



Universidad
Tecnológica
de Pereira



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍAS: ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, FÍSICA Y
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

ASIGNATURA: Estructura de Lenguajes
CÓDIGO: IS404
CREDITOS: 4
INTENSIDAD: 6 Horas semanales para 96 horas totales
REQUISITOS: IS323 Lógica

LIBRO GUÍA: "Lenguajes Gramáticas y Autómatas un Enfoque Práctico".
Pedro Isasi Viñuela, Paloma Martínez Fernández, Daniel Borrajo Millán,
Addison-Wesley Iberoamericana España, S.A. 1997

JUSTIFICACIÓN

Los Compiladores, la Ingeniería del Software y la Inteligencia Artificial, entre otros, se fundamentan en sus aspectos operativos en conceptos que devienen de la teoría informática, y que son debidamente conjuntados por la teoría de Gramáticas y Lenguajes. Por consiguiente, es de vital importancia que los estudiantes accedan a este conocimiento desde una perspectiva puramente formal.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Dar al estudiante toda una gran base teórica sobre Ciencias de la Computación, que servirá de fundamento a todo el resto de materias y conocimientos que verá y adquirirá a lo largo de la carrera.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mediante este curso, el estudiante adquirirá los conocimientos necesarios sobre la terminología y conceptos fundamentales acerca de la Teoría de Autómatas, de lenguajes y su relación con la Computación. Hará un análisis de las máquinas de Turing, estudiando de paso la tesis de Church, s, el teorema de indecidibilidad de Gúedel, y su nexa con la teoría de la incomputabilidad y Complejidad computacional.

CONTENIDO

1. DEFINICIONES BÁSICAS: ALFABETOS, PALABRAS (CADENAS) Y LENGUAJES

- 1.1 Introducción, Historia.
- 1.2 Jerarquía de Chomsky para Lenguajes, Gramáticas y Autómatas.
- 1.3 Definición de Alfabetos, operaciones entre Alfabetos.
- 1.4 Definición de Palabras, operaciones con Palabras.
- 1.5 Definición de Lenguajes, Operaciones con Lenguajes.
- 1.6 Cerradura de Kleene (L^*) y Cerradura Positiva (L^+) de un Lenguaje, Lenguaje Universal (S^*).
- 1.7 Aplicaciones de Lenguajes

2. LENGUAJES Y EXPRESIONES REGULARES

- 2.1 Estructura de los Lenguajes Regulares
- 2.2 Expresiones Regulares.
- 2.3 Equivalencia entre Expresiones Regulares
- 2.4 Simplificación de Expresiones Regulares.
- 2.5 Lema del Bombeo para determinar si un lenguaje es Regular o no.

3. AUTÓMATAS FINITOS (AF)

3.1 Autómatas Finitos Deterministas (AFD)

- 3.1.1 Definición: diagrama de estados, Función de transición.
- 3.1.2 Minimización de un AFD
- 3.1.3 Aplicaciones de los AFD

3.2 Autómatas Finitos No Deterministas (AFND).

- 3.2.1 Definición: diagrama de estados, Relación transición
- 3.2.2 I-Transiciones en los AFND
- 3.2.3 Algoritmo para la eliminación de las I-Transiciones en los AFND
- 3.2.4 Equivalencia entre AFD y AFND. Algoritmo para transformar un AFND en un AFD
- 3.2.5 Aplicaciones de los AFD

3.3 Relación entre AF, Expresiones Regulares y lenguajes

- 3.3.1 Algoritmo para la generación de una Expresión Regular que representa el conjunto de palabras que pertenecen al lenguaje regular que reconoce un AF
- 3.3.2 Lema de Arden
- 3.3.3 Algoritmo para generar un AF a partir de una Expresión Regular: método de las derivadas

