类Rust编译器实现

HUAWEI

Rust

- **性能**：Rust速度极快，性能比肩C语言，内存效率极高，无需运行时或垃圾收集器，可以为性能关键型服务提供支持。
- **可靠性**：Rust丰富的类型系统和所有权模型保证了内存安全和线程安全，使编程人员能够在编译时消除许多类别的错误。
- **生态性**：Rust拥有出色的文档、带有有用错误消息的友好编译器、集成的包管理器和构建工具、自动格式化程序等。

Rust是一门能够安全高效地编写系统级程序的语言，在内存安全方面具有显著优势。

知名问答平台StackOverflow的调查表明，自2015年以来，Rust一直是开发者最爱的编程语言。

nature

《Nature》杂志2020年尾的文章《Why Scientists are Turning to Rust》中也强调：科学家极为推崇Rust。

华为是五位Rust基金会创始白金会员成员之一，引领了Rust语言的发展。

华为内部使用

- Rust 广泛用于嵌入式系统开发、系统驱动、云计算、虚拟存储、网络传输协议、并发编程框架基础库等产品中。
- 华为实验室正基于 Rust 探索先进的代码解析、安全分析等工具。

Rust社区贡献

- 华为深度参与了在Rust社区中，贡献了包括C到Rust转换、内联汇编、交叉编译、Parking Lot并发库、SIMD 基础库、文档导航、代码多态化、热补丁、AOP等特性。

Rust中国推广

- 华为战略支持了在中国举办的Rust China Conf大会，并推行多项社区活动。
- 华为也为为中国的开发者提供Rust教程和Rust编码规范等。

大作业1：词法和语法分析工具设计与实现

- 了解类Rust词法、语法规则
- 基本功能：对类Rust示例程序实现词法和语法分析，并输出分析结果
- 扩展功能不限
- 分组，每组2至3人
- 撰写设计和说明文档

类Rust词法规则

- 关键字：i32 | let | if | else | while | return | mut | fn | for | in | loop | break | continue
- 标识符：(字母|_)(字母|数字|_)*　　(注：不与关键字相同)
- 数值：数字(数字)*
- 赋值号：=
- 算符：+ | - | * | / | == | > | >= | < | <= | !=
- 界符：(|) | { | } | [|]
- 分隔符：; | : | ,
- 特殊符号：-> | . | ..
- 注释号：/* */ | //
- 字母：| a |....| z | A |....| Z |
- 数字：0| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
- 结束符：#

