Compiler Project 3

一、 Type checking rules

資工三 409410029 王美綺

(7, 8, 9, 10 是額外多做功能)

(1) Each variable must be declared before it is used.

(2) Each identifier can be only declared once.

(3) The types of the operands of an operator must be the same.

(4) The types of the two sides of an assignment must be the same.

(5) ==、!=、>=、>、<=、< 等運算的結果，其 type 為 boolean.

(6) if-else、for-loop、while-loop constructs 的 condition 部分，其 type 必須是 boolean，否則為 type error.

(7) printf 參數與變數型態須相同

(8) scanf 參數與變數型態須相同

(9) do while condition 須是 boolean

(10) switch (變數) {case(數字)...}變數和數字的型態須相同
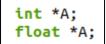
以下有做簡單執行結果顯示與解釋

(1) Each variable must be declared before it is used.

```
int A = 2;

E = A + C;
```

因變數 C 與 E 未宣告，因此會跳 Undeclared 的 error 及因未宣告而導致型態錯誤的加法

```
Error! 7: Undeclared identifier
Error! 7: Undeclared identifier
Error! 7: Type mismatch for the operator + in an expression.
```

(2) Each identifier can be only declared once.

```
int *A;
float *A;
```

因變數 A 重複宣告，所以會跳 Redeclared 的 error

```
Error! 6: Redeclared identifier
```

(3) The types of the operands of an operator must be the same.

(4) The types of the two sides of an assignment must be the same.

```
5        int A[10];
6        int B = 2;
7        float C;
8        float D = 5;
9        int E;
10
11       E = A + B;
12       E = B + D;
13       E = 1 + 0.5;
14       E = 1 + B;
15
```

```
Error! 8: Type mismatch for the two sides of an assignment
Error! 11: Type mismatch for the operator + in an expression.
Error! 12: Type mismatch for the operator + in an expression.
Error! 13: Type mismatch for the operator + in an expression.
```

第 8 行因宣告等號兩邊型態不同而跳 error

第 11 行因為 A 為陣列無法與 int 直接相加

第 12 行因為 E 的型態為 int，但 D 的型態為 float，因此跳 error

第 13 行因為 E 的型態為 int 但右邊卻有小樹的數字，因此跳 error

整體來看支援陣列，等號右邊可以是任何的變數或是數字

(5) == 、!= 、>= 、> 、<= 、< 等運算的結果，其 type 為 boolean.

```
5        bool a;
6        int c;
7
8        a = 2 < 3;
9        c = 1 < 5;
10
```

```
Error! 9: Type mismatch for the logical must return boolean.
```

因為運算結果為 boolean，但第 9 行 C 為 int，因此型態不符，故跳 error

(6) if-else 、for-loop 、while-loop constructs 的 condition 部分，其 type 必須是 boolean，否則為 type error.

- if-else

```
5        bool a;
6        int b = 3;
7        int c = 2;
8
9        a = 2 < 3;
10
11       if(a){
12               printf("%d", b);
13       }
14       else{
15
16               printf("%d", c);
17       }
18
19       if(c){
20               printf("%d", b);
21       }
22       else{
23               printf("%d", c);
24       }
```

因為 if 的 condition 需放 boolean，但在第 19 行的 c 為 int，因為型態錯誤，故跳 error

```
Error! 19: Type mismatch for the logical must return boolean.
```

- **for-loop**

```
 5        int sum;
 6
 7        for(i = 0; i < 5; i ++){
 8                sum = sum + 1;
 9        }
10
11        printf("%d", sum);
12
```

```
Error! 7: Undeclared identifier
Error! 7: Undeclared identifier
Error! 7: Condition return error, must return boolean
Error! 7: Undeclared identifier
```

因 for 裡的 i 未宣告，

第一個 error 為 i = 1 (i 未宣告)

第二個 error 為 i < 5 (i 未宣告)

第三個 error，因未宣告的變數非 boolean 會跳 error

第四個 error 為 i ++ (i 未宣告)

- **while-loop**

```
 5        bool a;
 6        int b = 3;
 7        int c = 2;
 8
 9        a = 2 < 3;
10
11        while(a){
12                printf("%d", b);
13        }
14
15
16        while(c){
17                printf("%d", b);
18        }
19
```

因為 while 的 condition 需放 boolean，但在第 16 行的 c 為 int，因為型態錯誤，故跳 error

```
Error! 16: Type mismatch for the logical must return boolean.
```

(7) printf 參數與變數型態須相同

```
 5        int a = 3;
 6        float b = 2.3;
 7        printf("%f", a);
 8        printf("%d", b);
 9        printf("%d", a);
10        printf("%f", b);
11
```

```
Error! 7: Type mismatch for the printf.
Error! 8: Type mismatch for the printf.
```

