中间代码生成
Part3：标号回填与布尔表达式

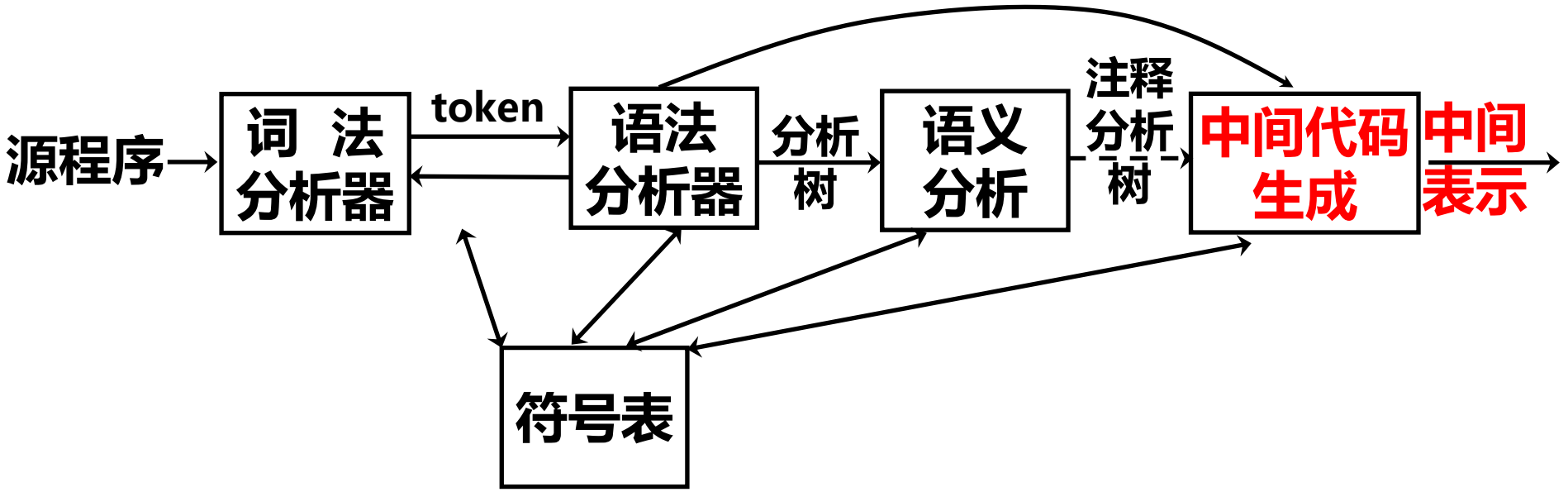
李 诚

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10月15日

本节提纲



- 标号回填技术
- 基于标号回填的布尔表达式翻译
- 布尔表达式翻译举例

回填(backpatching)技术

- **问题：**
  - 布尔表达式短路计算翻译中，产生了转移目标不明确的条件或无条件代码；

回填(backpatching)技术

- **问题:**
  - 布尔表达式短路计算翻译中，产生了转移目标不明确的条件或无条件代码;
- **解决方案:**
  - 当生成跳转指令时，暂时不指定目标地址
  - 当有关目标地址确定后，再填回到翻译代码中

回填(backpatching)技术

- **问题：**
  - 布尔表达式短路计算翻译中，产生了转移目标不明确的条件或无条件代码；
- **解决方案：**
  - 当生成跳转指令时，暂时不指定目标地址
  - 当有关目标地址确定后，再填回到翻译代码中
- **具体实现：**
  - 将有相同转移目标的转移代码的**编号串起来形成链，**可以方便回填目标地址。
  - 该list变成了综合属性，可以与LR结合
  - 注：后面的翻译均是与LR结合的语法制导翻译方案

相关符号属性

- **对布尔表达式而言，有两个综合属性：**
  - B.truelist：代码中所有转向真出口的代码指令链；
  - B.falselist：所有转向假出口的代码指令链；
  - 在生成B的代码时，跳转指令goto是不完整的，目标标号尚未填写，用truelist和falselist来管理

实现：数据结构及语义函数

- 将生成的指令放入一个指令数组，指令的标号即为数组下标

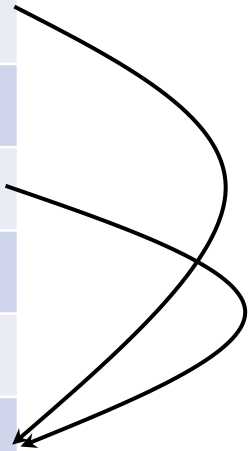
标号	指令数组
100	…
101	goto -
102	…
103	goto -
104	
105	
106	

➢假设100-103号指令都属于布尔表达式B

实现：数据结构及语义函数

- 将生成的指令放入一个指令数组，指令的标号即为数组下标

标号	指令数组
100	…
101	goto -
102	…
103	goto -
104	
105	
106	

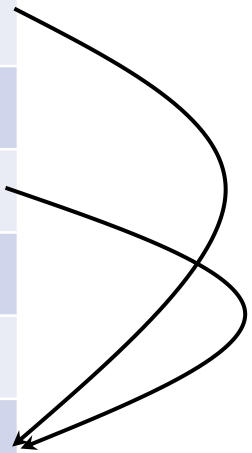


- 假设100-103号指令都属于布尔表达式B
- 101和103号指令都指向B真出口

实现：数据结构及语义函数

- 将生成的指令放入一个指令数组，指令的标号即为数组下标

标号	指令数组
100	…
101	goto -
102	…
103	goto -
104	
105	
106	

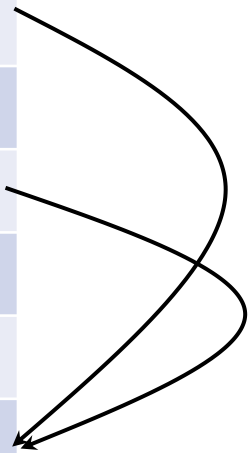


- 假设100-103号指令都属于布尔表达式B
- 101和103号指令都指向B真出口
- B真出口是106，但还未生成
- B.truelist = {101, 103}