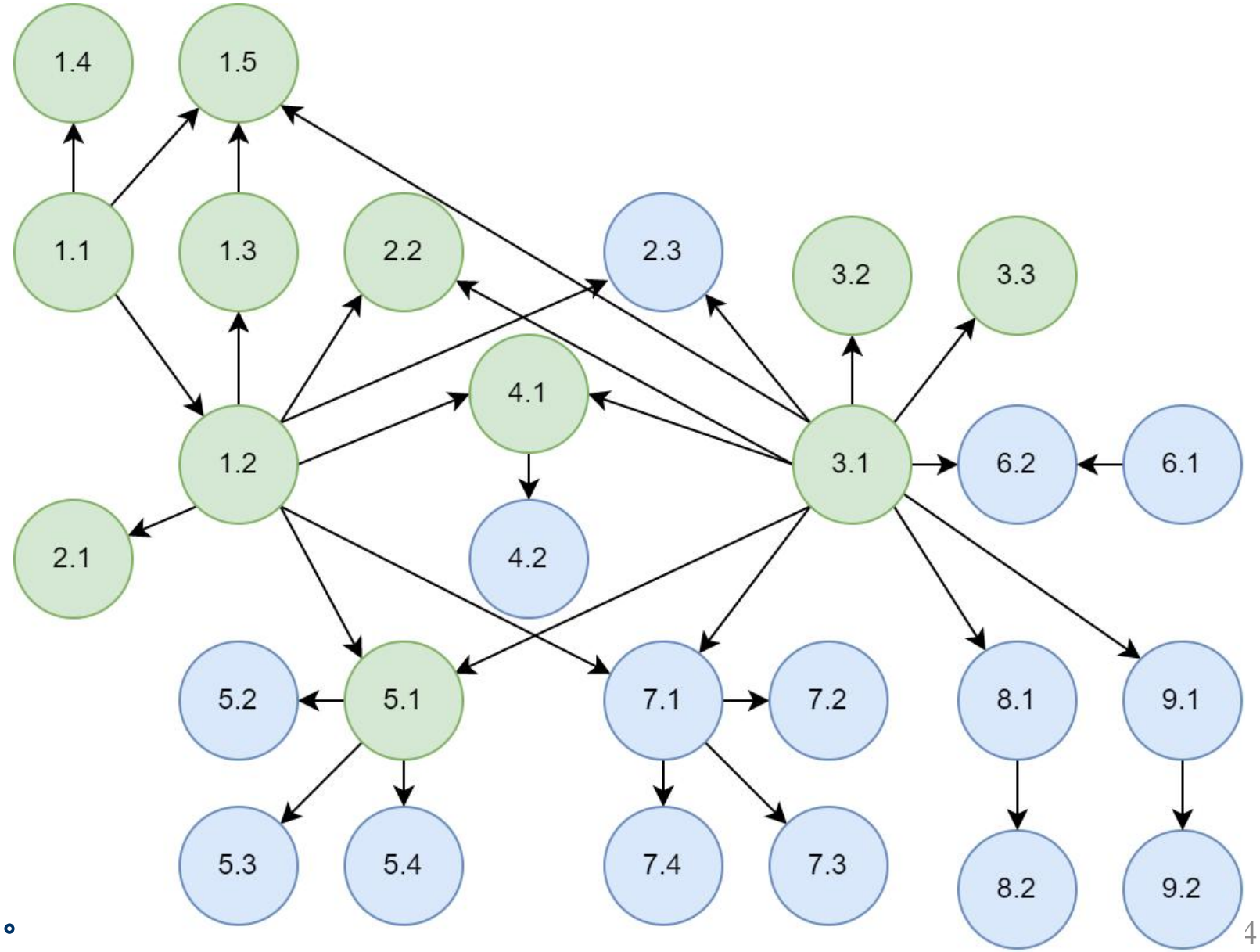
类Rust语法规则

绿色节点为基础规则：

0.1、0.2、0.3、
1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、
2.1、2.2、3.1、3.2、3.3、
4.1、5.1。

蓝色节点为拓展规则：

2.3、 4.2、5.2、5.3、5.4、
6.1、6.2、7.1、7.2、7.3、7.4
8.1、8.2、9.1、9.2。



注：0.1、0.2、0.3未在图中画出。

类Rust语法规则

- **1.1 基础程序**
  - Program -> <声明串>
  - <声明串> -> 空 | <声明> <声明串>
  - <声明> -> <函数声明>
  - <函数声明> -> <函数头声明> <语句块>
  - <函数头声明> -> fn <ID> '(' <形参列表> ')'
  - <形参列表>-> 空
  - <语句块> -> '{' <语句串> '}'
  - <语句串> -> 空

```
fn program_1_1() {

}
```

- **0.1 变量声明内部**
  - <变量声明内部> -> mut <ID>
- **0.2 类型**
  - <类型> -> i32
- **0.3 可赋值元素**
  - <可赋值元素> -> <ID>

类Rust语法规则

- **1.2 语句Statement（前置规则1.1）**
  - <语句串> -> <语句> <语句串>
  - <语句>-> ';'
- **1.3 返回语句Return Statement（前置规则1.2）**
  - <语句>-> <返回语句>
  - <返回语句> -> return ';'
- **1.4 函数输入（前置规则0.1、0.2、1.1）**
  - <形参列表>-> <形参> | <形参> ',' <形参列表>
  - <形参> -> <变量声明内部> ':' <类型>
- **1.5 函数输出（前置规则0.2、1.3、3.1）**
  - <函数头声明> -> fn <ID> '(' <形参列表> ')' '->' <类型>
  - <返回语句> -> return <表达式> ';'

```
fn program_1_2() {
    ;;;;;;
}

fn program_1_3() {
    return ;
}

fn program_1_4(mut a:i32) {

}

fn program_1_5() -> i32 {
    return 1;
}
```

类Rust语法规则

- **2.1 变量声明语句（前置规则0.1、0.2、1.2）**
  - <语句> -> <变量声明语句>
  - <变量声明语句> -> let <变量声明内部> ':' <类型> ';'
  - <变量声明语句> -> let <变量声明内部> ';'

```
fn program_2_1() {
    let mut a:i32;
    let mut b;
}

fn program_2_2(mut a:i32) {
    a=32;
}
```

- **2.2 赋值语句（前置规则0.3、1.2、3.1）**
  - <语句>-> <赋值语句>
  - <赋值语句> -> <可赋值元素> '='<表达式> ';'

```
fn program_2_3() {
    let mut a:i32=1;
    let mut b=1;
}
```

- **2.3 变量声明赋值语句（前置规则0.1、0.2、0.3、1.2、3.1）**
  - <语句>-> <变量声明赋值语句>
  - <变量声明赋值语句> -> let <变量声明内部> ':' <类型> '='<表达式> ';'
  - <变量声明赋值语句> -> let <变量声明内部> '='<表达式> ';'

