

Programa de
Programación con Categorías



Código/s: Optativa

Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Licenciatura en Ciencias de la Computación		
Plan de Estudios:	2010	Carácter:	Optativa
Bloque/Campo:	Área:		
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimstre:	- [LCC]		
Carga horaria:	75 hs. / 5 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ciencias Exactas y Naturales	Departamento:	Ciencias de la Computación
Docente responsable:	JASKELIOFF, Mauro		

Programa Sintético

Motivación. Modelado de matemática en un lenguaje de programación. Introducción a las categorías básicas. Funtores y transformaciones naturales. Semántica de álgebra inicial y semántica de coálgebra final y sus aplicaciones al modelado de programas. Teoría de mónadas y sus aplicaciones.

Asignaturas Relacionadas

Previas:

Vigencia desde 2015

Firma Profesor

Fecha

Firma Aprob. Escuela

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

Características generales

Dado un programa es más fácil entenderlo si lo podemos expresar a alto nivel, haciendo uso de abstracciones que nos permitan obviar detalles que no son inherentes a la idea que queremos expresar. Para que la comunicación de la idea del programa sea realmente efectiva, no podemos usar abstracciones ad-hoc, sino que se debe usar un conjunto de abstracciones comunes.

En este curso proponemos la utilización de la teoría de categorías como una fuente de buenas abstracciones que vale la pena estudiar y aplicar a la programación.

Se formalizará teoría de categorías en el lenguaje de programación Agda. Además de la obvia ventaja de poder aprender un lenguaje interesante, esto tiene ventajas para los docentes y para los alumnos:

- los docentes tienen la libertad de obviar algunos detalles a la hora de explicar un concepto, sabiendo que a la hora de resolver los ejercicios esos detalles necesariamente tendrán que ser tomados en cuenta.
- los alumnos tienen la seguridad de que no se están olvidando detalles, tienen feedback inmediato por parte del software, y la seguridad de que la solución es correcta cuando terminan un ejercicio. A su vez, el uso de los "huecos" de Agda ayuda a tener información contextual.

Objetivos

Introducir al alumno a el uso de teoría de categorías para estructurar programas, y al modelado de categorías en un lenguaje de programación.

Contenido Temático

Unidad 1.

- 1.1 Motivación. Necesidad de abstracción en la programación. Propiedades de una buena abstracción.
- 1.2 Enfoques para la teoría de categorías.
- 1.3 Ventajas y desventajas de los modelos formales.

Unidad 2.

- 1.1 Introducción a Agda. Entorno de trabajo. Ejemplos con y sin tipos dependientes.
- 1.2 Lógica proposicional en Agda. Lógica de predicados en Agda. Decidibilidad.
- 1.3 Igualdad definicional, proposicional y heterogénea.
- 1.4 Modelado de estructuras algebraicas.
- 1.5 Isomorfismo de conjuntos.

Unidad 3.

- 3.1 Categorías. Definición y formalización.
- 3.2 Interpretación básica de categorías en lenguajes de programación.
- 3.3 Categoría dual.

3.4 Categoría de conjuntos. Categoría de familia de conjuntos.

3.5 Categoría Slice.

3.6 Isomorfismo en una categoría.

Unidad 4.

4.1 Funtores y transformaciones naturales. Definición y formalización.

4.2 Funtor Identidad y composición de funtores.

4.3 Categorías de funtores. Composición vertical y horizontal.

4.4 Universos en Agda. Polimorfismo de universos.

4.5 Lema de Yoneda.

Unidad 5.

5.1 Construcciones en categorías. Propiedad universal.

5.2 Objeto inicial y terminal.

5.3 Productos y coproductos.

5.4 Modelado básico de tipos de datos.

5.5 Adjunciones.

Unidad 6.

6.1 Semántica de Algebra Inicial. Álgebras para un funtor y homomorfismos.

6.2 Categorías de Álgebras. Álgebra inicial. Álgebra Libre.

6.3 Modelado de tipos de datos inductivos. Uso de propiedad universal como principio de definición y como principio de prueba.

