

Autómatas y Lenguajes Formales

Portafolio V:1.0 (Marzo, 2009)

Objetivos: *Registro referencial.*

1. Introducción

La finalidad de este portafolio es dejar un registro organizado del trabajo docente realizado durante el desarrollo de la asignatura considerada. Este material en su conjunto ejemplifica los distintos instrumentos y herramientas pedagógicas aquí utilizadas.

2. Instrumentos

Se incluyen a lo largo del presente documento los siguientes items:

1. **Prospecto:** Documento que define los lineamientos de esta asignatura.
2. **Normativas:** Se incluyen las distintas normas regulatorias que se consideraron en la asignatura.
3. **Actividades:** Ejemplo de evaluaciones, controles, tareas, pruebas parciales, pruebas recuperativas, pruebas globales.
4. **Screenshots:** Colección de imágenes de la interfaz digital utilizada en la asignatura.

Autómatas y Lenguajes Formales

Prospecto V:2.0 (Marzo, 2010)

Objetivos: *Los siguientes puntos definen los lineamientos específicos y generales que serán considerados en el desarrollo de este curso.*

1. Sobre este curso

La exploración y el estudio de los *Fundamentos* de las ciencias es en general un tema importante y esencial en el desarrollo de estas, en este sentido hablamos también de Fundamentos en el caso de Ciencia de la Computación. Un diverso conjunto de temas conforman este tópico, este comprende entre estos por ejemplo, el estudio de la generación de *lenguajes formales* desde un punto de vista sintáctico y lingüístico, y en contrapartida la presentación de distintos dispositivos denominados *máquinas abstractas* que permiten la verificación y determinación de lenguajes formales.

Preguntarnos por el *poder expresivo* de estos distintos constructos y por ende puntos de vistas, se encuentra al centro de la problemática del entendimiento de que podemos lograr y esperar en el desarrollo de máquinas inteligentes, como por ejemplo nuestros computadores personales, y en un sentido más abstracto cualquier nuevo paradigma que trate de capturar el concepto de *computabilidad*. El desafío entonces es: ¿Cómo responder a este tipo de preguntas? Refinaremos y exploraremos formalizaciones que nos darán un marco teórico en que podremos formular y responder de alguna manera satisfactoria este tipo de cuestionamientos.

2. Contenidos

Los siguientes son algunos de los tópicos que estudiaremos durante el semestre:

Autómatas y Lenguajes: Autómatas Finitos, Lenguajes Regulares, Autómatas con Pilas, Lenguajes Libres de Contexto, Lemas de Bombeo; Computabilidad: Máquinas de Turing, Decibilidad, Reducibilidad, Jerarquía Aritmética, Teorema de recursión, Correspondencia de Post; Complejidad: Complejidad de Tiempo y Espacio, P, NP, PSPACE, NP-Complejidad, PSPACE-Complejidad, Jerarquía Polinomial, etc.

3. Clases

Clase Teórica: Lunes: Módulo 6 [18:50 - 20:00] Sala: 207

4. Equipo de profesores

Profesor Teoría: Carlos Martínez M. cmartinezm@ucentral.cl

5. Recursos

Como materiales de apoyo utilizaremos el sistema de gestión de cursos *Moodle 2009* de la Escuela de Ingeniería en Computación, donde estarán disponibles en detalle, un clase a clase, así como materiales

que se irán incluyendo a lo largo del semestre tales como enunciados de tareas, controles, ejemplo y pruebas. Al mismo tiempo herramientas como foros y anuncios pertinentes de las actividades a desarrollar en este curso.