实现：数据结构及语义函数

- 将生成的指令放入一个指令数组，指令的标号即为数组下标

标号	指令数组
100	…
101	goto 106
102	…
103	goto 106
104	…
105	…
106	…



- 假设100-103号指令都属于布尔表达式B
- 101和103号指令都指向B真出口
- B真出口是106，但还未生成
- B.truelist = {101, 103}
- 回填时，将101和103补齐

实现：数据结构及语义函数

makelist(i)

- 创建含标号为i的指令的链表
- i不是目标指令，而是源指令，也就是那一些不完整的goto指令

实现：数据结构及语义函数

backpatch(instruction-list, target-label)

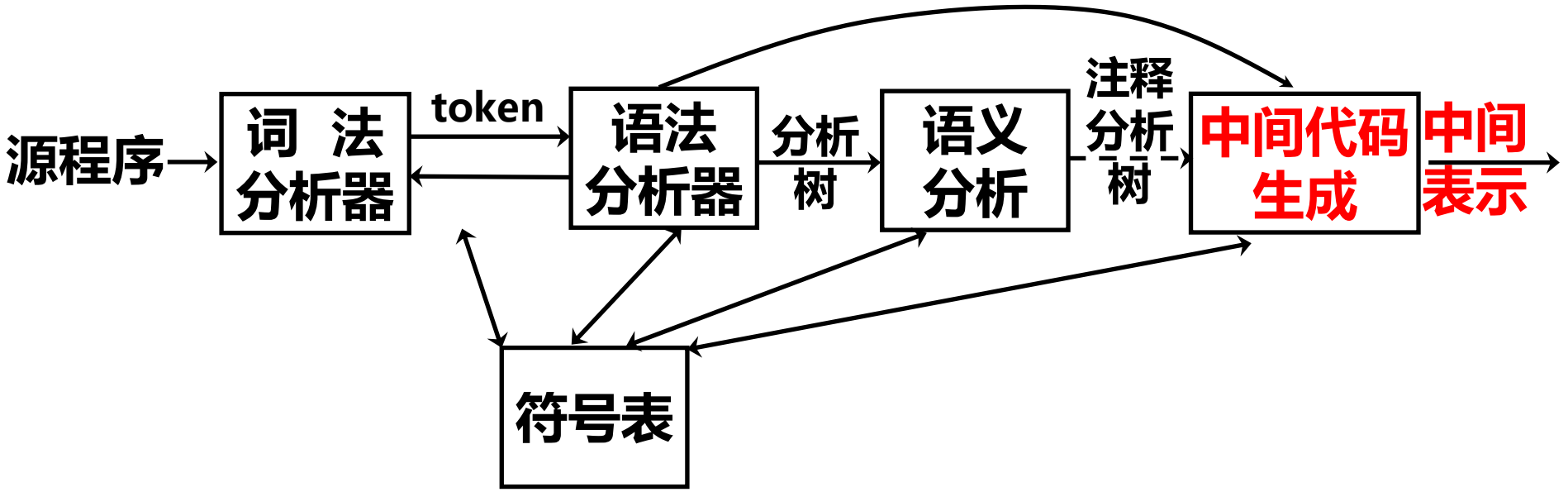
- 将目标地址target-label填回instruction-list中每条指令
- 也就是将goto – 指令中不明确的目标补齐

实现：数据结构及语义函数

merge(instruction-list$_1$, instruction-list$_2$)

- 合并链list$_1$和list$_2$
- 要求list$_1$和list$_2$中每条指令都会跳转到同一条指令

本节提纲



- 标号回填技术
- **基于标号回填的布尔表达式翻译**
- **布尔表达式翻译举例**

短路计算及回填的翻译方案

$B \rightarrow \text{not } B_1$ { B.truelist = B_1.falselist;

B.falselist = B_1.truelist; }

$B \rightarrow (B_1)$ { B.truelist = B_1.truelist;

B.falselist = B_1.falselist; }

短路计算及回填的翻译方案

B→ true {

gen(“goto” -); }

短路计算及回填的翻译方案

B→ true {

B.truelist = makelist( );

/*为真时，执行无条件跳转指令，但是目标为空。当目标明确后，回填所对应的跳转指令*/

gen(“goto” -); }

我们用变量nextinstr保存了紧跟着的下一条指令的序号

短路计算及回填的翻译方案

B→ true {

B.truelist = makelist(nextinstr);

/*为真时，执行无条件跳转指令，但是目标为空。当目标明确后，回填nextinstr所对应的跳转指令*/

gen(“goto” -); }

短路计算及回填的翻译方案

B→ true {

B.truelist = makelist(nextinstr);

/*为真时，执行无条件跳转指令，但是目标为空。当目标明确后，回填nextinstr所对应的跳转指令*/

gen(“goto” -); }

B→ false {

B.falselist = makelist(nextinstr);

/*为假时，执行无条件跳转指令，但是目标为空。当目标明确后，回填nextinstr所对应的跳转指令*/

gen(“goto” -);}

短路计算及回填的翻译方案

$B \rightarrow E_1$ relop E_2 {

gen(“if” E_1.place relop.op E_2.place “goto” -);

gen(“goto” -); }

短路计算及回填的翻译方案

$B \rightarrow E_1$ relop E_2 {

B.truelist = makelist( );

