

科 目 名	学 年	期別・授業形態・単位数	教 員 名 金森 満 研 究 室 A棟 3階 (A-322) 内線電話 8955 e-mail: kanamori@maizuru-ct.ac.jp
ロボットシステム制御 Robot System Control	2	前期・講義・2単位	
	授業（30時間）＋自己学習（60時間）＝標準90時間の学習時間		
科目到達レベル：□1.知識・記憶 □2.理解 □3.適用 □4.分析 <input checked="" type="checkbox"/> 5.評価 □6.創造			
【授業目的】 1 ロボットシステムの運動方程式を導出し、数学モデルで表現するための能力を育成する。 2 ロボットシステムを線形近似及び非線形補償し、線形制御するための能力を育成する。 3 ロボットマニピュレータのパラメータ同定手法を学び、モデリングを行なうための能力を育成する。 4 受動性、リアプノフの安定論を用いて、ロボットシステムを非線形制御するための能力を育成する。 【Course Objectives】 Students will acquire: 1 faculty for derivation of kinetic equations and modeling of robot systems, 2 faculty for linearization techniques and design linear controllers of non-linear robot systems, 3 faculty for parameter identification techniques for robot system modeling, 4 and faculty for non-linear controller design based on passivity and Lyapunov theory.			
【到達目標】 1 ロボットマニピュレータの運動方程式を導出できる。 2 線形近似及び非線形補償により、非線形システムを線形化できる。 3 ロボットマニピュレータのパラメータ同定ができる。 4 受動性とリアプノフの安定論に基づいて、ロボットシステムの制御器を設計できる。			
【学習・教育到達目標】 （B）専門分野の基礎知識を修得し、それを実際の技術の問題に応用することができる。			
【キーワード】 ロボットシステム、運動方程式、線形化、受動性、リアプノフ安定論 Robot system, Kinetic equation, Linearization, Passivity, Lyapunov stability theory		【授業時間】 2時間(90分)×15週=30単位時間(22.5時間)	
【授業方法】 講義を中心に授業を進めていく。白板を使用して内容を詳しく説明する。重要な内容について適宜学生に質問する。内容によっては、図やスライドを用いて視覚的に説明する。講義内容の理解を深めるため、毎週2時間程度の演習課題（自己学習課題）を与える。Moodleに講義ノート、演習課題、演習課題の解答をアップロードしておくので活用すること。		【学習方法】 1. Moodleを参考にして該当箇所を予習・復習する。 2. 授業では、予習して理解できなかったところに注意を払いながら学習する。授業中はノートをとる。 3. 授業や復習で生じた疑問等は、次の授業で質問するか、教員研究室へ来て質問する。 4. 演習課題を自分で解き、期日までに提出する。	
【履修上の注意】 本科目は、授業における学習と授業外での自己学習で成り立つものである。演習課題は自分で解き、期日までに提出すること。Moodleの資料を予習復習に活用すること。		【カリキュラムの位置付け】 1. 先行して履修すべき科目、項目 ロボット工学Ⅰ、Ⅱ、制御工学ⅠⅡⅢ、システム制御工学、制御工学特論 2. 後で履修する関連科目 特になし 3. 同時に履修する関連科目 知識制御工学	
【定期試験の実施方法】 期末に試験を行う。持ち込みは筆記用具および電卓のみとする。プログラムつき電卓の場合は、メモリをリセットしたものに限る。			
【成績の評価方法・評価基準】 定期試験の成績(60%)および自己学習（演習問題や宿題など）の成果(40%)を総合的に判断し、到達目標の到達度を評価する。60%以上の到達度をもって合格（C以上）とする。			

【教科書・教材等】

教科書：金森著，講義ノート

【参考書・参照 URL 等】

参考書：美多・大須賀著，ロボット制御工学入門，コロナ社

J. J. E. Slotine and W. Li, "Applied Nonlinear Control," PRENTICE HALL, 1991.

【授業計画】

週	内 容	到達目標	教科書参照ページ
第1週	シラバス内容の説明，ロボットシステム概説 演習課題：ロボットシステム制御の歴史概観	1, 2, 3, 4	1-1~2 プリント配布
第2週	運動方程式と状態方程式 演習課題：線形及び非線形システムの状態方程式の導出演習	1	2-1~3 プリント配布
第3週	非線形系システムの線形近似 演習課題：非線形システムの線形近似演習	2	3-1~4 プリント配布
第4週	ラグランジュの方程式 演習課題：2リンクロボットアームのエネルギー関数の導出	1	4-1~4 プリント配布
第5週	回転行列と座標変換 演習課題：回転行列の導出演習	1	5-1~3 プリント配布
第6週	3自由度垂直多関節ロボットアームの座標変換 演習課題：各リンクの重心位置及び角速度の導出演習	1	6-1~3 プリント配布
第7週	ロボットの運動方程式と線形近似 演習課題：2リンクロボットアームの線形近似による線形化	1, 2	7-1~2 プリント配布
第8週	ロボットシステムのパラメータ同定 1 演習課題：2リンク平面ロボットアームのパラメータ同定	3	8-1~2 プリント配布
第9週	ロボットシステムのパラメータ同定 2 演習課題：重力項及びアクチュエータの特性を考慮した同定	3	9-1~3 プリント配布
第10週	非線形補償による線形化 演習課題：非線形補償によるトラッキング制御演習	2	10-1~2 プリント配布
第11週	リアプノフの定理とロボットシステムの安定性 演習課題：PD 制御の安定化条件とコントローラ的设计	4	11-1~3 プリント配布
第12週	Passivity と漸近安定性 演習課題：Passivity に基づいた PD 制御器的设计演習	4	12-1~2 プリント配布
第13週	Passivity と L2 安定性 演習課題：Passivity に基づいた PID 制御器的设计演習	4	13-1~2 プリント配布
第14週	ロボットシステムの適応制御 演習課題：Passivity に基づいた重力項のパラメータ推定	4	14-1~3 プリント配布
第15週	ロボットシステムの適応制御 演習問題：Passivity に基づいた適応則		

★定期試験

定期試験返却，到達度確認

【学生へのメッセージ】

ロボットシステムには様々な形態のものがあり，これら全てを講述することは不可能である。ここでは，それらに共通する概念や方法論について講義する。モデリングでは，様々な形態のロボットに適応できるラグランジュ方程式を取り上げ，システムテックに運動方程式を導出する方法を学ぶ。また，ロボットシステムを分解することなく，パラメータを同定する手法を学ぶ。これらのモデリングは，運動解析やコントローラを設計するために不可欠であり，極めて重要である。さらに，ロボットシステムは一般に強い非線形性を有するため，線形化の手法も重要となる。制御系設計では，非線形補償，受動性，リアプノフの定理，ロバスト安定性について学ぶ。これらは，強い非線形性を有するロボットシステムの制御に共通して有用な概念を提供してくれる。興味をもって取り組んでほしい。