编译优化
实验讲解

讲解人 课程助教 肖同欢

国家高性能计算中心(合肥)、信息与计算机国家级实验教学示范中心

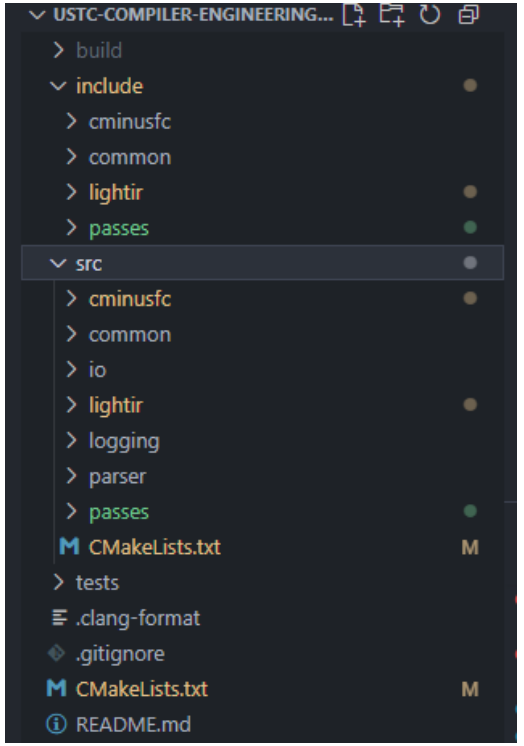
计算机科学与技术学院

2025年10月30日

Lab 2 编译优化

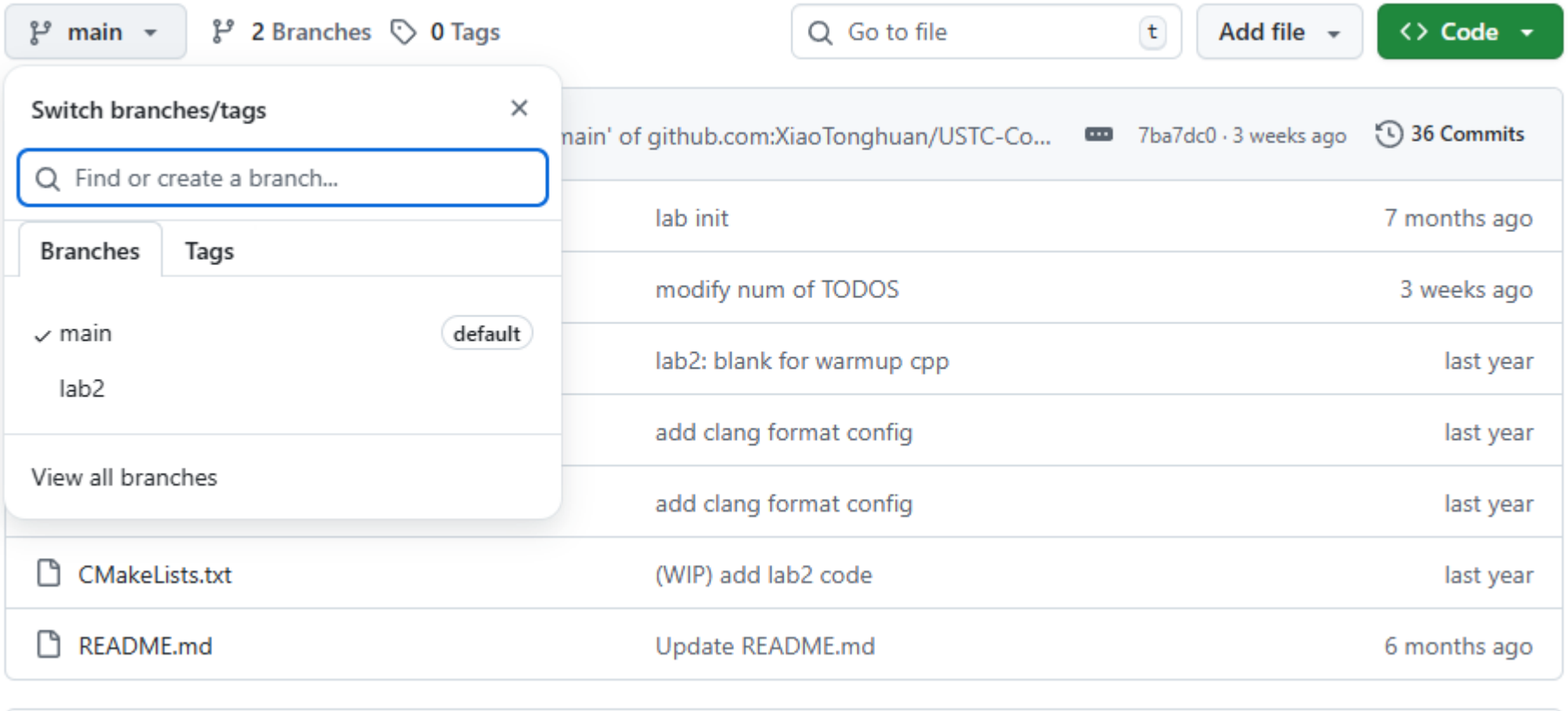
- 在 IR 上通过 Pass 消除冗余代码，提高代码的执行效率

- 代码仓 include/ 和 passes/ 下增加了优化有关的工具类
- 可以阅读代码，并在三个优化 函数内联，死代码删除，常量传播三个中选择至少一个进行实现
- 代码中给大家实现了一个 mem2reg 优化，可以参考
- 实现对应优化的 .cpp 文件即可，比如我想实现死代码删除，完善 src/passes/DeadCode.cpp 即可



Lab 2 编译优化

- 代码仓 checkout 到对应的分支 lab2



Lab 2 编译优化

- **本次实验的目标是根据提供的实验框架完善实验中优化的实现**
- **优化的调用 main.cpp**
  - 首先要把参数传入 main.cpp，可以使用 –dec, -const-prop, -func-inline 参数调用优化
  - 传入对应的函数，就执行右侧对应的优化

```
for (int i = 1; i < argc; ++i) {
    if (argv[i] == "-h"s || argv[i] == "--help"
        print_help();
    } else if (argv[i] == "-o"s) {
        if (output_file.empty() && i + 1 < argc
            output_file = argv[i + 1];
            i += 1;
        } else {
            print_err("bad output file");
        }
    } else if (argv[i] == "-emit-ast"s) {
        emitast = true;
    } else if (argv[i] == "-emit-llvm"s) {
        emitllvm = true;
    } else if (argv[i] == "-dce"s) {
        dce = true;
    } else if (argv[i] == "-const-prop"s) {
        const_prop = true;
    } else if (argv[i] == "-func-inline"s) {
        func_inline = true;
    } else {
```

