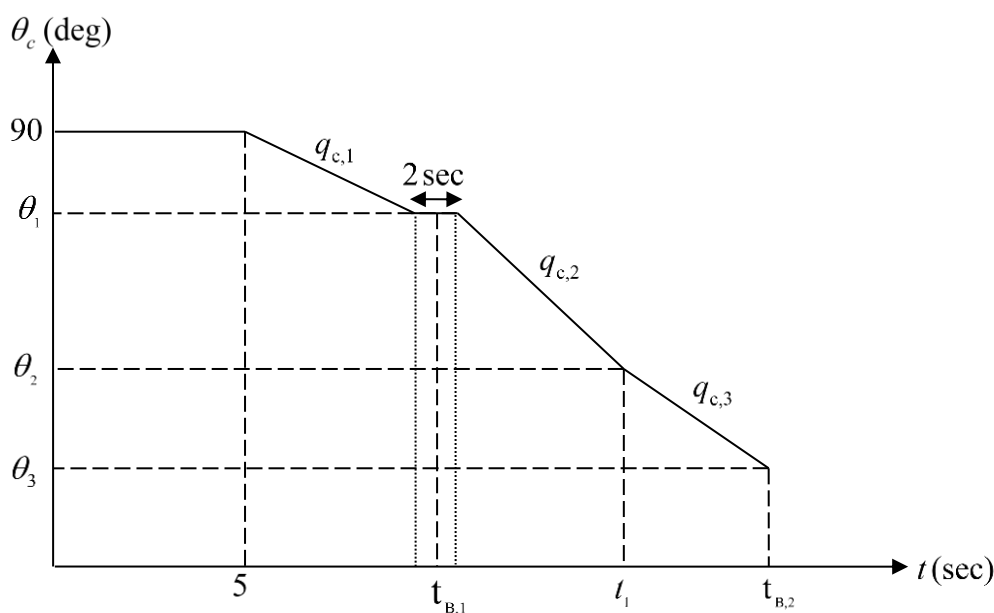
۱- می‌خواهیم مسیر یک موشک بالستیک را بهینه کنیم. موشک پرواز خود را از تقاطع استوا و گرینویچ با زاویه پیچ ۹۰ درجه آغاز کرده و پس از شروع پرواز، زاویه پیچ را مطابق شکل (۱) تغییر می‌دهد. حرکت موشک را در صفحه استوا فرض کنید. پارامترهای t_1 ، $q_{c,1}$ ، $q_{c,2}$ و $q_{c,3}$ مجهولات مسئله است و برای تعیین همه مجهولات از بهینه‌سازی استفاده خواهد شد. برای مدل‌سازی زمین از مدل زمین کروی دارای دوران و برای مدل‌سازی اتمسفر از مدل اتمسفر استاندارد استفاده شود. همچنین برای کسب اطلاعات موشک از داده‌های موجود در پیوست استفاده شود. زاویه حمله ناچیز و ضرایب پسای موشک به صورت $C_D = 0.2$ در نظر گرفته شود. همچنین فرض شود که تابع تبدیل بین فرمان نرخ زاویه پیچ با نرخ زاویه پیچ به صورت $1/(s+1)$ باشد.

الف- معادلات حرکت جرم نقطه‌ای را در صفحه استخراج کنید. این معادلات باید دینامیک تغییرات ارتفاع، طول جغرافیایی و زاویه پیچ را بیان کند. (۱۰ از ۱۲۰)

ب- مسیر حرکت را وقتی با زاویه پیچ ۹۰ درجه پرتاب شود و هیچ فرمانی به آن اعمال نشود، رسم کنید (تغییرات ارتفاع بر حسب طول جغرافیایی). در این حالت همچنین نحوه تغییرات متغیرهای حالت بر حسب زمان را نیز رسم کنید. (۱۰ از ۱۲۰)

ج- فرض کنید فرمان نرخ زاویه پیچ مطابق با شکل به موشک اعمال شود. با استفاده از یک الگوریتم بهینه‌سازی، که شبیه‌سازی را فراخوانی می‌کند، مجهولات را به گونه‌ای تعیین کنید که در پرتاب به سمت شرق برد موشک (R) بیشینه (یا به عبارتی $-R$ کمینه) شود. مقادیر پارامترهای بهینه و نمودارهای بند (ب) را ارائه کنید. (به این منظور می‌توانید از هر الگوریتم بهینه‌سازی دلخواه یا از الگوریتم بهینه‌سازی TCACS موجود در مرجع [۱] استفاده کنید) (۳۰ از ۱۲۰)

