

DISCIPLINAS ACTIVAS

GRUPO GA

Computación

1. GA-009 - Banco de Datos

Modelado Conceptual; Modelos de datos, instancias, clasificación de Sistemas Gerenciadores de BD. Modelo de Entidad y Relación (ER); Modelos de alto nivel, entidades, atributos, restricciones, llaves, tipos de relación, papeles y restricciones, entidad flaca, diagramas, anotación UML, Clases, superclases y herencia, especialización y generalización, relaciones con grado mayor que dos, abstracción de datos, representación del conocimiento. Modelo Relacional; Modelo relacional y las restricciones de un BD, conceptos de modelo relacional, tratamiento de las violaciones. Álgebra Relacional y cálculo relacional. Operaciones unárias y binarias, operaciones con conjuntos, cálculo con tupla, consultas. SQL; Tipos de datos, alteraciones de esquemas, consultas básicas y complejas. Teoría y Metodología de Proyecto de Base de datos; Dependencias, normalización, formas normales, dependencias multivaloradas, dependencias de empalme y dependencias de inclusión, Acopiamiento y Estructuras para Base de datos Jerarquía de Memorias y Dispositivos de Acopiamiento, Hashing, Árboles-B. Indexación de Archivos; Índices primarios, índices clusterings, índices secundarios, índices multiniveles, índices con árboles de busca, índices enllaves múltiples. Algoritmos para procesamiento y organización de consultas; Traducción de consultas, ordenación externa. Procesamiento de transacciones; Sistemas monousuários x multiusuários, Control de concurrencia, Restauración, Log y Punto efectivo, Planes de Ejecución, Técnicas de bloqueo para control de concurrencia, Deadlock y Starvation, Inserción, Remoción y Registros fantasmas, Técnicas de Recuperación de la Base de datos; Caching, Registro adelantado en log, robado/no-robado, forzado-no- forzado, de Reversión y Checkpoint, Paginación y Shadow, Back-up y fallos catastróficos, Tópicos Avanzados; Seguridad y Autorización, protección de acceso, cuentas y auditoría, control de privilegios, Base de datos Estadísticos, Base de datos Temporales, Base de datos Multimedia, Base de datos Distribuidos y Arquitectura Cliente/Servidor, XML, Gerenciamiento de Datos de Genoma.

Bibliografía:

Sistemas de Banco de Datos - A. Silberschatz et al, Terceira Edição, Pearson, 2005.

2. GA-017 - Introducción a la Programación de Computadoras

Introducción al funcionamiento de computadoras y compiladoras; Fundamentos de programación: tipos de datos, estructuras de repetición y desvío, recursividad; Estructuras de datos básicos, procedimientos y tipo abstracto de datos. Los ejemplos de la clase teórica serán presentados usando el lenguaje de programación ANSI-C, pero en el laboratorio se puede, eventualmente, optar por otro lenguaje como FORTRAN, JAVA y PERL.

Bibliografía:

Schildt, H. (1997) C Completo e Total, Makron Books, ISBN: 8534605955
Kernighan, B. W.; Ritchie, D. M. (1989) C A Linguagem de programação Padrão ANSI, Campus, ISBN: 8570015860.
Rangel Netto, J. L. M.; Cerqueira, R. F. de G.; Celes Filho, W. (2004) Introdução à Estruturas de Dados, Campus, ISBN: 8535212280.

3. GA-022 – Introducción a Sistemas Multimedia y de Realidad Virtual

Representación de Información Multimedia; Escaneo - Medios de Texto, Imagen, Audio y Vídeo - Compresión - Estándares de Compresión - Comunicación Multimedia -Protocolos de Red -Redes Locales -Redes Inalámbrica, Bluetooth -Sincronismo de Medios; Calidad de Servicio -Tópicos Avanzados: Criptografía, Watermarking -Realidad Virtual; Servicios Multimedia: Video de Baja Demanda, Videoconferencia; Sistemas de Multimedia Avanzados: Ambientes Virtuales Colaborativos.

Bibliografía: Halsall, F. (2000) Multimedia Communications: Applications, Networks, Protocols, and Standards, Addison- Wesley Publishing, ISBN: 0201398184.

Bojkovic, Z. S.; Milovanovic, D. A.; Rao, K. R. & Milovanovic, D. A. (2002) Multimedia Communication Systems: Techniques, Standards, and Networks, Prentice Hall, ISBN: 013031398X. Steinmetz, R. & Nahrstedt, K. (2002) Multimedia Fundamentals, Volume 1: Media Coding and Content Processing, 2a. Edição, Prentice Hall, ISBN

0130313998. Effelsberg, W. & Steinmetz, R. (1999) Video Compression Techniques, dpunkt Verlag/Morgan Kaufmann Publishers, ISBN: 3920993136.

Packer, R.; Jordan, K. & Gibson, W. (2001) Multimedia: From Wagner to Virtual Reality, W.W. Norton & Company, ISBN: 0393049795.

Sayood, K. (2000) Introduction to Data Compression, 2a. Edição, Morgan Kaufmann Publishers; ISBN:1558605584.

Jain, A. K. (1988) Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, ISBN: 0133361659. Chapman, N. P. &

Chapman, J. (2000) Digital Multimedia, John Wiley & Sons, ISBN: 0471983861. Soares, L.F.G.; Tucherman, L.;

Casanova, M.A. & Nunes, P.R.R.L. (1992) Fundamentos de Sistemas Multimídia, VIII Escola de Computação da SBC, UFRGS. Outros.