类Rust语法规则

- **3.1 基本表达式（前置规则0.3）**
  - <语句> -> <表达式> ';'
  - <表达式> -> <加法表达式>
  - <加法表达式> -> <项>
  - <项term> -> <因子>
  - <因子factor> -> <元素element>
  - <元素> -> <NUM> | <可赋值元素> | '(' <表达式> ')'

```
fn program_3_1__1() {
    0;
    (1);
    ((2));
    (((3)));
}
```

```
fn program_3_1__2(mut a:i32) {
    a;
    (a);
    ((a));
    (((a)));
}
```

类Rust语法规则

- **3.2 表达式增加计算和比较（前置规则3.1）**
  - <表达式> -> <表达式> <比较运算符> <加法表达式>
  - <加法表达式> -> <加法表达式> <加减运算符> <项>
  - <项> -> <项> <乘除运算符> <因子>
  - <比较运算符> -> '<' | '<=' | '>' | '>=' | '==' | '!='
  - <加减运算符> -> '+' | '-'
  - <乘除运算符> -> '*' | '/'

- **3.3 函数调用（前置规则3.1）**
  - <元素> -> <ID> '(' <实参列表> ')'
  - <实参列表>-> 空 | <表达式> | <表达式> ',' <实参列表>

```
fn program_3_2() {
    1*2/3;
    4+5/6;
    7<8;
    1*2+3*4<4/2-3/1;
}

fn program_3_3__1() {

}
fn program_3_3__2() {
    program_3_3__1();
}
```

类Rust语法规则

- **4.1 选择结构（前置规则1.2、3.1）**
  - <语句> -> <if语句>
  - <if语句> -> if <表达式> <语句块> <else部分>
  - <else部分> -> 空 | else <语句块>
- **4.2 增加else if（前置规则4.1）**
  - <else部分> -> else if <表达式> <语句块> <else部分>

```
fn program_4_1(a:i32) -> i32 {
    if a>0 {
        return 1;
    } else {
        return 0;
    }
}
```

```
fn program_4_2(a:i32) -> i32 {
    if a>0 {
        return a+1;
    } else if a<0 {
        return a-1;
    } else {
        return 0;
    }
}
```

类Rust语法规则

- **5.1 while循环结构（前置规则1.2、3.1）**
  - <语句> -> <循环语句>
  - <循环语句> -> <while语句>
  - <while语句> -> while <表达式> <语句块>

- **5.2 for循环结构（前置规则5.1）**
  - <循环语句> -> <for语句>
  - <for语句>-> for <变量声明内部> in <可迭代结构> <语句块>
  - <可迭代结构> -> <表达式> '..' <表达式>

- **5.3 loop循环结构（前置规则5.1）**
  - <循环语句> -> <loop语句>
  - <loop语句>->loop <语句块>

```
fn program_5_1(mut n:i32) {
    while n>0 {
        n=n-1;
    }
}

fn program_5_2(mut n:i32) {
    for mut i in 1..n+1 {
        n=n-1;
    }
}

fn program_5_3() {
    loop {

    }
}
```

类Rust语法规则

- **5.1 while循环结构（前置规则1.2、3.1）**
  - <语句> -> <循环语句>
  - <循环语句> -> <while语句>
  - <while语句> -> while <表达式> <语句块>

```
fn program_5_4__1() {
    while 1==0 {
        continue;
    }
}
```

- **5.4 增加break和continue（前置规则5.1）**
  - <语句> -> break ';' | continue ';'

```
fn program_5_4__2() {
    while 1==1 {
        break;
    }
}
```

类Rust语法规则

- **6.1 声明不可变变量（前置规则0.2）**
  - <变量声明内部> -> <ID>

```
fn program_6_1() {
    let a:i32;
    let b;
    let c:i32=1;
    let d=2;
}
```

- **6.2 借用和引用（前置规则3.1、6.1）**
  - <因子> -> '*' <因子> | '&' mut <因子> | '&' <因子>
  - <类型>-> '&' mut <类型> | '&' <类型>

&mut： 可变引用
&： 不可变引用
*： 解引用

```
fn program_6_2__1() {
    let mut a:i32=1;
    let mut b:&mut i32=&mut a;
    let mut c:i32=*b;
    *b=2;
}
```

```
fn program_6_2__2() {
    let a:i32=1;
    let b:& i32=&a;
    let c:i32=*b;
}
```

类Rust语法规则

- **7.1 函数表达式块（前置规则1.2、3.1）**
  - <表达式> -> <函数表达式语句块>
  - <函数表达式语句块>->'{' <函数表达式语句串> '}'
  - <函数表达式语句串>-> <表达式>|<语句> <函数表达式语句串>