4. MAQUINAS SECUENCIALES

- 4.1. Máquina de Mealy
- 4.2. Máquina de Moore
- 4.3. Equivalencia entre una Máquina de Moore y de Mealy
- 4.4. Aplicaciones de las máquinas secuenciales

5. GRAMATICAS FORMALES

5.1 Gramáticas Regulares

- 5.1.1. Equivalencia entre Gramáticas Regulares, Lenguajes Regulares y Expresiones Regulares
- 5.1.2. Algoritmo para obtener una Gramática Regular a partir de un AF
- 5.1.3. Algoritmo para obtener un AF, a partir de una Gramática Regular
- 5.1.4. Algoritmo para eliminar recursividad por la izquierda en una Gramática Regular

5.2 Gramáticas Independientes del Contexto

- 5.2.1 Sistemas de producción
- 5.2.2 Árboles de Derivación
- 5.2.3 Problemas de la ambigüedad que se presentan en las Gramáticas Independientes del Contexto
- 5.2.4 Algoritmos para eliminación de las ambigüedades en las GIC: Símbolos Inútiles, Producciones Inútiles, l-Producciones y Producciones Unitarias.
- 5.2.5 Forma Normal de Chomsky
- 5.2.6 Forma Normal de Greinbach
- 5.3 **Gramáticas Dependientes del Contexto**
- 5.4 **Gramáticas de Estructura de Frase**
- 5.5 Aplicaciones de las Gramáticas

6. AUTÓMATAS PROBABILÍSTICOS Y DE MC CULLOCH Y PITTS

6.1 Autómatas Probabilísticos

- 6.1.1 Definición
- 6.1.2 Vector de estado
- 6.1.3 Matriz estocástica $M(a)$
- 6.1.4 Accesibilidad de un estado partiendo de inicial
- 6.1.5 Lenguaje reconocido por un autómata probabilístico
- 6.1.6 Aplicaciones de este tipo de autómatas

6.2 Autómata de Mc Culloch y Pitts

- 6.2.1 Definición
- 6.2.2 Cálculo de la respuesta, Umbral de una AMCP
- 6.2.3 Realimentación de un elemento
- 6.2.4 Construcción del diagrama de transición de estados.

7. AUTOMATAS DE PILA (AP)

7.1 Autómata de Pila Determinístico (APD)

- 7.1.1 Definición formal, representación gráfica
- 7.1.2 Lenguaje reconocido por un Autómata de Pila.
- 7.1.3 Construcción de un APD a partir de un Lenguaje Independiente del Contexto

7.2 Autómata a Pila No Determinístico (APND)

- 7.2.1 Lenguajes aceptados por un APND
- 7.2.2 Construcción de APND a partir de un Lenguaje Independiente del Contexto
- 7.2.3 Algoritmo para generar un APND a partir de una Gramática Independiente del Contexto
- 7.3 Equivalencia entre AP y Gramáticas y Lenguajes Independientes del Contexto.

8. MÁQUINAS DE TURIN (MT)

- 8.1 Definición y funcionamiento de una MT.
- 8.2 Representación gráfica de una MT.
- 8.3 Descripción instantánea de una M. de Turing
- 8.4 Lenguaje reconocido por una MT
- 8.5 Construcción de una MT a partir de un Lenguaje de Estructura de frase
- 8.6 Diseño de MT
- 8.6.1 Diseño con Multicinta.
- 8.6.2 Construcción de una MT Multicinta a partir del lenguaje de Estruct. de Frase
- 8.6.3 Diseño con dos o más Máquinas

METODOLOGÍA

Los estudiantes deberán preparar, antes de la clase, los temas asignados por el profesor. Como apoyo el profesor podrá publicar material en una página Web y/o entregarlo en conferencias. Bajo el esquema de trabajo de esta materia, preparar un tema significa ESTUDIARLO. Estos capítulos pueden ser complementados con la bibliografía que se presenta al final de este documento.

