中间代码生成
Part1：简单语句的翻译

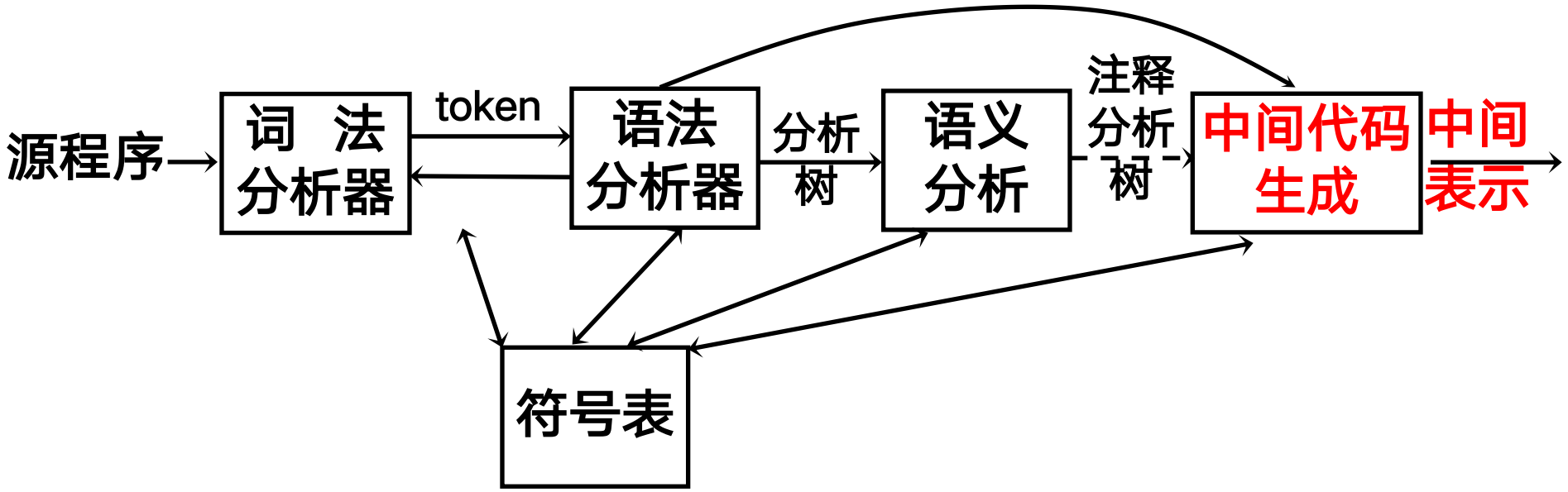
李 诚

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03月27日

本节提纲



- 中间代码生成简介
- 表达式、switch语句、过程或函数的翻译

中间代码——三地址代码

- 常用的三地址语句
  - 运算/赋值语句 $x = y\ op\ z$，　$x = op\ y$，　$x = y$
  - 无条件转移　　**goto L**
  - 条件转移1　　if *x* goto L, if False *x* goto L
  - 条件转移2　　**if *x relop y* goto L**

中间代码——三地址代码

- 常用的三地址语句
  - 过程调用
    - **param** x_1 //设置参数
    - param x_2
    - …
    - param x_n
    - **call p , *n*** //调用子过程p，n为参数个数
  - 过程返回　　**return *y***
  - 索引赋值　　$x = y[i]$ 和 $x[i] = y$
    - 注意：i表示距离y处i个内存单元
  - 地址和指针赋值 $x = \&y$，$x = *y$ 和 $*x = y$