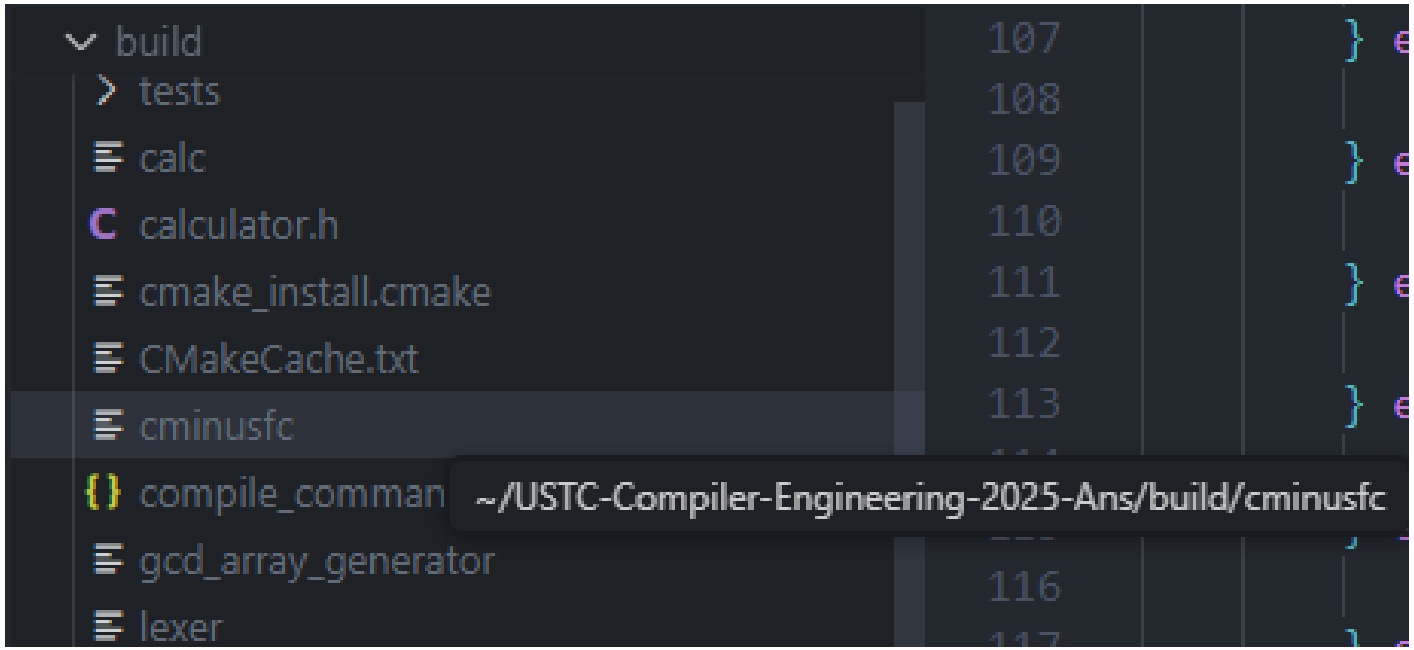
```
PassManager PM(m.get());
// optimization
if(config.dce) {
    PM.add_pass<Mem2Reg>();
    PM.add_pass<DeadCode>();
}

if(config.func_inline) {
    PM.add_pass<FunctionInline>();
    PM.add_pass<DeadCode>();
}

if(config.const_prop) {
    PM.add_pass<Mem2Reg>();
    PM.add_pass<DeadCode>();
    PM.add_pass<ConstPropagation>();
    PM.add_pass<DeadCode>();
}
PM.run();
```

Lab 2 结果测试

- **Include ---------- light ir 代码库文件**
- **src ----------IR 自动生成框架源文件**
- **tests**
  - 1-parser ---------- 生成抽象语法树阶段的测试（不用管）
  - 2-ir-gen ---------- lab2 测试相关文件
    - autogen ---------- lab2 相关测试
    - warmup ---------- 大家可以用这里的内容来练手（单个测试）
      - answers ---------- 每个测试用例对应的输出
      - testcases ---------- 每个测试用例
      - eval_lab2.py
      - eval_lab2.sh ---------- 测试用脚本

Lab2 结果测试（对单个代码调试）

- 代码 build 成功后，可以使用可执行文件先测试一些简单的例子，比如我的可执行文件在 build/cminusfc



Lab 2 结果测试（对单个代码调试）

- 先观察判断 ir 生成是否正确，再进行后面步骤
- 如果我们不使用优化，比如我执行了下面的命令

```
./build/cminusfc -o ./test.ll -emit-llvm  ./build/test.cminus
```

- 其中 ./build/test.cminus 是我们要处理的文件，./test.ll 是我们要生成的文件，内容如下

```
void main(void) {
    int a;
    int b;
    a = 1;
    b = 1;
    return 0;
}
```

```
; ModuleID = 'cminus'
source_filename = "/root/USTC-Compiler-Engineering-2025-Ans/build/test.cminus"

declare i32 @input()

declare void @output(i32)

declare void @outputFloat(float)

declare void @neg_idx_except()

define void @main() {
label_entry:
  %op0 = alloca i32
  %op1 = alloca i32
  store i32 1, i32* %op0
  store i32 1, i32* %op1
  %op2 = sitofp i32 0 to float
  ret float %op2
}

```

Lab 2 结果测试（对单个代码调试）

- 先观察判断 ir 生成是否正确，再进行后面步骤
- 比如我执行了下面的命令

```
./build/cminusfc -o ./test.ll -emit-llvm -dce ./build/test.cminus
```

- 其中 ./build/test.cminus 是我们要处理的文件，./test.ll 是我们要生成的文件，注意，我们本次使用了死代码删除的功能，内容如下

```
void main(void) {
    int a;
    int b;
    a = 1;
    b = 1;
    return 0;
}
```

```
; ModuleID = 'cminus'
source_filename = "/root/USTC-Compiler-Engineering-2025-Ans/build/test.cminus"

declare i32 @input()

declare void @output(i32)

declare void @outputFloat(float)

declare void @neg_idx_except()

define void @main() {
label_entry:
  %op0 = sitofp i32 0 to float
  ret float %op0
}
```

