

پردازش علائم دیجیتال ۲

شماره درس: ۲۵۱۵۶

تعداد واحد: ۳

هدف کلان درس DSP II پژوهش [مهندسی] است که به تبع آن، مطالعه مستندات علمی و پژوهشی و مهارت‌های شبیه‌سازی و گزارش‌نویسی مورد تاکید قرار می‌گیرد. بر خلاف شیوه‌های رایج آموزشی، در این درس، آزمونی تحت عنوان کوییز، میان‌ترم و پایان‌ترم در کار نخواهد بود. ارائه درس حول ۷ پروژه از پیش تعریف شده، شکل گرفته و نتایج شبیه‌سازی و گزارش، معیار عملکرد دانشجویان در هر پروژه قرار می‌گیرد. این امکان فراهم شده است که دانشجویان با طرح ایده‌های نوآورانه و مسائل جدید، با هدایت استاد درس، به عنوان جایگزین تعدادی از پروژه‌های فوق‌الذکر، موضوع مورد علاقه خود را در طول ترم دنبال کرده و با ارائه نتایج و گزارش مورد ارزیابی قرار گیرند. لازم به ذکر است شیوه منحصر به فرد ارائه این درس، در سال ۱۳۹۹، از سوی کرسی یونسکو در آموزش مهندسی برگزیده شد و مورد تقدیر قرار گرفت.

نحوه ارزشیابی

- شبیه‌سازی و گزارش ۷ پروژه از پیش تعریف شده، به عنوان معیار ارزیابی عملکرد قرار می‌گیرد.
- این امکان فراهم است که پروژه‌ها با موضوعات پژوهشی مورد علاقه هر دانشجو به صورت مجزا، جایگزین شود: پس از ارائه ایده و مشورت با استاد درس، برای مثال چند پروژه از پیش تعریف شده با شبیه‌سازی، ارائه و گزارش نتایج کار بر روی ایده جدید جایگزین می‌شود.
- زمان تحویل هر پروژه، دو هفته در نظر گرفته شده است.
- پروژه جایگزین، متناسب با حجم فعالیت مورد نیاز آن می‌تواند زمان بیش‌تری داشته باشد.
- شبیه‌سازی در نرم‌افزار متکد (Mathcad) انجام گرفته و گزارش در قالب استاندارد IEEE خواهد بود.
- در پروژه ۶، محیط شبیه‌سازی نرم‌افزاری ویزسیم (VisSim) مدنظر قرار می‌گیرد.

نحوه ارائه

در هر پروژه، ایده‌های اصلی مقالات، مطرح شده و پیش‌نیازهای علمی مربوطه، در تعامل با دانشجویان ارائه می‌شود. آموزش‌یار درس در جلسات نخست، دمویی برای معرفی نرم‌افزار متکد ارائه داده و کارگاه مقاله‌نویسی کوتاهی برگزار خواهد کرد.

سرفصل‌های درس

عنوان هر پروژه به شرح زیر خواهد بود:

- Project I
The Modular Method.
- Project II
The Iterative Method for Interpolation Distortion.
- Project III

FM and PPM Demodulation Using the Iterative Method.

- Project IV
Reconstruction of 1-D and 2-D Signals with Missing Samples Using Time Varying (TV), Iterative (IT), Lagrange (LI), Matrix, SDFT and RS Methods.
- Project V
IMAT.
- Project VI
Simulation of Delta-Sigma A/D in VisSim.
- Project VII
CDMA Interference Cancellation Using Iterative Methods.
- Project VII+I
Clipping Noise Cancellation Using Iterative Methods.

منابع درس

در این بخش، عنوان مقالات مورد استفاده در هر پروژه به تفکیک ذکر می‌شود. در شروع ترم، تمام منابع آموزشی در قالب فایل pdf در سایت درس و در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد.

