Simple Java -- Parser

這份作業是寫一個 Simple Java 的 Parser。你/妳必須寫出符合下列各節的句法定義 (Syntactic definitions) 的 grammar。一旦你/妳定義好這些 grammar，就可以將這些 grammar 代入 **yacc**，使用 **yacc** 來產生一個 "**y.tab.c**" 的 c 檔案 (這個 c 檔案裡頭包含 **yyparse()**)。**yyparse()** 會呼叫 **yylex()** 來取得 token，所以你/妳需要修正你/妳的第一個作業 – Scanner – 來讓 **yyparse()** 取得 token。

你 (妳) 必須考慮下列這些問題：

(a) 你 (妳) 的 parser 在遇到 error 時，要能產生出好的 error messages，例如：發生 error 的行號、字元的位置和解釋 error 發生的原因。

(b) 當 parser 遇到 error 時，要盡可能的處理完輸入，也就是說 parser 要遇到 error 要做 recovery。

1 What to Sumbit

你必須繳交下列檔案：

- 修改後的 Scanner，檔名為 – 你/妳的學號.l
- 你/妳的 Parser，檔名為 – 你/妳的學號.y (裡面需有註解，解釋如何處理 statements。)
- 你/妳的測試檔
- 所有的 .c 和 .h 檔 makefile 檔
- 一個 Readme 檔，裡面包含
  - Lex, Yacc 版本
  - 作業平台
  - 執行方式
  - 你/妳如何處理這份規格書上的問題
  - 你/妳寫這個作業所遇到的問題
  - 所有測試檔執行出來的結果，存成圖片或文字檔

請用壓縮軟體將上述這些檔案壓縮成一個檔案，檔名為 – 你/妳的學號，寄給助教

信件主旨請寫：[Compiler]Parser of 你/妳的學號

2 Syntactic Definitions

下列這些 syntactic definitions 只是片段，你/妳必須自己想出能符合下列 syntactic definitions 的 grammar，來完成你/妳的作業。

2.1 Data Types and Declarations

基本的資料型態有 **boolean, char, int, float,** 和 **String**。一個變數的宣告如下列的格式：

```
[static] type identifier_list;
```

identifier_list →
    identifier [= *const_expr*] {, *identifier* [= *const_expr*]}

例如：

```
✧  int a, b, c = 10;
✧  int a = 10;
✧  int b, c = 2;
✧  int d = 1 + 2;
✧  static boolean b;
```

陣列的宣告如下列格式 (在這個作業中，我們只考慮一維陣列)：

type[] *identifier* = new *type*[*integer_constant*];

例如：

```
✧  int[] a = new int[10];
```

常數的宣告格式：

final *type identifier_list*;

identifier_list →
    identifier = *const_expr* {, *identifier* = *const_expr*}

例如： `final float pi = 3.14;`

注意事項

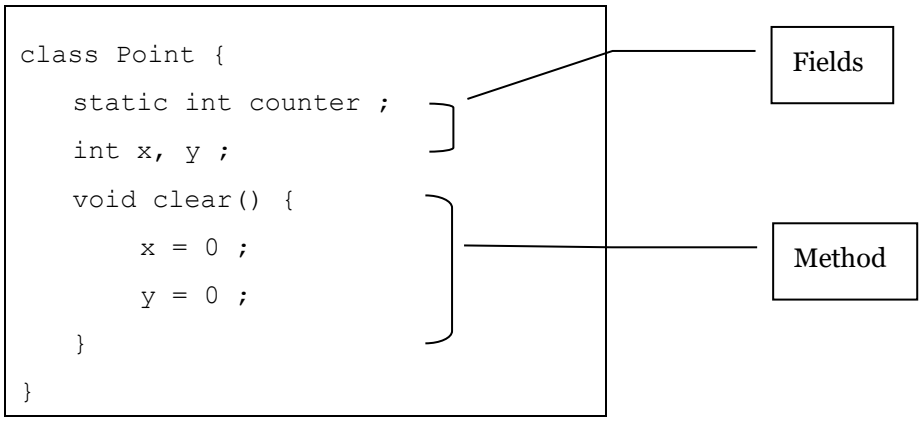
✧ [x]代表 x 會出現 0 或 1 次。
✧ {x} 代表 x 會出現 0 次或以上。
✧ x | y 表示 x 或 y 其中一個。

Classes and Objects

每個 object 有一個 type，這個 type 就是 object 的 class。每個 class type 有兩種成員：

✧ Fields are data variables associated with a class and its objects.

✧ Methods contain the executable code of a class.