El trabajo en clase se centrará en presentar los temas en forma magistral, resolver las dudas encontradas por los estudiantes durante la preparación del material, la solución de ejercicios que se hayan asignado, pero sobre todo en discutir nuevos ejercicios que permitan alcanzar mayor claridad en cada tema.

También se harán trabajos tendientes a desarrollar en el estudiante la capacidad de traducir a un lenguaje de programación la solución dada a diferentes problemas.

La asistencia a consultas tanto al profesor como al monitor será valorada. Adicionalmente, el profesor atenderá previa cita a los estudiantes, en forma personalizada dos (2) horas adicionales a la semana, en horario que será convenido con los estudiantes.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS TRANSVERSALES / GENÉRICAS:

- Aprendizaje autónomo
- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica
- Resolución de problemas
- Trabajo individual y por grupos
- Comunicación oral virtual y escrita

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

- Cognitivas (Saber):
 - Idioma
 - Matemáticas
 - Nuevas tecnologías TIC
 - Conocimientos de informática
- Procedimentales / Instrumentales (Saber hacer):
 - Redacción en interpretación de documentación técnica
 - Estimación y programación del trabajo
 - Planificación, organización y estrategia.

- Actitudinales (Ser):
 - Calidad
 - Toma de decisión
 - Capacidad de iniciativa y participación

TÉCNICAS DOCENTES

Las técnicas docentes que se van a utilizar son:

- Clases de teoría
- Exposiciones sobre trabajos de casos prácticos.
- Tutorías colectivas de teoría
- Clases de prácticas
- Corrección de las prácticas
- Tutorías colectivas de prácticas
- Tutorías individualizadas

DESARROLLO Y JUSTIFICACIÓN:

Clases de teoría:

- Se hará una reseña inicial del contenido de cada tema y se indicará su relación con los otros temas.
- Al comenzar la explicación de una sección de un tema, se indicarán las relaciones que posee con otras secciones del mismo tema o de temas diferentes.
- Se explicará detenidamente cada sección de cada tema teórico.

Exposiciones:

- El profesor propondrá los trabajos sobre casos prácticos, que los estudiantes deberán preparar y exponer a lo largo del curso.
- Los trabajos podrán hacerse individualmente o en grupos, lo que se convendrá en clase.

Tutorías colectivas de teoría o prácticas

- Es una actividad desarrollada dentro de las horas de clase
- El profesor responderá a las preguntas que les planteen los estudiantes procurando que ellos intenten deducir las respuestas correctas.
- Se procurará que las preguntas que se planteen no sean dudas particulares de un estudiante, sino dudas generales que puedan tener la mayoría de los estudiantes. Las dudas particulares se deben plantear en las tutorías individuales.
- El profesor también podrá plantear preguntas a los estudiantes para comprobar si han aprendido correctamente los conceptos fundamentales de la asignatura.

Tutorías individualizadas:

Según es reglamento estudiantil vigente, en su artículo 60. (**“ARTÍCULO 60o.: El estudiante de la Universidad tiene derecho a: Ser asistido, asesorado y oído por quienes tienen la responsabilidad administrativa y docente.”**. Subrayado nuestro), estas tutorías están enmarcadas dentro de la actividad docente y los horarios deberán ser concertados con todos los estudiantes o con la mayoría cuando con todos no sea posible.

- Los estudiantes con el fin de poder organizar y garantizar que la atención sea individual, deberá solicitar con anticipación cita con el profesor.
- Los estudiantes deben utilizar estas tutorías a lo largo de todo el curso y no sólo antes de la fecha del examen.
- El profesor intentará resolver las dudas particulares que pueda tener cada estudiante en relación con los temas de teoría, los trabajos de las exposiciones, las prácticas, etc.
- Aunque las dudas más simples puedan plantearse mediante correo electrónico, es preferible que haya una reunión del profesor y el estudiante para resolver las dudas más complejas.
- La Universidad podrá disponer como recurso adicional un “asistente de cátedra o monitor”, que podrá ser un estudiante de semestres superiores, según el reglamento que sobre este particular maneje la Universidad.

