

ET-236: Processos Estocásticos

Horário: Segundas e quartas, das 14:30 às 16h:30.

Instrutor: Professor Marcelo G. S. Bruno (sala 199, tel: 3947-6107, correio eletrônico: bruno@ele.ita.br, página pessoal <http://www.ele.ita.br/~bruno>).

Atendimento aos alunos: Agendar com o instrutor.

1 Pré-Requisitos

Não há disciplinas exigidas como pré-requisitos. O instrutor recomenda entretanto que os alunos matriculados nessa disciplina tenham cursado pelo menos 3 semestres de Cálculo (incluindo cálculo multivariável), um semestre de Álgebra Linear, e um semestre de Probabilidade e Variáveis Aleatórias a nível de graduação. Um curso de graduação em Sistemas Lineares (de tempo contínuo e tempo discreto) também é fortemente recomendado.

2 Avaliação

Haverá duas provas ao longo do semestre e um exame final, tendo as três avaliações igual peso. As avaliações bimestrais versarão sobre o conteúdo desenvolvido nas aulas do respectivo bimestre enquanto o exame final versará sobre o conteúdo do curso inteiro. A comunicação entre os alunos durante a realização das provas e do exame final é proibida e, se ocorrer, será punida de acordo com as normas disciplinares do ITA.

3 Ementa

3.1 Breve Revisão de Probabilidade e Variáveis Aleatórias

1. Espaço amostral, eventos e σ -álgebras, definição axiomática de probabilidade, espaço de probabilidade, probabilidade condicional, continuidade de medidas de probabilidade.
2. Definição e caracterização de vetores aleatórios reais: funções distribuição e densidade de probabilidade conjuntas, condicionais e marginais, teorema de Bayes, independência estatística, funções de múltiplas variáveis aleatórias; definição e caracterização de vetores aleatórios complexos.
3. Esperança de funções de variáveis aleatórias contínuas e discretas. Momentos de vetores aleatórios: média, matriz de covariância e matriz de correlação, propriedades; esperanças conjuntas e condicionais, lei iterativa das esperanças; matrizes de covariância cruzada e correlação cruzada para vetores aleatórios e suas propriedades, vetores aleatórios ortogonais e descorrelacionados, diagonalização de matrizes de covariância e correlação; vetores aleatórios gaussianos e estimadores lineares de mínimos quadrados.

3.2 Processos Estocásticos

1. Definição e caracterização estatística de processos aleatórios de tempo contínuo e tempo discreto; caracterização de primeira e segunda ordem: média, função de autocorrelação, autocovariância, correlação cruzada e covariância cruzada, propriedades; estacionariedade em sentido amplo e estrito.
2. Exemplos de processos aleatórios de tempo contínuo: processos de Poisson, processo de Wiener de tempo contínuo, ruído branco, processos gaussianos.
3. Exemplos de processos aleatórios de tempo discreto: processo de Bernoulli; processo de Wiener discreto; processos de Markov de tempo e estado discretos, exemplos, caracterização, propriedades e condições para existência de distribuições estacionárias; cadeias ocultas de Markov (HMMs) de estado discreto, estimação de estados em HMMs, algoritmo de Viterbi.
4. Cálculo L^2 : continuidade, diferenciabilidade e integrabilidade de processos estocásticos de tempo contínuo no sentido de mínimos quadrados, condições para a existência de derivadas e integrais de processos aleatórios no sentido MS.
5. Caracterização espectral de processos aleatórios de tempo contínuo e tempo discreto: função densidade espectral de potência e suas propriedades, fatoração espectral.
6. Sistemas lineares de tempo contínuo e discreto com entrada estocástica; modelagem de processos estocásticos de tempo discreto usando equações de diferenças com excitação estocástica, estacionariedade assintótica em sentido amplo; noções de modelagem de processos estocásticos de tempo contínuo.
7. Estimação Linear de Mínimos Quadrados para Processos Aleatório de Tempo Discreto: filtros de Wiener FIR, IIR não-causais e IIR causais para estimação de seqüências estacionárias, filtros de Wiener para predição e suavizamento; noções de filtragem de Wiener para processos aleatórios estacionários de tempo contínuo.
8. Processos aleatórios ergódicos e teoremas de ergodicidade.

Observação Filtros de Kalman detecção ótima de sinais em ruído são estudadas no semestre seguinte na disciplina ET-237.

4 Bibliografia

A bibliografia sugerida para a disciplina inclui os seguintes textos:

1. *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*, quarta edição, Athanasios Papoulis e S. Unnikrishna Pillai, McGraw-Hill, 2002.
2. *Probability and Random Processes with Applications to Signal Processing*, terceira edição, Henry Stark e John W. Woods, Prentice Hall Inc., 2002.

3. *Discrete Random Signals and Statistical Signal Processing*, Charles W. Therrien, Prentice Hall, Signal Processing Series, 1992.

Outros textos de interesse que podem ser úteis incluem:

- *Probability and Measure*, Patrick Billingsley, terceira edição, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, John Wiley & Sons, Inc., 1995.
- *Markov Chain Monte Carlo: stochastic simulation for Bayesian inference*, Dani Gamerman, Texts in Statistical Science, Chapman & Hall/CRC, 1997.

Como texto de revisão de Sistemas e Sinais, sugere-se ainda

- *Signals and Systems*, Alan V. Oppenheim e Allan S. Willsky, Prentice-Hall Inc., 1983.