中间代码生成

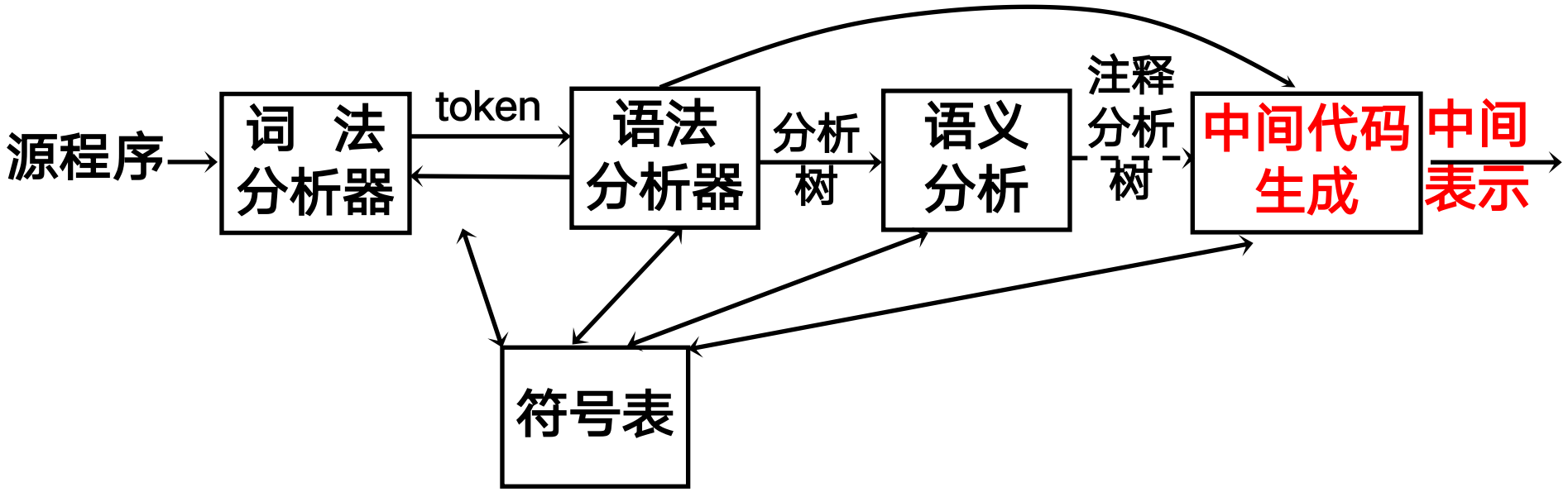
- 表达式的翻译
- switch语句的翻译
- 过程或函数的翻译
- 控制流语句的翻译
- 类型检查
- 声明语句的翻译
- 记录或结构体的翻译
- 数组寻址的翻译

包含布尔表达式计算，较复杂，因此，单独讲

涉及到类型表达式、静态相对地址分配组织，因此，单独设计一个章节来讲

核心技术：
语法制导翻译

本节提纲



- 中间代码生成简介
- **表达式、switch语句、过程或函数的翻译**

表达式的中间代码生成

- **表达式文法**

$S \rightarrow \text{id} := E \qquad E \rightarrow E_1+E_2 \mid -E_1 \mid (E_1) \mid \text{id}$

- **语法制导翻译方案**
  - 属性：*E.place* 存放结果的地址
  - 语义动作：从符号表中获取id的地址
    - *lookup(id.lexeme);*如果不存在，返回*nil*
  - 语义动作：产生临时变量
    - *newTemp(); 保存中间结果*
  - 语义动作：输出翻译后的三地址指令
    - *gen(addr, op, arg1, arg2)*
    - 该动作将地址和运算符及临时变量拼接为字符串

表达式的中间代码翻译方案

$S \rightarrow$ id := E {p = *lookup*(id.*lexeme*);
if p != *nil* then
gen (p, ‘=’, E.*place*)
else *error* }

$E \rightarrow E_1 + E_2$
{E.*place* = *newTemp*();
gen (E.*place*, ‘=’, E_1.*place*, ‘+’, E_2.*place*) }

