



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Planilla a completar para presentación de Cursos de Posgrado

1.- DEPARTAMENTO de COMPUTACION.....

2.- NOMBRE DEL CURSO: **REESCRITURA; CALCULO LAMBDA Y SUSTITUCIONES EXPLICITAS**

3.- DOCENTES:
RESPONSABLES/S: **Profesor Dr. Alejandro RIOS**
COLABORADORES:
AUXILIARES:

4.- CARRERA de DOCTORADO

5.- AÑO: 2005 CUATRIMESTRE/S: 1° y 2°

6.- PUNTAJE PROPUESTO PARA CARRERA DE DOCTORADO: 4 (cuatro) puntos

7.- DURACIÓN (anual, cuatrimestral, bimestral u otra): **16 semanas**

8.- CARGA HORARIA SEMANAL:

Teóricas:
Problemas:
Laboratorio:
Seminarios:
Teórico - Práctico: **6 h.s.**
Salida a Campo:

9.- CARGA HORARIA TOTAL: **96 hs.**

10.- FORMA DE EVALUACIÓN: **parciales y final**

11.- PROGRAMA ANALÍTICO (adjuntarlo).

12.- BIBLIOGRAFÍA (indicar título del libro, autor, Editorial y año de publicación)(adjuntada)

11.- PROGRAMA ANALÍTICO (adjuntarlo).

OBJETIVOS GENERALES

La reescritura aparece como área independiente en 1972 a partir de un resultado de Knuth y Bendix de decidibilidad de determinar si un sistema de reescritura de términos es confluente, analizando los llamados pares críticos del mismo. A partir de allí se resolvieron numerosos problemas y surgieron otros tantos. El cálculo lambda, que surgió en 1936, pasó a ser sólo un caso particular de sistema de reescritura. Las aplicaciones de la reescritura son variadas: a la programación, a la lógica, semántica de lenguajes, teoría de tipos, etc. Este curso también puede resultar de interés a quienes hayan hecho o hagan algún curso de teoría de categorías o de teoría de modelos. El fin inmediato es introducir temas del área de reescritura y particularmente el cálculo lambda con el fin de ilustrar los objetos de estudio principales: normalización débil y fuerte (como nociones de terminación), distintas formas de confluencia y tipado. Existen aplicaciones a la programación funcional y lógica y a la construcción de compiladores. En particular, las sustituciones explícitas son un formalismo que sirve como nexo entre la teoría y la implementación. Como objetivo a más largo plazo, se trata de dar algunas bases para continuar estudiando estos y otros temas conexos, y eventualmente introducirse en investigación en el área sumándose a este grupo del Departamento, habiendo temas disponibles para trabajos de Tesis de Licenciatura.

CONTENIDO

1. Relaciones de reducción y sus clausuras. Sistemas abstractos de reescritura. Conmutación. Confluencia y confluencia fuerte. Church-Rosser débil y fuerte. Formas normales. Normalización fuerte. Teorema de Hindley-Rosen. Lema de Newman. Pruebas de normalización fuerte. Posets y multisets. Método de interpretación. Lema de los pares críticos (Knuth-Bendix). Compleción.
2. Sistemas de reescritura de términos y sistemas semi Thue. Términos de primer orden. Álgebras homogéneas y heterogéneas. Contextos y ocurrencias. Sustituciones implícitas. Ordenes bien fundados, de reducción y de reescritura. Método de los RPO y LPO. Interpretaciones polinomiales. Unificación. Estrategias de reducción. Estrategias normalizantes. Solapamiento y linealidad a izquierda. Ortogonalidad.
3. El cálculo lambda. Sintaxis. Teoría axiomática. a-convertibilidad y convención de Barendregt. b-reducción. Lema de sustitución. b-equivalencia. Teoremas de punto fijo, Church-Rosser y estandarización. Extensionalidad y h-reducción. l-definibilidad. Teorema de las funciones recursivas. Consistencia del cálculo lambda. Cálculo lambda con índices de de Bruijn. Funciones de actualización y meta-sustitución. Isomorfismo con el cálculo clásico. Introducción a la lógica combinatoria. Relación con el cálculo clásico.
4. Cálculo lambda simplemente tipado. Tipificación de Curry y de Church. Lemas de base, generación y subtermino. Subject reduction. Teorema de Turing-Gandy y normalización fuerte de términos tipables. Unicidad de tipos. Decidibilidad del chequeo e inhabitation. Tipos principales. Aplicaciones a la programación funcional.

