

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MA5403	Laboratorio de SAGE: en Matemática discreta y dinámica simbólica			
Nombre en Inglés				
Laboratory: SAGE in Discrete mathematics and Symbolic dynamics				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	2	4 (frente a computador)	8
Requisitos			Carácter del Curso	
MA54B ó MA651 ó autorización			Electivo	
Resultados de Aprendizaje				
El objetivo de este laboratorio es primero dar una introducción breve a la dinámica simbólica para luego programar y utilizar unos algoritmos visto durante la primera parte del curso usando SAGE, un software matemático de código libre basado en el lenguaje de programación Python. Durante la parte práctica del laboratorio se da una introducción a SAGE con sus herramientas ya implementadas. Después a cada alumno se le asigna un proyecto semestral en que él tiene que implementar un grupo de algoritmos que formarán parte de una toolbox de métodos en dinámica simbólica, escribir una breve documentación sobre sus algoritmos y presentar su implementación a los integrantes del curso. Los alumnos comprenderán los principales tópicos de la dinámica simbólica y desarrollarán sus habilidades analíticas y computacionales a través de la implementación de métodos y algoritmos en el software matemático SAGE con el fin de crear una toolbox para la dinámica simbólica usando el principio de la programación funcional y orientada a objetos. Se implementarán en particular algoritmos tanto para shifts de tipo finito y shifts sóficos en una dimensión, como para shifts de tipo finito en dimensiones mayores. Aparte de su uso teórico en la investigación de sistemas simbólicos, estos métodos tienen varias aplicaciones en la construcción de códigos de estado finito (finite state codes), en la teoría de autómatas finitas y de autómatas celulares. Al finalizar este curso, el alumno habrá fortalecido además las siguientes capacidades: destreza en técnicas de programación funcional y orientada a objetos, organización y planificación del trabajo individual y en equipo, diseño de estrategias para resolver problemas algorítmicos, capacidad para comunicar sus ideas y presentar su trabajo.				

Metodología Docente	Evaluación General
El curso se divide en dos partes principales: 1. Durante las primeras semanas del semestre se realizan clases introductorias para exponer los objetivos de los laboratorios, dar los conocimientos básicos de dinámica simbólica y presentar el uso del software SAGE. 2. Las actividades a continuación son laboratorios y proyectos (trabajo en casa). Los laboratorios se realizan frente a un computador (en una sala especialmente equipada) y cada sesión de laboratorio consta de dos módulos (extendidos), esto es, puede extenderse hasta por cuatro horas	La evaluación de los laboratorios está focalizada en la realización de las actividades ya que la asistencia a los laboratorios y la presentación de los informes (reportes) de cada uno de estos es obligatoria. Habrá una nota de laboratorios (NL) que será un promedio ponderado entre la evaluación in situó y la presentación del breve informe la semana siguiente a cada laboratorio. La evaluación de los proyectos constituirá la nota única de examen (NE) y será un promedio ponderado del avance, presentación final oral e informe final (documentación) del proyecto. La ponderación

como máximo. Los laboratorios son guiados y dirigidos. Debe presentarse un informe de cada laboratorio la semana siguiente de ser realizados, pudiendo haber también una presentación oral esa semana. Por otra parte, los proyectos son presentados al final de la parte introductoria (semana tres) y consisten en implementar una familia de algoritmos relacionados a un tópico de la dinámica simbólica. Entre los tópicos ofrecidos a los alumnos, quienes se organizan en grupos de dos, deben escoger uno a desarrollar. Hay una primera presentación de avance de cada proyecto la semana 10 del semestre, donde el profesor puede sugerir modificaciones, mejoras y cambios a cada proyecto. Luego, al final del semestre hay dos semanas dedicadas a las presentaciones finales de los proyectos (presentaciones de 45 a 60 minutos cada una).	entre NE y NL será estipulada por el docente responsable del curso, pero en todo caso deberán aprobarse ambas actividades por separado como es usual.
---	--

Resumen de Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
Clases	Objetivos del laboratorio; Introducción a la dinámica simbólica y a SAGE; Elección del tópico para el proyecto individual.	3
Trabajo individ. en casa	Trabajando con SAGE (en casa o durante el horario del laboratorio) para conocer sus herramientas existentes. Leyendo la literatura (por ejemplo una sección del libro de Lind/Marcus [1]) correspondiente al proyecto individual.	2
Laborat.	Trabajo conjunto (durante el horario del laboratorio) desarrollando una estrategia de implementación de los tópicos de dinámica simbólica en SAGE (road-map).	3
Proyecto individ.	Desarrollando los proyectos individuales (durante el horario del laboratorio y en casa). Temas varios (ver abajo), con una evaluación intermedia después de dos semanas.	5
Present. proyecto	Presentación oral final del proyecto individual ante los integrantes del curso. Entrega del código producido y de la documentación escrita (informe final).	2
TOTAL		15