B.falselist = makelist( );

/*为真时，执行条件跳转指令，但是目标为空。当目标明确后，回填所对应的跳转指令*/

gen(“if” E_1.place relop.op E_2.place “goto” -);

/*为假时，执行无条件跳转指令，但是目标为空。当目标明确后，回填 所对应的跳转指令*/

gen(“goto” -); }

短路计算及回填的翻译方案

$B \rightarrow E_1$ relop E_2 {

B.truelist = makelist(nextinstr);

B.falselist = makelist(nextinstr+1);

/*为真时，执行条件跳转指令，但是目标为空。当目标明确后，回填nextinstr所对应的跳转指令*/

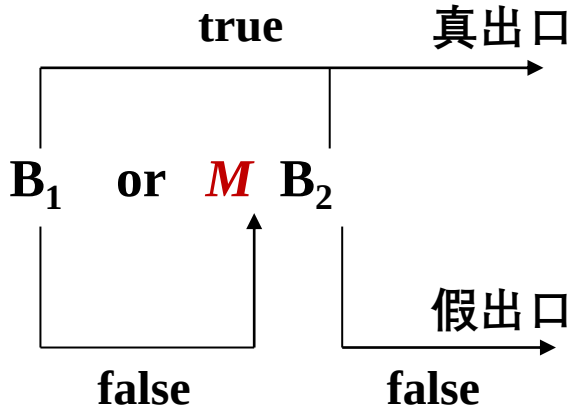
gen(“if” E_1.place relop.op E_2.place “goto” -);

/*为假时，执行无条件跳转指令，但是目标为空。当目标明确后，回填nextinstr+1所对应的跳转指令*/

gen(“goto” -); }

短路计算及回填的翻译方案

$B \rightarrow B_1$ or M B_2



/*获取下一三地址代码（语句）的编号（作为转移目标来回填），
在自底向上的语法分析中传递信息；
在分析B_2之前做，因此可以保存B_2开始的第一条指令的地址*/

$M \rightarrow \varepsilon$ { M.instr = nextinstr}

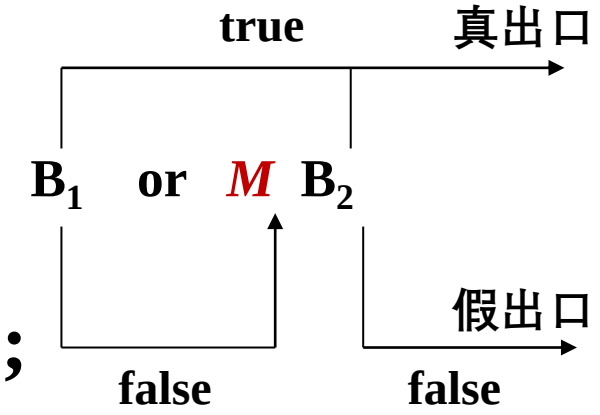
短路计算及回填的翻译方案

$B \rightarrow B_1$ or M B_2

{ backpatch(B_1.falselist, M.instr);

B.truelist = merge(B_1.truelist, B_2.truelist);

B.falselist = B_2.falselist; }

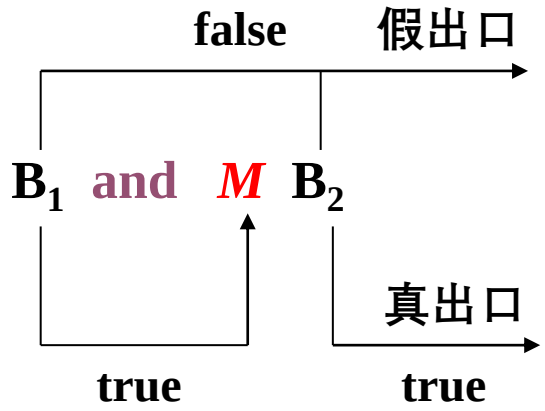


/*获取下一三地址代码（语句）的编号（作为转移目标来回填），
在自底向上的语法分析中传递信息；
在分析B_2之前做，因此可以保存B_2开始的第一条指令的地址*/

$M \rightarrow \varepsilon$ { M.instr = nextinstr}

短路计算及回填的翻译方案

$B \rightarrow B_1$ and M B_2



$M \rightarrow \varepsilon$ { M.instr = nextinstr}//在分析B_2之前做，因此可以保存B_2开始的第一条指令的地址

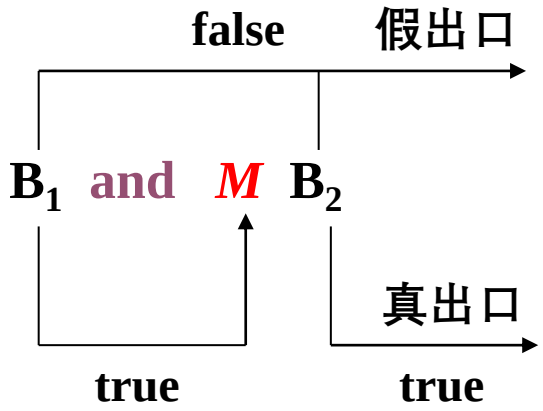
短路计算及回填的翻译方案

$B \rightarrow B_1$ and M B_2

{ backpatch(B_1.truelist, M.instr);