4. GA-023 – Elementos de procesamiento de Imágenes

Introducción a la Computación Gráfica: Conceptos básicos. Dispositivos gráficos 2D y 3D. Modelado em computación gráfica. Interacción con los bártulos de una escena. Sistemas para visualización de datos; Tecnología de los dispositivos raster: Algoritmo de Bresenham's. Generación de display - scan conversion. Frame buffers. Algoritmos para el relleno de polígonos. Aliasing. Teoría de colores. Principios de procesamiento de imágenes; Clipping: Clipping 2D. Clipping 3D. Elementos de variedades lineales por partes; Superficies y líneas escondidas: Introducción importancia de la tema. z-buffer. Algoritmo de scanline. Algoritmo scan line z-buffer. Algoritmo de scan line para superficies combas; Transformaciones en el plan y en el espacio: Introducción - matrices y computación gráfica. Coordinadas homogéneas; Transformaciones de escala. Transformaciones de cizalladura. Rotación y traslación. Ponderación; Geometrías afín y perspectiva; Proyecciones: Ortográfica, Axonométrica, Oblicua y Perspectiva; Modelado geométrico en computación: Representación implícita y paramétrica; Espacios de curvas: Bézier y splines. Superficies implícitas. Representaciones paramétricas de superficies. Bézier, splines y NURBS; Rendering: Conceptos básicos. Modelos de iluminación. Determinando el vector normal y vector de ponderación. Modelos de Phong y Gourand. Efectos de transparencia, sombras y texturas. Ray tracing. Radiosidad.

Bibliografía:

A.K. Jain. Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall Information and Sciences Series, 1989. R.C. Gonzalez. Digital image processing, Reading Addison-Wesley 1992.

D. F. Rogers. Procedural Elements for Computer Graphics. McGraw-Hill International Editions, 1985. D. F. Rogers and J. A. Adams. Mathematical Elements for Computer Graphics. McGraw-Hill International Editions, Second Edition, 1990. J. D. Foley, A. Dam, S. K. Feiner, and J. F. Hughes. Computer Graphics, Principles and Practice, 2nd ed. Addison Wesley, 1990.

5. GA-024 - Ciencia de la Computación: Estructuras de Datos y Aplicaciones

Estructuras de Datos Elementales: matrices, matrices esparcidas y su implementación computacional, pilas y filas, listas encendidas, árboles, implementaciones usando técnicas de recursividad; tabla hash, tabla de acceso directo, tabla hash y sus elementos, funciones hash, implementación computacional de tablas hash y aplicaciones; Busca en Árbol Binario: nociones de árboles binarios, métodos de busca, inserción y eliminación de nosotros, implementación computacional con ejemplos de aplicaciones; estructuras de datos espaciales y grafos, Octrees, K-d-Trees, nociones de grafos y técnicas de implementación, deph and breadth-first-search en grafos, programación de las estructuras estudiadas; aplicaciones, generación de mallas, solución de sistemas de ecuaciones, técnicas Oct-of-core para análisis de datos, optimización em grafos.

Bibliografía:

Algoritmos, Teoria e Prática - T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, Editora Campus, 2001.

Estruturas de dados e seus algoritmos - J. L. Szwarcfiter, L. Markenzon, Livros tecnicos e científicos, Rio de Janeiro, 1994.

External Algorithms, DIMACS: Series in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science - J. M. Abello, J. S. Vitter, American Mathematical Society, 1998 The Art of Computer Programming - Fundamental Algorithms

- D. E. Knuth, Third Edition, Addisson Wesley, vol. 1, 1997.

The Design and analysis of spatial data structures - H. Samet, Reading Addison- Wesley, 1990.

6. GA-025 – Ciencia de la Computación: Fundamentos

Modelos de computación. Lógica. Recursividad y computabilidad. Modelos matemáticos de computación; Representación finita de bárbulos infinitos; Computación simbólica y "numérica". Máquinas de Turing, autómatas, gramática y lenguajes formales. Tablas de decisión; Cálculo de predicados y lógica clásica y no clásica; secuencial de cálculo; buen-orden e inducción. Recursividad total y parcial; conjuntos recursivos y recursivamente enumerables; Computabilidad, intratabilidad e integridad. Complejidad computacional y complejidad algorítmica; Algoritmos polinómicos y exponenciales. Modelos de computación paralela y no determinista: autómatas no deterministas; PRAM's, Shared RAM's, redes de interconexión; Grafos de encaminamiento de mensajes; Complejidad de comunicación; Modelos basados en orientación de objetos.

Bibliografía:

Dewdney, A.K. - The Turing Omnibus: 61 excursions in Computer Science, Computer Science press, Rockville, 1989.

Korfhage, R.R. - Discrete Computational Structures, 2ed, Academic Press, Orlando, 1984.

Minsky, M. - Computation: Finite Infinite Machines, Prentice-Hall, 1967.

7. GA-026 - Ciencia de la Computación: Algoritmos I

Fundamentos matemáticos: Inducción, recursividad. Análisis asintótico; Orden: Inserción, selección, quicksort, mergesort, heapsort, radix sort; Busca: Secuencial, binaria, hashing, árboles binarios de busca, árboles balanceados; Grafos: Caminos mínimos, Algoritmo de Dijkstra, Algoritmo Goloso; Programación Dinámica; Sistemas de Ecuaciones Algebraicas Lineales; Números Aleatorios.

Bibliografía:

Computability, An Introduction to Recursive Function Theory - Cutland, N., Cambridge University Press, 1983.

Foundations of Computer Science - Aho, A.V., Computer Science Press, 1992.

Introduction to Algorithms - Cormen, T.H.; Leiserson, C.E. & Rivest, R.L., 2nd, MIT Press, ISBN: 0262032937, 2001.

8. GA-031 – Arquitectura, Proyecto e Implementación de Sistemas de Software

Introducción: Antecedentes; definiciones básicas; relación entre arquitectura, proyecto e implementación de sistemas de software; Arquitectura de software: anotaciones para arquitectura de software; modelos de visiones arquitectónicas; estilos arquitectónicos; Proyecto de software: anotaciones para proyecto de software calidades de proyecto; Implementación de software: programación orientada a objetos, componentes de software, programación orientada a aspectos; Ejemplos de aplicación en el desarrollo de sistemas de software que modelan computacionalmente fenómenos naturales y artificialmente complejo

Bibliografía:

Shaw, M.; Garlan, D. Software Architecture Perspectives on an Emerging Discipline. Prentice-Hall, 1996.

Hofmeister, C.; Nord, R.; Soni, D. Applied Software Architecture. Addison-Wesley, 2000. Bass, L.; Clements, P.;

Kazman, R. Software Architecture in Practice, second edition. Addison-Wesley, 2003.