Semana	Módulo presentaciones	Módulos frente a computador
1	Objetivos del laboratorio, Introducción a la dinámica simbólica (2h)	Introducción al SAGE (2h)
2	Introducción a la dinámica simbólica (2h)	Introducción al SAGE (2h)
3	Introducción a la dinámica simbólica (2h)	Introducción al SAGE (2h)
4	Trabajo en casa (leyendo una sección)	Laboratorio 1 (4h)

	del Lind/Marcus etc.)	
5	Trabajo en casa (leyendo una sección del Lind/Marcus etc.)	Laboratorio 2 (4h)
6	Informe Laboratorio 1+2 (1h)	Laboratorio 3 (3h)
7	Informe Laboratorio 3 (1h)	Laboratorio 4 (3h)
8	Informe Laboratorio 4 (1h)	Laboratorio 5 (3h)
9	Informe Laboratorio 5 (1h)	Proyecto individual (3h)
10	Trabajo en casa	Proyecto individual (4h)
11	Trabajo en casa	Proyecto individual (4h)
12	Trabajo en casa	Proyecto individual (4h)
13	Trabajo en casa	Proyecto individual (4h)
14	Presentación y evaluación de los proyectos individuales (4h)	--
15	Presentación y evaluación de los proyectos individuales (4h)	--

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Introducción a la dinámica simbólica	3/2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Sistemas simbólicos, full shifts, subshifts, sistemas minimales, shifts de tipo finito, shifts sóficos (y sus presentaciones a través de grafos y/o grafos etiquetados), conjugación e invariantes.	Los estudiantes conocerán las nociones básicas de la dinámica simbólica. Esto servirá como motivación para enterarse de los tópicos de los proyectos individuales.	[1],[2],[3]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Introducción al SAGE (Tutorial y laboratorio)	3/2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Interfaz gráfica y línea de comandos, comandos básicos en SAGE, objetos (clases) y métodos, programación funcional y orientada a objetos en Python, herramientas gráficas de SAGE, combinatoria, álgebra lineal y teoría de grafos en SAGE	Los estudiantes conocerán el software SAGE a través de un tutorial. En particular aprenderán las funcionalidades ya existentes de ese sistema. Los primeros ejercicios serán fáciles pero poco a poco se avanzará a ejercicios más difíciles y complejos.	[4],[5]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Trabajo en casa y con SAGE	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
En esta unidad el estudiante estudiará la literatura para su proyecto individual y trabajará más con el SAGE para fortalecer sus habilidades y para obtener rutina usando ese software.	El objetivo de esta unidad es que los estudiantes se familiarizarán con el tópico de sus proyectos y con las herramientas y el uso de SAGE.	[1],[2],[3] y [4],[5]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Laboratorios antes del proyecto individual	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Los alumnos del curso discutirán la estrategia global del toolbox que se quiere implementar. En particular se	Se espera que los estudiantes desarrollen – de manera guiada por el profesor – un road-map para la	[4],[5]

debería definir las clases, objetos y métodos dentro de ellas igual que las interfaces entre ellas con el fin de tener un esquema común en que cada estudiante tiene que incluir los algoritmos de su proyecto individual.	implementación del toolbox dinámica simbólica en SAGE. Los alumnos aprenderán en particular a discutir en grupo sobre sus ideas para la implementación y la mejor organización (diseño) del toolbox.	
--	--	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	Proyectos individuales (temas varios)	5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Al inicio del semestre (semana 3) se presentan a los alumnos los proyectos disponibles. Se les pide a los alumnos que seleccionen uno que se ajuste/complazca más a sus intereses. Los proyectos se pueden realizar en equipos de dos estudiantes. Ejemplos de temas de proyectos: • Una clase para shifts de tipo finito con sus métodos, objetos y variables (invariantes, checks, presentaciones etc.) • Una clase para shifts sóficos con sus métodos, objetos y variables (invariantes, presentaciones, checks etc.) • El método de splittings y amalgamaciones (en dimensión 1 y dimensiones mayores) • Operaciones (unión, intersección, producto etc.) con shifts sóficos • Algoritmo para la construcción de códigos finite state y sus decodificadores • Construcción de la presentación de Krieger (y/o Fischer) para shifts sóficos • Medidas sobre shifts de tipo finito y shifts sóficos • Autómatas celulares (lineales y/o permutativos etc.)	Se espera que los estudiantes desarrollen un proyecto implementando en SAGE algoritmos alrededor de un tópico elegido, el que deberán presentar en un primer avance a mediados del semestre y luego en una presentación final con los resultados obtenidos. El alumno a través del proyecto aplicará conocimientos teóricos sobre dinámica simbólica a un problema de complejidad mayor.	[1],[2],[3] y [4],[5]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
6	Presentación y evaluación de los proyectos	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
En esta unidad cada estudiante tiene que hacer una presentación (45 a 60 minutos) de su trabajo ante los integrantes del	Los estudiantes aprenderán a presentar su trabajo en una demostración, explicando las	no aplica

curso. Además se requiere la entrega de la versión final del código y de un informe final (documentación) del proyecto.	propiedades de los algoritmos y los pasos importantes de la implementación (dificultades, posibles generalizaciones y/o modificaciones).	
---	--	--

Bibliografía	
1.	D. Lind, B. Marcus: An introduction to symbolic dynamics and coding, Cambridge University Press, 1995
2.	M. Denker, C. Grillenberger, K. Sigmund: Ergodic Theory on Compact Spaces, Lecture Notes in Mathematics 527, 1976
3.	M.P. Béal: Codage Symbolique, Masson, 1993
4.	http://www.sagemath.org/ and http://www.sagemath.org/help.html/
5.	http://docs.python.org/tutorial/ and http://www.diveintopython.org/

Vigencia desde:	2016- 1
Elaborado por:	Programa desarrollado y escrito por Michael Schraudner