- **Project I. The Modular Method**
 - Reflections on the Poisson sum formula and the uniform sampling theorem
 - A new method to compensate for the sample-and-hold distortion
- **Project II. The Iterative Method for Interpolation Distortion**
 - An iterative method to compensate for the interpolation distortion
 - Feedback implementation of signal recovery from nonuniform samples
 - Improved Iterative Techniques to Compensate for Interpolation Distortion
 - Splines
- **Project III. FM and PPM Demodulation Using the Iterative Method**
 - The Reconstruction of a Signal from the Zero Crossings of an FM Signal
 - Comparison between several methods of PPM demodulation based on iterative techniques
 - Zero crossings, bandwidth compression, and restoration of nonlinearly distorted band-limited signals
 - Analysis and recovery of sample-and-hold and linearly interpolated signals with irregular samples
 - Relationship between discrete spectrum of frequency modulated (FM) signals and almost periodic modulating signals
 - Acceleration of the Frame Algorithm
- **Project IV. Reconstruction of 1-D and 2-D Signals with Missing Samples Using Time Varying (TV), Iterative (IT), Lagrange (LI), Matrix, SDFT and RS Methods**
 - Spectrum of nonuniform samples
 - Spectral analysis of Random Sampling and Error Free Recovery by an Iterative Method
 - Recovery of signals from nonuniform samples using iterative methods

- Analysis and recovery of multidimensional signals from irregular samples using nonlinear and iterative techniques
 - Reconstruction of speech signals with lost samples
 - Efficient algorithms for burst error recovery using FFT and other transform kernels
 - An efficient method for demodulating PPM signals based on Reed–Solomon decoding algorithm
 - A new transform technique for error correction and concealment
 - Pseudo-inverse matrix methods for signal reconstruction from partial data
 - Projections and Pseudo-inverse
 - Fast Packet Network: Data, Image, and Voice Signal Recovery
 - Theory and Practice of Irregular Sampling
 - Sampling Theorem: A Unified Outlook on Information Theory, Block and Convolutional Codes
 - Efficient numerical methods in nonuniform sampling theory
 - Motion compensation using spatial transformations with forward mapping
- **Project V. IMAT**
 - A unified approach to sparse signal processing
 - Sparse Sampling of Signal Innovations
- **Project VI. Simulation of Delta-Sigma A/D in VisSim**
 - Suggested plan for quality improvement of A/D converters
 - SNR Improvement in LC ADCs
 - Performance improvement of level-crossing A/D converters
 - A sigma-delta analog to digital converter based on iterative algorithm
- **Project VII. CDMA Interference Cancellation Using Iterative Methods**
 - Errorless codes for over-loaded CDMA with active user detection
 - Uniquely decodable codes with fast decoder for overloaded synchronous CDMA systems
- **Project VII+I. Clipping Noise Cancellation Using Iterative Methods**
 - OFDM clipping distortion compensation using an iterative method
 - An efficient iterative method for OFDM clipping noise suppression

توضیحات درس

درس پردازش علائم دیجیتال ۲، نمونه بارزی است از به کارگیری تجربه آموزشی، پشتوانه پژوهشی و تعامل آکادمیک در قالب ۳ واحد آموزشی. با این شرح که با شناخت (مبتنی بر تجربه) از نیازهای آتی دانشجویان در زمینه‌های مهندسی دانش‌محور اعم از فعالیت در کسوت مهندس، پژوهشگر و استاد، ترتیبی اتخاذ شده است که تا سرحد امکان با قید توانایی موجود، راه برای فعالیت آتی روشن شود.

با گریز از چارچوب‌های رایج آموزشی، درس به صورت دانشجوی محور و در قالب ۷ پروژه علمی (با حذف زوائدی هم‌چون کوئیز، آزمون میان‌ترم و پایان‌ترم) تدارک دیده شده است. سلسله مقالاتی حاصله از پژوهش‌های پیشین در قالب پروژه به دانشجو عرضه می‌شود. در جلسه درس، با رویکردی تعاملی، به تبیین مقالات پرداخته می‌شود و دانشجو، در صورت لزوم با مطالعه مراجع موجود، با شبیه‌سازی بر یافته‌های قبلی صحت