Clements, P.; Bachmann, F.; Bass, L.; Garlan, D.; Ivers, J.; Little, R.; Nord, R.; Stafford, J. Documenting Software Architecture Views and Beyond. Addison-Wesley, 2002. Buschmann, F.; Meunier, R.; Rohnert, H.; Sommerlad, P. Pattern-Oriented Software Architecture, volume 1 A System of Patterns. Willey, 1996.

Schmidt, D.; Stal, M.; Rohnert, H.; Buschmann, F. Pattern-Oriented Software Architecture, volume 2 Patterns for Concurrent and Networked Objects. Willey, 2000.

Kircher, M.; Jain P. Pattern-Oriented Software Architecture, volume 3 Patterns for Resource Management. Willey, 2004.

Jacobson, I.; Booch, G.; Rumbaugh, J. The Unified Software Development Process. Addison-Wesley, 1999.

Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J. Design Patterns Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, 1995.

Heineman, G.; Councill, W. Component-Based Software Engineering Putting the Pieces Together. Addison-Wesley, 2001.

Szyperski, C. Component Software Beyond Object-Oriented Programming. Addison-Wesley, 2002.

Artigos recentes na área.

9. GA-035 – Inteligencia Artificial

Introducción: definición, conceptos básicos y fundamentos, incluyendo el seminario de Dartmouth, la máquina de Turing y el test; tareas de razonamiento, lenguaje, habla y visión; "knowledge bottleneck", "feature engineering bottleneck", y ley de Moore; los inviernos de la IA y el método de tareas comunes; "Efecto IA". 2. Búsqueda: espacio de búsqueda y complejidad; juegos y estrategias heurísticas; estudio de caso (The Logical Theorist, The General Problem Solver, etc.). 3. Conocimiento: representación e inferencia en lógica de primer orden; normas; planificación automática; sistemas expertos; estudio de caso (DENDRAL, MYCIN, etc.); 4. Incertidumbre: cuantificación de la incertidumbre, razonamiento incierto y probabilístico, d-separación y redes bayesianas, modelos gráficos probabilísticos, estudio de caso. 5. Aprendizaje: mediante ejemplos, aprendizaje de conocimientos, modelos gráficos, aprendizaje profundo y aprendizaje de refuerzo, estudio de casos (DeepBlue, NELL, etc.); 6. Aprendizaje profundo: orígenes e inspiración en la naturaleza, crítica del perceptrón, aprendizaje de representaciones, retropropagación, estudio de casos (AlexNet/ImageNet, AlphaGo, etc.); 7. Lenguaje: procesamiento del lenguaje natural, hipótesis distribucional, arquitectura de transformadores, modelos de lenguaje, leyes de escala, estudio de casos (GPT, LLaMA, etc.)

Bibliografía:

Russell, S., Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, 4th ed., 2022. (Tradução *Inteligência Artificial: Uma Abordagem Moderna*, editora LTC, 2022.)

Bishop, C. *Deep Learning: Foundations and Concepts*. Springer, 2024.

Jurafsky, D.; Martin, J. H. *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition with Language Models*, 3rd edition. Online manuscript released January 12, 2025. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3>

Haigh, T. *Artificial Intelligence: The History of a Brand*. MIT Press, (previsto para 2026 - estudantes interessados poderão receber uma cópia digital preliminar)

Nilsson, N. J. *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. Cambridge University Press, 2009.

*Bibliografia secundária:

Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.

Nilsson, N. J. *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kauffman, 2009.

Carvalho, A.C.P. de L. F. et al.. *Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina*. LTC, 2a ed., 2021.

Wooldridge, M. *A Brief History of Artificial Intelligence: What It Is, Where We Are, and Where We Are Going*. Macmillan, 2021.

Caseli, H.M.; Nunes, M.G.V. (org.) *Processamento de Linguagem Natural: Conceitos, Técnicas e Aplicações em Português*. 3 ed. BPLN, 2024. Disponível em: <https://brasileiraspln.com/livro-pln/3a-edicao>.

10. GA-036– Introducción al aprendizaje automático

Introducción y definiciones: aprendizaje automático, inteligencia artificial, etc.; Tipos y fuentes de conjuntos de datos; Representación de datos: vectores, tablas, matrices, imágenes, series temporales; Visualización exploratoria de datos; Limpieza de datos: tratamiento de valores faltantes y atípicos; Transformaciones de datos: normalización, codificación de variables, selección de atributos, discretización; Índices de evaluación: Precisión, Exactitud, Recall, F1-score, Curva ROC, AUC, MSE, RMSE, MAE, R^2 , Índice de Silueta, Índice de Davies-Bouldin; Validación cruzada y ajuste de hiperparámetros; Definiciones y ejemplos de aprendizaje supervisado, no supervisado, semi-supervisado, auto-supervisado, por refuerzo, few-shot learning, aprendizaje por transferencia, etc.; Algoritmos de clasificación: KNN, Naive Bayes, Redes Neuronales, etc; Algoritmos de regresión: Regresión lineal, etc; Algoritmos de agrupamiento: K-Means, etc; Reglas de asociación; Aplicaciones y temas avanzados en aprendizaje automático.

Bibliografía:

Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, Robert Tibshirani; *An Introduction to Statistical Learning* (<https://www.statlearning.com/>); Springer; 2023rd;

Yaser S. Abu-Mostafa; *Learning from Data: A Short Course*; AMLbook, 2012

Kevin P. Murphy; Probabilistic Machine Learning: An Introduction (<https://probml.github.io/pml-book/book1.html#toc>); MIT Press, 2022.