同一個檔案裡可以有多個 classes。

建立 objects

使用 **new** 這個 keyword 來建立 objects。

```
Point lowerLeft = new Point() ;
Point upperRight = new Point() ;
```

Fields

有兩種 fields：

✧ class fields (static fields)，如 `static int counter ;`

✧ instance fields (non-static fields)，如 `int x, y ;`

2.2 Methods

一個 method declaration 如下列的格式：

method_modifier type identifier({zero or more formal arguments})
one compound statement

method_modifier →
public | **protected** | **private**

即使沒有宣告 arguments，括號還是要有。在一個 method 之內，不能再宣告 method。一個 formal argument 的格式如下：

type identifier

如果有多個 formal arguments 的話，要以 ',' (comma) 加以區隔。

Methods 可能會回傳一個值或不回傳值。假如一個 method 不回傳值的話，那這個 method 的 type 會是 **void**。例如，下列這些都是合法的 method declaration：

```
boolean func1(int x, int y, String z) {}
String func2(boolean a) {}
void func3() {}
```

每個 method 的名字都是獨一無二的。

2.3 Statements

有六種不同種類的 statements：compound, simple, conditional, loop, return, and method call。

2.3.1 Compound

A compund statement consists of a block of statements delimited by the **{** and **}**, and an optional variable and constant declaration section :

```
{
    {zero or more variable and constant declaration}
    {zero or more statements}
}
```

在 compound statement 內宣告的 variables 和 constants 有區域性，離開這個 compound statment 之後，這些 variables 和 constants 就失效了。

一個 compound statment 的例子：

```
{
    int a ;
    read(a) ;
    print(a) ;
}
```

2.3.2 Simple

simple →

name = *expression* ; |

print(expression**)** ; |

read(*name***)** ; |

*name***++** ; |

*name***--** ; |

expression ; |

;

name →

identifier |

identifier.identifier

expressions

expression →

term |

expression + *term* |

expression – *term*

term →

factor {* *factor* | / *factor*}

factor →

identifier |

const_expr |

(*expression*) |

PrefixOp identifier |

identifier PostfixOp |

MethodInvocation

PrefixOp →

++ |

-- |

+ |

-

PostfixOp →

++ |

--

例如：

- a + -b
- (1+2)*3
- b + add(c, d) ;

method invocation

一個 method 呼叫的格式如下：

name({expressions separated by zero or more comma})

2.3.3 Conditional

`if (`*boolean_expr***`)`** one simple or compound statement

{**`else`** one simple or compound statement}

boolean_expr →

expression Infixop expression

Infixop →

== |

!= |

< |

> |

<= |

>=

2.3.4 Loop

Loop statement 的格式如下：

> **while** (*boolean_expr*)
>
> one simple or compound statement

或

> **for** (*ForInitOpt* ; *boolean_expr* ; *ForUpdateOpt*)
>
> one simple or compound statement

> *ForInitOpt* →
>
> [**int**] *identifier* = *expression* {, *identifier* = *expression*}

> *ForUpdateOpt* →
>
> *identifier* ++ |
>
> *identifier* --

例如：

```
int sum = 0, i =1 ;
while ( i <= 10) {
    sum = sum + i ;
     i = i + 1 ;
}
```

```
for (int index = 0; index < 10; index++) {
    if (list[index] > max) {
        max = list[index];
    }
}
```

2.3.5 return

return statement 的格式如下：

> **return** *expression* ;

2.3.6 Method Invocation

name({expressions separated by zero or more comma}) ;

3 Semantic Definition

你/妳的 Parser 必須能做簡單的 Semantic Definition 的檢查 – 同一個 scope 內，不能宣告兩個相同的變數。

例如：

```
{
    int a ;
    float a ;
}
```

在這個 scope 內，宣告了兩個 a 的變數，這是不合法的，你/妳的 Parser 要能偵測的出來。

4 Error and Recovery

你（妳）必須考慮下列這些問題：

(c) 你（妳）的 Parser 在遇到 error 時，要能產生出好的 error messages，例如：發生 error 的行號、字元的位置和解釋 error 發生的原因。

(d) 當 Parser 遇到 error 時，要盡可能的處理完輸入，也就是說 Parser 要遇到 error 要做 recovery。

5 Example Simple Java Program

Input 1

```
/*
 * Compute sum = 1 + 2 + ... + n
 */
class sigma {
  final int n = 10;
  int sum, index;

  main()
  {
    index = 0;
    sum = 0;
    while (index <= n)
    {
      sum = sum + index;
      index = index + 1;
    }
    print(sum);
  }
}
```

Output 1

```
Line 1: class sigma {
Line 2:   final int n = 10;
Line 3:   int sum, index;
Line 4:
Line 5:   main()
Line 6:   {
Line 7:     index = 0;
Line 8:     sum = 0;
Line 9:     while (index <= n)
Line 10:     {
Line 11:       sum = sum + index;
Line 12:       index = index + 1;
Line 13:     }
Line 14:     print(sum);
Line 15:   }
Line 16: }
```

Input 2

```
class Point {
    static int counter ;
    int x, y ;
    int x ;
    void clear() {
        x = 0 ;
        y = 0 ;
    }
}
```

Output 2

```
Line 1 : class Point {
Line 2 :     static int counter ;
Line 3 :     int x, y ;
Line 4 :     int x ;
> 'x' is a duplicate identifier.
Line 5 :     void clear() {
Line 6 :         x = 0 ;
Line 7 :         y = 0 ;
Line 8 :     }
Line 9 : }
```

Input 3

```
class Point {
    int x y ;
}
class Test {
    Point p = new Point()
}
```

Output 3

```
Line 1 : class Point {
Line 2 :     int x
Line 2, 1st char : 11, a syntax error at "y".
Line 3 : }
Line 4 : class Test {
Line 5 :     Point p = new Point() ;
Line 6 : }
```