



岐阜工業高等専門学校

第 3 回課題

電子制御工学科: 情報処理 I

担当教員: 岡崎 憲一

柴田 健琉 (15(2 年生))

令和 7 年 04 月 30 日

目次

1	はじめに	1
1.1	実行環境	1
2	今回の構文	1
2.1	scanf 関数	1
3	演習 1 – 5	2
3.1	コードリスティング	2
3.2	実行結果	2
4	演習 1 – 6	3
4.1	コードリスティング	3
4.2	実行結果	3
5	演習 1 – 8	4
5.1	コードリスティング	4
5.2	実行結果	4
6	演習 1 – 9	5
6.1	コードリスティング	5
6.2	実行結果	5
7	考察：List 1-11	6
7.1	コードリスティング	6
7.2	実行結果	6
7.3	考察	6
A	付録	7
A.1	Code Hardening - バッファオーバーフロー対策 scanf 編	7

1 はじめに

1.1 実行環境

この課題のプログラムは以下の環境で動作することが確認されている：

- OS: Arch Linux
- CPU アーキテクチャ: x86_64
- C コンパイラ: gcc (GCC) 14.2.1 20250207
- C コンパイラフラグ: -Wall <ソースコード名> -o <プログラム名>

2 今回の構文

2.1 scanf 関数

scanf 関数は標準入力から文字列を読み取り、指定された書式に沿って解釈し、解釈結果の値を指定された場所に保存する。ここでいう場所とは変数のアドレスのことである。書式は printf 関数と同じものである。[1]

scanf 関数

```
1 scanf("<書式>", <変数1へのアドレス>, <変数2へのアドレス>, ...);
```

コラム：標準入出力関数の戻り値

標準入出力関数には void 型を返す関数はほとんど定義されていない。

表 1：主な標準入出力関数の戻り値 [4]

関数	型	概要
scanf 系	int	正常に読み込まれた変数の数、0 または EOF 定数はエラーとなる
printf 系	int	バッファーやストリームに書き込まれた文字の数、負の値はエラーとなる
setbuf, rewind, clearerr, perror	void	これらの関数のみ値を返さない、エラーになり得る処理ではないから

3 演習 1 – 5

プロンプトから読み込んだ整数値に 13 を加えた値を表示するプログラム。

3.1 コードリスティング

演習 1 – 5

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void) {
4      int x = 0;
5
6      printf("Input integer: x=");
7      scanf("%d", &x);
8
9      printf("Result: x+13=%d\n", x + 13);
10
11     return 0;
12 }
```

3.2 実行結果

```
information-processing-1_3rd-class/programs/prog1 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> gcc -Wall main.c -o main

information-processing-1_3rd-class/programs/prog1 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> ./main
Input integer: x = 4
Result: x + 13 = 17

information-processing-1_3rd-class/programs/prog1 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 4s
> ./main
Input integer: x = 67
Result: x + 13 = 80

information-processing-1_3rd-class/programs/prog1 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 4s
> □
```

4 演習 1 – 6

プロンプトから読み込んだ整数値から 7 を減じた値を表示するプログラム。

4.1 コードリスティング

演習 1 – 6

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void) {
4      int x = 0;
5
6      printf("Input integer: x= ");
7      scanf("%d", &x);
8
9      printf("Result: x-7=%d\n", x - 7);
10
11     return 0;
12 }
```

4.2 実行結果

```
information-processing-1_3rd-class/programs/prog2 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> gcc -Wall main.c -o main

information-processing-1_3rd-class/programs/prog2 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> ./main
Input integer: x = 9
Result: x - 7 = 2

information-processing-1_3rd-class/programs/prog2 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 3s
> ./main
Input integer: x = 67
Result: x - 7 = 60

information-processing-1_3rd-class/programs/prog2 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 2s
> □
```

5 演習 1 – 8

プロンプトから読み込んだ 2 つの整数値の積を表示するプログラム。

5.1 コードリスティング

演習 1 – 8

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void) {
4      int n1;
5      int n2;
6
7      printf("Input two integers.\n");
8      printf("Integer n1: ");
9      scanf("%d", &n1);
10     printf("Integer n2: ");
11     scanf("%d", &n2);
12
13     printf("The product of two integers is %d.", n1 * n2);
14
15     return 0;
16 }
```

5.2 実行結果