11. GA-053 – Computación distribuida

Arquitectura; Sistemas Operativos; Sistemas Distribuidos; Redes; Clústeres; Paradigmas: Simétrico y Asimétrico; Sincrónico y Asincrónico; Paralelo y Distribuido; Movilidad; Colaboración; Algoritmos distribuidos: elección y exclusión mutua; Detección y resolución de bloqueos; Detección de terminación; Protocolos; Gestión de datos; Obtención de consenso en presencia de incertidumbre; Computación de objetos distribuidos: Arquitectura; Conceptos de Middleware (Grid, ORBs, Agentes); Idiomas; Acceso; Escalada; Seguridad; Gestión de Tareas; Diseño e Implementación de Sistemas Distribuidos: Resolución de Nombres; Notificación de Eventos; Momento; Apoyo a la Movilidad; Componentes; Tolerancia a fallos; Otras funciones de soporte; Criterios de evaluación: Dos proyectos y Seminario con trabajo escrito

Bibliografía:

Silberschatz A., Galvin P. e Gagne G.; "Applied Operating System Concepts", 1st Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2000, ISBN 0-471-36508-4, www.bell-labs.com/topic/boks/aos-book/
Raynal, M., "Distributed Algorithms and Protocols", John Wiley & Sons, 1988. Bertsekas D.P. e Tsitsklis J.N., "Parallel and Distributed Computations Numerical Methods", Prentice-Hall, 1989. Barbosa V.C., "An Introduction to Distributed Algorithms", The MIT Press, Cambridge, MA, 1996, ISBN 0-262-02412-8. Lynch Nancy, "Distributed Algorithms", Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA, 1996.
Puder A. e Roemer K., "MICO: An Open Source CORBA Implementation", Morgan Kaufmann Publishers, 2000, ISBN 3-932588-72-X. Mahmoud Qusay H., "Distributed Programming with Java", Manning Publications Co. 1999, ISBN 188477765. Stevens, R. "Unix Network Programming - Networking APIs: Sockets and XTI" - Vol.1, Second Edition, Prentice-Hall, 1998. Stevens, R. "Unix Network Programming - Interprocess Communications" - Vol.2, Second Edition, Prentice-Hall, 1999. Coulouris, G.; Dollimore J. e Kindberg, T. - "Distributed Operating System - Concepts and Design" - Addison Wesley, 1994. ITU-T X901 - ISO/IEC 10746-1 - "ODP Reference Model - Part 1: Overview; Part 2: Foundations; Part 3: Architecture" - 1996. OMG- "The Common Object Request Broker: Architecture and Specification" - ver.2.4, outubro 2000. OMG- "CORBA services: Common Object Services Specification" 2000. Orfalli, R.; Harkey D. e Edwards, J. - "Instant CORBA" - John Wiley & Sons, 1997.

12. GA-055 – Introducción a la Biología Computacional y Bioinformática

Introducción a Bioinformática; Nociones básicas en Linux; Arquitectura y gestión de directorios y archivos; Editores y procesamiento de texto; Lógica de la programación; Operadores relacionales, lógicos y aritméticos; Algoritmos: lenguaje natural, diagramas de flujo, pseudocódigo y lenguaje de programación; Estructuras de selección, repetición, ordenación y recursividad; Introducción a las expresiones regulares; Introducción a la programación; Gerentes de flujo de trabajo; Control de versiones; Automatización de tareas y scripts. Paradigmas de la programación; Bases de datos y herramientas web.

Bibliografía:

CASTILHO, M. A. *Algoritmos e estruturas de dados 1*. ISBN: 978-65-86233-62-9. 2020.
HADDOCK S.H.D., DUNN C.W. *Practical computing for biologists*. ISBN 97,8-0-87893-391-4. 2010.
MOUNT D.W. *Bioinformatic: Sequence and Genome Analysis*. Revised ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. ISBN-13978-0879697129. 2004.
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL TELECOMUNICAÇÕES. *Introdução ao LINUX e Programação em Script-Shell*. Universidade Federal Fluminense. 2004.

13. GA-057 – Introducción al Análisis de Datos en Bioinformática

Introducción a la Bioinformática y al Análisis de Datos Biológicos; Introducción a los Lenguajes de Programación para Bioinformática; Conceptos Fundamentales: Variables y Tipos Numéricos, Entrada y Salida de Datos. Operaciones, Funciones Nativas y Módulos; Estructuras de Datos: Cadenas, Listas, Tuplas, Conjuntos y Diccionarios; Estructuras de Control: Condicionales y Bucles; Manipulación de Archivos; Funciones: Definición y Uso; Expresiones Regulares; Bibliotecas para el Análisis de Secuencias en Bioinformática; Bibliotecas para el Análisis de Datos Tabulares en Bioinformática.; Bibliotecas para la Visualización de Datos en Bioinformática; Aplicaciones en Problemas Biológicos Reales.

Bibliografia:

MARIANO, DIEGO. Python para Bioinformática: Fundamentos de Programação para Bioinformática e Biologia Computacional. Novatec, 2025.

ISMAIL, HAMID D. Bioinformatics: A Practical Guide to Next Generation Sequencing Data Analysis. CRC Press/Chapman & Hall, 2023.

STEVENS, TIM, e WAYNE BOUCHER. Python programming for biology, bioinformatics, and beyond. Cambridge University Press, 2014.

YOUENS-CLARK, KEN. Mastering Python for bioinformatics: how to write flexible, documented, tested python code for research computing. First edition, O'Reilly, 2021.

MACLEAN, DAN. R Bioinformatics Cookbook, Second Edition. Packt, 2023.

MATHUR, SUNIL K. Statistical Bioinformatics with R. Academic Press, 2010.

Matemáticas**1. GA-001 - Álgebra Lineal**

Espacios vectoriales; Transformaciones lineales y matrices; Autovalores y autovectores; Formas canónicas y descomposiciones; Formas cuadráticas; Transformaciones ortogonales y unitarias; Normas de matrices; Funciones de matrices; Aplicaciones de álgebra lineal.

Bibliografia:

Álgebra Linear com Aplicações - H. Anton & C. Rorres, Décima Edição, Bookman, 2012.

Álgebra Linear - E. L. Lima, Terceira Edição, IMPA, 1999.

Álgebra Linear - Exercícios e Soluções - R. C. Teixeira, Terceira Edição, IMPA, 2014.

Linear Algebra and Its Applications - G. Strang, Fourth Edition, Brooks Cole, 2006

Linear Algebra Done Right - S. Axler, 2 ed, Springer, 1997.

