

熊本高等専門学校	開講年度	令和02年度 (2020年度)	授業科目	制御工学II
科目基礎情報				
科目番号	CI1502	科目区分	専門 / 必修	
授業形態	授業	単位の種別と単位数	学修単位: 2	
開設学科	制御情報システム工学科	対象学年	5	
開設期	通年	週時間数	1	
教科書/教材	演習で学ぶ現代制御理論 新装版 森 泰親 森北出版			
担当教員	柴里 弘毅			

到達目標

ディジタル技術検定(制御部門)2級程度の内容を理解し、低次システムに対するフィードバック系設計ができることを目標とする。

1. システムの状態方程式を導出することができる。
2. システムの可制御性・可観測性を調べることができる。
3. 低次システムに対して、極配置法を用いて制御器を設計できる。
4. 低次システムに対して、最適制御を用いて制御器を設計できる。
5. 制御系CADを用いて制御系設計やシミュレーションを行うことができる。

ルーブリック

	理想的な到達レベルの目安	標準的な到達レベルの目安	未到達レベルの目安
評価項目1	状態変数および状態方程式の役割について理解し、電気回路、機械振動系などの制御対象の特性を適切な数学モデルで表現できる。数学モデルより、対象の状態方程式を導出し、伝達関数やブロック線図との対応関係を説明できる。固有値の位置から安定性や応答特性を考察し、説明できる。また、期限内に所定の提出物を高い完成度で提出できる。	状態変数および状態方程式の役割について理解し、電気回路、機械振動系などの制御対象の特性を適切な数学モデルで表現できる。数学モデルより、対象の状態方程式を導出することができる。固有値の位置と安定性の関係を説明できる。また、期限内に所定の提出物を概ね提出できる。	状態変数および状態方程式の役割について理解し、電気回路、機械振動系などの制御対象の特性を適切な数学モデルで表現することができない。固有値の位置と安定性の関係を説明できない。また、期限内に所定の提出物を提出できない。
評価項目2	システムの可制御性、可観測性の概念を理解し、システムの可制御性、可観測性の判定ができる。状態方程式で記述されたシステムを、対角正準形や可制御正準形に変換し、システムの特性を考察できる。また、期限内に所定の提出物を高い完成度で提出できる。	システムの可制御性、可観測性の概念を理解し、システムの可制御性、可観測性の判定ができる。状態方程式で記述された単純なシステムを、対角正準形や可制御正準形に概ね変換することができる。また、期限内に所定の提出物を概ね提出できる。	システムの可制御性、可観測性の概念を理解していない。システムの可制御性、可観測性の判定が正しくできない。状態方程式で記述された単純なシステムを、対角正準形や可制御正準形に変換することができない。また、期限内に所定の提出物を提出できない。
評価項目3	直接法、可制御正準形、アッカーマン法による極配置法を理解し、対象に適した極配置手法を適用することができる。また、期限内に所定の提出物を高い完成度で提出できる。	直接法による極配置法を理解し、数値例題に対して極配置することができる。また、期限内に所定の提出物を概ね提出できる。	直接法による極配置法を理解できない。数値例題に対して極配置することができない。また、期限内に所定の提出物を提出できない。
評価項目4	行列の正定性やリカッチ代数方程式を正しく理解し、低次のシステムに対して最適レギュレータを設計できる。また、期限内に所定の提出物を高い完成度で提出できる。	行列の正定性やリカッチ代数方程式を理解し、低次のシステムに対して最適レギュレータを概ね設計できる。また、期限内に所定の提出物を概ね提出できる。	行列の正定性やリカッチ代数方程式を理解していない。低次のシステムに対して最適レギュレータを設計できない。また、期限内に所定の提出物を提出できない。
評価項目5	制御系CADを用いてプログラムを記述し、シミュレーション結果を考察できる。また、期限内に所定の提出物を高い完成度で提出できる。	制御系CADを用いてプログラムを概ね記述できる。また、期限内に所定の提出物を概ね提出できる。	制御系CADを用いてプログラムを記述できない。また、期限内に所定の提出物を提出できない。

学科の到達目標項目との関係

教育方法等

概要	本科目では4年次に学習する古典制御を発展させ、現代制御論の基本である状態方程式の導出、可制御性・可観測性判定、可制御正準形への変換、極配置・最適制御などの制御器設計法について講義する。また、コンピュータシミュレーション技術についても学ぶ。演習とシミュレーションにより学習項目の定着を図る。
授業の進め方・方法	現代制御論を講義で解説するとともに演習問題に数多く取り組む。また、シミュレーションプログラムの作成も通じて理論と実践をバランスよく体得する。
注意点	この科目では、調査活動やレポート作成などで年間に30時間の自学自習を課します。

授業計画

	週	授業内容	週ごとの到達目標	
前期	1stQ	1週	ガイダンス	本講義の学習内容や目標、評価方法について理解し、説明できる。
	2週	状態方程式によるシステムの記述(1)	状態変数および状態方程式の役割について理解し、説明できる。	
	3週	状態方程式によるシステムの記述(2)	RLC電気回路について状態方程式を導出し、ブロック線図や伝達関数で表現できる。	
	4週	状態方程式によるシステムの記述(3)	機械振動系について状態方程式を導出し、ブロック線図や伝達関数で表現できる。	
	5週	状態方程式によるシステムの記述(4)	ラグランジュ方程式を用いて、状態方程式を導出できる。	
	6週	システムの応答(1)	固有値と安定性の関係、対象の応答特性を説明できる。	
	7週	システムの応答(2)	固有値と安定性の関係、対象の応答特性を説明できる。	

