

登録コード	T2BC2200	開講年度	2026			
授業科目	信号処理(16T以降)				担当教員	白井 啓一郎
英文授業名	Signal Processing				副担当	
単位数	2	講義期間	後期	曜日・時限	木曜・1時限	対象学生
講義室	工W2-101教室	授業形態	講義	遠隔授業科目		電子情報システム工学科2年生（学部2～4年生）
信大コンピテンシー	非該当					
(1)授業の達成目標	【授業で得られる「学位授与の方針」要素】				⇔	【授業の達成目標】
	2 5Tカリ, 2 3Tカリ					
	【22T～】専門分野における専門的学力が身についている。				⇔	大雑把には、マイクやカメラなどで撮影された音声信号や画像信号が、電気信号やデジタル信号として処理される際に必要となる要素技術（数値計算、回路構成、プログラミング）を学ぶ。《なお、音声や画像の処理に関係すると記載すると、編集や合成などの方法を学ぶのかと勘違いするかもしれないが、そのような講義は「メディアプログラミング」である。》そのような応用分野について学ぶのではなく、より基礎的な要素技術を学び、応用分野で必要とされるハードウェアやソフトウェアを作り出すために必要な知識を習得することを目的とする。
(2)授業で学べる「テーマ」	その他					
(3)全学横断特別教育プログラム	ライフクリエイター養成コース					
(4)授業の概要	原則として対面式の講義を行うが、予習・復習用にオンデマンド動画を用意している。 講義では、主にスライド資料を用いる。教科書における要点や、教科書で省略されている計算式なども含むため、講義毎の資料のページ数は40ページ程度と多い。そのため、聴講せずに自身でスライドのみ見て勉強してしまうと重要な点が理解できない可能性があるため、ぜひ聴講頂きたい。 また、自習形式のプログラミング演習を含めており、計算式をどのようにプログラミングに落とし込むかを特に学んで欲しい。そうでないと、講義の内容は知っているが、ハードやソフトは作れないという問題や、故障や破壊を招かない安定・安全なものが作れない問題が生じる。なお、自習形式としているのは、信号処理で学ぶべきことは多いため、授業時間内に教えきれないためである。 ■ 信号処理とは ◇「信号処理」は、回路や電子機器上で電気信号を扱ったり、計算機上に取り込んだ後に、ソフトウェア上でデジタル信号として扱ったりする際に必要となる。身近なところであれば、我々が普段聴いたり観たりしている「音楽」や「映像」も、録音・再生の際には、信号処理に基づく計算が行われ、録音・再生が実現されている。 ◇すでに身近に浸透し成熟しつつある技術ではあるが、より高品質な音声・映像データを、より速く、録音・再生・伝送できるような機器やソフトウェアを開発するためには、その基礎である「信号処理」を修学する必要がある。近年では、映像であれば、より高解像度で細かい4Kや8K放送を扱うための機器であったり、音声であれば、ハイレゾ音源を扱うための機器の開発が行われており、より高度な数値計算方法が必要とされる。 ◇「信号処理」は、高校や大学で習った「ベクトルの内積計算」「直交基底・直交変換」「微分積分」の延長にあり、数値列として $\sin / \cos$ 関数に基づく数値列を扱うことに特化した計算を扱う。また、これらの基礎を持つ他の科目についても応用が効く。 ◇「信号処理」では、信号を波として扱い、異なる振動数の波の合わさったものとして扱う。この振動数ごとの成分への「分解」方法、振動数ごとの大きさ（振幅）の「変更・編集」方法、そして「再合成」方法について、その計算方法や注意点を学ぶことが主な目的である。例えば、音声や音楽であれば、異なる高さの音が、異なる大きさで合わさり、音声や音楽として聞こえている。また、聴く際には、低音を強くしたり、高音を弱めたりして、音色を変えるが、この裏側で行われている数値計算を学ぶこととなる。					