2. GA-005 - Análisis Real

Enumerabilidad; concepto de supremo y de ínfimo; construcción de los números reales. Secuencias y series numéricas: noción de límite, secuencia de Cauchy, teorema de Bolzano-Weierstrass, criterios de convergencia. Topología de la recta: caracterización de los subconjuntos compactos y de los subconjuntos conexos. Límite y continuidad de funciones reales de una variable real y sus relaciones con la topología de la recta; Teoremas de Heine y de Weierstrass. El concepto de derivada; Teorema del Valor Medio; fórmula de Taylor; Integral de Riemann propia e impropia; Teorema Fundamental del Cálculo; Teorema del Valor Medio para Integrales.

Bibliografia:

Curso de Análise - Elon Lages Lima, vol. I e II, Introduction to Real Analysis - Robert G. Bartle; Donald R. Sherbert, John Wiley, New York, 1982 The elements of real analysis - Robert Bartle,

3. GA-007 - Análisis Funcional

Los Espacios de Banach, de Hanh Banach, Fuerte, Débil y Débil Estrella; Teorema de Alaogou Bourbaki; Los Espacios Reflexivos y Despegabais; Espacios de Hilbert; Teorema de Lions Stampachia; Teorema de Lax Milgram; Operadores Compactos, Teoría de Riesz Fredholm; Los Espacios L_p ; Los Espacios $W_{1,p}(O)$; Teoremas de Densidad; Teorema de inmersiones; Aproximación por funciones suaves; Teorema del Trazo.

Bibliografia:

Teoria das Distribuições e Equações Diferenciais Parciais; Autor: Jaime E. Munoz Rivera.

Análise Funcional Haim Brez

4. GA-015 - Introducción al Cálculo Variacional

Métodos Variacionales, Método de los Residuos Ponderados, Método de Colocación, Método de Galerkin, Condiciones de Contorno no homogéneas, Método de Ritz, Mínimo de un Funcional, Secuencias Minimizantes, Una base variacional para el Método de los Elementos Finitos, Método de Mínimos Cuadrados.

Bibliografia:

Calculus of Variation - Gelfand, I.M. e Fomin, S.V., Prentice-Hall, Englewood, 1963
Direct Methods in the Calculus of Variations - Dacorogna, B., Springer Verlag, Berlin, 1989
Variational Methods in Mathematical Physics - Mikhlin, S.G., Pergamon Press, NY, 1964

5. GA-018 - Métodos Numéricos

Aproximación polinomial: Serie de Taylor. Interpolación de splines. Mínimos cuadrados. Aplicación a la determinación de raíces. Linealización. Método de Newton; Integración numérica: Fórmulas de Newton-Cotices. Cuadratura de Gauss; Resolución de sistemas lineales de ecuaciones algebraicas: Eliminación de Gauss. Descomposición LU. Descomposición de Cholesky. Sistemas triangulados. Sistemas en banda. Sistemas tridiagonales por bloques. Sistemas esparcidos; Ortogonalización de sistemas de ecuaciones: Métodos de Householder y Gram-Schmidt; Problema de auto-valor: Propiedades y descomposición. Algoritmo QR. Algoritmo QZ. Método de Jacobi. Método de Lanczos. Resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas no lineales. Método de Newton-Raphson y variantes.

Bibliografía:

Mathematical preliminaries: errors, floating-point numbers, convergence. Polynomial interpolation and approximation. Solution of nonlinear equations. Numerical integration and differentiation. Solving systems of linear equations: direct and iterative methods. Numerical solution of ordinary differential equations. Numerical solution of partial differential equations: finite-differences.

6. GA-020 – Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias: Método de Euler, Método Q. Métodos multi-step y Runge-Kutta; Esquemas de diferencias finitas: Operadores de diferencias; Aplicación a la ecuación de Poisson; Métodos de los Elementos Finitos: Formulación Variacional; Forma flaca de la ecuación diferencial; Método de Ritz, Método de Galerkin; Discretización; Generación del subespacio de aproximación; Modelos cinemáticos y modelos misceláneos; Modelo discreto para Ecuaciones Elípticas; Modelo semi-discreto para ecuaciones parabólicas

Bibliografía:

Carey, G. and Oden, J., "Finite Elements" vol.I-An Introduction; vol.II-A Second Course; vol.III- Computational Aspects; vol.IV-Mathematical Aspects, Printice Hall, 1981. Hughes, T., "The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis", Printice Hall, 1987.

Iserles, A., "A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations", Cambridge University Press, 1966.

7. GA-021 – Método de Elementos Finitos: Teoría Básica

Formulación Continua: Formulación Variacional de una EDP: Ecuación de Poisson, Existencia y Unicidad: Lema de Lax-Milgram, Recordando los Espacios de Sobolev, Otros Ejemplos de Formulaciones Variacionales, Formulación Discreta: Aproximación Variacional: Método de Galerkin, Mejor Aproximación: Lema de Céa, Método de Elementos Finitos : Motivación, Definición y Ejemplo 1D, Elemento Finito Triangulado de Lagrange, Noción de Elemento de Referencia, Aproximación Local y Global: Interpolación, Estimativa de Error: Lema de Aubin-Nitsche, Otros Ejemplos de Elementos Finitos.

Bibliografía:

Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, Claes Johnson, Dover Publication, 2009.

The Finite Element Method for Elliptic Problems, Philippe Ciarlet, Classics in Applied Mathematics, SIAM, 2002.

Aide-Mémoire Eléments Finis, Alexandre Ern, Dunod, 2005. (em francês) Avançadas: The Mathematical Theory of Finite Element Methods, Susanne Brenner and L. Ridgway Scott, Springer, 2002.

Theory and Practice of Finite Elements, Alexandre Ern and Jean-Luc Guermond, Springer, 2004.

8. GA-032 - Sistemas Lineales

Espacios lineales; Modelos matemáticos; Ecuaciones dinámicas; Normas de señales y sistemas; Respuestas de sistemas lineales; Controlabilidad, estabilizabilidad, observabilidad y detectabilidad; Dualidad; Descomposición de Kalman; Realizaciones: Realizaciones mínimas y canónicas; Estabilidad (entrada-salida y en el sentido de Lyapunov).