MECANISMOS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

El profesor podrá comprobar el grado de seguimiento de la asignatura mediante:

- La asistencia a las clases de teoría y prácticas
- Las exposiciones de temas de teoría.
- La corrección de las prácticas.
- Las tutorías personales
- Los parciales
- Los exámenes de corta duración (Quiz).

ORGANIZACIÓN SEMANAL

TEMA	SUBTEMA	SESIÓN
1. Definiciones BÁSICAS: ALFABETOS, PALABRAS (CADENAS) Y LENGUAJES	1.1 Introducción, Historia.	1
	1.2 Jerarquía de Chomsky para Lenguajes, Gramáticas y Autómatas.	
	1.3 Definición de Alfabetos, operaciones entre Alfabetos.	2
	1.4 Definición de Palabras, operaciones con Palabras.	3
	1.5 Definición de Lenguajes, Operaciones con Lenguajes.	4
	1.6 Cerradura de Kleene (L^*) y Cerradura Positiva (L^+) de un Lenguaje, Lenguaje Universal (Σ^*).	5
	1.7 Aplicaciones de Lenguajes	

2. LENGUAJES Y EXPRESIONES REGULARES	2.1 Estructura de los Lenguajes Regulares	6
	2.2 Expresiones Regulares.	7
	2.3 Equivalencia entre Expresiones Regulares	8
	2.4 Simplificación de Expresiones Regulares.	8
	2.5 Lema del Bombeo para determinar si un lenguaje es Regular o no.	9
3. AUTÓMATAS FINITOS (AF)	3.1 Autómatas Finitos Deterministas (AFD)	10
	3.1.1 Definición: diagrama de estados, Función de transición.	11
	3.1.2 Minimización de un AFD	11
	3.1.3 Aplicaciones de los AFD	12
	3.2 Autómatas Finitos No Deterministas (AFND).	12
	3.2.1 Definición: diagrama de estados, Relación transición	13
	3.2.2 λ -Transiciones en los AFND	14
	3.2.3 Algoritmo para la eliminación de las λ -Transiciones en los AFND	15
	3.2.4 Equivalencia entre AFD y AFND. Algoritmo para transformar un AFND en un AFD	16
	3.2.5 Aplicaciones de los AFD	16
	3.3 Relación entre AF, Expresiones Regulares y lenguajes	17
	3.3.1 Algoritmo para la generación de una Expresión Regular que representa el conjunto de palabras que pertenecen al lenguaje regular que reconoce un AF	18
	3.3.2 Lema de Arden	18
I EXAMEN		19
4. MAQUINAS SECUENCIALES (MS)	4.1 Máquina de Mealy	20
	4.2 Máquina de Moore	21
	4.3 Equivalencia entre una Máquina de Moore y de Mealy	22
	4.4 Aplicaciones de las MS	22
5. GRAMATICAS FORMALES	5.1 Gramáticas Regulares	23
	5.1.1 Equivalencia entre Gramáticas Regulares, Lenguajes Regulares y Expresiones Regulares	24
	5.1.2 Algoritmo para obtener una Gramática Regular a partir de un AF	25
	5.1.3 Algoritmo para obtener un AF, a partir de una Gramática Regular	26
	5.1.4 Algoritmo para eliminar recursividad por la izquierda en una Gramática Regular	26
	5.2 Gramáticas Independientes del Contexto	27
	5.2.1 Sistemas de producción	28
	5.2.2 Árboles de Derivación	28
	5.2.3 Problemas de la ambigüedad que se presentan en las Gramáticas Independientes del Contexto	29
	5.2.4 Algoritmos para eliminación de las ambigüedades en las GIC: Símbolos Inútiles, Producciones Inútiles, λ -Producciones y	30

