

هفده سؤال مفهومی در هدایت بهینه

ویرایش اول، بهمن‌ماه ۱۳۹۴

در این راهنما، هفده سؤال مفهومی در مبحث هدایت بهینه مطرح شده‌است تا دانشجویان و مهندسان جوان بتوانند سطح معلومات خود را در این زمینه ارزیابی کنند. البته بخشی از سؤالات راهنمای حاضر برای درس کنترل بهینه نیز مفید است.

۱. هدایت بهینه حلقه باز و حلقه بسته به چه معناست؟ محدودیت استفاده از هدایت حلقه باز چیست؟
۲. چگونه قانون هدایت می‌تواند بهینه باشد و قانون کنترلی از نوع کلاسیک باشد؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
۳. چگونه قانون هدایت می‌تواند از نوع کلاسیک باشد و قانون کنترلی، بهینه باشد؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
۴. قانون هدایت تناسبی با چه فرضیاتی بهینه است؟ چرا در حل بهینه مذکور زمان نهایی را مقید نمی‌کنند؟
۵. قانون هدایت تناسبی به ازای «ضریب ناوبری مؤثر» برابر ۳ بهینه است؛ اما به ازای «ضرایب ناوبری مؤثر» بزرگتر از ۳، «معیار عملکرد انتگرال قدرمطلق دستور شتاب» کاهش می‌یابد. آیا تناقضی در این موضوع وجود دارد؟ علت چیست؟
۶. چند نوع معیار عملکرد برای هدایت پایانی می‌شناسید؟ چند نوع معیار عملکرد برای هدایت میانی می‌شناسید؟
۷. چه نوع معیارهای عملکردی در هدایت خط‌دید بهینه قابل استفاده است؟
۸. چرا در اکثر منابع و مقالات اولیه، معیار عملکرد بصورت انتگرال مجذور دستور شتاب است؟
۹. در حل بهینه مسائل هدایت در چه صورتی زمان نهایی را مقید می‌کنند؟
۱۰. وجه تسمیه معیار عملکرد حداقل سوخت و حداقل انرژی چیست؟ آیا به معیار عملکرد «انتگرال مجذور دستور شتاب جانبی» یا «انتگرال قدرمطلق دستور شتاب جانبی» در هدایت یک هواپیما، هدایت حداقل انرژی یا حداقل سوخت می‌گویند؟
۱۱. چرا در هدایت کاپا، «حل بهینه با قید زاویه شیب نهایی» بهتر از «حل بهینه بدون قید زاویه شیب نهایی» عمل می‌کند؟ به عبارت دیگر، معیار عملکرد «حداکثر سرعت نهایی» به ازای حل بهینه با قید مذکور بیشتر از مقدار معیار عملکرد در حل بهینه بدون قید مذکور می‌شود. آیا از لحاظ بهینه‌سازی منطقی است؟ علت چیست؟
۱۲. در یک مسئله بهینه‌سازی اگر قدرمطلق تابع $f(a,b,c)$ حداقل شود، آیا تابع $f^2(a,b,c)$ نیز حداقل می‌شود؟
۱۳. در مسئله هدایت بهینه اگر $\int_{t_0}^{t_f} u^2(t) dt$ حداقل شود، آیا تابع $\int_{t_0}^{t_f} u^4(t) dt$ نیز حداقل می‌شود؟
۱۴. در حل مسئله هدایت بهینه برای کمینه‌سازی $J_2 = \int_{t_0}^{t_f} u^2(t) dt$ منوط به معادله دیفرانسیل $\ddot{x} = u$ و قیود پایانی $x(t_f) = 0$ و $\dot{x}(t_f) = \text{free}$ ، جواب u بصورت خطی از مقدار اولیه تا صفر بدست می‌آید. در صورتی که مسئله به ازای معیار عملکرد $J_4 = \int_{t_0}^{t_f} u^4(t) dt$ حل شود، بدون حل، جواب بهینه را بطور شماتیک نسبت به حل نخست (با J_2) بر حسب زمان رسم کنید.
۱۵. تابع وزنی $R(t)$ در معیار عملکرد $\int_{t_0}^{t_f} R(t)u^2(t) dt$ چگونه انتخاب شود تا ورودی کنترلی (بطور مثال، دستور شتاب) در لحظه نهایی از لحاظ تئوری (تقریباً) صفر شود. فرض کنید ورودی کنترلی برای مسئله به ازای $R = 1$ در زمان نهایی، غیرصفر و کراندار است.
۱۶. فرض کنید حل مسئله بهینه در مسئله‌ای به ازای معیار عملکرد $\int_{t_0}^{t_f} u^2(t) dt$ موجود است. حل مسئله را بطور شماتیک به ازای $\int_{t_0}^{t_f} (t_f - t)^n u^2(t) dt$ در مقایسه با حل موجود، به ازای n های مختلف ترسیم نمایید.
۱۷. معیار عملکرد $J = wx^2(t_f) + \int_{t_0}^{t_f} u^2(t) dt$ را در نظر بگیرید ($w > 0$). مقدار $x(t_f)$ در حل بهینه مسئله با افزایش ضریب وزنی w ، کاهش می‌یابد یا افزایش؟ مزیت استفاده از ضریب وزنی w در معیار عملکرد مذکور بجای اعمال شرط پایانی $x(t_f) = 0$ در حل بهینه حلقه بسته در عمل چیست؟

با آرزوی موفقیت

سید حمید جلالی نائینی