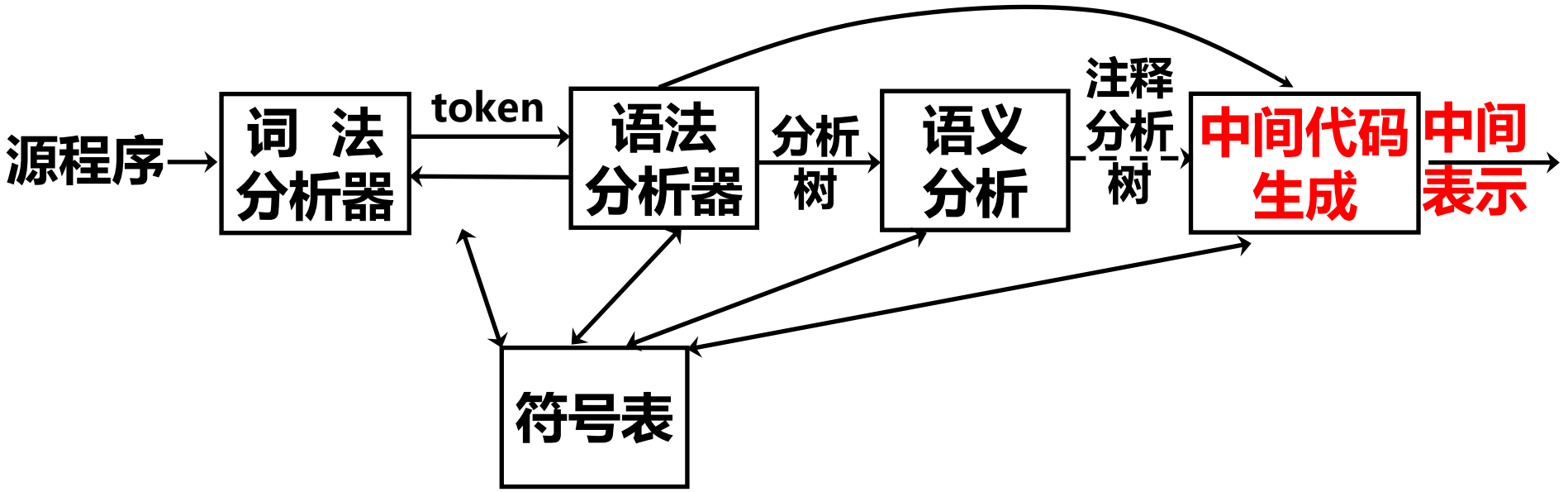
B.falselist = merge(B_1.falselist,B_2.falselist);