6. Evaluaciones

El trabajo a realizar durante este curso consiste en pruebas, controles. Los cuales serán evaluados con notas en escala de 1,0 a 7,0, y cuyos porcentajes están descritos en la siguiente tabla.

$$\begin{array}{l} \text{Pruebas} = 80\% \mathbf{P} = \left\{ \begin{array}{l} P_1, 30\% \\ P_2, 30\% \\ P_3, 40\% \end{array} \right. \\ \text{Controles} = 20\% \mathbf{C} = \left\{ \begin{array}{l} C_1, 20\% \\ C_2, 20\% \\ C_3, 20\% \\ C_4, 20\% \\ C_5, 20\% \end{array} \right. \end{array}$$

La nota Final será calculada de la siguiente manera, a partir de la nota de presentación NP y la Prueba Global PG, de la cual se publicará se fecha de realización en forma oportuna.

$$NF := NP \cdot 0,7 + PG \cdot 0,3$$

Las pruebas consistirán en cuatro problemas de desarrollo. Los controles consistirán en uno o dos ejercicios de desarrollo.

7. Calendario

Las siguientes son las fechas confirmadas de las pruebas parciales, controles, prueba recuperativa y prueba global. Cualquier modificación posible se publicará y notificará en forma oportuna.

Pruebas y Controles

Prueba 1	Lunes 19 de Abril	Control 1	Lunes 12 de Abril
Prueba 2	Lunes 24 de Mayo	Control 2	Lunes 03 de Mayo
Prueba 3	Lunes 5 de Julio	Control 3	Lunes 17 de Mayo
		Control 4	Lunes 14 de Junio
		Tarea 5	Lunes 28 de Junio

Pruebas Recuperativa y Global

Prueba Recuperativa	Lunes 12 de Julio	Prueba Global	Lunes 19 de Julio
---------------------	-------------------	---------------	-------------------

8. Referencias

El curso se basará principalmente en los libros aquí referidos, sin embargo la bibliografía no es exhaustiva, de considerar una nueva referencia se adjuntará apropiadamente a la información disponible en el sitio MOODLE del curso. Se les recomienda a los alumnos asistir y seguir de cerca las clases y materiales disponibles, y al mismo tiempo estudiar principalmente desde sus propios apuntes y notas de clases.

1. G. Navarro. *Fundamentos de Ciencias de la Computación* (Lenguajes Formales, Computabilidad y Complejidad) (Apuntes y Ejercicios, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile, 2007).
2. J. H. Hopcroft, R. Motwani & J.D. Ullman. *Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation*. Pearson Education (Segunda Edición), 2001.
3. M. Sipser. *Introduction to the Theory of Computation*. Thompson Course Technology (Segunda Edición), 2006.

Autómatas y Lenguajes Formales

Normativa Prueba Recuperativa-Reemplazo V:1.0 (Abril, 2010)

Objetivos: Los siguientes puntos definen los lineamientos específicos y generales que serán considerados en la prueba reemplazo-recuperativa.

1. Sobre la Prueba Recuperativa-Reemplazo

Esta prueba tiene por finalidad dar la posibilidad a aquellos alumnos que por alguna razón debidamente justificada requieren obtener una evaluación en aquella prueba no rendida. Se deja a discreción del docente, el permitir o no la posibilidad de que se considere también para aquellos alumnos con rendimiento deficiente a lo largo del semestre como una nueva prueba, en la que tendrían la posibilidad de reemplazar la evaluación más baja de las tres pruebas parciales rendidas durante el semestre en curso.

2. La evaluación

La prueba consiste de tres partes y cada una de dos problemas, donde cada una de las partes cubre respectivamente el temario de las pruebas rendidas durante el semestre. El alumno deberá en primera instancia elegir y contestar un problema de cada una de estas partes, adicionalmente si el alumno ha faltado **justificadamente** a una de las pruebas, deberá contestar el segundo problema de la parte correspondiente de la prueba faltante.

En definitiva, es una *prueba voluntaria* en la medida que se autorice por el docente, para aquellos alumnos que no hayan faltado justificadamente a una prueba, en cambio es de carácter *obligatorio* para todos aquellos que efectivamente justificaron bajo las normas y plazos que la Coordinación de la Escuela de Ingeniería en Computación establece para estos efectos.

3. Un caso hipotético

Suponiendo que un alumno ha rendido y obtenido las notas siguientes, faltando a la segunda prueba.