Bibliografia: Linear System Theory - Rugh, W.J., 2ed., Prentice-Hall; Linear System Theory - Chen, C.T., Holt, Rinehart and Winston, 1984

9. GA-033- Método de elementos finitos: implementação computacional

Breve revisão de conceitos básicos de programação, linguagens de programação e suas características; Formulações variacionais de equações diferenciais, método de Galerkin e método de elementos finitos; Estruturas de dados associadas ao Método de Elementos Finitos; Revisão de formatos de malha e implementação de leitura de malha; Revisão de formatos de armazenamento e resolução de sistemas lineares; Ensamblaje de la matriz de elementos finitos 1D para un problema elíptico (utilizando polinomios de Lagrange de orden arbitrario); Obtención y procesamiento de la aproximación de elementos 1D; Ensamblaje de una matriz de elementos finitos 2D para un problema elíptico (utilizando polinomios de Lagrange de orden arbitrario); Obtención y procesamiento de la aproximación de elementos 2D; Extensiones: estabilización, problemas parabólicos y problemas no lineales.

Bibliografía:

Apuntes de clase disponibles durante el curso

Gockenbach M. (2006). Understanding and Implementing the Finite Element Method. SIAM

Johnson C. (1988). Numerical solution of partial differential equations by the finite element method. Dover Publications

Quarteroni A. (1994). Numerical Approximation of Partial Differential Equations.

10. GA-034- Métodos de Optimización

Definición del problema general de programación no lineal; Condiciones de optimalidad para problemas con y sin restricciones; Convexidad; Propiedades fundamentales de los algoritmos y soluciones; Algoritmos de búsqueda lineal; Métodos clásicos de descenso; Métodos de penalización y barrera; y Métodos de búsqueda directa (no basados en derivados).

Bibliografía:

Nonlinear Programming, Theory and Algorithms. Bazaraa, M.S. e Shetty, C.M.. John Wiley and Sons, New York, 3th edition, 2006. Linear and Nonlinear Programming. David G. Luenberger & Yinyu Ye. Springer, 3th edition, 2008. Numerical Optimization. Jorge Nocedal & Stephen J. Wright. Springer, 2nd edition, 2006. The Mathematics of Nonlinear Programming. Anthony L. Peressini, Francis E. Sullivan, J.J. Uhj, Jr. Springer, 1993.

Modelado

1. GA-028 – Probabilidade y procesos estocásticos

Espacio muestral; Eventos; Medida de probabilidade; Variáveis aleatórias; Função de distribuição; Distribuições básicas; Esperança e variância de uma variável aleatória; Independência; Lei dos grandes números; Teorema do limite central; Probabilidade condicional; Esperança condicional; Processo estocástico; Processo de Markov; Processo estacionário; Ergodicidade; Noções de integral estocástica e equações diferenciais estocásticas.

Bibliografia:

James, B.R., "Probabilidade: um curso em nível intermediário", Projeto Euclides, IMPA, 1979; Karlin, S. and Taylor, H.M., "A second course on stochastic processes", Academic Press, New York, 1981; Feller, W., "An introduction to probability theory and its applications", Vol.2, New York, Wiley, 1996; Arnold, L., "Stochastic differential equations theory and applications", New York, Wiley, 1974

2. GA-030 – Estatísticas

Teoria de probabilidade de uma Variável Aleatória; Teorema de Bayes; Distribuições de Probabilidade Discretas e Contínuas; Média, Variância e Momentos; Probabilidade Condicional; Teoria da Probabilidade para um Conjunto de Variáveis Aleatórias; Variáveis Independentes; Lei dos Grandes Números; Teorema do Limite Central; Covariância e Correlação; Distribuição Marginal e Distribuição Condicional; Valor Esperado; Inferência Estatística; Métodos Clássicos e Estimação Bayesiana; Intervalo de Confiança; Hipótese Nula e Alternativa; Erro de tipo I e II.; Prova de Hipótese Paramétricas e não Paramétricas; Estimação Paramétrica; Método da Máxima Verossimilhança; Método de Momentos; Método dos Quadrados Mínimos; Processos Estocásticos; Processo

de Poisson; Cadenas de Harkov.

Bibliografia:

Statistical Methods in Bioinformatics: An Introduction (Statistics for Biology and Health), 2a edição, Ed. SpringerP. L. Meyer. Probabilidade: Aplicações à Estatística. Livros Técnicos e Científicos. Editora, Rio de Janeiro, 2o edição, 1983.

3. GA-037 – Mecánica del Continuo

Muestreo de señales; transformada z; Análisis de Fourier discreto; Algoritmos de transformada rápida de Fourier (FFT); Métodos de diseño de filtros digitales; Estimación del espectro de potencia; filtro de Kalman; Aplicaciones de procesamiento de señales digitales.

Bibliografía:

Digital Signal Processing - Oppenheim, A.V. e Schafer, R.W., Prentice-Hall, 1975
Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications - Proakis, J.G. e Manolakis, D.G., 3rd edition, Prentice-Hall, 1987.
Discrete-time Signal Processing - Oppenheim, A.V. e Schafer, R.W., Prentice-Hall, 1989
Processamento Digital de Sinais - Projeto e Análise de Sistemas Paulo S. R. Diniz et al. Editora Bookman. ISBN 85-363-0418-9

4. GA-038 – Procesamiento Digital de Señales

Muestreo de señales; Transformada Z; Análisis de Fourier discreta; algoritmo de transformación rápida de Fourier (FFT); Métodos de diseño de filtros digitales; Estimación del espectro de potencia; Filtro de Kalman; Aplicaciones de procesamiento digital de señales.