表达式的中间代码翻译方案

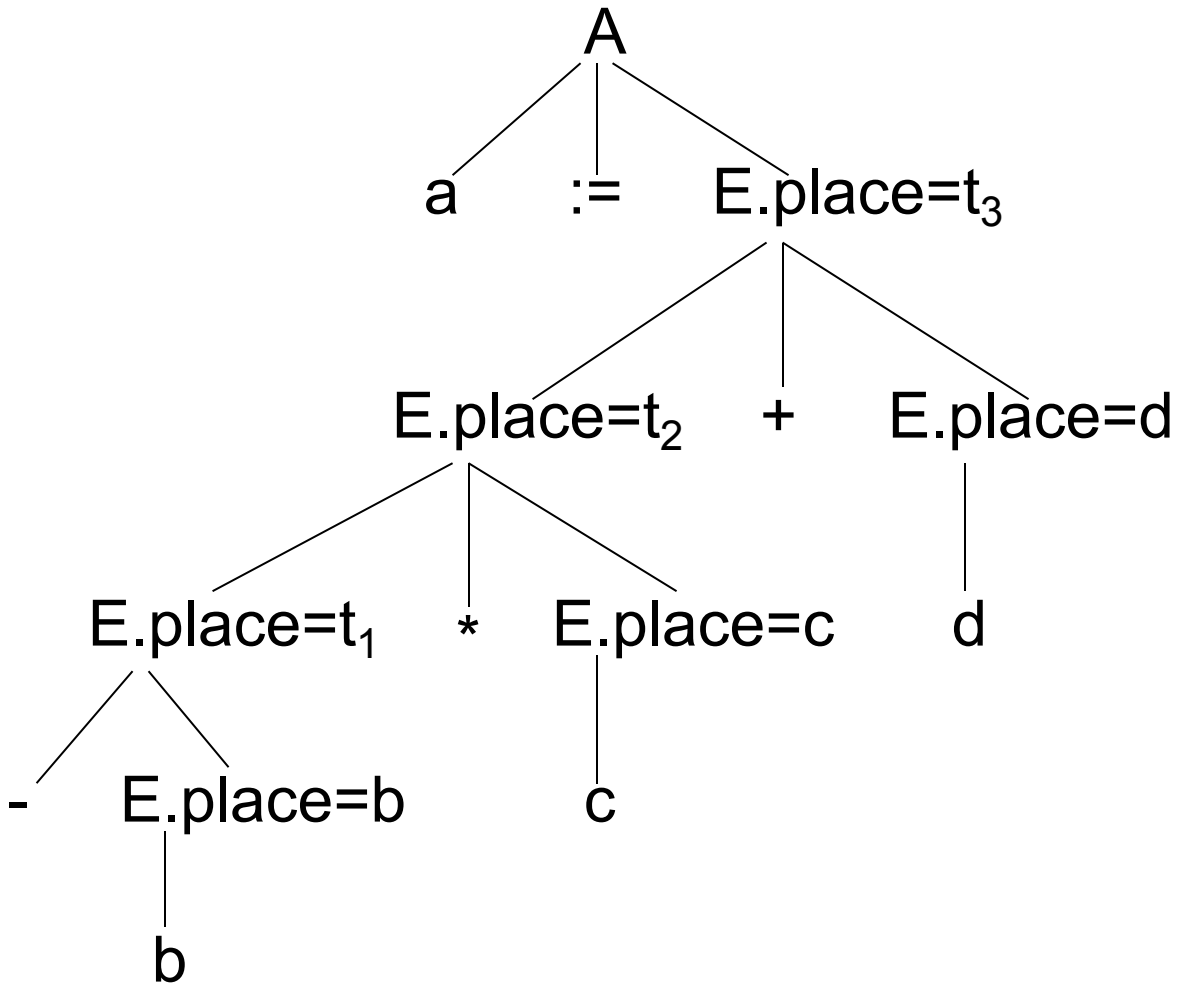
$E \rightarrow -E_1$ {*E.place* = *newTemp*();
gen (*E.place*, '=', 'uminus', E_1.*place*) }

$E \rightarrow (E_1)$ {*E.place* = E_1.*place* }

$E \rightarrow$ id {*p* = *lookup*(id.*lexeme*);
if *p* != *nil* then
E.place = *p*
else *error* }

举例：表达式翻译

- **a := -b*c+d的翻译**



TAC:

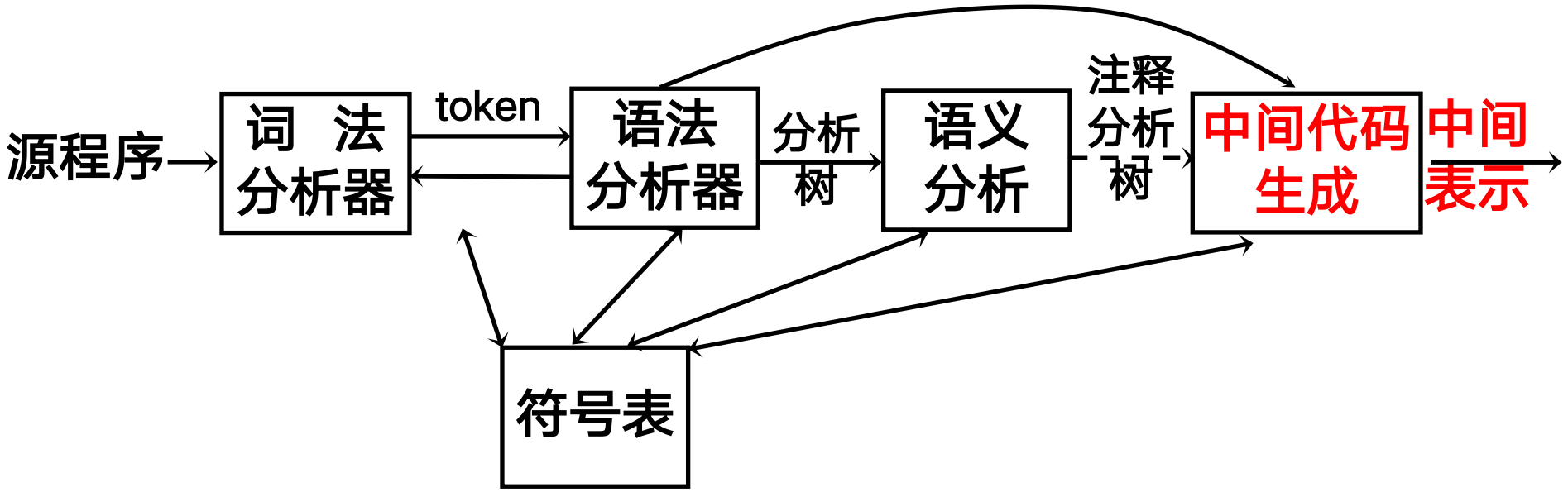
1) $t_1 := - b$

2) $t_2 := t_1 * c$

3) $t_3 := t_2 + d$

4) $a := t_3$

本节提纲



- 中间代码生成简介
- 表达式、switch语句、过程或函数的翻译

switch语句的文法

switch (*E*){ //E是一个选择表达式

case V_1: S_1// V是常量，S是语句

case V_2: S_2

. . .

case V_{n-1}: S_{n-1}

default: S_n

}

switch语句的文法

switch (*E*){ //E是一个选择表达式

case V_1: S_1// V是常量，S是语句

case V_2: S_2

. . .

case V_{n-1}: S_{n-1}

default: S_n

}

三地址代码形态：

- 计算E的值的代码
- S_j语句的代码
- 匹配E的值与V_j，并执行对应S_j的逻辑

switch语句的翻译

- 分支数较少时

```
        E的代码
        t = E.place                  | L_{n-2}: if t != V_{n-1} goto L_{n-1}
        if t != V_1 goto L_1         |          S_{n-1}的代码
        S_1的代码                    |          goto next
        goto next                    | L_{n-1}: S_n的代码
L_1:    if t != V_2 goto L_2         | next:
        S_2的代码
        goto next
L_2:    . . .
        . . .
```