	Producciones Unitarias.	
	5.2.5 Forma Normal de Chomsky	31
	5.2.6 Forma Normal de Greinbach	
	5.3 Gramáticas Dependientes del Contexto	32
	5.4 Gramáticas de Estructura de Frase	
	5.5 Aplicaciones de las Gramáticas	
	II EXAMEN	33
6. AUTÓMATAS PROBABILÍSTICOS Y DE MC CULLOCH Y PITTS	6.1 Autómatas Probabilísticos	
	6.1.1 Definición	34
	6.1.2 Vector de estado	
	6.1.3 Matriz estocástica $M(a)$	
	6.1.4 Accesibilidad de un estado partiendo de inicial	35
	6.1.5 Lenguaje reconocido por un autómata probabilístico	
	6.1.6 Aplicaciones de este tipo de autómatas	
	6.2 Autómata de Mc Culloch y Pitts (AMP)	36
	6.2.1 Definición	
	6.2.2 Cálculo de la respuesta, Umbral de una AMCP	
	6.2.3 Realimentación de un elemento	37
	6.2.4 Construcción del diagrama de transición de estados.	
7. AUTOMATAS A PILA (AP)	7.1 Autómata de Pila Determinístico (APD)	
	7.1.1 Definición formal, representación gráfica	38
	7.1.2 Lenguaje reconocido por un AP	
	7.1.3 Construcción de un APD a partir de un Lenguaje Independiente del Contexto	39
	7.2 Autómata de Pila No Determinístico (APND)	40
	7.2.1 Lenguajes aceptados por un APND	
	7.2.2 Construcción de APND a partir de un Lenguaje Independiente del Contexto	41
	7.2.3 Algoritmo para generar un APND a partir de una Gramática Independiente del Contexto	42
	7.3 Equivalencia entre AP y Gramáticas y Lenguajes Independientes del Contexto.	
8. MAQUINAS DE TURIN (MT)	8.1 Definición y funcionamiento de una MT.	43
	8.2 Representación gráfica de una MT.	
	8.3 Descripción instantánea de una M. de Turing	44
	8.4 Lenguaje reconocido por una MT	
	8.5 Construcción de una MT a partir de un Lenguaje de Estructura de frase	45
	8.6 Diseño de MT	
	8.6.1 Diseño con Multicinta.	46
	8.6.2 Construcción de una MT Multicinta a partir del lenguaje de Estruc. de Frase	47
	8.6.3 Diseño con dos o más Máquinas	
EXPOSICIONES	Presentación de los diferente trabajos de investigación que el estudiante ha desarrollado durante el semestre	48
		49

EVALUACIÓN

Según el reglamento estudiantil vigente, en sus artículos 72 y 73. “ **ARTÍCULO 72o.:** Se entiende por Prueba Parcial aquella que se realiza individualmente para verificar el logro de los objetivos de las diferentes unidades o temas en que se divide cada asignatura. Estas no podrán ser menos de dos para cada asignatura...

ARTÍCULO 73o.: Se entiende por Prueba Final aquella que se realiza individualmente para verificar el logro de los objetivos generales de cada asignatura. Esta prueba se realizará con estricta observancia de las fechas establecidas en el calendario académico...”, subrayado y resaltado nuestro.

Primer examen parcial	25%
Segundo examen parcial	25%
Examen final	25%
Quices, tareas, talleres y exposiciones	25%

BIBLIOGRAFÍA

- Pedro Isasi Viñuela, Paloma Martínez Fernández, Daniel Borrajo Millán, "Lenguajes, Gramáticas y Autómatas un Enfoque Práctico", Addison-Wesley Iberoamericana España, S.A. 1997.
- John E. Hopcroft, Rajeev Motwani, Jeffrey D. Ullman, "Introducción a la Teoría de Autómatas, Lenguajes y Computación", Pearson Educación S.A. 2002.
- Dean Kelly, "Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales", Prentice Hall, 1995.