第 7 行"%f" 需對應到變數為 float 的型態

第 8 行"%d" 需對應到變數為 int 的型態

（8）scanf 參數與變數型態須相同

```
5        int a;
6        float b;
7        scanf("%f", &a);
8        scanf("%d", &b);
9        scanf("%d", &a);
10       scanf("%f", &b);
```

```
Error! 7: Type mismatch for the scanf.
Error! 8: Type mismatch for the scanf.
```

第 7 行"%f" 需對應到變數為 float 的型態

第 8 行"%d" 需對應到變數為 int 的型態

(9) do while condition 須是 boolean

```
5        bool a;
6        int b = 3;
7        int c = 2;
8
9        a = 2 < 3;
10
11       do{
12               printf("%d", b);
13       }while(a);
14
15
16       do{
17               printf("%d", b);
18       }while(c);
19
```

因為 while 的 condition 需放 boolean，但在第 16 行的 c 為 int，因為型態錯誤，故跳 error

```
Error! 18: Type mismatch for the logical must return boolean.
```

(10) switch (變數) {case(數字)...}變數和數字的型態須相同

```
5        int a = 2;
6
7        switch(a){
8
9                case 0.5:
10                   printf("%d", a);
11                   break;
12               case 2:
13                   printf("%d", a);
14                   break;
15               default:
16                   printf("%d", a);
17                   break;
18                   |
19       }
20
21
22
```

```
Error! 9: Type mismatch for the switch case.
```

因為 a 的型態為 int，但在第 9 行 case()的數字裡是浮點數，因此型態不同會跳 error

提供 test1.c, test2.c, test3.c 之執行結果及解析

- **test1.c**

```c
1 #include <stdio.h>
2
3 void main(){
4
5        int A[10];
6        int B = 2;
7        float C;
8        float D = 5;
9        int E;
10
11       C = D + 2.3;
12       E = 2 + 5 - A;
13
14       printf("%d", C);
15       printf("%d", E);
16
17 }
```

test1.c

```
Error! 8: Type mismatch for the two sides of an assignment
Error! 12: Type mismatch for the operator - in an expression.
Error! 12: Type mismatch for the two sides of an assignment.
Error! 14: Type mismatch for the printf.
```

第 8 行，因資料型態為 float 但 assign 整數，故 error

第 12 行，因 A 為陣列，無法直接與 int 相加，故 error

第 12 行，因 A 為陣列，無法直接與 int 相加，因此也無法 assign，故 error

第 14 行，因 C 為浮點數，不能用 "%d"，故 error

- **test2.c**

```
1 #include <stdio.h>
2
3 void main(){
4
5        int i;
6        float b = 2;
7
8        scanf("%d", &b);
9
10       for(i = 0; i < 19; i ++){
11
12               if(a == 2){
13                       a = a + 1;
14                       printf("%d", i);
15               }
16               else{
17                       b = b + 2;
18                       printf("%d", b);
19               }
20
21
22       }
23
24 }
```

test2.c

```
Error! 6: Type mismatch for the two sides of an assignment
Error! 8: Type mismatch for the scanf.
Error! 12: Undeclared identifier
Error! 12: Condition return error, must return boolean
Error! 13: Undeclared identifier
Error! 13: Type mismatch for the operator + in an expression.
Error! 13: Undeclared identifier
Error! 17: Type mismatch for the operator + in an expression.
Error! 17: Type mismatch for the two sides of an assignment.
Error! 18: Type mismatch for the printf.
```

第 6 行，因資料型態為 float 但 assign 整數，故 error

第 8 行，因 C 為浮點數，不能用"%d"，故 error

第 12 行，因 a 未宣告，故 error

第 12 行，未宣告不是 boolean，故 error

第 13 行，因 a 未宣告，故 error

第 13 行，因 a 未宣告，故無法知道資料型態，因此無法相加，故 error

第 17 行，因 b 為浮點數，無法與整數相加，故 error

第 17 行，因無法相加，所以也無法 assign

第 18 行，因 b 為浮點數，不能用"%d"，故 error

- **test3.c**

```c
 1 #include <stdio.h>
 2
 3 void main(){
 4
 5        int A[10];
 6        int A[10];
 7        bool B;
 8        int C;
 9        int a = 2;
10
11        B = 2 < 3;
12        C = 1 < 5;
13
14        while(B){
15
16                do{
17                        D = D + 1;
18
19
20                }while(C);
21
22        }
23
24        switch(a){
25
26                case 0.5:
27                        printf("%f", a);
28                        break;
29                case 2:
30                        printf("%d", a);
31                        break;
32                default:
33                        printf("%d", C);
34                        break;
35
36        }
37
38 }
```

```
Error! 6: Redeclared identifier
Error! 12: Type mismatch for the logical must return boolean.
Error! 17: Undeclared identifier
Error! 17: Type mismatch for the operator + in an expression.
Error! 17: Undeclared identifier
Error! 20: Type mismatch for the logical must return boolean.
Error! 27: Type mismatch for the printf.
Error! 26: Type mismatch for the switch case.
```