B.truelist = B_2.truelist; }



M→ε { M.instr = nextinstr}//在分析B_2之前做，因此可以保存B_2开始的第一条指令的地址

本节提纲

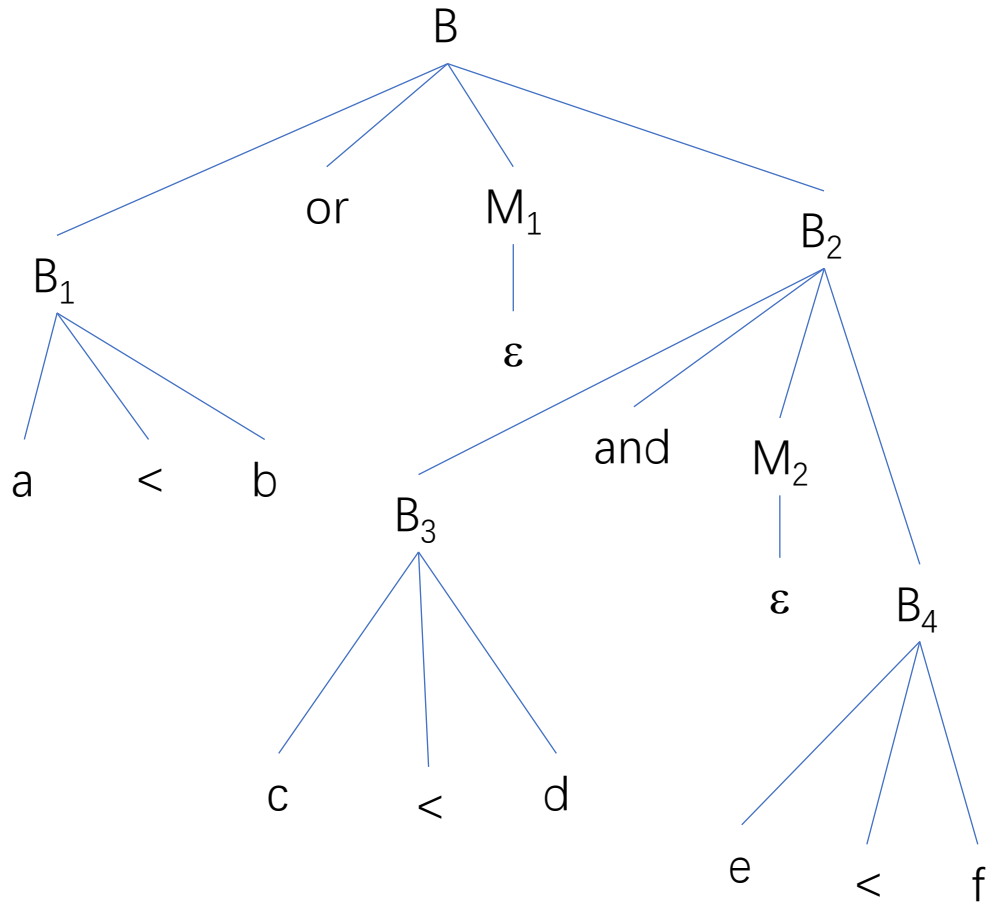


- 标号回填技术
- 基于标号回填的布尔表达式翻译
- **布尔表达式翻译举例**

布尔表达式的翻译

a<b or c<d and e<f

假设nextinstr = 100

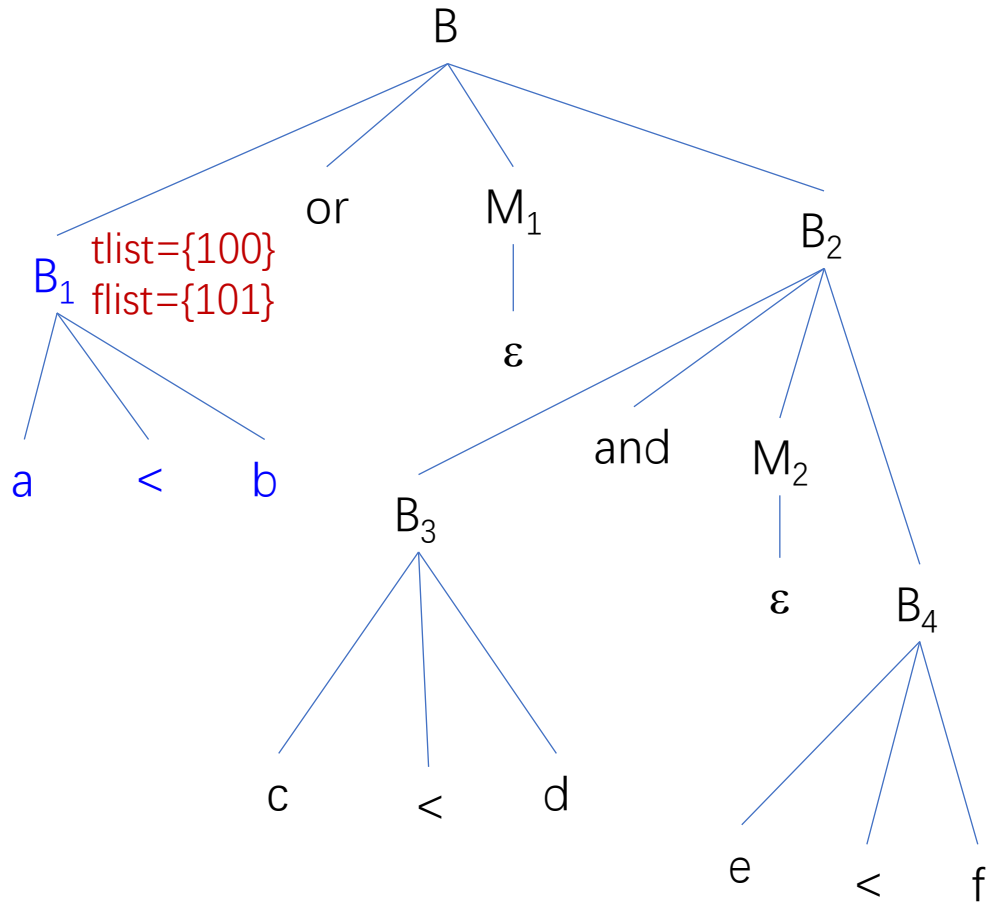


布尔表达式的翻译