```
information-processing-1_3rd-class/programs/prog3 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> gcc -Wall main.c -o main

information-processing-1_3rd-class/programs/prog3 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> ./main
Input two integers.
Integer n1: 3
Integer n2: 4
The product of two integers is 12.
information-processing-1_3rd-class/programs/prog3 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 3s
> ./main
Input two integers.
Integer n1: 15
Integer n2: 8
The product of two integers is 120.
information-processing-1_3rd-class/programs/prog3 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 10s
> □
```

6 演習 1 – 9

プロンプトから読み込んだ 3 つの整数値の和を表示するプログラム。

6.1 コードリスティング

演習 1 – 9

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void) {
4      int n1;
5      int n2;
6      int n3;
7
8      printf("Input three integers.\n");
9      printf("Integer n1: ");
10     scanf("%d", &n1);
11     printf("Integer n2: ");
12     scanf("%d", &n2);
13     printf("Integer n3: ");
14     scanf("%d", &n3);
15
16     printf("The sum of three integers is %d.", n1 + n2 + n3);
17
18     return 0;
19 }
```

6.2 実行結果

```
information-processing-1_3rd-class/programs/prog4 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> gcc -Wall main.c -o main

information-processing-1_3rd-class/programs/prog4 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> ./main
Input three integers.
Integer n1: 3
Integer n2: 4
Integer n3: 5
The sum of three integers is 12.
information-processing-1_3rd-class/programs/prog4 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 5s
> ./main
Input three integers.
Integer n1: 30
Integer n2: 15
Integer n3: 55
The sum of three integers is 100.
information-processing-1_3rd-class/programs/prog4 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 9s
> □
```

7 考察：List 1-11

List 1-11 にて、入力に 3.14 や 0.5 などの小数を入力すると出力はどうなるか。

7.1 コードリステイング

考察：List 1-11

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void) {
4      int no;
5
6      printf("Input an integer:");
7      scanf("%d", &no);
8
9      printf("You inputed %d.\n", no);
10
11     return 0;
12 }
```

7.2 実行結果

```
information-processing-1_3rd-class/programs/prog5 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> gcc -Wall main.c -o main

information-processing-1_3rd-class/programs/prog5 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc
> ./main
Input an integer: 3.14
You inputed 3.

information-processing-1_3rd-class/programs/prog5 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 6s
> ./main
Input an integer: 4.8
You inputed 4.

information-processing-1_3rd-class/programs/prog5 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 5s
> ./main
Input an integer: 0.12
You inputed 0.