Bibliografía:

Digital Signal Processing - Oppenheim, A.V. e Schafer, R.W., Prentice-Hall, 1975
Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications - Proakis, J.G. e Manolakis, D.G., 3rd edition, Prentice-Hall, 1987.
Discrete-time Signal Processing - Oppenheim, A.V. e Schafer, R.W., Prentice-Hall, 1989
Processamento Digital de Sinais - Projeto e Análise de Sistemas Paulo S. R. Diniz et al. Editora Bookman. ISBN 85-363-0418-9

5. GA-040 - Modelado de Sistemas Continuos

Una breve introducción al cálculo vectorial y tensorial, significado físico de los operadores gradiente, divergencia y rotacional de Laplaciano; Definición de propiedades de medios continuos; Cinemática y el movimiento (visión de Lagrangiana y Euleriana); leyes de conservación (en particular, la masa, cantidad de movimiento, energía y carga eléctrica); Unificación de las leyes de conservación en términos de una propiedad genérica; Aplicaciones para el transporte de masa y calor, transporte de cargas eléctricas, percolación, el transporte de fármacos, modelos de poblaciones continuas; caso estacionario (equilibrio); Ecuaciones constitutivas para el flujo de procesos puramente difusivo: - Leyes de Fourier, Darcy, Fick, Ohm, flujo potencial, electrostática, elasticidad, los modelos de torsión; Ecuaciones de difusión: ejemplos; Ecuación de Poisson, modelos de equilibrio; Modelos de propagación de ondas, elastodinámica; Flujo convectivo-difusivo y ecuaciones de convección-difusión; Electromagnetismo: ecuaciones de Maxwell

Bibliografía:

A Concrete Approach to Mathematical Modelling - Masterton, M., Gibbons, J. Wiley, NY, 1995
Advanced Transport - Slattery, J.;
Introduction to Continuum Mechanics - Gurtin, M., Academic Press, 1981
Introduction to Fluid Dynamics – Batchelor;
Introdução a Mecânica de Fluidos - Fox e Mc. Donald;
Introdução a Modelagem Matemática - Karam Filho, J. e Almeida, R.C. Mathematical
Biology - Murray, J.D., 2ed., Springer, 1993;
Mechanics of Continuous Media – Hunter
Thinking With Models - Saaty, Thomas and Alexander, Joyce
Transport Phenomena and Materials Processing - Landau, L. and Lifshitz.

6. GA-041 - Fundamentos de Modelado

Principios básicos y metodologías de modelado; Modelos cualitativos y cuantitativos; Sistemas de Referencia

de Lagrangiano y Euleriano; Propiedades físicas (fenomenológica); Sistemas continuos y discretos, concepto de escala de interpretación de operadores matemáticos; Principios de Conservación / Equilibrio; y Ecuaciones constitutivas y de Estado; Modelos deterministas, probabilísticos y empíricos; Evolución y análisis de la adecuación de modelos matemáticos; Aplicaciones: Problemas seleccionados de modelado físico general (ingeniería), Biosistemas, sistemas socioeconómicos, ecosistemas, etc.

Bibliografía:

A Concrete Approach to Mathematical Modelling – Masterton, M., Gibbons, J. Wiley, NY, 1995;
Mathematical Modelling Techniques – Aris, R., Dover, NY, 1978;
Advanced Transport Phenomena – Slattery, J.;
Introduction to Continuum Mechanics – Gurtin, M., Academic Press, 1981;
Introdução à Modelagem Matemática – Karam F., J. e Almeida, R. C., 2003;
Mathematical Biology – Murray, J. D., 2ed., Springer, 1993
Thinking with Models – Saaty, Thomas and Alexander, Joyce.

7. GA-043 – Introducción al ADN y Proteínas

Estructura del ADN. Replicación. Transcripción y procesamiento. Estructura de proteínas; Traducción y el código genético; Organización de las regiones codificadoras de ADN; ADN / ARN, procariotas y eucariotas, transcripción y traducción; Organización de las regiones no codificadas del ADN repeticiones de CpG islands Técnicas genómicas, PCR, EST, BAC / YAC, cósmidos, bibliotecas genómicas, chips de ADN, mapas físicos y mapas genéticos; Técnicas de Bioinformática; breve historia de secuenciación del genoma; Adquisición y análisis de datos preliminares, montaje de secuencias de ADN y análisis de secuencias de ADN; Proteínas; Estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de proteínas; clases y funciones de las proteínas; interacción ADN/proteína; Aplicación Bioinformática en proteómica (análisis de la secuencia primaria, estructura secundaria y terciaria); Técnicas Proteómica; Interacciones proteínas/proteínas.

Bibliografía:

An Introduction to Genetic Analysis - Anthony J. F. Griffiths, Jeffrey H. Miller, David T. Suzuki, 7th edition, W H Freeman & Co, 2000.
Genes VII - Benjamin Lewin Hardcover, Oxford Univ Press, 1999.
Lehninger Principles of Biochemistry - David L. Nelson, Michael M. Cox Hardcover, Third Edition Worth Publishing, 2000.
Molecular Biology of the Cell - Bruce Alberts (Editor), Bray Alberts, 3rd Bk&cdr edition Garland Pub, 1999.
Molecular Cell Biology - Harvey Lodish, Arnold Berk, S. Lawrence Zipursky, Paul Matsudaira, David Baltimore, James Darnell, 4th edition W H Freeman & Co, 1999.

8. GA-044 - Introducción a la Biología y Evolución

Los sistemas biológicos; ¿Qué es vida?; Estándares y Procesos en Biología; Procesos evolutivos; Selección natural como una propiedad emergente de la vida; Mutación; Deriva genética; Estándares biológicos; Origen de la vida; Diversidad animal; Antecedentes; Darwin; Wallace; Mendel; Wright, Fisher y Haldane. Taxonomía; Objetivo; Calificaciones anteriores; Clasificación de Linneo; Filogenia; Hennig y la filogenética sistemática. Nuevas tendencias (grupos monofiléticos, bar code); Análisis filogenético; UPGMA y Máxima Parsimonia; filogenética sistemática. Tres ejes de análisis comparativo: espacio, tiempo y forma (biogeografía, registro fósil y morfología / molecular).

Bibliografía:

Evolution - Monroe Strickberger, 3ª edição, Jones & Bartlett, Londres.

9. GA-046 - Técnicas de modelado

Introducción al modelado de sistemas; Enfoque determinista: Evolución de los sistemas dinámicos. Puntos de equilibrio; Funciones de utilidad: Optimización y control; Validación del Modelo: Criterios de aceptación, mejora y rechazo; Enfoque probabilístico: Dinámica probabilística; Procesos evolutivos: Nacimiento y extinción; Procesos estacionarios; Proceso de decisión: Inversión y recompensa; Aplicaciones: El uso de los modelos, la elección y la estimación de parámetros; Cómo construir un modelo: Adaptación, extensión y

combinación; Problemas seleccionados de modelado: Biosistemas, sistemas socioeconómicos, ecosistemas.