Lab 2 结果测试（对单个代码调试）

- ir 生成后，可以通过 clang 生成可执行文件

```
# clang -o0 -w -no-pie ./test.ll -o ./test -L ./build/ -lcminus_io
#
```

优化层级，拦截所有警告，生成位置有关代码，生成的.ll 文件 可执行文件的位置，　　连接的库位置，需要连接实验提供的io库

- 执行可执行文件后，可以通过 echo $? 来查看 return code

```
(base) root@cf85b2980346:/workspace/Compiler-Cminus-2025# clang -o0 -w ./test.ll -o ./test -L ./build/ -lcminus_io
(base) root@cf85b2980346:/workspace/Compiler-Cminus-2025# echo $?
0
(base) root@cf85b2980346:/workspace/Compiler-Cminus-2025#
```

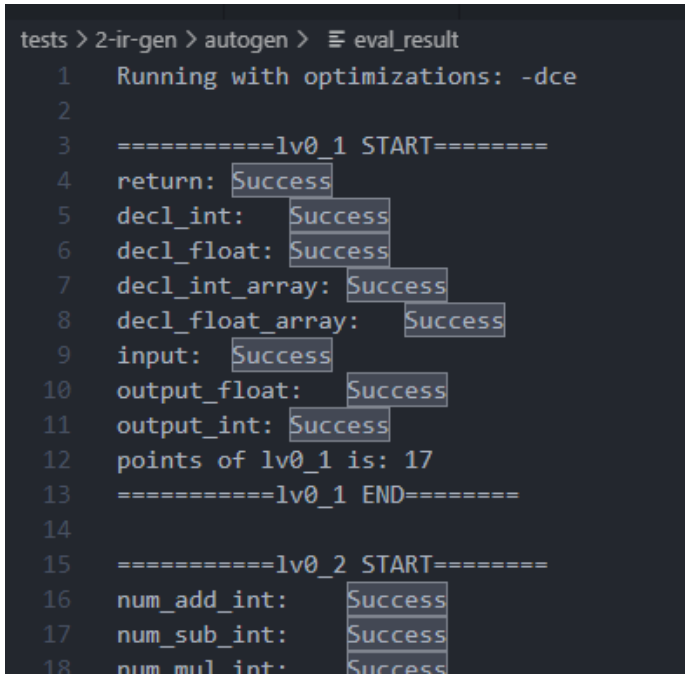
Lab 2 实验内容（大规模测试）

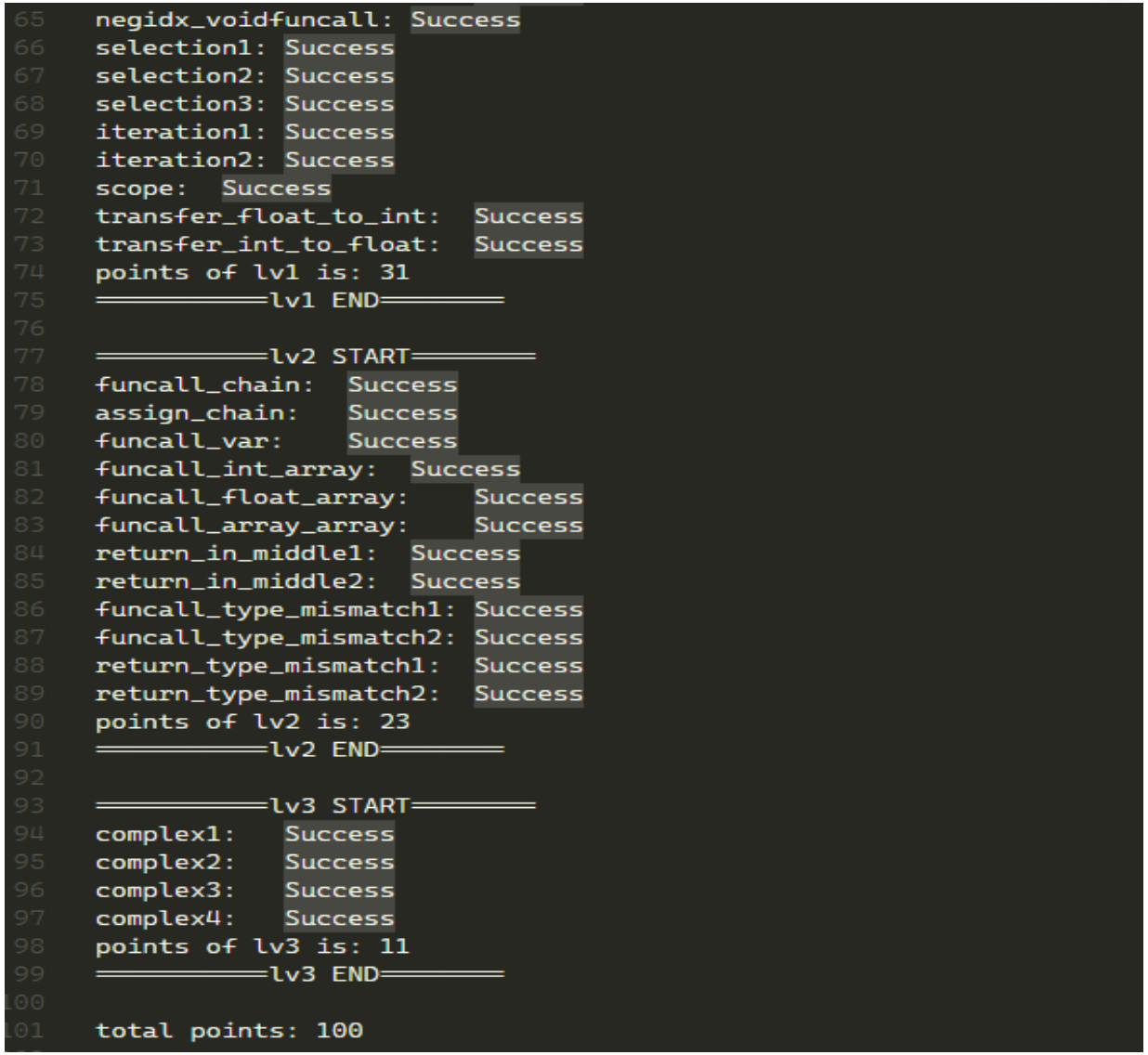
- 可以执行 /test/2-ir-gen/autogen 目录下的 eval_lab2.sh 脚本，查看对所有测试样例，结果在 tests/2-ir-gen/autogen/eval_result
- 可以查看每一个测试用例的成功与失败，80个用例按照难度分为5个等级，总共是100分，成功的测试用例会显示 Success，失败就显示 Fail
- 于 lab1 的不同之处在于，这次可以对 eval_lab2.sh 脚本传参数，比如

```
(base) root@a24524635295:~/USTC-Compiler-Engineering-2025-Ans/tests/2-ir-gen/autogen# bash eval_lab2.sh dce