information-processing-1_3rd-class/programs/prog5 on 主 main [!?] via C v14.2.1-gcc took 3s
> █
```

7.3 考察

入力した全ての小数が繰り下げられている。%d は整数しか表示できず、小数の場合は小数部を切り捨て、整数部のみ表示している。小数を表示したい場合は printf 関数と scanf 関数両方の書式を%f にする必要がある。

A 付録

A.1 Code Hardening - バッファオーバーフロー対策 scanf 編

C 言語は比較的自由な言語だ。しかし自由には責任が伴う。

初学者からベテラン C プログラマーが誰でも 1 度はやらかしてしまう間違いとして文字列の読み込みによるバッファオーバーフローがある。

バッファオーバーフローは静的・動的に割り当てられたメモリー領域外に書き込むことで発生する。

今回の演習課題は整数値を読み込んだが、バッファオーバーフローは起こらないが、整数値オーバーフロー・アンダーフローという別の問題が起こる。しかし、このバグによる影響は比較的小さい。なぜなら、これらの整数は関数のスタック上の変数として決まったサイズでメモリーに割り当てられており、領域外への値の書き込みがないからである。

しかし、ユーザーが入力する文字列となると話が違って来る。バッファに過剰な量のデータが流入することによってバッファオーバーフローが起こり、最悪の場合、バッファ外のデータを侵食・書き換えてしまい、プログラムが誤動作する。[\[3\]](#) 静的に割り当てられた変数のバッファオーバーフローは対処が容易であるが、実行するまでサイズが不明な場合が多い動的に割り当てられた変数の対策はその限りではない。

文字列・配列への範囲外読み書きはユーザーやネットワーク要求からの入力を扱う際にはより注意する必要がある。開発者がすべてのユーザーが指示に従うと思込むのは、はっきり言って愚かである。プログラムはすべてメモリ安全性を第一に考えて書かれるべきである。

実際、このような脆弱性がシステムの全権を取得できてしまう程の問題を簡単なエラーによって引き起こされる場合がある。例えば、「CVE-2021-3156」では Linux 等での非管理者ユーザーが管理者としてファイル編集できるようにする「`sudoedit`」コマンドでは、配列のサイズが 1 つずれただけでバッファオーバーフローを発生させ、認証なしで管理者権限が付与されてしまうバグが存在した。[\[5\]](#)

Python や Java などの多くの高級言語は配列のサイズを超える場所への値の代入はエラーとなりコンパイル時やプログラム実行中に停止するように設計されている。しかし C 言語はそのような設計はプログラム実行中には施されていない。`-Wall` フラグを使用しても警告を出すだけで止めることはしない。^{[1\)](#)}

高級言語の文字列は本体の文字列と共にその長さが記録されているが、C 言語はその長さは記録されず、代わりに終端文字が文字列の終わりを示す。`scanf` や `gets` は終端文字を検出するまで読み込みを続ける。裏を返せば、終端文字を見つける前にバッファが溢れているときでも、範囲外への書き込みを続けてしまうということにも繋がる。

次の例を考える：企業のシステムにて、ユーザーがパスワード (文字列) を入力し、正しければ社員データベースを操作するサブルーチンに変移する。パスワードの入力を司る処理とパスワードを照合する処理は個別にサブルーチンがあるものとする。ユーザーが入力したパスワードは動的に確保した 64 バイトのバッファ領域に書き込まれる。

1) gcc など最近のコンパイラでコンパイルされたプログラムはスタックカナリアと呼ばれる一昔の炭鉱夫が一酸化炭素検出のために使われた鳥のカナリアの様にバッファオーバーフローなどによって関数スタックが破壊された際にプログラムを強制終了させるコードを追加する機能が常に有効化されている物が存在する。なおこの機能はヒープ (動的確保されたメモリ領域) には適応されない。[\[2\]](#)

対策されていないシステムの例

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  #define PASSLEN 65
5
6  void databaseManagement();
7
8  int checkPassword(char* passwd) {
9      char passwd[PASSLEN];
10
11     scanf("%s", passwd);
12
13     return isCorrectPassword(passwd);
14 }
15
16 int main(void) {
17     printf("Database_Login\nPassword: ");
18
19     if (checkPassword())
20         databaseManagement();
21
22     return 0;
23 }
```

この時、システムを悪用したいと企てるハッカーが 65 バイト以上の文字列を渡し、うまくバッファオーバーフローを引き起こさせると、パスワードの入力を司るサブルーチンの戻りアドレスが書き換えられ、照合サブルーチンを介さずに直接データベース管理サブルーチンを実行させる。

scanf 関数での対策はいたってシンプルである：書式を"%<バッファサイズ - 1>s"に変更するだけである。²⁾これによって、読み出す文字数を制限し、バッファオーバーフローを防ぐことができる。

もう一つの方法は C11 規格から追加された scanf_s 関数を代わりに使用することである。scanf_s 関数はオリジナルの scanf 関数に新たにバッファのサイズを受け付ける引数を最後尾に追加し、エラーチェックをより厳密にしたもので、これにより前述の方法と併用しつつ、明示的にバッファサイズを指定することができる。^[1]

scanf 関数の対策例

```
1  // scanf("%s", passwd);
2  scanf("64%s", passwd);
3  passwd[PASSLEN-1] = '\0'; // 終端文字の存在を保証する
4  // C11規格以降のみ
5  scanf_s("64%s", passwd, PASSLEN);
```

2) この-1で終端文字が入るスペースを残す。

References

- [1]Eendy et al. *scanf, fscanf, sscanf, scanf_s, fscanf_s, sscanf_s*. 07/2022. URL: <https://en.cppreference.com/w/c/io/fscanf> (visited on 04/24/2025).
- [2]Low Level. *what ever happend to buffer overflows?* 03/2023. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=z6gdQt8mjn4> (visited on 04/27/2025).
- [3]Low Level. *why do hackers love strings?* 11/2022. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=fjMrDDj47E8> (visited on 04/27/2025).
- [4]Space Mission. *Standard library header <stdio.h>*. 02/2025. URL: <https://en.cppreference.com/w/c/header/stdio> (visited on 04/27/2025).
- [5]CVE Program. *CVE Record: CVE-2021-3156*. CVE Program. 09/2024. URL: <https://www.cve.org/CVERecord?id=CVE-2021-3156> (visited on 04/30/2025).

Last Compiled(UNIX Time): 1745945094