Bibliografía:

A Concrete Approach to Mathematical Modelling - Masterton, M., Gibbons, J. Wiley, NY, 1995.

Mathematical Modelling Techniques - Aris, R., Dover, NY, 1978.

Probability Models - Ross, S.M., Academic Press, 1993.

10. GA-047 - Bioinformática I - Base de datos desde el punto de vista biológico

Antecedentes breves del atlas de la proteína de Dayhoff (1968) hacia los servidores WEB. La variedad de las actuales fuentes de información, tipos, formatos, métodos, tamaños y distribuciones. Las bases de datos de secuencias de ADN y ARN; Historia del GenBank, EMBL, DDBJ, el estudio y el formato GenBank / DDBJ y EMBL; Filosofía de bases de datos y su redundancia; Los problemas de calidad y heterogeneidad de las notas; Genoma completo; Bases de datos de secuencias de proteínas; Definición y descripción; Estudio de algunos bancos de proteínas: RIP, MIPS, SWISS-PROT, TrEMBL etc., las secuencias de los bancos no redundantes; Una breve discusión de otros bancos de proteínas; Los dominios de bases de datos y de las familias de proteínas. Definición y descripción; Estudio detallado de algunos bancos: PROSITE, Pfam, PRINTS, PIRSF y BLOCKS. Bases de datos de dominios generados automáticamente: ProDom, DOMO; InterPro. Bancos de datos proteómicos; Definición y descripción; El estudio detallado de la SWISS-2DPAGE. Bases de datos de estructuras tridimensionales; Base de datos PDB: Antecedentes y una breve descripción de su contenido; Base de datos PDB derivados (Swiss-3DIPAGE, HSSP, DSSP, FSSP, etc.); Base de datos NDB; Bases de datos metabólicos; Definición y descripción; Estudio EcoCyc, KEGG, etc. Bases de datos de categorías funcionales; Definición y descripción; MEROPS, IntAct, PhosSuit, GlycoSiteDB, etc.; Los bancos de imágenes biológicas; BioImage, global Image Database; Bases de datos de genomas; Definición, descripción; SNP (polimorfismos de nucleótido único); Bases de datos bibliográficas; El estudio detallado de MEDLINE / ENTREZ

Bibliografía:

Bioinformatics : A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins - Andreas D. Baxevanis, B. F. Francis Ouellette, John Wiley & Sons, 2001.

Bioinformatics : Databases and Systems - Stanley Letovsky (Editor), Kluwer Academic publishers, 1999.

Bioinformatics : Sequence, Structure, and Databanks : A Practical Approach - Des Higgins (Editor), Willie Taylor (Editor), 1st edition, Oxford Univ Press, 2000.

Introduction to Bioinformatics - Teresa K. Attwood and David J. Parry-Smith, Addison Wesley Longman, 1999.

11. GA-050 – Introducción al Modelado y Simulación de Sistemas Fisiológicos

Reseña histórica; Aspectos fisiológicos básicos de la circulación sanguínea: Estructura general del sistema circulatorio; Características básicas de la pared arterial. Nociones básicas de la mecánica de los sólidos: Comportamiento de las paredes arteriales (ecuaciones constitutivas); Nociones básicas de la mecánica de los fluidos: Comportamiento de la sangre (ecuaciones constitutivas); Conceptos preliminares de modelado; Introducción a la simulación computacional: Modelos simplificados para el sistema cardiovascular 0D: Modelo de las arterias sistémicas, Modelos arterias sistémicas acoplado con el ventrículo izquierdo, Modelo completo: arterias sistémicas acoplado con todo el corazón y venas sistémicas); Incorporación del funcionamiento de las válvulas cardíacas; Simulación computacional vía Matlab; Modelos simplificados para el sistema cardiovascular 1D: Leyes de conservación; Puso arterial; Estructuras de las arterias; Condiciones de entrada y salida; Simulación computacional empleando el Sistema HeMoLab.

Bibliografía:

F.C. Hoppensteadt and C. S. Peskin. Modeling and Simulation in Medicine and the Life Sciences. Texts in Applied Mathematics, Springer, Second Edition, 2002.

Y.C. Fung. Biomechanics. Mechanical Properties of Living Tissues. Springer-Verlag, N.Y., 1981.

Y.C. Fung. Biodynamics Circulation. Springer Verlag, 1984.

12. GA-056 – Ensamblaje del genoma

Historia y contextualización; Tecnologías de generación de secuencias biológicas; Formato de archivo de secuencia y alineación; Conceptos básicos de alineación; Algoritmos de programación dinámica; Métricas de

distancia; Matrices de puntuación; Alineación por pares; Alineamiento de secuencias múltiples; Herramientas de edición de alineación; Herramientas de búsqueda de homología (BLAST); Preprocesamiento de secuencias para ensamblaje; Familia de algoritmos para indexación; Programas para mapear lecturas; Programas de ensamblaje del genoma; Programas para la alineación y clasificación del genoma; Andamios y cierre de huecos.

Bibliografia:

ALSER, M., ROTMAN, J., DESHPANDE, D. et al. *Technology dictates algorithms: recent developments in read alignment*. Genome Biol 22, 249 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13059-021-02443-7>

GAGNIUC, P. A. *Algorithms in bioinformatics : theory and implementation*. Polytechnic University of Bucharest, Bucharest, Romania. First edition. Hoboken, NJ : Wiley, 2021. ISBN 9781119697954 (adobe pdf).

MÄKINEN V., BELAZZOUGUI D., CUNIAL F., TOMESCU A. *Genome-Scale Algorithm Design: Biological Sequence Analysis in the Era of High-Throughput Sequencing* (2023). ISBN-10 : 1107078539. ISBN-13 : 978-1107078536.

MOUNT D.W. *Bioinformatic: Sequence and Genome Analysis*. Revised ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. ISBN-13978-0879697129. 2004.

Data da atualização: 26/05/2025