Pruebas	P#1	P#2	P#3
Notas	3,0		5,0

- **Caso Justificado:** Notas obtenidas en la *prueba recuperativa-reemplazo*

Preguntas	Notas	Comentario
Pr#1	4,0	
Pr#2		
Pr#3	3,0	P#2: 5,0
Pr#4	7,0	
Pr#5	4,0	
Pr#6		
Nota	4,5	

Obteniendo por *recuperación*:

Pruebas	P#1	P#2	P#3
Notas	3,0	5,0	5,0

Finalmente, obteniendo por *reemplazo*:

Pruebas	P#1	P#2	P#3
Notas	4,5	5,0	5,0

■ **Caso No-Justificado:**

Preguntas	Notas	Comentario
Pr#1	4,0	
Pr#2		
Pr#3		
Pr#4	7,0	
Pr#5	4,0	
Pr#6		
Nota	5,0	

Obteniendo por *reemplazo*:

Pruebas	P#1	P#2	P#3
Notas	3,0	5,0	5,0

19 de Abril, 2010

Nombre: _____

Escribiendo mi nombre adhiero al código de honor.

Pregunta	Puntaje	Nota
#1	3 + 3	
#2	3 + 3	
#3	3 + 3	
	NOTA FINAL	

Lea cuidadosamente la siguiente información antes de comenzar el prueba:

- Muestre todo su trabajo claramente y en orden, esto es, si desea obtener el puntaje máximo. Me reservo el derecho de descontar puntos de su respuesta, si no puedo ver como llego a ella (Incluso en el caso en que la respuesta final este correcta).
- **Justifique adecuadamente sus respuestas para asegurar la totalidad del puntaje de la pregunta.**
- Suprima con una raya vertical cualquier página y/o espacio que no ocupe en el desarrollo de sus respuestas.
- Pruebas escritas en lápiz mina no tiene derecho a corrección.
- La prueba consiste de tres ejercicios, cada uno de ellos es evaluado con una nota de 1 a 7. **Es su responsabilidad confirmar que este folleto contiene el número de páginas adecuado.** Tiene 1:10 minutos para contestar esta prueba, sólo se admiten consultas sobre enunciado.
- Buena suerte!

Declaro no recibir ni entrega información parcial o total que permita la resolución de esta prueba a otra persona realizando esta evaluación: _____

Firma.

1. (6 points) (Preliminares) Recuerde las siguientes definiciones con respecto a la *cardinalidad de conjuntos*:

Definición 1 La cardinalidad de un conjunto A la escribiremos como $|A|$ es el número natural igual a la cantidad de elementos que pertenecen a A . Diremos que dos conjuntos A y B tienen la misma cardinalidad, es decir, $|A| = |B|$ si existe una función $f : A \rightarrow B$ biyectiva.

Definición 2 La cardinalidad de \mathbb{N} se llama $|\mathbb{N}| = \aleph_0$. A todo conjunto de cardinalidad $\leq \aleph_0$ se le dice *numerable*.

De lo anterior, **demuestre** las siguientes afirmaciones. Se considera la operación de conjuntos, *producto cartesiano* de dos conjuntos $A \times B$ dado por:

$$A \times B = \{(a, b) : a \in A \wedge b \in B\}$$

ii) $|A \times B| = |B \times A|$

iii) Si A y B son numerables, entonces lo será $A \times B$

Solución:

(Página adicional)

2. (6 points) (Lenguajes Regulares)

- i) ¿Cuál es el lenguaje representado por $((a * a)b)|b$? ¿ Son verdaderas las afirmaciones $baa \in (a * b * a * b^*)$, $abcd \in (a(cd) * b)^*$?
- ii) Recuerde las definiciones de cada una de las operaciones sobre lenguajes. Consideremos $ER = \langle c \in \Sigma, |, \cdot, *, \Phi \rangle$ como el conjunto de expresiones sintácticas sobre Σ , para las cuales se definieron los siguientes significados semánticos. Asumiendo que E , E_1 y E_2 son expresiones regulares, entonces tenemos que:

E.1: Si $c \in \Sigma$, entonces $\mathcal{L}(c) = \{c\}$

E.2: $\mathcal{L}(\Phi) = \emptyset$

E.3: $\mathcal{L}(E_1|E_2) = \mathcal{L}(E_1) \cup \mathcal{L}(E_2)$

E.4: $\mathcal{L}(E_1 \cdot E_2) = \mathcal{L}(E_1) \circ \mathcal{L}(E_2)$

E.5: $\mathcal{L}(E^*) = (\mathcal{L}(E))^*$

Teniendo estas definiciones en cuenta, argumente la validez de las siguientes leyes, donde E_1, E_2 y E_3 corresponden a expresiones regulares.

- a) $E|E = E$
b) $\Phi \cdot E = E \cdot \Phi = \Phi$
c) $E_1 \cdot (E_2|E_3) = (E_1 \cdot E_2)|(E_1 \cdot E_3)$

Solución:

(Página adicional)

3. (6 points) (Autómatas Finitos Determinísticos)

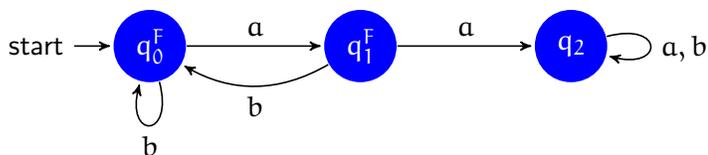
i) Considere la siguiente definición formal de un autómata finito.

- $K = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$
- $\Sigma = \{a, b\}$
- $s = q_0$
- $F = \{q_1\}$
- $\delta :$

δ	q_0	q_1	q_2	q_3
a	q_1	q_3	q_2	q_2
b	q_2	q_0	q_2	q_2

Ilustre el AFD asociado a esta definición, describa *informalmente* el lenguaje aceptado por este.

ii) Considere el siguiente autómata no-determinístico:



Obtenga la definición formal de este autómata.

Solución:

(Página adicional)



Universidad
Central de Chile

Automátas y Lenguajes Formales

Profesor: Carlos Martínez Méndez

C2

Control

03 de Mayo, 2010

Nombre: _____

Escribiendo mi nombre adhiero al código de honor.

Instrucciones

Conteste con la mayor claridad posible cada una de las siguientes ejercicios.

Problema 1: AFD y AFND

Construya dos autómatas finitos que acepten respectivamente los siguientes lenguajes. Escríbalos formalmente y dibújelos:

1. $\{w \in \{a, b\}^* : \text{cada } a \text{ en la cadena es precedido por una } b\}$
2. $\{w \in \{a, b\}^* : \text{no tiene } aa \text{ ni } bb \text{ como subcadena}\}$

Justifique apropiadamente su respuesta. **Tiempo 30 minutos.**

Autómatas y Lenguajes Formales

Gestión Virtual V:1.0 (Marzo, 2010)

Objetivos: *Registro referencial.*

1. Introducción

Los materiales y comunicación a lo largo de la asignatura se establecieron a través de la plataforma de gestión docente denominada MOODLE, la que posee diversos instrumentos pedagógicos tales como generación de actividades online, buzones, mensajería instantánea, etc.

2. Imágenes interface asignatura

Las siguientes corresponden a imágenes del sitio desarrollado en la plataforma MOODLE y que detallan el plan de trabajo.