switch语句的翻译

- 分支较多时，将分支测试代码集中在一起，便于生成较好的分支测试代码

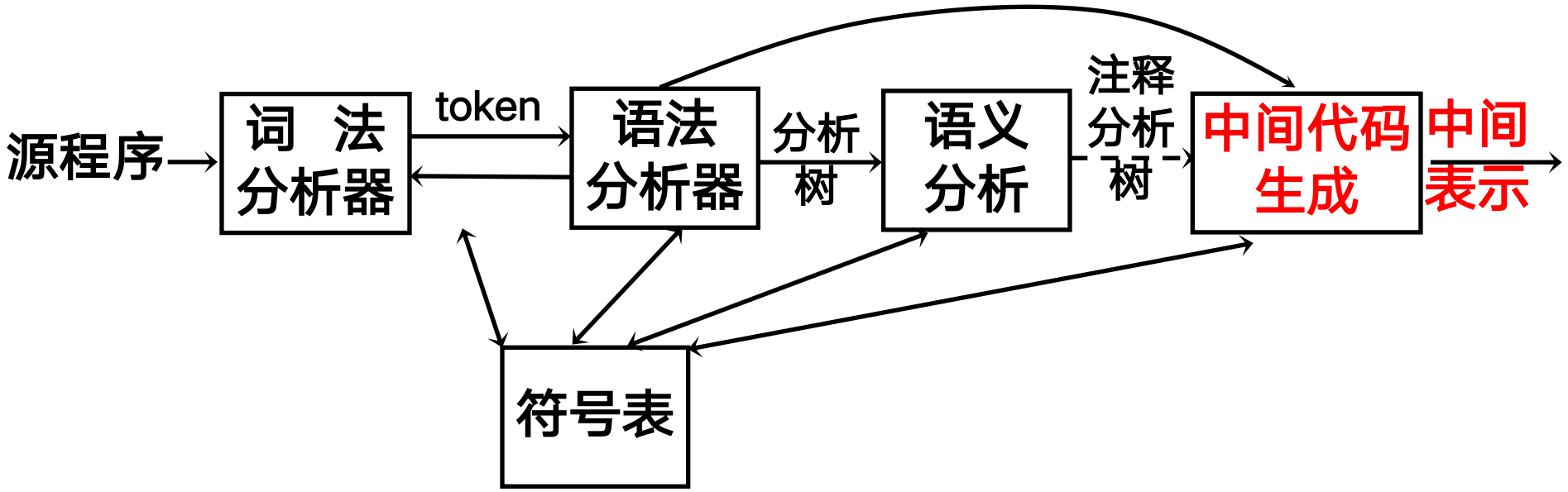
```
        t = E.place          | Ln: Sn的代码
        goto test            |     goto next
L1:     S1的代码             |test: if t == V1 goto L1
        goto next            |     if t == V2 goto L2
L2:     S2的代码             |     . . .
        goto next            |     if t == Vn-1 goto Ln-1
        . . .                |     goto Ln
Ln-1:   Sn-1的代码           | next:
        goto next
```

switch语句的翻译

- 中间代码表示增加一种case语句，与之前的翻译等价，便于代码生成器对它进行特别处理

```
test:  case t V1      L1
       case t V2      L2
       . . .
       case t Vn-1    Ln-1
       case t t       Ln
next:
```

本节提纲



- 中间代码生成简介
- 表达式、switch语句、**过程或函数的翻译**

过程调用的翻译

$S \rightarrow$ call id (*Elist*)

Elist $\rightarrow$ *Elist*, *E*

Elist $\rightarrow$ *E*

此处先忽略函数及过程的定义，会在后面的课程中讲解。

过程调用的翻译

- 过程调用id(E_1, E_2, …, E_n)的中间代码结构

E_1的代码
E_2的代码
. . .
E_n的代码
param E_1.*place*
param E_2.*place*
. . .
param E_n.*place*
call id.*place*, *n*

过程调用的翻译方案

为*Elist*设计一个综合属性paramlist，该列表记录函数调用的所有参数，且参数排列顺序与传参顺序一致

$Elist \rightarrow E$

{*Elist.paramlist = createEmptyList();*

Elist.push_back(E.place);}

过程调用的翻译方案

为*Elist*设计一个综合属性paramlist，该列表记录函数调用的所有参数，且参数排列顺序与传参顺序一致

$Elist \rightarrow E$

{*Elist.paramlist = createEmptyList();*

Elist.paramlist.push_back(E.place);}

$Elist \rightarrow Elist_1, E$

{*Elist.paramlist* = $Elist_1$*.paramlist;*

Elist.paramlist.push_back(E.place);}

过程调用的翻译方案

$S \rightarrow$ call id (*Elist*)

{for E_i in *Elist.paramlist*:

gen('param', E_i.*place*);

gen('call', id.*place*, *Elist.paramlist.size()*) ;}

一起努力
打造国产基础软硬件体系！

李 诚

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03月27日