

Universidade de Brasília - Instituto de Ciências Exatas

Programa de Pós-Graduação em Informática

316482 Tópicos em Formalismos da Computação: Teoria de Tipos

318132 Tópicos em Computação: Teoria de Tipos

Mauricio Ayala-Rincón

ayala@unb.br

www.cic.unb.br/~ayala

1 Introdução

A disciplina neste semestre terá uma ementa em *Teoria de Tipos Simples*. Serão estudados os fundamentos desta teoria e as suas aplicações atuais na teoria e prática da computação e matemática.

2 Descrição da disciplina

Pré-requisitos São desejáveis, mas não essenciais, noções básicas de lógica formal e certa familiaridade com alguma linguagem programação ou ambiente assistente de provas, como os sistemas de cálculo algébrico.

As noções fundamentais da disciplina, i.e., *dedução lógica*, *relações abstratas de redução* e *sistemas de reescrita*, assim como o *cálculo lambda* e as suas propriedades computacionais, serão introduzidas na própria disciplina (e.g. [3, 2, 1] e [4, 8], resp.).

Objetivos Familiarizar-se-á o estudante com os fundamentos e história do cálculo lambda desde a sua criação por Alonso Church nos anos 1932/33 e com as subsequentes extensões com tipos deste cálculo, iniciadas pelo próprio Church em 1940. O foco da apresentação será na utilização destes sistemas de tipos para a implementação de linguagens de computação (programação, especificação e verificação e algébricas) modernas.

Conteúdo

TEORIA DE TIPOS

- O cálculo lambda livre de tipos
- Definição de tipos *à la* Curry
- Definição de tipos *à la* Church

- O isomorfismo de Curry-Howard: correspondência entre verificação de tipos e dedução lógica
- Suplementar: outros sistemas de tipos, o λ -cubo de Barendregt e os problemas de inferência e de existência de habitantes de tipos

3 Avaliação

Baseada em duas provas de peso 3.5, participação e preparação de seminário de peso 3.

4 Cronograma de atividades

A referência principal é [9]. Adicionalmente utilizaremos [5].

Cálculo lambda com tipos simples

1. 2^a, 05.03 Introdução/Motivação
2. 4^a, 07.03 Lambda cálculo livre de tipos
3. 2^a, 12.03 β , η e $\beta\eta$ relações
4. 4^a, 14.03 Confluência, normalização forte e fraca
5. 2^a, 19.03 Sistema de tipos simples
6. 4^a, 21.03 Redução do sujeito
7. 2^a, 26.03 Expansão do sujeito
8. 4^a, 28.03 Tipabilidade
9. 2^a, 02.04 Tipos principais
10. 4^a, 04.04 Unificação e inferência de tipos

11. 2^a, 09.04 Algoritmo para construção de tipos principais
12. 4^a, 11.04 Algoritmo para construção de tipos principais
13. 2^a, 16.04 PRIMEIRA PROVA
14. 4^a, 18.04 Typos e igualdade
15. 2^a, 23.04 Propriedades: normalização fraca, tipos principais etc
16. 4^a, 25.04 Semântica e completitude
17. 2^a, 30.04 Termos tipados e decorados com tipos
18. 4^a, 02.05 Curry versus Church
19. 2^a, 07.05 Isomorfismo de Curry-Howard: tipos y programas
20. 4^a, 09.05 Lógica intuicionista
21. 2^a, 14.05 Correspondência
22. 4^a, 16.05 Outras lógicas
23. 2^a, 21.05 Tipos de intersecção
24. 4^a, 23.05 Tipos de intersecção e cubo de Barendregt
25. 2^a, 28.05 Tipos de intersecção e o cubo de Barendregt
26. 4^a, 30.05 SEGUNDA PROVA
27. 2^a, 04.06 O problema de existência de habitantes
28. 4^a, 06.06 O problema de existência de habitantes
29. 2^a, 11.06 SEMINARIOS
30. 4^a, 13.06 SEMINARIOS
31. 2^a, 18.06 SEMINARIOS
32. 4^a, 20.06 SEMINARIOS
33. 2^a, 25.06 A. EXTRA
34. 4^a, 27.06 A. EXTRA

Bibliografia

- [1] M. Ayala-Rincón and F. L. C. de Moura. *Applied Logic for Computer Scientists - Computational Deduction and Formal Proofs*. Undergraduate Topics in Computer Science. Springer, 2017.
- [2] M. Ayala-Rincón and F.L.C. de Moura. *Fundamentos da Programação Lógica e Funcional - O Princípio de Resolução e a Teoria de Reescrita*. Ed. UnB, 2014.
- [3] F. Baader and T. Nipkow. *Term Rewriting and All That*. Cambridge University Press, 1998.
- [4] H. Barendregt. *The Lambda Calculus : Its Syntax and Semantics*. Studies in Logic. College Publications, 2012.
- [5] H. P. Barendregt, W. Dekkers, and R. Statman. *Lambda Calculus with Types*. Perspectives in logic. Cambridge University Press, 2013.
- [6] Katalin Bimbó. *Proof Theory: Sequent Calculi and Related Formalisms*. CRC Press, Boca Raton, FL, 2015.
- [7] A. Church. A formulation of the simple theory of types. *Journal of Symbolic Logic*, 5:56–68, 1940.
- [8] C. Hankin. *An Introduction to Lambda Calculi for Computer Scientists*. Texts in Computing. King's College London, 2004.
- [9] J.R. Hindley. *Basic Simple Type Theory*. Number 42 in Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science. Cambridge, 1997.
- [10] F. D. Kamareddine, T. Laan, and R. Nederpelt. *A Modern Perspective on Type Theory*. Number 29 in Applied Logic Series. Kluwer, 2004.
- [11] R. Nederpelt and H. Geuvers. *Type Theory and Formal Proofs An Introduction*. Cambridge University Press, 2014.
- [12] I.H. Poernomo, J.N. Crossley, and M. Wirsing. *Adapting Proofs-as-Programs - The Curry-Howard Protocol*. Springer-Verlag, 2004.
- [13] H. Simmons. *Derivation and Computation: taking the Curry-Howard correspondence seriously*. Number 51 in Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science. Cambridge, 2000.