1. Introducción y Motivación:

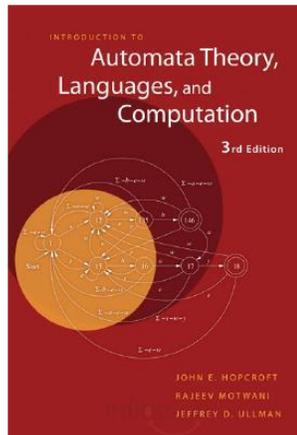
The screenshot shows a Moodle course interface. At the top, the course title is 'AUTOMATAS Y LENGUAJES FORMALES - Seccion 2' and the user is logged in as 'CARLOS MARTINEZ MENDEZ'. The main content area is titled 'Diagrama semanal' and contains a section for 'Motivación'. The text discusses the importance of formal languages and their implications, mentioning the need to represent them in a syntactic and formal way. It also lists some topics to be covered: Preliminares Matemáticos, Jerarquía de Lenguajes Formales y Maquinas Abstractas, and Solubilidad, Complejidad Algoritmica. A 'Referencia Principal' is provided: 'Teoría de la Computación (Lenguajes Formales, Computabilidad y Complejidad), Gonzalo Navarro, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile, Versión 2009.' The interface includes a sidebar with navigation options like 'Personas', 'Actividades', 'Foros', 'Recursos', 'Buscar en los foros', and 'Administración'. There are also sections for 'Novedades', 'Eventos próximos', and 'Actividad reciente'.

2. Referencias bibliográficas:

Importar
Reiniciar
Informes
Preguntas
Archivos
Desmatricular en
042010010320302
Perfil

Mis cursos

- AUTOMATAS Y LENGUAJES FORMALES - Seccion 2
- CALCULO EN TRES DIMENSIONES - Seccion 2
- CONCEPTOS MATEMATICOS - Seccion 6
- FUNDAMENTOS DE LENGUAJES DE PROGRAMACION - Seccion 1
- FUNDAMENTOS DE LENGUAJES DE PROGRAMACION - Seccion 2



Más abajo encontrarán:

Normativas administrativas, laboratorios, pruebas parciales, inasistencias y pruebas globales. Del mismo modo enunciados y actividades.

Calendario de Pruebas Parciales, Recuperativa, Global

- Primera Prueba Parcial: Lunes 19 de Abril
- Segunda Prueba Parcial: Lunes 24 de Mayo
- Tercera Prueba Parcial: Lunes 5 de Julio

3. Preliminares

- Novedades**
- Prospecto: Contenidos y Reglas de Evaluación**
- Teoría de Computación (Gonzalo Navarro)**
- Calificaciones Parciales (Mayo 31)**

19 de marzo - 25 de marzo

Presentación de la Asignatura:

Discusión y Publicación de la asignatura, definición de contenidos, instrumentos de evaluación, ponderaciones.

Preliminares

Siendo nuestro propósito generar una discusión detallada y correcta de lo que son los lenguajes formales, necesitamos echar mano a herramientas formales, por esta razón haremos una revisión de temáticas de la esfera de la matemática que nos permitirán desarrollar este estudio. Dentro de los tópicos requeridos destacan lógica matemática, conjuntos, relaciones, funciones.

26 de marzo - 1 de abril

Lenguajes Formales.

Como hemos visto desde la discusión de conjuntos y sus operaciones, definimos que un lenguaje es la clausura de Kleene (operador unitario conjuntista) de un conjunto finito denominado alfabeto.

Una primera pregunta conceptual es pensar en la cardinalidad asociada a un lenguaje formal, de lo anterior se desprende que son conjuntos infinitos numerables. ¿Cuántos lenguajes formales existen? ¿Cuántos de ellos podemos representarlos finitamente? Responderemos estas y otras preguntas afines.

2 de abril - 8 de abril

4. Desarrollo temático

2 de abril - 8 de abril

Lenguajes Regulares

La primera clase de lenguajes formales son los lenguajes regulares, esta clase de lenguajes es generada a partir de la descripción finita llamada expresiones regulares. Veremos como esta clase de lenguajes puede ser verificado mediante un dispositivo abstracto denominado autómeta finito. Otro de los aspectos que estudiaremos son las clausura bajo operaciones conjuntas, así como operaciones propias de lenguajes. Lo generativo y lo verificador es característico de las clases de lenguajes que estudiaremos.

Obtener una expresión regular, construir una autómeta son principalmente cuestiones de diseño, por tanto la experiencia jugara un rol determinante al momento de encontrar una solución. Es materia de otra asignatura, pretender obtener soluciones bajo alguna noción de optimalidad por ahora, es decir, lo importante por ahora es que la solución debe funcionar!

