

Curso avanzado sobre cálculo-lambda: de tipos simples a tipos con intersección no idempotente
Dr. Giulio Guerrieri (Profesor Visitante FCEN-UBA) con la colaboración del Dr. Pablo Barenbaum
(Profesor Adjunto, DC, FCEN, UBA)

Programa:

El objetivo del curso es presentar los sistemas de tipos con intersección no idempotente para el cálculo lambda. Esta línea de investigación fue iniciada por Philippa Gardner en los años 90 y recientemente ha recibido un gran interés en la comunidad de semántica de lenguajes de programación y lógica para ciencias de la computación. El curso cubre algunos resultados recientes en la literatura, mostrando la flexibilidad de este sistema de tipos para extraer información cualitativa y cuantitativa sobre programas y ejecuciones.

El curso también puede verse como una introducción suave a (algunos aspectos de) la teoría y semántica de los lenguajes de programación. Se propone un enfoque que combina ejemplos y ejercicios para dar a los estudiantes intuiciones, con pruebas rigurosas de las propiedades más importantes, que dan a los estudiantes una idea de lo que significa trabajar con métodos formales, lógicos y matemáticos en las ciencias de la computación.

Temario:

1. Deducción natural intuicionista proposicional, correspondencia de Curry-Howard, cálculo lambda simplemente tipado.
2. Cálculo lambda no tipado. Conceptos de reducción. Normalización débil y fuerte.
3. Tipos de intersección no idempotentes. Lema de sustitución, reducción y expansión del sujeto.
4. Resultados cualitativos: caracterización de la normalización de la reducción a la cabeza, normalización débil, normalización fuerte.
5. Resultados cuantitativos: cómo extraer límites superiores y exactos a la longitud de la evaluación mediante derivaciones de tipo.
6. Tipos de intersección no idempotentes para el cálculo lambda de débil en su variante call-by-value.
7. El problema de habitabilidad para los tipos de intersección no idempotentes.

Bibliografía:

- Beniamino Accattoli, Stéphane Graham-Lengrand, Delia Kesner. Tight typings and split bounds, fully developed. *Journal of Functional Programming*, vol. 30, e14, 2020.
- Beniamino Accattoli, Giulio Guerrieri. The Theory of Call-by-Value Solvability. *Proceedings of the ACM on Programming Languages*, vol. 6, issue ICFP (27th International Conference on Functional Programming, 2022), pp. 855–885, ACM, 2022.
- Victor Arrial, Giulio Guerrieri, Delia Kesner. Quantitative Inhabitation for Different Lambda Calculi in a Unifying Framework, to appear in the *Proceedings of the ACM on Programming Languages*, vol. 7, issue POPL (50th ACM SIGPLAN Symposium on Principles of Programming Languages, 2023), ACM, 2023.
- Henk P. Barendregt. *The Lambda-Calculus. Its Syntax and Semantics*. *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics*, vol. 103, North Holland, 1984.
- Antonio Bucciarelli, Thomas Ehrhard, Giulio Manzonetto. Not enough points is enough. *Proceedings of the 16th annual conference Computer Science and Logic (CSL 2007)*, LNCS, vol. 4646, pp. 268–282, 2007.

- Antonio Bucciarelli, Thomas Ehrhard, Giulio Manzonetto. A relational semantics for parallelism and non-determinism in a functional setting. *Annals of Pure and Applied Logic*, vol. 163, issue 7, pp. 918–934, 2012.
- Antonio Bucciarelli, Delia Kesner, Simona Ronchi Della Rocca. Inhabitation for Nonidempotent Intersection Types. *Logical Methods in Computer Science*, vol. 14, issue 3, 2018.
- Antonio Bucciarelli, Delia Kesner, Daniel Ventura. Non-Idempotent Intersection types for the Lambda-Calculus. *Logic Journal of the IGPL*, vol. 25, issue 4, pp. 431–464, 2017.
- Daniel de Carvalho. Execution time of λ -terms via denotational semantics and intersection types. *Mathematical Structures in Computer Science*, vol. 28, issue 7, pp. 1169-1203, 2018.
- Philippa Gardner. Discovering Needed Reductions Using Type Theory. *Theoretical Aspects of Computer Software, International Conference (TACS 1994)*, LNCS, vol. 789, pp. 555–574, 1994. Student’s Preferred Background: The course only assumes very basic knowledge about discrete
- Jean-Yves Girard, Yves Lafont, Paul Taylor. *Proofs and Types*. Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science, series number 7, Cambridge University Press, 1989.
- Giulio Guerrieri. Towards a Semantic Measure of the Execution Time in Call-by-Value lambda-Calculus. *Proceedings Twelfth Workshop on Developments in Computational Models and Ninth Workshop on Intersection Types and Related Systems (DCM/ITRS 2018)*, EPTCS, vol. 293, pp. 57-72, 2019.