第 6 行，因 A 陣列重複宣告，故 error

第 12 行，因 1<5，應該用 boolean，不能用 int，故 error

第 17 行，因 a 未宣告，故 error

第 17 行，因 a 未宣告，故無法知道資料型態，因此無法相加，故 error

第 20 行，while 裡應該放 boolean，不能放 int，故 error

第 26 行，為 switch 裡的 a 為 int，所以 case 的值應該也要是 int，故 error

第 27 行，因 a 為 int，所以應該用"%d"，故 error

二、C subset

RETURN: 'return';
DEFINE: 'define';
TYPEDEF: 'typedef';
SIZEOF: 'sizeof';
CHAR_TYPE: 'char';
INT_TYPE: 'int';
SHORT_TYPE: 'short';
LONG_TYPE: 'long';
CONST_TYPE: 'const';
FLOAT_TYPE: 'float';
DOUBLE_TYPE: 'double';
UNSIGNED_TYPE: 'unsigned';
SIGNED_TYPE: 'signed';
STRUCT_TYPE: 'struct';
VOID_TYPE: 'void';
STATIC_TYPE: 'static';
VOLATILE_TYPE: 'volatile';
ENUM_TYPE: 'enum';
BOOLEAN_TYPE: 'bool';
COMMENT1: '//'(.)*'\n';
COMMENT2: '/*' (options{greedy=false;}: .)* '*/';
LT_OP: '<';
GT_OP: '>';
LE_OP: '<=';
GE_OP: '>=';
EQ_OP: '==';
NE_OP: '!=';
PLUS_OP: '+';
PP_OP: '++';
MINUS_OP: '-';
MM_OP: '--';
MULTIPLE_OP: '*';
DIVID_OP: '/';
MOD_OP: '%';
RSHIFT_OP: '>>';
LSHIFT_OP: '<<';

```
ASSIGN_OP: '=';
PA_OP: '+=';
MIA_OP: '-=';
MUA_OP: '*=';
DA_OP: '/=';
MOA_OP: '%=';
BITAND_OP: '&';
BITOR_OP: '|';
AND_OP: '&&';
OR_OP: '||';
NOT_OP: '!';
QUESTION_OP: '?';
ARROW_OP: '->';
WAVE_OP: '~';
CARET_OP: '^';
COMMA: ',';
SEMICOLON: ';';
LEFT_PAREM: '(';
RIGHT_PAREM: ')';
LEFT_BRACE: '{';
RIGHT_BRACE: '}';
LEFT_BRACKET: '[';
RIGHT_BRACKET: ']';
DOT: '.';
COLON: ':';
IF: 'if';
ELSE: 'else';
BREAK: 'break';
WHILE: 'while';
EOF_: 'EOF';
FOR: 'for';
DO: 'do';
SWITCH: 'switch';
CASE: 'case';
CONTINUE: 'continue';
DEFAULT: 'default';
MAIN: 'main';
SCANF: 'scanf';
```

```
PRINTF: 'printf';
ALPHA: '\'' 'a'..'z' | 'A'..'Z' '\'';
LITERAL : '"'(options{greedy=false;}: .)* '"';
LITERAL_CHAR: '\''(options{greedy=false;}: .)*'\'';
HEADER: '#'"include <stdio.h>"'\n';
HEADER1: '<stdio.h>';
DEC_NUM: ('0' | ('1'..'9')(DIGIT)*);
ID: (LETTER)(LETTER|DIGIT)*;
fragment LETTER : 'a'..'z' | 'A'..'Z' | '_';
fragment DIGIT : '0'..'9';
FLOAT_NUM: FLOAT_NUM1 | FLOAT_NUM2 | FLOAT_NUM3;
fragment FLOAT_NUM1: (DIGIT)+'.'(DIGIT)*;
fragment FLOAT_NUM2: '.'(DIGIT)+;
fragment FLOAT_NUM3: (DIGIT)+;
NULL: 'null'| '\\0'{$channel=HIDDEN;};
NEW_LINE: '\n'{$channel=HIDDEN;};
WS: (' '|'\r'|'\t')+{$channel=HIDDEN;};
```