9 de abril - 15 de abril

Expresiones Regulares, Autómetas Finitos

Hemos discutido como generar y verificar lenguajes regulares, dada un Expresión Regular podemos mediante la definición semántica de estas obtener las cadenas que conforman el lenguaje. Por otro lado, desde un autómeta finito, sabes determinar aquellas cadenas que son aceptadas por estos, y por tanto podemos obtener el lenguaje aceptado por él. En esta oportunidad discutiremos condiciones y heurísticas de como obtener estos dispositivos, como desde ciertas propiedades podremos simplificar el diseño de una ER, o bien AF según sea el requerimiento.

Recordatorio: Control 1 (Lunes 15 de Abril).

Temario:

- Preliminares matemáticos

5. Disponibilidad de Enunciados

Recordatorio: Control 1 (Lunes 15 de Abril).

Temario:

- Preliminares matemáticos
- Expresiones Regulares

Enunciado Control 1

16 de abril - 22 de abril

Determinismos V/S No-Determinismo

Hemos discutido la versión determinística de las autómetas finitos, donde destacamos el hecho que las transiciones estan representadas por una función, esto es, por cada estado y por cada simbolo leído a un único estado resultante. Del mismo modo, siempre hay una acción ante la lectura de un simbolo. Cada una de estas definiciones puede ser relajada, esto es, en vez, de considerar una función de transición, podemos considerar una relación parcial. Al relajar nuestra definición tenemos un par de desafios que saldar, primero que nada, ¿Esta nueva definición es equivalente a la anterior? ¿Qué ocurre con la operatoria de las configuraciones? etc.

En concreto, estudiaremos esta nueva definición que corresponde a los autómetas finitos no-determinísticos, afortunadamente equivalentes a los determinísticos y operacionalmente más sencillos de implementar!

Enunciado Primera Prueba Parcial

23 de abril - 29 de abril

Equivalencia entre Expresiones Regulares y Autómetas Finitos

Hemos discutido con detalles los tres puntos de vistas que caracterizan los lenguajes regulares, es hora de argumentar que estos son equivalentes, esto quiere decir, que al exhibir uno de estos objetos, tendremos mecanismos, algoritmos-transformaciones que nos permitirán

6. Actividades dentro del aula

30 de abril - 6 de mayo

Propiedades de Clausura y Lenguajes No-Regulares

¿Bajo que operaciones de lenguajes preservaremos la propiedad de regularidad? Veremos como unión, intersecciones, clausura de Kleene, entre otras tienen un buen comportamiento, es decir, son cerradas bajo lenguajes regulares.

Hemos experimentado como caracterizar lenguajes regulares mediante expresiones regulares, autómatas finitos. Es hora de enfrentar una situación posible, y quizás más cotidiana al momento de enfrentar un lenguaje en general y tratar de mostrar que dicho lenguaje es regular. Tendremos muchas veces frente a nosotros lenguajes que no son regulares, el desafío por tanto es disponer de una herramienta que nos permita de alguna manera asegurar que ocurre que el lenguaje en estudio no sea regular. Dicha herramienta es conocida como Lema de Bombeo, esta propiedad se deducirá a partir de la observación de que en un autómata finito cierta condición ocurrirá.

Aviso Control 2

Lunes 3 de Mayo se realizará el segundo control durante los últimos treinta minutos de la clase.

 Enunciado Control 2

 Enunciado Actividad 1

 Enunciado Actividad 2

7 de mayo - 13 de mayo

Lenguajes Libres de Contexto

Estudiaremos la segunda clase de lenguajes finitamente generados conocida como lenguajes libres de contexto. Como veremos esta clase de lenguajes contiene propiamente a los ya estudiados lenguajes regulares. Del mismo modo exploraremos preguntas similares a las estudiadas entorno a los lenguajes regulares, esto es, definir una representación finita, construir una máquina abstracta que los caracterice. propiedades de