گذاشته و در گزارشی عملکرد خود را شرح می‌دهد. بدین ترتیب، دانشجو مهارت پژوهش، جستجو در منابع علمی و مطالعه کارهای پیشین را کسب کرده و با مهارت‌های گزارش‌نویسی (به زبان انگلیسی به عنوان زبان فنی) آشنا می‌شود. در این مسیر، به کارگیری و مساعدت دیگر دانشجویان که با تجربه پیشین، چه در زمینه پژوهش و چه در گذراندن این واحد درسی، به عنوان تدریس‌یار، ۲ هدف عمده دنبال می‌شود. نخست راهنمایی و یاری دانشجویان در کار با نرم‌افزار شبیه‌سازی و گزارش‌نویسی (به طور خاص قالب پیشنهادی ژورنال‌های معتبر شامل خلاصه، مقدمه و ... مدنظر قرار گرفته است.) و دوم آماده‌سازی نسل بعدی اساتید و اعضای هیات علمی با سپردن بخشی از روند ارائه مطالب به آن‌ها.

در این بین، با توجه به فراهم آمدن امکان تعامل مستمر و چهره به چهره بین استاد و دانشجو، در بستر استقبال از ایده‌ها و پیشنهادهای دانشجویان، فرصت رشد بیشتر آن‌ها فراهم شده است. با این شرح که با جایگزینی تعدادی از پروژه‌های از پیش تعیین شده با پیشنهادهای دانشجویان (به طور دانشجوی محور و شخصی سازی شده) فرصتی برای به ثمر رسیدن ابتکارها و ایده‌ها فراهم آمده است؛ این حمایت علمی محدود به این واحد درسی باقی نمانده و در قالب کارآموزی، پروژه‌های پژوهشی دانشجویی ادامه یافته است.

دانشجویی را در نظر آورید که با موفقیت مقدمات مهندسی رو آموخته است. اکنون یا در اواخر دوران کارشناسی است و یا قدم در راه تحصیلات تکمیلی نهاده است. به طور کلان، آینده‌ای را که او پس از این، در برابر خود می‌بیند، در ۳ دسته می‌توان قرار داد. نخست این که در قامت یک مهندس وارد صنعت شود، دوم به عنوان یک استاد/پژوهشگر به فعالیت آموزشی/تحقیقاتی مبادرت ورزد و یا در عجیب‌ترین موقعیت، به طور کامل دنیای مهندسی را برود گوید. این دید کلان را با نگاهی غیر از صفر و یک ببینید؛ هم‌زمانی این موارد نیز قابل تصور است. در ادامه مسیر، با انتخاب هر کدام از رویکردهای فوق، از او چه انتظاری باید داشت؟

بتواند با مسائل جدید حوزه کاری خود رو به رو شود، در مدت مشخص درک مهندسی از آن پیدا کند، با کمک آموخته‌های پیشین به حل آن مبادرت ورزد، در صورت نیاز به یافته‌های متاخرتر در قالب ژورنال‌ها و کنفرانس‌های معتبر مراجعه کند، مهارت‌هایی هم‌چون توانایی تعامل با دیگران در محیط کاری، استفاده از رایانه در قالبی هم‌چون پیاده‌سازی سخت‌افزاری و شبیه‌سازی نرم‌افزاری را در خود تقویت کرده باشد و در نهایت بتواند ماحصل کار خود را در قالبی استاندارد، گزارش کند.

این شیوه، تاکنون منجر به انتشار و چاپ بیش از ۶۰ مقاله در مجلات و کنفرانس‌های معتبر بین‌المللی، چندین ثبت اختراع، بیش از ۱۰ رساله دکتری و ۴۰ پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شده است. علاوه بر این موارد، شمار زیادی از دانشجویان این درس و پژوهشگرانی که محتوای این درس را مبنای عملکرد علمی و پژوهشی خود قرار دادند، اکنون در کسوت اساتید دانشگاه و اعضای هیات علمی مشغول به فعالیت هستند.