

# 「プログラム意味論」 配布資料 (0)

五十嵐 淳

京都大学 大学院情報学研究科 通信情報システム専攻

e-mail: igarashi@kuis.kyoto-u.ac.jp

2021年4月13日

## 1 各種事務連絡

五十嵐 淳 (IGARASHI, Atsushi) / 末永 幸平 (SUENAGA, Kohei)  
居室 総合研究7号館224 / 228  
URL <http://www.fos.kuis.kyoto-u.ac.jp/~igarashi/class/sem/>  
(演習システム) <http://www.fos.kuis.kyoto-u.ac.jp/~igarashi/CoPL/>  
e-mail [fsem20@fos.kuis.kyoto-u.ac.jp](mailto:fsem20@fos.kuis.kyoto-u.ac.jp)  
オフィスアワー 五十嵐: 月曜日 17:00~18:30 (その他は要アポイントメント)  
末永:

## 教科書・参考図書

[教科書 1] プログラミング言語の基礎概念. 五十嵐 淳. サイエンス社. 2011

[参考 1] 五十嵐 淳. プログラミング in OCaml~関数型プログラミングの基礎から GUI 構築まで~. 技術評論社. 2007. 電子版が GIHYO Digital Publishing から購入可能

[参考 2] Benjamin C. Pierce. *Types and Programming Languages*. The MIT Press. 2002.  $\lambda$  計算に対する様々な型システムを解説する教科書. 説明は丁寧だが, ぶ厚い. (和訳版「型システム入門」(オーム社)もあります.)

[参考 3] Glynn Winskel. *The Formal Semantics of Programming Languages*. The MIT Press. 1996. 前半は WHILE という命令型言語を対象にしたプログラム意味論と検証理論.

[参考 4] 林晋. プログラム検証論. 共立出版

## 成績評価

演習システムでの演習問題解答, (中間・)最終レポート

## 演習

次回 4/20 に演習を行います。演習当日は各自ノート PC を持参してください。事前に教室から Web へアクセスできるように設定をしておいてください。

## 2 講義内容

シラバスより：

数理論理学的手法を用いたソフトウェア科学の基礎理論について講述する。特に、プログラミング言語の形式化と意味論、また、型システムとプログラムの安全性、ホーア論理によるプログラム検証など、形式化を用いてプログラムの性質に関する議論をする。

### ソフトウェア科学の基礎理論の目標 (のひとつ)

「思った通りに動くソフトウェアを作る」ための理論

or

ソフトウェアが思った通りに動くことを数学的に「証明」する技法の確立

- 「思った通り」 $\implies$  意図を曖昧性なく表現するための記法: 記号論理・オートマトン・型
- 「ソフトウェアが動く」 $\implies$  プログラム意味論・プログラミング言語のモデル
  - 操作的意味論 (operational semantics) …プログラムの動作を正確に記述する
  - 表示の意味論 (denotational semantics) …プログラムを、よく知っている世界での何者かに写す (例: プログラムは初期メモリ状態から終了メモリ状態への (集合論的) 関数である)
  - 公理的意味論 (axiomatic semantics) …プログラム構成要素の性質を公理化する (c.f. ユークリッド幾何学)
- 意図とプログラムの照合 = プログラム検証技術
  - テスト
  - 実行時監視
  - 型システム
  - モデル検査
  - 公理的意味論・表示の意味論を使ったプログラムの性質に関する証明

### メイン・トピック

1. 意味論・型システム記述の枠組みとしての導出システム (五十嵐)
2. ML (の方言 OCaml の中核部分) の操作的意味論 (五十嵐)
3. ML の型システム, 型安全性と型推論アルゴリズム (五十嵐)
4. (ホーア論理による命令型言語プログラムの検証 (未永))