



1821 Universidad de Buenos Aires

Resolución Consejo Directivo

Número:

Referencia: EX-2022-07041102- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión
13/03/2023

VISTO:

La nota presentada por la Subcomisión de Doctorado del Departamento de Computación, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado Computación Cuántica, Lógica, Lenguajes y Modelos para el año 2023,

CONSIDERANDO:

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada el día 13 de marzo de 2023,

en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD

DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

R E S U E L V E:

ARTÍCULO 1º: Aprobar el nuevo curso de posgrado Computación Cuántica, Lógica, Lenguajes y Modelos de 32 horas de duración, que será dictado por el Dr. Dr. Alejandro Díaz-Caro.

ARTÍCULO 2º: Aprobar el programa del curso de posgrado Computación Cuántica, Lógica, Lenguajes y Modelos que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado en el primer cuatrimestre de 2023.

ARTÍCULO 3º: Aprobar un puntaje máximo de uno y medio (1,5) puntos para la Carrera del Doctorado.

ARTÍCULO 4º: Establecer que el presente curso no será arancelado (CATEGORÍA 1).

ARTÍCULO 5º: Disponer que, de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

ARTÍCULO 6º: Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase a COMPUTACIÓN#FCEN y resérvese.

ANEXO

La correspondencia de Curry-Howard-Lambek en computación clásica es la existente entre los lenguajes de programación tipados, la lógica, y la teoría de categorías.

Este curso pretende llegar hasta los avances más recientes en el estudio de la correspondencia de Curry-Howard-Lambek para computación cuántica. Comenzaremos con una introducción a la computación cuántica: sus orígenes históricos y motivación, su formalismo matemático, los algoritmos más paradigmáticos y un recuento de la situación actual en el desarrollo del hardware específico. Luego presentaremos el formalismo lógico de la Deducción Natural y el cálculo lambda con un lenguaje de pruebas de dicha lógica en teoría de la demostración. Daremos una introducción a teoría de categorías, desde la definición de las mismas, pasando por propiedades universales, funtores, y adjunciones. Luego se presentará la semántica denotacional como técnica general y se verá una semántica denotacional categórica para el lenguaje de pruebas introducido anteriormente. Finalmente, revisaremos varios trabajos actuales que extienden la Deducción Natural para representar la superposición y la medición cuántica, sus modelos categóricos, y avances recientes en lenguajes de programación cuánticos basados en dichos formalismos.

El objetivo general es introducir a los estudiantes a esta área de estudio, presentando una introducción a cada uno de los temas involucrados, ya que no se dictan todos en ninguna de las carreras de grado afines: Licenciatura en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Física o Licenciatura en Matemáticas.

Contenidos:

- Introducción a la computación cuántica
- Repaso de teoría de tipos para el cálculo lambda.
- Repaso de lógica, teoría de la demostración y deducción natural.
- Introducción a la teoría de categorías.
- Introducción a la semántica denotacional, en particular, modelos categóricos.
- Extensiones al cálculo lambda para computación cuántica, sus lógicas asociadas y sus modelos categóricos.

Bibliografía sugerida:

Libros:

- Michael Nielsen e Isaac Chuang. "Quantum computation and quantum information".

Cambridge University Press. 2a edición, 2010.

- Gilles Dowek y Jean-Jacques Lévy. "Introduction to the theory of programming languages".

Springer, 2011.

- Morten H. B. Sørensen y Paweł Urzyczyn. "Lectures on the Curry-Howard isomorphism".

Elsevier. 2006.

- Jean-Yves Girard, Paul Taylor e Yves Lafont. "Proofs and types". Cambridge University

Press. 1989.

- Henk Barendregt, Wil Dekkers y Ricard Statman. "Lambda calculi with types". Cambridge

University Press. 2013.

Apuntes de cursos del profesor:

- Apuntes de la materia "Características de Lenguajes de Programación" de la Universidad

Nacional de Quilmes

<http://clp.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/110/2022/11/apuntes.pdf>

- Apuntes de la materia en <https://staff.dc.uba.ar/adiazcaro/FLCC.html>

Selección de papers:

- Peter Selinger. Towards a quantum programming language. Mathematical Structures in

Computer Science 14(4):527-586, 2004.

● Peter Selinger y Benoît Valiron. A lambda calculus for quantum computation with classical

control. *Mathematical Structures in Computer Science* 16(3):527-552, 2006.

● Alejandro Díaz-Caro, Mauricio Guillermo, Alexandre Miquel y Benoît Valiron. Realizability

in the unitary sphere. *Proceedings of the 34th Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in*

Computer Science (LICS 2019), 1-13, 2019.

● Alejandro Díaz-Caro, Gilles Dowek y Juan Pablo Rinaldi. Two linearities for quantum

computing in the lambda calculus. *Biosystems* 186:104012, 2019.

● Alejandro Díaz-Caro y Octavio Malherbe. A categorical construction for the computational

definition of vector spaces. *Applied Categorical Structures* 28(5):807-844, 2020.

● Alejandro Díaz-Caro y Gilles Dowek. A new connective in natural deduction, and its application to quantum computing. *Theoretical Aspects of Computing (ICTAC 2021)*.

Lecture Notes in Computer Science, 12819:175-193, 2021.

● Alejandro Díaz-Caro. A quick overview on the quantum control approach to the lambda

calculus. *Logical and Semantic Frameworks with Applications (LSFA 2021)*. *Electronic*

Proceedings in Theoretical Computer Science, 357:1-17, 2021.

● Alejandro Díaz-Caro y Octavio Malherbe. Quantum control in the unitary sphere:

Lambda-S1 and its categorical model. *Logical Methods in Computer Science* 18(3:31),

2022.