a<b or c<d and e<f

假设nextinstr = 100

(100) if a<b goto -
(101) goto -

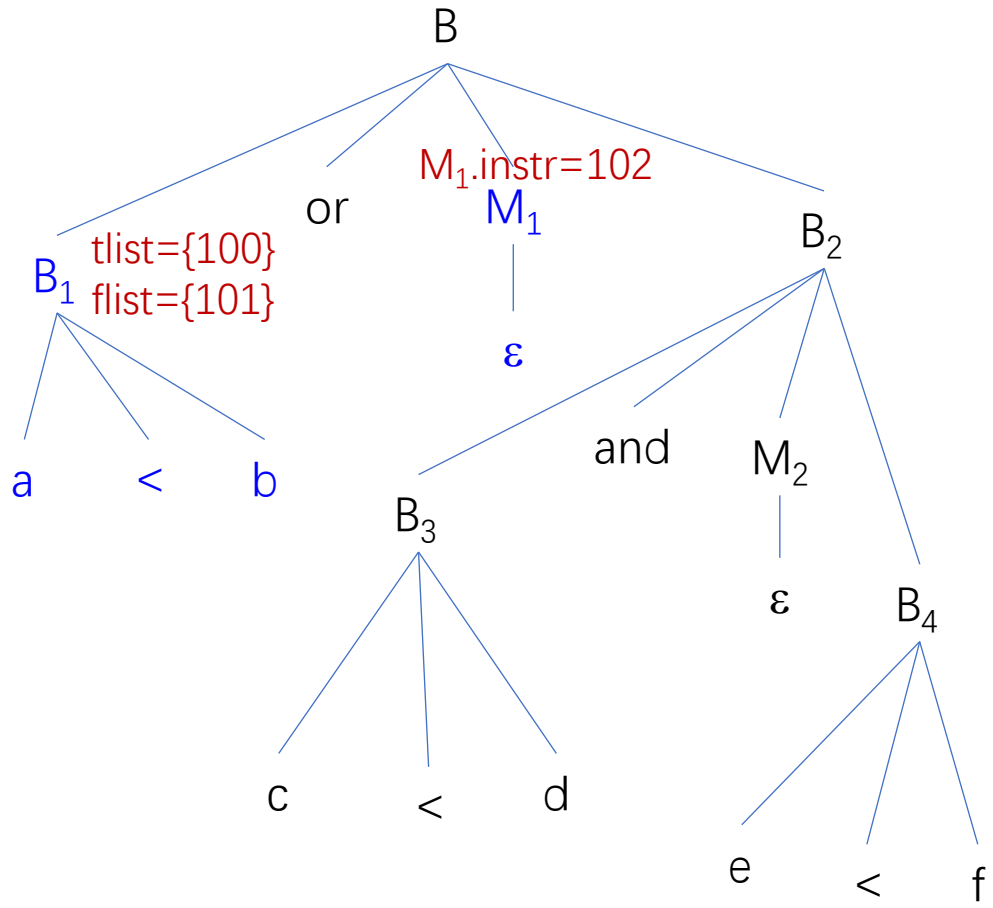


布尔表达式的翻译

a<b or c<d and e<f

假设nextinstr = 100

(100) if a<b goto -
(101) goto -

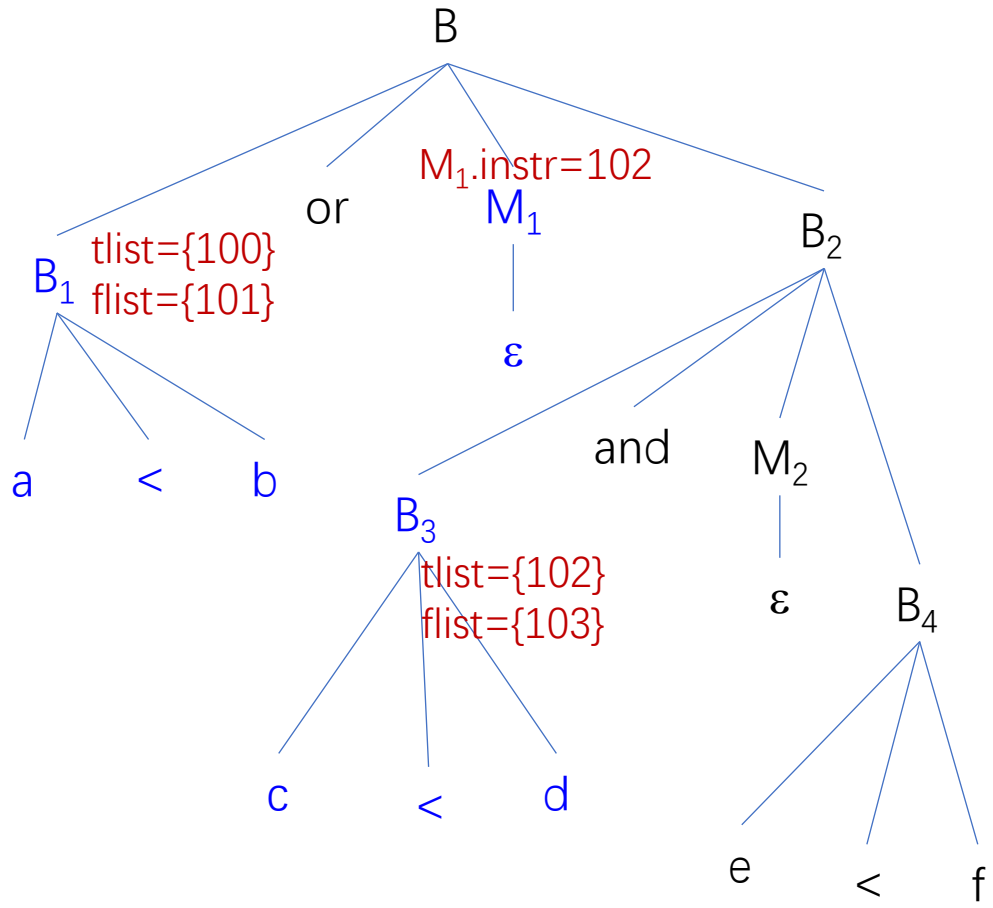


布尔表达式的翻译

a<b or c<d and e<f