- **7.2 函数表达式块作为函数体（前置规则7.1）**
  - <函数声明> -> <函数头声明> <函数表达式语句块>

```
fn program_7_1(mut x:i32,mut y:i32) {
    let mut z={
        let mut t=x*x+x;
        t=t+x*y;
        t
    };
}
```

```
fn program_7_2(mut x:i32,mut y:i32) -> i32 {
    let mut t=x*x+x;
    t=t+x*y;
    t
}
```

类Rust语法规则

- **7.3 选择表达式（前置规则7.1）**
  - <表达式> -> <选择表达式>
  - <选择表达式> -> if <表达式> <函数表达式语句块> else <函数表达式语句块>

- **7.4 循环表达式（前置规则7.1）**
  - <表达式> -> <loop语句>
  - <语句> -> break <表达式> ';'

```
fn program_7_3(mut a:i32) {
    let mut b=if a>0 {
        1
    } else {
        0
    };
}
```

```
fn program_7_4() {
    let mut a=loop {
        break 2;
    };
}
```

类Rust语法规则

- **8.1 数组（前置规则0.2、3.1）**
  - <类型>-> '[' <类型> ';' <NUM>']'
  - <因子> -> '[' <数组元素列表> ']' | <数组元素>
  - <数组元素列表>-> 空 | <表达式> | <表达式> ',' <数组元素列表>

- **8.2 数组元素（前置规则8.1）**
  - <可赋值元素> -> <**元素**> '[' <表达式> ']'
  - <可迭代结构> -> <数组元素> -> <可赋值元素>

```
fn program_8_1() {
    let mut a:[i32;3];
    a=[1,2,3];
}
```

```
fn program_8_2(mut a:[i32;3]) {
    let mut b:i32=a[0];
    a[0]=1;
}
```

类Rust语法规则

9.1 元组（前置规则0.2、3.1）

- <类型> -> '(' <元组类型内部> ')'
- <元组类型内部> -> 空 | <类型> ',' <类型列表>
- <类型列表> ->空 | <类型> | <类型> ',' <类型列表>
- <因子> -> '(' <元组赋值内部> ')'
- <元组赋值内部> -> 空 | <表达式> ',' <元组元素列表>
- <元组元素列表>->空 | <表达式> | <表达式> ',' <元组元素列表>

9.2 元组元素（前置规则9.1）

- <可赋值元素>-><因子> '.' <NUM>

```
fn program_9_1() {
    let a:(i32,i32,i32);
    a=(1,2,3);
}
```

```
fn program_9_2(mut a:(i32,i32)) {
    let mut b:i32=a.0;
    a.0=1;
}
```

要求

- if123
  - 应该能够识别为标识符
- if=123
  - 应该识别为三个单词：
    - (if，保留字)
    - (=，算符)
    - (123，整数)

评分标准

实验评价内容	所占比重	要求
问题分析能力	20%	说明词法分析或语法分析原理，绘制必要的状态转换图。
系统方案（算法）设计能力	20%	报告中体现系统各模块的总体设计和详细设计。
编程能力	20%	独立编程实现要求的全部功能，正确无误。
撰写报告能力	30%	表达通顺、结构清晰、内容完整、实验充分、提出个人想法，不存在抄袭。
查阅文献资料能力	10%	报告中列出所查阅的文献资料，含图书、论文、网络资源等。

报告要求

- 设计文档1份
- 程序源代码、可执行代码1份
- 程序实例与结果截屏
- 报告PPT1份

写在最后

- **部分羁绊**
  - 2.2 赋值语句 + 拓展<类型>的规则（如8.1）：类型多于一种，变量赋值时需要检测类型是否对应，不对应应该报错。
  - 5.2 for循环结构 + 8.1 数组：数组是可迭代结构，可以被for循环访问；而其他类型的变量不可迭代，被for循环访问时应报错。
  - 2.2 赋值语句 + 6.1 声明不可变变量 + 循环的规则（如5.1）：若循环中中存在对不可变变量进行赋值的操作，应该报错。
- **说明**
  - 可以也鼓励大家对本文档中的产生式进行改写，也可以拓展更多未在文档中提到的Rust的语法规则。
  - 本规则中存在极个别的羁绊会使得LR(1)无法处理，如果发现并对此进行思考（如能否改写产生式来解决问题，如果不能则分析原因），将作为加分项。
- **思考**
  - 1.4 函数输入中的形参列表可以识别怎样的语言?
  - 9.1 元组 比 8.1 数组 多了几条产生式，为什么?