

石川工業高等専門学校		開講年度	令和05年度 (2023年度)		授業科目	制御工学ⅠⅠ	
科目基礎情報							
科目番号	20220			科目区分	専門 / 必修		
授業形態	講義			単位の種別と単位数	履修単位: 2		
開設学科	電気工学科			対象学年	5		
開設期	通年			週時間数	2		
教科書/教材	杉江俊治, 藤田政之「フィードバック制御入門」(コロナ社)						
担当教員	河合 康典						
到達目標							
1.システムの周波数応答を理解し, ベクトル軌跡による表示を行える。 2.ボード線図による表示を行える。 3.フィードバック系の内部安定性を判別できる。 4.フィードバック系のナイキストの安定判別法を行える。 5.フィードバック系の安定余裕を理解し, 求めることができる。 6.PID補償によるフィードバック制御系の設計法を行える。 7.モデルとその不確かさを記述することができる。 8.ロバスト安定性, 制御性能のロバスト性を理解することができる。 9.ループ整形の考え方を理解し, 位相進みー遅れ補償による制御系の設計法を行える。 10.2自由度制御の考え方を理解し, 設計が行える。							
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			
到達目標項目1		ベクトル軌跡が描ける。	1,2次系のベクトル軌跡が描ける。	周波数伝達関数が計算できる。			
到達目標項目2		ボード線図が描ける。	1,2次系のボード線図が描ける。	ゲインと位相が計算できる。			
到達目標項目3		内部安定性を用いて安定性を判別できる。	内部安定性が分かる。	内部安定性が分からない。			
到達目標項目4		ナイキストの安定判別法を用いて安定性を判別できる。	ナイキストの安定判別法が分かる。	ナイキストの安定判別法が分からない。			
到達目標項目5		安定余裕を求めることができる。	安定余裕が分かる。	安定余裕が分からない。			
到達目標項目6		PID補償を設計できる。	PID補償のボード線図が描ける。	PID補償が分からない。			
到達目標項目7		モデルとその不確かさを記述できる。	モデルの不確かさが分かる。	モデルの不確かさが分からない。			
到達目標項目8		ロバスト安定性, 制御性能のロバスト性が記述できる。	ロバスト安定性, 制御性能のロバスト性が分かる。	ロバスト安定性, 制御性能のロバスト性が分からない。			
到達目標項目9		位相進みー遅れ補償を設計できる。	ループ整形が分かる。	ループ整形が分からない。			
到達目標項目10		2自由度制御を設計できる。	2自由度制御が分かる。	2自由度制御が分からない。			
学科の到達目標項目との関係							
本科学習目標 1 本科学習目標 2 創造工学プログラム A1 創造工学プログラム B1							
教育方法等							
概要	「制御」に関する体系的な学問である自動制御理論の基礎について, まず最も重要な概念である「フィードバック」の本質的利点の理解に重点を置きながら学習する。特にシステムの伝達関数表現に基づきながら, 古典制御の枠組で扱われてきたフィードバック制御系の解析と設計に関する内容を学習する。この授業では, 制御に必要な基礎学力を身につけ, 制御系の周波数応答に関する設計と解析を通じて, 問題の提起とその解決方法を修得することを目的とする。						
授業の進め方・方法	【事前事後学習など】随時, 義内容の復習のためにレポート課題を与える。 【関連科目】応用数学A, 応用数学B 【MCC対応】V-C-7制御						
注意点	応用数学の知識が必要である。 講義で出題されるレポート課題を自学自習に役立てること。 【評価方法・評価基準】成績の評価基準として60点以上を合格とする。 中間試験, 期末試験, 学年末試験を実施する。 前期末: 中間試験 (40%), 期末試験 (40%), 中間レポート (10%), 小テストとレポート (20%) 学年末: 後期 (中間試験 (40%), 期末試験 (40%), 小テストとレポート (20%)) と前期末の平均						
テスト							
授業の属性・履修上の区分							
☐ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☒ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
前期	1stQ	1週	周波数応答と伝達関数		システムの周波数応答特性を理解する。		
		2週	ベクトル軌跡		ベクトル軌跡による表示ができるようになる。		
		3週	ベクトル軌跡		ベクトル軌跡による表示ができるようになる。		
		4週	ベクトル軌跡【in situ実験】		MATLABでベクトル軌跡を描けるようになる。		
		5週	ボード線図		ボード線図を用いて周波数特性を図式的に表すことができるようになる。		
		6週	ボード線図の性質		最小位相系におけるゲインと位相の関係について理解する。		
		7週	ボード線図【in situ実験】		MATLABでボード線図を描けるようになる。		

後期	2ndQ	8週	フィードバック系の内部安定性	フィードバック制御系の内部安定性について理解する。
		9週	ナイキストの安定判別法	ナイキストの安定判別法を理解し、フィードバック制御系の安定性を判定できるようになる。
		10週	ナイキストの安定判別法	簡単化されたナイキストの安定判別法について理解する。
		11週	ナイキストの安定判別法【in situ実験】	MATLABでナイキストを描いて安定判別できるようになる。
		12週	ゲイン余裕, 位相余裕	安定性の程度を評価するゲイン余裕や位相余裕について理解する。
		13週	ゲイン余裕, 位相余裕【in situ実験】	MATLABでゲイン余裕, 位相余裕を求めることができるようになる。
		14週	設計手順と性能評価	一般的な制御系設計における手順と制御系の性能評価について学ぶ。
		15週	前期復習	復習する。
		16週		
	3rdQ	1週	PID補償による制御系設計(P制御, PI制御)【in situ実験】	P制御, PI制御の制御系設計を修得する。
		2週	PID補償による制御系設計(PD制御)【in situ実験】	PD制御の制御系設計を修得する。
		3週	PID補償による制御系設計(PIDチューニング)【in situ実験】	PIDチューニングの制御系設計を修得する。
		4週	不確かさとロバスト性	モデルとそれに含まれる不確かさの概念を理解する。モデルの不確かさの記述法を習得する。
		5週	ロバスト安定性	ロバスト安定性について, その性質と条件を理解する。
		6週	制御性能のロバスト性	ノミナル性能, 制御性能のロバスト性について理解する。
		7週	フィードバック制御系のロバスト性解析【in situ実験】	MATLABでロバスト安定性, ロバスト性を評価できるようになる。
		8週	ループ整形	ループ整形について理解して, ボード線図を用いた制御系設計を理解する。
	4thQ	9週	位相遅れ補償による制御系設計【in situ実験】	位相遅れ補償の制御系設計を修得する。
		10週	位相進み補償による制御系設計【in situ実験】	位相進み補償の制御系設計を修得する。
		11週	位相進み-遅れ補償による制御系設計【in situ実験】	位相進み-遅れ補償の制御系設計を修得する。
		12週	フィードフォワードとフィードバックの役割	フィードフォワードとフィードバックのそれぞれの役割を理解する。
		13週	2 自由度制御系の構造と設計法	フィードフォワードとフィードバックの長所を併せ持つ2 自由度制御系の構造と設計を理解する。
		14週	2 自由度制御系の制御系設計【in situ実験】	2 自由度制御系の制御系設計ができる。
		15週	後期復習	復習する。
		16週		

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
専門的能力	分野別の専門工学	電気・電子系分野	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	
				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	
				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	
				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	
				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	
				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	

評価割合

	試験	ポートフォリオ	合計
総合評価割合	80	20	100
基礎的能力	0	0	0
専門的能力	80	20	100
分野横断的能力	0	0	0