假设nextinstr = 100

(100) if a<b goto -
(101) goto -
(102) if c<d goto -
(103) goto -

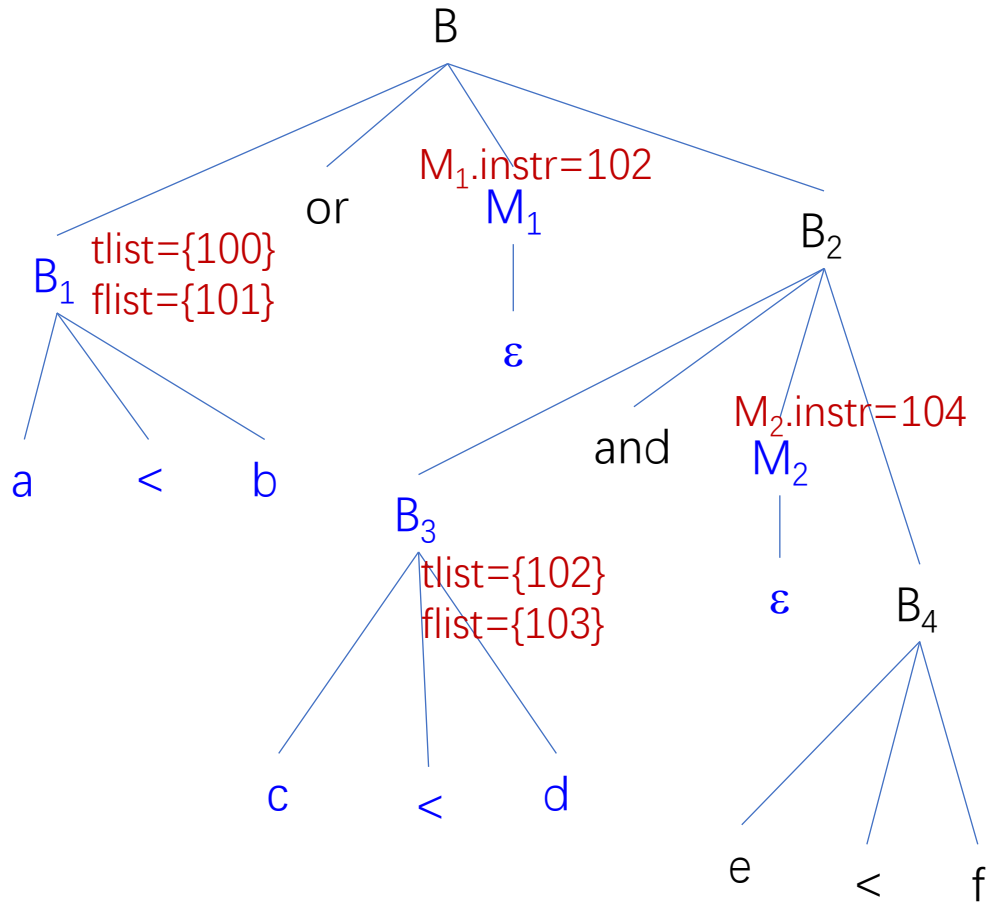


布尔表达式的翻译

a<b or c<d and e<f

假设nextinstr = 100

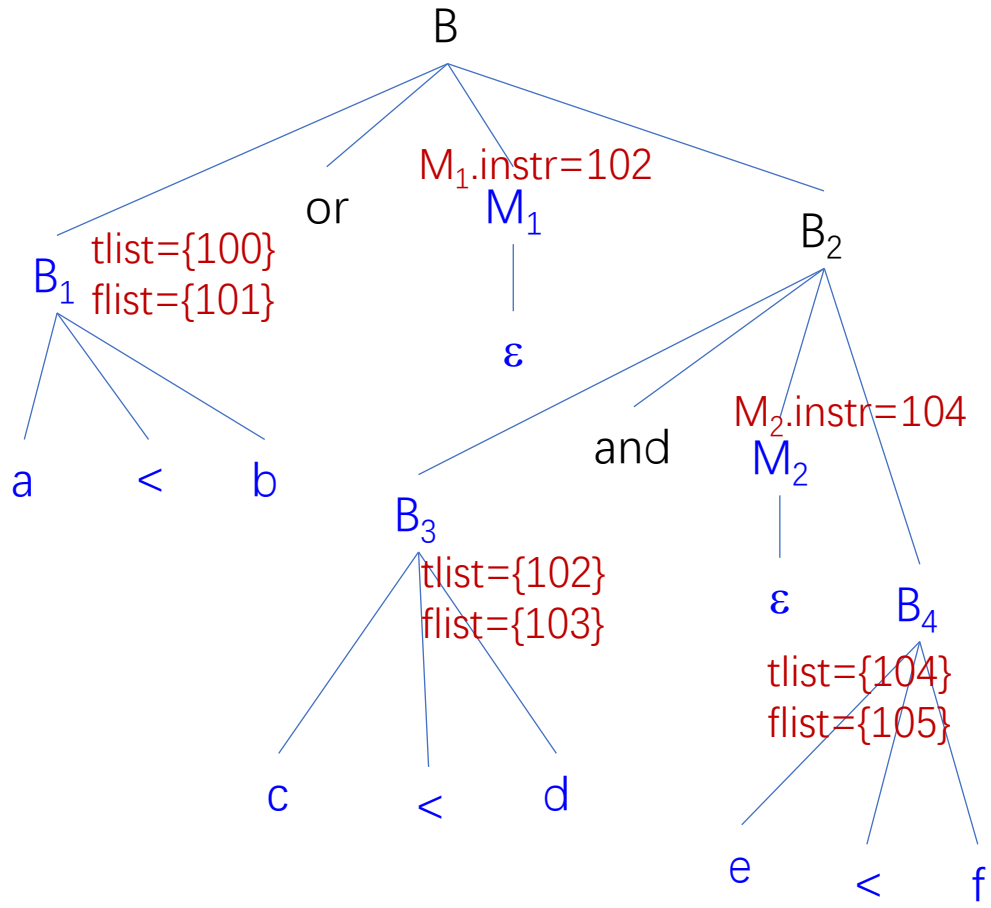
(100) if a<b goto -
(101) goto -
(102) if c<d goto -
(103) goto -