6.4 Modelado de tipos de datos con recursión anidada. Tipos algebraicos generalizados.

Unidad 7.

7.1 Semántica de Coalgebra Final. Coálgebras para un funtor y homomorfismos.

7.2 Categoría de Coalgebras. Coálgebra final.

7.3 Modelado de sistemas, autómatas, objetos y programas reactivos.

Unidad 8.

8.1 Mónadas. Definición.

8.2 Álgebra para una mónada. Categoría de Eilenberg Moore.

8.3 Categoría de Kleisli. Kleisli en la programación.

8.4 Funtor Comparación. Resolución de una mónada.

8.5 Modelado y estructuración de programas con efectos.

Modalidades de enseñanza-aprendizaje

Clases teóricas y prácticas en laboratorio de computación

Actividades de Formación Práctica

Nº	Título	Descripción
1	Introducción a Agda	Definiciones y tipos de datos básicos. Tipos recursivos y pattern matching. Tipos indexados.
2	Lógica	Lógica proposicional. Lógica de predicados.

3	Igualdad	Igualdad proposicional. Decidibilidad. Igualdad Heterogénea.
4	Records	Representación de estructuras algebraicas. Monoides. Homomorfismos de monoides. Representación de Cayley.
5	Categorías	Ejemplos de categorías. Isomorfismos. Ejemplos de isomorfismos.
6	Funtores	Ejemplos de funtores. Igualdad de Funtores. Isomorfismo de Funtores.
7	Transformaciones Naturales	Igualdad de Transformaciones Naturales. Composición Vertical. Composición horizontal. Intercambio.
8	Producto y Objeto Terminal.	Uso de la propiedad universal para probar propiedades.
9	Coproductos.	Uso de la propiedad universal para probar propiedades. Ley de intercambio con productos.
10	Algebra Inicial	Definiciones por algebra inicial. Categorías con Algebra Inicial . Propiedades.
11	Trabajo Final	Tema a elegir. Posibles temas: Categorías distributivas y sus propiedades. Categorías cartesianas cerradas. Lambda cálculo y categorías cartesianas cerradas. Definiciones alternativas de adjuntos. Adjuntos preservan límites. Mónadas a partir de adjunciones. Resolución de mónadas en adjunciones Producto de Monadas. Definiciones alternativas de mónadas.

Evaluación

La evaluación se realizará mediante un examen coloquial final.

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teóricas		30 Hs.
Prácticas	Formación Experimental	
	Resolución de Problemas vinculados a la Profesión	25 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	20 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño de Sistemas Informáticos	
	Formación en la Práctica Profesional	
	Total	75 Hs.

Evaluaciones

Dedicadas por el alumno fuera de clase

	Preparación Teórica	
	Preparación Práctica	10 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	10 Hs.
	Total	20 Hs.

Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Categories for the working Mathematician (2nd ed.)	Saunders MacLane	Springer	1998	
Category theory	Steve Awodey	Oxford University Press	2006	

Algebra of Programming.	Richard Bird , Oege de Moor	Prentice Hall	1997	
-------------------------	-----------------------------	---------------	------	--

Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
---------------	----------------	------------------	------------	--------------

Recursos web y otros recursos

Lista de correo. Repositorio GIT de archivos. Página de Agda (<http://wiki.portal.chalmers.se/agda/pmwiki.php>)

Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	Unidad 1 Completa.	-
2	2	Introducción a Agda.	1
3	2	Lógica	2
4	2	Igualdad	3
5	2	Modelado de Estructuras algebraicas. Isomorfismos.	4
6	3	Categorías	5
7	4	Funtores	6
8	4	Transformaciones Naturales	7
9	4	Transformaciones Naturales	7
10	5	Producto y objeto terminal.	8
11	5	Coproducto. Adjunciones.	9
12	6	Algebra Inicial	10
13	7	Coalgebra Final	11
14	8	Mónadas	11
15	8	Mónadas	11