Running with optimizations: dce
(base) root@a24524635295:~/USTC-Compiler-Engineering-2025-Ans/tests/2-ir-gen/autogen#
```

Lab 2 实验内容（大规模测试）

- **如果没问题如右图所示**
  - 所有样例都显示 Success
  - 总分(total points)是满分
- **如果正确启用了优化，开头会有提示**





Lab2实验内容（大规模测试）

- 如果有问题，比如

```
==========lv3 START========
complex1:   Success
complex2:   Fail
complex3:   Success
complex4:   Success
points of lv3 is: 8
==========lv3 END========

total points: 97
```

- 发现是 complex2 有问题
- 用例位置在
  - tests/2-ir-gen/autogen/testcases/lv3/complex2.cminus
- 参考答案和输入位置（可执行文件的输入输出，不是参考的 IR！）
  - tests/2-ir-gen/autogen/answers/lv3/complex2.in
  - tests/2-ir-gen/autogen/answers/lv3/complex2.out
- 按照最开始的单例测试方法，进行针对性测试，看看是哪里的问题

Lab2实验提交方法

- **将 GitHub 仓地址发送到邮箱 tonghuanxiao@mail.ustc.edu.cn**
- **将验证正确性成功的文件(eval_result)一并发送到上述邮箱**
- **注意**
  - 请确保 GitHub 有正常的提交记录以证明本实验是自己完成的
  - 请不要大规模使用 AI 完成任务
  - 请注意实验截止时间（11月23日晚12点）