د- براساس نتیجه بهینه‌سازی بند (ج)، یک بار نیز موشک را به سمت غرب پرتاب و نتایج بدست‌آمده را با بند (ج) مقایسه کنید. (۱۰ از ۱۲۰)



شکل ۱: برنامه تغییرات زاویه پیچ بر حسب زمان

جدول اطلاعات موشک

Characteristics	unit	Value
Range	km	4,900
Throw weight	kg	1,000
Launch Mass	kg	40,600
Boost Time	sec	135
1st Stage		
Stage Mass	kg	33,820
Propellant Fraction		0.88
Stage Diameter	m	1.8
Stage Length	m	8.2
CS Area	m ²	2.55
Nozzle Area	m ²	1.63
Vacuum Thrust	kN	1,035
Vacuum Isp	sec	262
Burn time ($t_{B,1}$)	sec	73.8
2st Stage		
Stage Mass	kg	5,780
Propellant Fraction		0.85
Stage Diameter	m	1.25
Stage Length	m	2.96
CS Area	m ²	1.23
Nozzle Area	m ²	0.785
Vacuum Thrust	kN	214
Vacuum Isp	sec	270
Burn time ($t_{B,2}$)	sec	60.8

۲- مدل دو بعدی ساده شده زیر را برای یک پهپاد در نظر بگیرید:

$$\dot{x}_u = V_u \cos \gamma_u \quad (1)$$

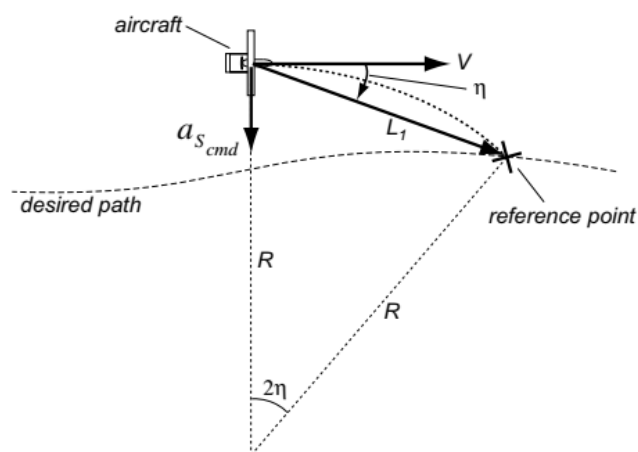
$$\dot{y}_u = V_u \sin \gamma_u \quad (2)$$

که در روابط فوق، V_u بیانگر سرعت پرنده و برابر ۱۰۰ متر بر ثانیه است. همچنین شرایط اولیه به صورت $x_u(0) = 0$ و $y_u(0) = 3000$ متر فرض می‌شود. همچنین γ_u بیانگر زاویه مسیر پروازی است که در هر لحظه از رابطه زیر به‌روزرسانی می‌شود:

$$\dot{\gamma}_u = a_u / V_u \quad (3)$$

در رابطه فوق، مقدار γ_u در ابتدا ۹۰- درجه در نظر گرفته می‌شود. بیشینه مقدار a_u را ۵ در نظر بگیرید. الف) قانون هدایت غیرخطی $a_u = V_u^2 \sin \eta / L_1$ (منطبق با شکل (۲))، که در مرجع [۲] بیان شده است، را با L_1 مناسب به‌گونه‌ای شبیه‌سازی کنید که مسیر مرجع زیر ردگیری شود. با استفاده از ابزار state flow برنامه هدایت را به‌گونه‌ای مدل کنید که پرنده در ابتدا با هدایت تناسبی خالص به سمت مبدأ حرکت کند و وقتی به فاصله $0.8L_1$ از مبدأ رسید، از روش هدایت غیرخطی فوق استفاده کند. سپس مسیر و تاریخچه زمانی فرمان شتاب را رسم کنید. (۳۰ از ۱۲۰)

$$y_{ref} = 0.5x_{ref} \quad (4)$$



شکل ۲: قانون هدایت غیرخطی بیان شده در مرجع [۲].