(5)授業計画	授業は教科書の内容に沿って以下のようにすすめる。 ----- ◇ 準備と高校数学との関係 第1回 ガイダンス：信号処理とは、及び、理解を補助するツールの紹介 第2回 基礎となる計算 その1（内積・直交・基底） 第3回 基礎となる計算 その2（$\sin / \cos$ 関数） 【修学目標】 基本的な数値計算を復習しつつ、数値計算の持つ意味を理解する。 ・微分積分、および、置換積分や部分積分といった計算ができる。 ・内積に関する計算や直交基底について理解しており、実際に計算できる。 ----- ◇ アナログ信号の性質					

(5)授業計画	第4回 信号とシステム その1 第5回 信号とシステム その2 及び 連続時間信号の解析 その1 (フーリエ級数展開・複素数表現) 【修学目標】 アナログ信号とデジタル信号とを変換する過程について説明でき、その際の注意点を説明できる。 ・標本化とは？量子化とは？ 信号の4つの形態は？ ・エイリアシングとは？ ----- ◇ アナログ信号を処理するシステムの解析 第6回 連続時間信号の解析 その2 (フーリエ変換・ラプラス変換) 第7回 連続時間システムの解析 その1 (インパルス応答と周波数応答) 第8回 連続時間システムの解析 その2 (ラプラス変換としての解析、伝達関数) 【修学目標】 周期／非周期・連続／離散の信号に対するフーリエ変換の式を示せ、変換後のスペクトルの形状特徴を説明できる。 ・例えば「周期的な連続時間信号に対するフーリエ変換の式を示せ」と言われたときに、すぐに書ける (フーリエ級数展開に相当)。 ・変換の前後における、時間領域と周波数領域での信号やスペクトルの性質を説明できる。 ・フーリエ変換の積分または総和の計算ができる。 ・「スペクトル」「周波数特性」「伝達関数」の違いを説明できる。 ----- ◇ デジタル信号の性質 第9回 離散信号の解析 その1 (離散時間フーリエ変換, z 変換) 第10回 離散信号の解析 その2 (離散フーリエ変換, 線形代数との関係) 【修学目標】 「インパルス応答」と「周波数応答」について説明でき、関連する計算についても説明できる。 ・「畳み込み演算」と「相関演算」の計算方法およびフーリエ変換領域で対応する計算を説明できる。 ・畳み込みや相関演算の積分計算もしくは総和計算ができる。 ----- ◇ デジタル信号を処理するシステムの解析 第11回 離散時間システムの解析 その1 第12回 離散時間システムの解析 その2 【修学目標】 アナログ回路やデジタル回路の伝達関数やインパルス応答を計算できる。 ・回路から方程式を導ける。 ・方程式をラプラス変換/z変換し、伝達関数を計算できる。 ・伝達関数から、振幅特性と位相特性を示せる。 ・伝達関数を部分分数展開やべき級数展開し、インパルス応答を計算できる。 ・回路の安定性を示せる。 ----- ◇ 信号から所望の成分を取り出すフィルタリングとフィルタの設計 第13回 サンプリングと窓 第14回 フィルタ その1 アナログフィルタ 第15回 フィルタ その2 デジタルフィルタ 【修学目標】 信号のサンプリングレートの変更に関するスペクトルの変化や気をつけるべきことを説明できる。 ・「ダウンサンプリング」と「デシメーション」について、スペクトルの変化を踏まえて説明できる。 ・「アップサンプリング」と「インターポレーション」について、スペクトルの変化を踏まえて説明できる。 ・エイリアシングを生じさせない要点を、時間領域と周波数領域について説明できる。 窓関数が使われる場面と、窓処理が行われる際のスペクトル変化や気をつけるべきことを説明できる。 ・ギブス現象とはなにかを説明できる。 ・ギブス現象を抑える方法を説明できる。 ・どのような周波数特性を持つ窓関数が望ましいかを説明できる。 ----- ◇ 最終評価
----------------	---