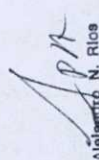
5. Reescritura de términos de alto orden. Sistemas de tipos $\lambda 2$, λC , λCw . Correctitud de $\lambda 2$. Relación con normalización fuerte. El cubo de los cálculos lambda tipados de Barendregt. Sistema T de Gödel. Nociones sobre CRSs y HRSs.
6. Cálculos de sustituciones explícitas. Motivaciones e historia. Los cálculos λx , $\lambda x'$, λs . Simulación de la β -reducción. Correctitud. Confluencia. Preservación de la normalización fuerte. Confluencia de términos abiertos. Contraejemplo de Mellies. Cálculos extendidos y sus propiedades. Sistemas de tipado simple para λx , λs y $\lambda s'$.
- 12.- BIBLIOGRAFÍA (indicar título del libro, autor, Editorial y año de publicación)
- . Baader, and T. Nipkow, *Rewriting and All That*, Cambridge University Press, 1998.
- H.P. Barendregt. *The Lambda Calculus: its Syntax and Semantics*. Studies in Logic and the Foundations of Mathematics 103. North-Holland, Amsterdam, revised edition, 1984.
- H. P. Barendregt, *Lambda Calculi With Types*. In S. Abramsky, D.M. Gabbay, and T.S.E. Maibaum, *Handbook of Logic in Computer Science*, Vol II, Oxford University Press, 1999.
- Girard, Lafont, Taylor. *Proofs and Types*. 1990.
- Hindley, Seldin. *Introduction to Combinators and Lambda calculus*. 1986.
- Bibliografía adicional**
- M. Abadi, L. Cardelli, P.-L. Curien, and J.-J. Lévy. Explicit substitutions. *Journal of Functional Programming* 4 1, 1991.
- A. Arbib, E. Bonelli, and A. Ríos. Zooming in on explicit substitutions. TR 2000-009, DC FCEyN UBA, Sep 2000. <ftp://www.dc.uba.ar/pub/tr/2000/00-009.zip>
- H.P. Barendregt, J.A. Bergstra, J.W. Klop, and H. Volken. Degrees, reductions and representability in the lambda calculus. Technical Report 22, Utrecht University, 1976.
- R. Bloo. Preservation of strong normalization for explicit substitutions. Technical Report TR95-08, TUE Computing Science Reports, Eindhoven University of Technology, 1995.
- R. Bloo. Preservation of Termination for Explicit Substitutions. PhD thesis, Eindhoven University, 1997.
- R. Bloo. Pure type systems with explicit substitutions. In Proc. of the Second International Workshop on Explicit Substitutions: Theory and Applications to Programs and Proofs FLoC'99 Workshop. Trento, Italy, 1999.
- R. Bloo and Geuvers H. Explicit substitution: on the edge of strong normalization. Theoretical Computer Science, 1998.
- A. Church and J.B. Rosser. Some properties of conversion. *Transactions of the American Mathematical Society* 39, 1936.
- R. David and B. Guillaume. A lambda calculus with explicit weakening and explicit substitutions. In Proc. of the Second International Workshop on Explicit Substitutions: Theory and Applications to Programs and Proofs FLoC'99 Workshop, 1999.
- R. Di Cosmo. A brief history of rewriting with extensionality. In Proc. of the International Summer School on Type Theory and Rewriting, Glasgow, 1996. Kluwer.
- A. Geser. Relative termination. PhD thesis, Universität Passau, 1990.
- F. Kamareddine and A. Ríos. A lambda calculus a la de Bruijn with explicit substitutions. In Proc. of PLILP'95, volume 982 of LNCS. Springer-Verlag, 1995.
- Z. Khasidashvili. The longest perpetual reductions in orthogonal expression reduction systems. In Proceedings of the 3rd. International Conference on Logical Foundations of Computer Science, volume 813 of LNCS. Springer-Verlag, 1994.
- Z. Khasidashvili, M. Ogawa, and V. van Oostrom. Uniform normalization beyond orthogonality. In In Proceedings of the 12th. International Conference on Rewriting Techniques and Applications, LNCS. Springer-Verlag, 2001.
- J.W. Klop. *Combinatory Reduction Systems*. PhD thesis, Mathematical Centre Tracts n.127, CWI, 1980.
- P. Lescanne and J. Rouyer-Degli. The Calculus of Explicit Substitutions lu. CNRS and INRIA-Lorraine, 1995.
- P. Lescanne and D. Dougherty. Reductions, intersection types, and explicit substitutions. In Proc. of Typed Lambda Calculi and Applications, 2001.
- L. Marangot. Optimal derivations in weak lambda-calculi and in orthogonal TRS. In Proc. of Principals of Programming Languages, 1991.
- P.-A. Mellies. Typed λ -calculi with explicit substitutions may not terminate. In Proc. of Typed Lambda Calculi and Applications, volume 902 of LNCS. Springer-Verlag, 1995.
- P.-A. Mellies. Description Abstraite des Systèmes de Réécriture. PhD thesis, Université Paris VII, 1996.
- T. Nipkow, M. Mayr, Higher-Order Rewrite Systems and their Confluence, TCS, 1998.
- K.H. Rose. Explicit cyclic substitutions. In Proc. of CTRS, volume 656 of LNCS. Springer-Verlag, 1992.
- K.H. Rose. Operational Reduction Models for Functional Programming Languages. PhD thesis, University of Copenhagen, 1996.

6

F. van Raamsdonk, P. Severi, M.H. Sorensen, and H. Xi. Perpetual reductions in lambda calculus. *Journal of Information and Computation* 149 2, 1999.

Dr. Alejandro Ríos

Subcomisión de Doctorado


Dr. Alejandro N. Ríos
Departamento de Computación
FCEYN-UBA