		8週	システムの応答（3）	固有値と安定性の関係、対象の応答特性を説明できる。
	2ndQ	9週	可制御性（1）	システムの可制御性の概念を理解し、可制御性判定ができる。
		10週	可制御性（2）	状態方程式で記述されたシステムを可制御標準形に変換し、可制御性の判定ができる。
		11週	可制御性（3）	対角標準形や可制御標準形に等価変換されたシステムをブロック線図で表現できる。
		12週	可観測性（1）	システムの可観測性の概念を理解し、可観測性判定ができる。
		13週	可観測性（2）	システムの可観測性の概念を理解し、可観測性判定ができる。
		14週	可観測性（3）	双対システム概念を理解し、可制御性と対応関係を説明できる。
		15週	前期定期試験	前期期末までの学習範囲について到達度を確認し、改善することができる。
		16週	前期期末試験答案返却	前期期末までの学習範囲について到達度を確認し、改善することができる。
後期	3rdQ	1週	極配置法（1）	極配置の概念を理解し、直接法により、状態方程式で表された線形システムの閉ループの極を希望する位置に配置できる。
		2週	極配置法（2）	可制御標準形を利用した方法により、状態方程式で表された線形システムの閉ループの極を希望する位置に配置できる。
		3週	極配置法（3）	可制御標準形を利用した方法により、状態方程式で表された線形システムの閉ループの極を希望する位置に配置できる。
		4週	極配置法（4）	アッカーマンのアルゴリズムを用いて、状態方程式で表された線形システムの閉ループの極を希望する位置に配置できる。
		5週	制御系CADを用いた設計とシミュレーション（1）	極配置について、制御系CADを用いて状態フィードバックゲインを導出できる。
		6週	制御系CADを用いた設計とシミュレーション（2）	極配置について、制御系CADを用いて状態フィードバックゲインを導出できる。
		7週	制御系CADを用いた設計とシミュレーション（3）	極配置について、制御系CADを用いて状態フィードバックゲインを導出できる。
		8週	制御系CADを用いた設計とシミュレーション（4）	極配置について、制御系CADを用いて状態フィードバックゲインを導出できる。
	4thQ	9週	最適レギュレータ（1）	最適レギュレータの概念を理解する。行列の正定・負定の判定ができる。
		10週	最適レギュレータ（2）	重み行列の各要素を変数で置くことで、リカッチ代数方程式の解を求めることができる。
		11週	最適レギュレータ（3）	ハミルトン行列を理解する。有本-ポッターの方法を適用し、リカッチ代数方程式の解を求めることができる。
		12週	最適レギュレータ（4）	ハミルトン行列を理解する。有本-ポッターの方法を適用し、リカッチ代数方程式の解を求めることができる。
		13週	制御系CADを用いた設計とシミュレーション（5）	制御系CADを用いて最適レギュレータゲインを設計することができる。重みの変化とゲイン、応答の関係を分析できる。
		14週	制御系CADを用いた設計とシミュレーション（6）	制御系CADを用いて最適レギュレータゲインを設計することができる。重みの変化とゲイン、応答の関係を分析できる。
		15週	後期定期試験	後期期末までの学習範囲について到達度を確認し、改善することができる。
		16週	後期期末試験答案返却	後期期末までの学習範囲について到達度を確認し、改善することができる。

モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

分類	分野	学習内容	学習内容の到達目標	到達レベル	授業週	
基礎的能力	数学	数学	行列の定義を理解し、行列の和・差・スカラーとの積、行列の積を求めることができる。	3		
			逆行列の定義を理解し、2次の正方行列の逆行列を求めることができる。	3		
			行列式の定義および性質を理解し、基本的な行列式の値を求めることができる。	3		
			簡単な1変数関数の局所的な1次近似式を求めることができる。	3		
			1変数関数のテイラー展開を理解し、基本的な関数のマクローリン展開を求めることができる。	3		
			オイラーの公式を用いて、複素数変数の指数関数の簡単な計算ができる。	3		
	自然科学	物理	力学	物体の運動エネルギーに関する計算ができる。	3	
				重力による位置エネルギーに関する計算ができる。	3	
				弾性力による位置エネルギーに関する計算ができる。	3	
				力学的エネルギー保存則を様々な物理量の計算に利用できる。	3	
		電気	オームの法則から、電圧、電流、抵抗に関する計算ができる。	3		

				抵抗を直列接続、及び並列接続したときの合成抵抗の値を求めることができる。	3	
専門的能力	分野別の専門工学	電気・電子系分野	電気回路	キルヒホッフの法則を用いて、直流回路の計算ができる。	4	前3
				合成抵抗や分圧・分流の考え方を用いて、直流回路の計算ができる。	4	前3
				R、L、C素子における正弦波電圧と電流の関係を説明できる。	4	前4,前5
				RL直列回路やRC直列回路等の単エネルギー回路の直流応答を計算し、過渡応答の特徴を説明できる。	4	前4,前5
				RLC直列回路等の複エネルギー回路の直流応答を計算し、過渡応答の特徴を説明できる。	4	前4,前5
			制御	伝達関数を用いたシステムの入出力表現ができる。	4	前3,前4,前5
				ブロック線図を用いてシステムを表現することができる。	4	前3,前4,前5
				システムの過渡特性について、ステップ応答を用いて説明できる。	4	前5,前6,前7
				システムの定常特性について、定常偏差を用いて説明できる。	4	前5,前6,前7
				システムの周波数特性について、ボード線図を用いて説明できる。	4	後5,後6,後7
				フィードバックシステムの安定判別法について説明できる。	4	後1,後2,後3,後4
評価割合						
	試験	演習	レポート・家庭学習	合計		
総合評価割合	40	20	40	100		
基礎的能力	20	10	20	50		
専門的能力	20	10	10	40		
分野横断的能力	0	0	10	10		