(5)授業計画	第16回 試験 ----- ◇授業アンケートの実施 来年度の授業内容を修正するために、アンケートを実施する。 ----- ここで、「第4回～8回」と「第9回～12回」は、それぞれ、アナログ信号とデジタル信号についての計算となるが、内容はにているため、もし、「第4回～8回」の内容がわからなかった場合、次の「第9回～12回」までに復習をすることを強くすすめる。
(6)成績評価の方法	「課題提出」による採点評価は行わない。本講義の受講者数は150名を超え、非常に多く、講義ごとの課題の採点は困難であるため、課題の提出による評価は行わない。 ただし、自習形式の演習問題や演習プログラムを用意しており、その解説動画も用意しているため、それを用いて理解度を深めて欲しい。 「期末試験」の成績を用いて評価する。試験問題の難易度は、しっかりと内容を理解し、試験勉強も行えば、8割の点数は取れる難易度である。教科書の章末問題よりも優しい。
(7)成績評価の基準	本大学の評価基準に従い、期末試験の点数を基に以下のように分類する。 『卓越している（秀）』 9割以上 『かなり上にある（優）』 8割以上 『やや上にある（良）』 7割以上 『合格水準にある（可）』 6割以上 【成績分布】 ◇ 2023年度： 受験者数131名（不受験者10名を除く），秀 45 名(34%)，優 43 名(33%)，良 26 名(20%)，可 7 名(5%)，不可 10 名(8%) ◇ 2022年度： 受験者数150名（不受験者16名を除く），秀 30 名(20%)，優 46 名(31%)，良 31 名(21%)，可 22 名(15%)，不可 21 名(14%) ◇ 2021年度： 受験者数121名（不受験者21名を除く），秀 32 名(26%)，優 33 名(27%)，良 27 名(22%)，可 15 名(12%)，不可 14 名(12%) ◇ 2020年度： 受験者数161名（不受験者9名を除く），秀 25 名(15.5%)，優 74 名(46%)，良 31 名(19%)，可 12 名(7.5%)，不可 19 名(12%) ◇ 2019年度： 受験者数163名（不受験者12名を除く），秀 14 名(9%)，優 39 名(24%)，良 37 名(22.5%)，可 58 名(35.5%)，不可 15 名(9%) ◇ 2018年度： 受験者数125名（不受験者27名を除く），秀 5 名(4%)，優 33 名(26.5%)，良 35 名(28%)，可 24 名(19%)，不可 28 名(22.5%)
(8)事前事後学習の内容	◇ 履修前までに、高校での微分積分、大学での線形代数を復習しておく必要がある。部分積分や置換積分は、ある程度分かっているものとして講義をすすめる。 ◇ 各講義の前に予習することをすすめる。扱う内容は単純なことであるが、数式が多いため、数式読解力が十分についていない学部生の時点では理解に時間を要すると思われる。 ◇ 事後学習では、講義資料に書かれたプログラムを実際に自分で打ち込んでみて、実行させ、パラメータを変えつつ、処理結果の挙動を観測してもらいたい。
(9)履修上の注意	以下の科目を修学してあるのが望ましい。 ・高校数学（三角関数、ベクトル、内積、微積、数列、複素数） ・線形代数 ・微分積分（大学）微分方程式／級数展開・近似／ ・電気回路 「信号処理」の教科書は幾つかあるが、基本的には本授業のスライドより難解である可能性が高い。本授業の資料は、「よくわかる信号処理」の解説を分かりやすく試みたものである。 参考書として後述する「MATLABによる画像&映像信号処理」は、本授業の後半のテーマとなる「デジタル信号に対する信号処理」とその実装を扱ったもの（実装に特化したもの）で、本授業を学びながら、もしくは、学んだ後に用いると良い。
(10)質問,相談への対応	・質問箱を eALPS 上に設けるので、質問を投稿されたい。 ・授業中の質問であれば、質問内容を皆で共有できて、ありがたい。
(11)その他	
【教科書】	よくわかる信号処理, 浜田望 著, オーム社 (2400円+税)
【参考書】	MATLABによる画像&映像信号処理, 村松 正吾, CQ出版社 (3,348円 + 税)