ب) تاثیر پارامتر L_1 را بر روی مسیر و تاریخچه زمانی فرمان شتاب بررسی کنید. (۱۰ از ۱۲۰)
ج) به‌منظور مقایسه نتایج این روش با هدایت تناسبی، در مرحله دوم پرواز نیز به جای روش هدایت فوق از هدایت تناسبی خالص به سمت هدفی که روی مسیر مرجع و در فاصله L_1 از پهپاد است، استفاده کنید و نتایج این حالت را با بخش الف مقایسه کنید. (۲۰ از ۱۲۰)

مراجع:

[1] A. Karimi, H. Nobahari and P. Siarry, "Continuous Ant Colony System and Tabu Search Algorithms Continuous Multi-Minima Functions", Computational Hybridized for Global Minimization of Optimization and Applications (COAP), Vol. 45, No. 3, pp. 639-661, April 2010. (This paper and TCACS code can be downloaded from: <http://ae.sharif.edu/~nobahari>)

[2] Park, Sanghyuk, John Deyst, and Jonathan How. "A new nonlinear guidance logic for trajectory tracking." AIAA guidance, navigation, and control conference and exhibit. 2004.



لطفا در انجام تکالیف حتما به موارد زیر توجه کنید:

۱. تمرین‌ها به صورت دقیق ارزیابی و نمره‌دهی می‌شود.
۲. تمرین‌ها در موعده مقرر به صورت یک فایل zip پوشه‌بندی شده در سامانه درس‌افزار شریف قرار گیرد.
۳. فایل زیپ تحویلی تنها حاوی یک پوشه با نامگذاری مشابه زیر باشد. فایل‌های مربوط به هر سوال را در یک پوشه جداگانه، داخل پوشه اصلی، قرار دهید.

HW1_94203511_Name

۴. برای بررسی تمرین‌ها، لازم است فایل‌های سیمولینک یا متلب نیز بررسی شوند. لذا، ضروری است فایل‌های مذکور و به طور کلی هر فایلی که در حل تمرین از آن استفاده شده نیز در پوشه مربوط به همان سؤال قرار گیرد.
۵. در صورت نیاز به اسکن تمرین‌هایی که روی کاغذ حل می‌کنید، می‌توانید از برنامه کاربردی Fast Scanner و امثال آن استفاده کنید.
۶. با توجه به اینکه ارزیابی تمرین‌ها از روی فایل خیلی سخت‌تر از ارزیابی نسخه کاغذی است، از ارسال اسکن کم کیفیت خودداری و در صورت لزوم از اسکنر استفاده کنید.
۷. در صورت ارسال تمرین‌ها در دو یا چند مرحله، آخرین فایل ارسالی بررسی خواهد شد و تاریخ آخرین ارسال ملاک تاریخ تحویل‌دهی خواهد بود.
۸. خواسته‌های هر سوال به صورت شفاف و مشخص برآورده شود.
۹. شکل‌ها دارای عنوان مناسب باشند. در رسم نمودارها حتما محورها نامگذاری و واحدها مشخص شوند.
۱۰. شکل‌های حاوی چند نمودار به نحو مناسبی با legend نمایش داده شوند.
۱۱. واحد تمامی اعداد را بنویسید.
۱۲. هنگام انتقال شکلی از متلب یا سیمولینک به فایل word به جای اسکرین شات گرفتن از صفحه، از منوی edit گزینه copy figure را در پنجره plot انتخاب کنند.
۱۳. تمرین را به زبان فارسی بنویسید و از نوشتن هر گونه توضیحات اضافه پرهیز کنید. مفید بودن مطالب قطعاً از حجم آن‌ها مهم‌تر است.
۱۴. راهنمایی گرفتن از دوستان، مشروط به اینکه به اندازه کافی روی مسئله فکر کرده باشید، بلامانع است. فراتر از کسب راهنمایی به هیچ وجه مجاز نیست.
۱۵. در صورت داشتن هر گونه سوال راجع به تمرین‌ها، با دستیار آموزشی درس، آقای محمد صادق اکبری (09390483400, mohammadsadegh.akbari@sharif.edu) و در شرایط اضطرار با استاد درس (09123703246, nobahari@sharif.edu) تماس بگیرید. برعکس، اشکالات درسی خود را سعی کنید از استاد درس بپرسید. (زمان مناسب برای تماس تلفنی با استاد درس بعد از نماز مغرب است.)

۱۶. با توجه به ضرورت ارزیابی سریع تمرین‌ها و بازخورد سریع به دانشجویان، برای هر روز تحویل زودتر، ۵ درصد نمره تشویقی (تا سقف ۲۰ درصد) و برای یک تا هفت روز تاخیر به ترتیب ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد کسر تاخیر در نظر گرفته می‌شود و پس از آن فایل قابل بارگذاری در سامانه نیست.

۱۷. توصیه اکید می‌شود از عدم تحویل تکالیف ناقص خودداری کنید. تحویل ناقص حتماً بهتر از عدم تحویل است.