

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

编译原理和技术 (H)

课程简介

张昱

0551-63603804, yuzhang@ustc.edu.cn
中国科学技术大学
计算机科学与技术学院

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

课程安排

- 上课时间与地点
周一-14:00-15:35, 周三-9:45-11:20, 3A408
- 主讲教师: 张昱, 63603804, yuzhang@ustc.edu.cn
 - 西区科技实验楼西楼615室, 周一-11:00-12:00
- 助教
 - 刘项 (2017级本科生): 17318587758, zkdiushuo@mail.ustc.edu.cn
西区科技实验楼西楼 610
 - 郭雨轩 (2017级本科生): 17398385177, gyx_20170818@mail.ustc.edu.cn
西区科技实验楼西楼 610
 - 黄奕桐 (2020级研究生): 15156036998, hyt@mail.ustc.edu.cn
线上答疑

张昱:《编译原理和技术(H)》课程简介 2

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

课程资源

- <http://staff.ustc.edu.cn/~yuzhang/compiler>
- <http://llvm.org>, <http://www.antlr.org>
- <https://www.educoder.net/courses/8587/>
 - 邀请码 7V5SP
 - 在线实训/作业等
- <https://git.lug.ustc.edu.cn/compiler/course>
 - Issues: 通过New issue来提问, 回复issue来进行讨论
 - 方便长期查看

张昱:《编译原理和技术(H)》课程简介 3

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

什么是编译?

- 程序语言
- 目标机器
- 编译系统

张昱:《编译原理和技术(H)》课程简介 4

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

编译系统的作用

- 翻译
 - 支持高层的编程抽象
 - 支持底层的硬件体系结构
- 优化
 - 更快的执行速度
 - 更少的空间
- 分析
 - 程序理解
 - Safety: 自身的稳定状态, 功能正确
 - Security: 免受外部伤害

张昱:《编译原理和技术(H)》课程简介 5

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

举例

```
for (i=0; i<n; i++) a[i] = 1;
```

```
pend = a+n;
for (p=a; p<pend; p++) *p = 1;
```

哪个更快, Why?

```
foo (char * s)
{
  char buf[32];
  strcpy (buf, s);
}
```

调用foo()会如何?

张昱:《编译原理和技术(H)》课程简介 6

ACM图灵奖

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

<https://amturing.acm.org/bysubject.cfm>

- 程序设计语言、编译相关的获奖者是最多的 ~1/3

Analysis of Algorithms Artificial Intelligence
Combinatorial Algorithms Compiler Computational Complexity
Computer Architecture Computer Hardware Cryptography

Data Structures Databases Education Error Correcting Codes Finite Automata Graphics
Interactive Computing Internet Communications List Processing Numerical Analysis
Numerical Methods Object Oriented Programming Operating Systems Personal Computing
Program Verification Programming

Programming Languages Proof Construction Software
Theory Software Engineering
Verification of Hardware and Software Models Computer Systems Machine Learning
Parallel Computation




张昱:《编译原理和技术(0)》课程简介

程序语言发展的好时机

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

- 人工智能的再次兴起
 - 人工智能加速芯片 } 对程序语言与编译提出更高要求
 - 人工智能算法开发
- 中美贸易战: 如何应对“卡脖子”问题
- 华为
 - 2019: 鸿蒙OS(8.9)、昇腾910(8.23)、方舟编译(8.31)...
 - 2020: 鸿蒙2.0(9.10)、MindSpore(gitee)
- ...

方舟编译器
多端多语言, 轻量级开源



张昱:《编译原理和技术(0)》课程简介

课程内容

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

- 介绍编译器构造的一般原理和基本实现方法
 - 编译、运行时系统
- 包含的一些理论知识
 - 形式语言和自动机理论
 - 语法制导的定义和属性文法
 - 类型论和类型系统
 - 程序分析原理, 等等
- 强调形式描述方法和自动生成技术
- 强调对编译原理和技术的宏观理解
不把注意力分散到枝节算法