布尔表达式的翻译

a<b or c<d and e<f

假设nextinstr = 100

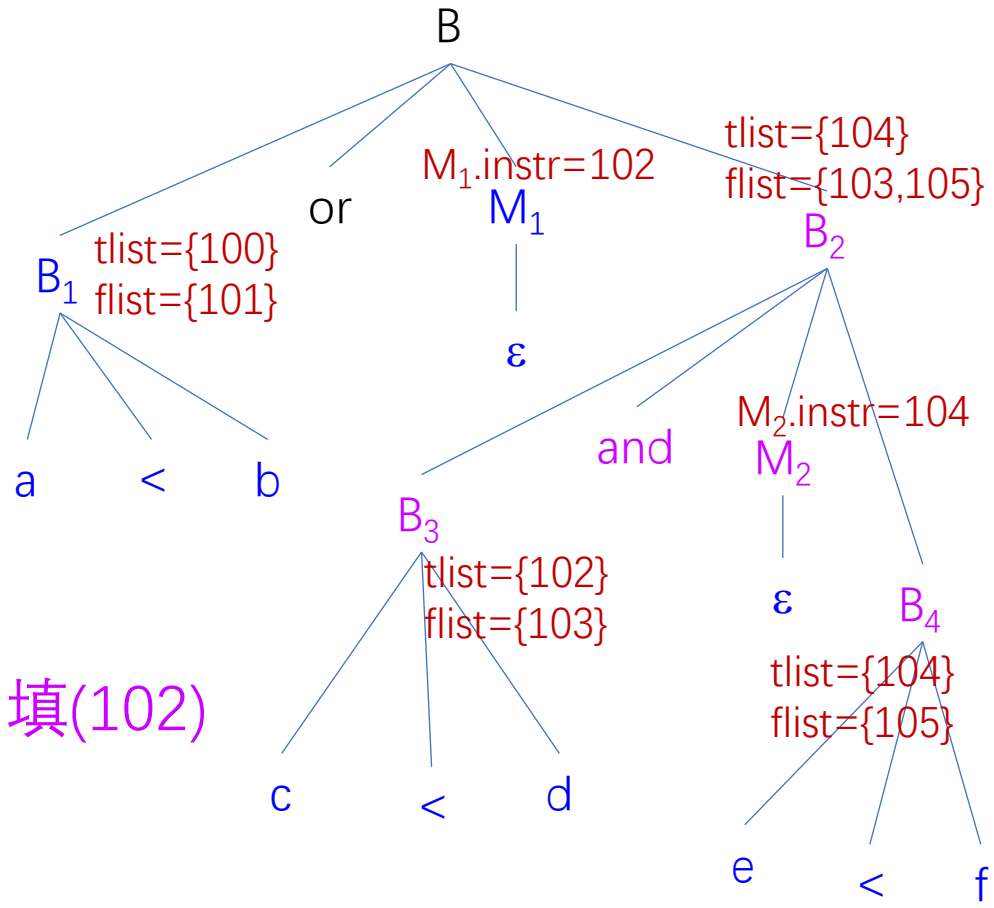


(100) if a<b goto -
(101) goto -
(102) if c<d goto -
(103) goto -
(104) if e<f goto -
(105) goto -

布尔表达式的翻译

a<b or c<d and e<f

假设nextinstr = 100

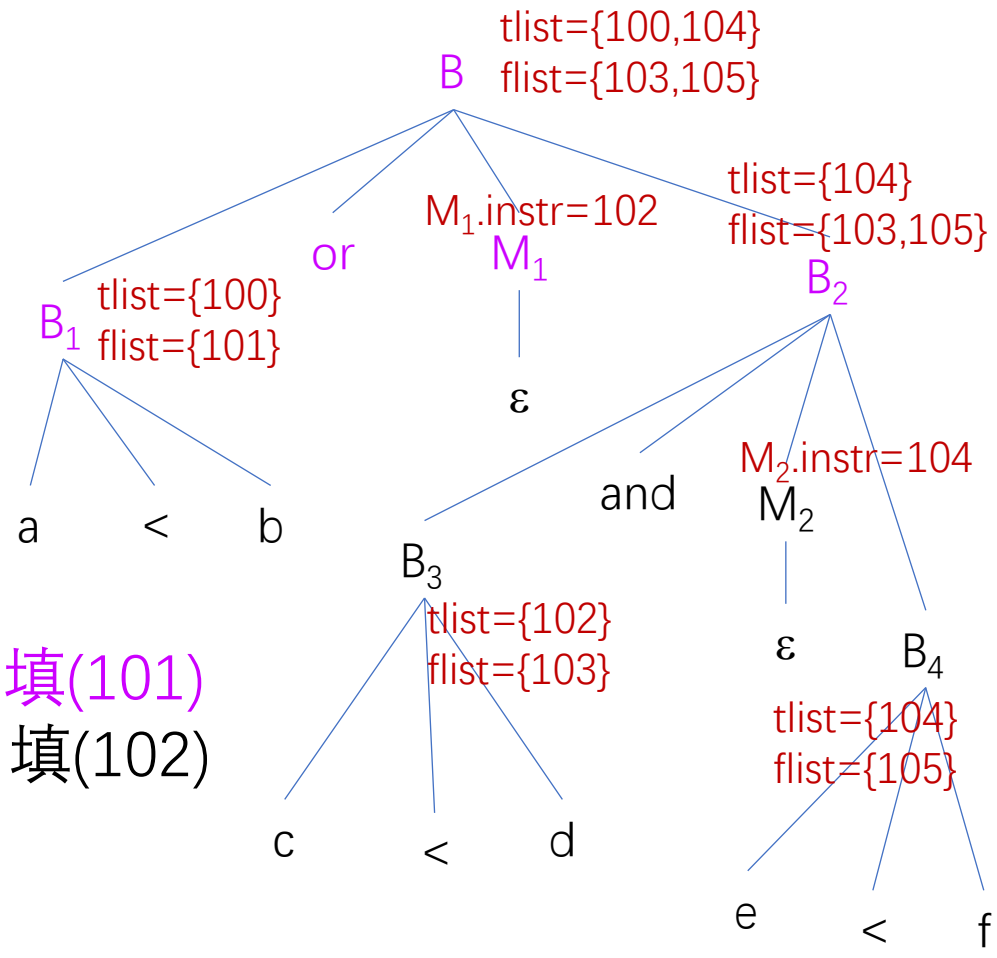


(100) if a<b goto -
(101) goto -
(102) if c<d goto 104//用104回填(102)
(103) goto -
(104) if e<f goto -
(105) goto -

布尔表达式的翻译

a<b or c<d and e<f

假设nextinstr = 100



(100) if a<b goto -
(101) goto 102 //用102回填(101)
(102) if c<d goto 104//用104回填(102)
(103) goto -
(104) if e<f goto -
(105) goto -

其他部分的回填要依赖与其他语句的翻译

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10月15日