张昱:《编译原理和技术(0)》课程简介

课程目标与学习意义

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

- 理解编程语言的设计和实现, 了解编程语言的理论
- 编程能力
快速分析和解决实际编程中的问题, 解释产生的现象
- 形式化能力 + 语言设计与实现能力
形式描述语言的语法和语义, 能设计领域专用语言DSL
- 工程能力
操控上规模的软件、过程管理、个人/团队、沟通、文档化
- 创新思维
了解现代编译系统以至现代计算机系统、创新、业界动态

张昱:《编译原理和技术(0)》课程简介

本学期课程内容的变化

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

- 删减
 - 语法分析: LR分析
 - 语法制导翻译: 自下而上计算
- 增加
 - 语法分析: LL(*)分析
 - 高阶函数及闭包
 - 现代编程框架、中间表示新技术、编译与运行的新机制
 - 异构体系下的代码生成
- 加强
 - 数据流分析

张昱:《编译原理和技术(0)》课程简介

举例: 闭包

中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

```
def outer(x):
    def inner(y):
        return x + y
    return inner

a = outer(2)
print('function:', a)
print('result:', a(3))
```

张昱:《编译原理和技术(0)》课程简介

DSL: 领域特定语言 中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

Halide: 面向图像处理的DSL

(a) Halide program example

```

Var x, y;
Func gradient;
gradient(x, y) = x + y;
gradient.parallel(y);
out = gradient.realize(1024, 1024);

```

(d) Result after lowering parallel loop

```

define task_function(task_num, closure):
    gradient = unpacking(closure)
    for x in 0..1023:
        gradient[task_num][x] = x + task_num

```

(b) Scheduled task graph

(c) Intermediate representation

```

alloc gradient[1024][1024]
parallel for y in 0..1023:
    for x in 0..1023:
        gradient[y][x] = x + y

```

张昱: 《编译原理和技术(0)》课程简介 13

课程定位、特点与要求 中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

质量定位

- 师生共同努力, 达国内最好水平, 向国际一流努力

课程特点

- 抽象难学、进展快、实验体量大, 预习+复习+思考

要求

- 作业: 每周第1次课上课前交, 不补交, 考核按时完成度
- 实践(50%): 基础(个人)+扩展(自由, 团队)+答辩
- 考试(期中、期末, 各20%): 开卷, 灵活运用知识
- 关于雷同: 查出1次, 当次0分; 第2次, 该类成绩0分

张昱: 《编译原理和技术(0)》课程简介 14

教材和参考书 中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

- 陈意云、张昱. 编译原理(第3版), 高等教育出版社, 2014
- [龙书] Alfred V. Aho, Monica S. Lam, et al. *Compilers: Principles, Techniques, and Tools(2nd Ed.)*, Addison-Wesley, 2007. (影印本-2011、译本-2009, 机械工业出版社)
- [虎书] Andrew W. Appel. *Modern Compiler Implementation in Java / C / ML*, Cambridge Univ. Press, 1998. (Java: 第2版, 2002) (现代编译原理—C语言描述, 影印本-2005, 译本-2006, 人民邮电出版社; Java: 第2版, 影印本-2003, 高教社)
- Michael L. Scott. *Programming Language Pragmatics(4th Ed.)*, Morgan Kaufmann Publishers, 2015. (程序设计语言: 实践之路(第1-3版), 电子工业出版社)

张昱: 《编译原理和技术(0)》课程简介 15

教材和参考书 中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

- [LCC] Christopher W. Fraser, David R. Hanson. *A Retargetable C Compiler*. Addison-Wesley, 1995. (可变速目标C编译器—设计与实现, 译本-2005, 电子工业出版社; 译本-2016, 机械工业出版社)
- [GCC] 新设计团队. 编译系统透视—图解编译原理, 机械工业出版社, 2016.
- [ANTLR] Terence Parr. *Language Implementation Patterns*, Pragmatic Bookshelf, 2009. (译本-2012, 华中科技大学出版社) *The Definitive ANTLR 4 Reference*, Pragmatic Bookshelf, 2013.
- [鲸书] Steven Muchnick. *Advanced Compiler Design and Implementation*. Academic Press, 1997. **偏重后端优化** (高级编译器设计与实现, 影印本-2003, 译本-2005, 机械工业出版社)

张昱: 《编译原理和技术(0)》课程简介 16