

Debugging

Laboratorio di Programmazione I

Corso di Laurea in Informatica
A.A. 2018/2019



Argomenti del Corso

Ogni lezione consta di una spiegazione assistita da slide, e seguita da esercizi in classe

- Introduzione all'ambiente Linux
- Introduzione al C
- Tipi primitivi e costrutti condizionali
- Costrutti iterativi ed array
- Funzioni, stack e visibilità variabili
- Puntatori e memoria
- Debugging
- Tipi di dati utente
- Liste concatenate e librerie
- Ricorsione

Sommario

- 1 Introduzione al Debugging
- 2 Pensare il Codice
 - Progettazione e Comprensione del Codice
 - Esercizi di Comprensione
- 3 Strategie di Debugging
 - Debugging in compilazione
 - Bug ricorrenti
 - Debugging per stampe

Origine del Termine

- Il termine bug è in uso nel gergo ingegneristico per indicare un difetto di fabbricazione già dal tardo 1800

Origine del Termine

- Il termine bug è in uso nel gergo ingegneristico per indicare un difetto di fabbricazione già dal tardo 1800
- La sua diffusione in ambito informatico si deve a Grace Hopper.. e ad una sfortunata falena

Origine del Termine

- Il termine bug è in uso nel gergo ingegneristico per indicare un difetto di fabbricazione già dal tardo 1800
- La sua diffusione in ambito informatico si deve a Grace Hopper.. e ad una sfortunata falena

9/9

0800 Antam started
1000 " stopped - antam ✓
13°C (033) MP-MC ~~1.8264000~~ ~~2.130476415~~ { 1.2700 9.032847025 }
(033) PRO 2 2.130476415 9.037846895 count
count 2.130676415 4.615925059(-2)

Relays 6-2 in 033 failed special speed test
in relay .. 10,000 test.

Relays changed

1100 Started Cosine Tape (Sine check)
1525 Started Multi-Adder Test.

1545  Relay #70 Panel F
(moth) in relay.

1700/1630 Antam started.
1700 closed down.

First actual case of bug being found.

*Relay 2145
Relay 3376*

Definizione

- Un Bug è un comportamento erraneo o inatteso di un pezzo di software

Definizione

- Un Bug è un comportamento erraneo o inatteso di un pezzo di software
- Causato da
 - Errori di tipo o di sintassi
 - Typos o errori minori
 - Errori di implementazione
 - Errori logici

Definizione

- Un Bug è un comportamento erroneo o inatteso di un pezzo di software
- Causato da
 - Errori di tipo o di sintassi
 - Typos o errori minori
 - Errori di implementazione
 - Errori logici
- Perché il debugging è difficile?
 - Il sintomo non è necessariamente indicativo della causa
 - La riproducibilità può essere problematica
 - Presenza di errori multipli e correlati
 - Eliminare un bug può introdurre di nuovi

Un Approccio Pratico al Debugging

Debugging a tempo di compilazione

- Leggere ed interpretare i messaggi di errore

Un Approccio Pratico al Debugging

Debugging a tempo di compilazione

- Leggere ed interpretare i messaggi di errore

Debugging a tempo di esecuzione

- Progettare e comprendere il codice
- Bug ricorrenti ed errori tipici
- Debugging mediante stampe

Un Approccio Pratico al Debugging

Debugging a tempo di compilazione

- Leggere ed interpretare i messaggi di errore

Debugging a tempo di esecuzione

- Progettare e comprendere il codice
- Bug ricorrenti ed errori tipici
- Debugging mediante stampe

Argomenti avanzati (non per questo corso)

- Uso debugger (e.g. GDB)
- Software testing e controllo versionamento

Un Approccio Pratico al Debugging

Debugging a tempo di compilazione

- Leggere ed interpretare i messaggi di errore

Debugging a tempo di esecuzione

- Progettare e comprendere il codice
- Bug ricorrenti ed errori tipici
- Debugging mediante stampe

Argomenti avanzati (non per questo corso)

- Uso debugger (e.g. GDB)
- Software testing e controllo versionamento

I Bug e la Piattaforma di Autovalutazione

Progettazione

Pensare e progettare la soluzione invece di scriverla d'impulso aiuta a ridurre il tempo passato a debuggare il vostro codice

Progettazione

Pensare e progettare la soluzione invece di scriverla d'impulso aiuta a ridurre il tempo passato a debuggare il vostro codice

- Maggiore comprensione della logica che ispira l'implementazione

Progettazione

Pensare e progettare la soluzione invece di scriverla d'impulso aiuta a ridurre il tempo passato a debuggare il vostro codice

- Maggiore comprensione della logica che ispira l'implementazione
- Maggiore consapevolezza di cosa succede ad ogni passo di esecuzione

Progettazione

Pensare e progettare la soluzione invece di scriverla d'impulso aiuta a ridurre il tempo passato a debuggare il vostro codice

- Maggiore comprensione della logica che ispira l'implementazione
- Maggiore consapevolezza di cosa succede ad ogni passo di esecuzione
- Imparate a progettare su carta prima di scrivere codice: e.g. operazioni sulle liste concatenate

Capire il Codice

Saper eseguire un programma "a mente" o con carta e penna è essenziale per imparare a scovare i Bug

Capire il Codice

Saper eseguire un programma "a mente" o con carta e penna è essenziale per imparare a scovare i Bug

- Sapere quanto vale una variabile dopo l'esecuzione di un comando

Capire il Codice

Saper eseguire un programma "a mente" o con carta e penna è essenziale per imparare a scovare i Bug

- Sapere quanto vale una variabile dopo l'esecuzione di un comando
- Conoscere il valore di una espressione (logica o algebrica)

Capire il Codice

Saper eseguire un programma "a mente" o con carta e penna è essenziale per imparare a scovare i Bug

- Sapere quanto vale una variabile dopo l'esecuzione di un comando
- Conoscere il valore di una espressione (logica o algebrica)
- Capire sotto quali condizioni viene eseguito un comando condizionale o un iteratore

Capire il Codice

Saper eseguire un programma "a mente" o con carta e penna è essenziale per imparare a scovare i Bug

- Sapere quanto vale una variabile dopo l'esecuzione di un comando
- Conoscere il valore di una espressione (logica o algebrica)
- Capire sotto quali condizioni viene eseguito un comando condizionale o un iteratore
- Tenere sotto controllo i riferimenti tra porzioni della memoria prodotti dai puntatori

Programmare “Pulito”

Una corretta **indentazione** e il rispetto delle **regole stilistiche** che vi sono state spiegate aiuta a comprendere più facilmente il codice

Programmare “Pulito”

Una corretta **indentazione** e il rispetto delle **regole stilistiche** che vi sono state spiegate aiuta a comprendere più facilmente il codice

```
float* range_righe(float** matrice, int righe, int
    colonne, float[] range){
float max, min;
int i, j;
for(i=0; i<righe; i++){max=matrice[i][0];
min=matrice[i][0];
for(j=1; j<colonne; j++){_if(matrice[i][j]<min){ min=
    matrice[i][j];
} else{ if(matrice[i][j]>max){max=matrice[i][j];}
}
range[i]=max-min;}
return range;
}
```

Programmare “Pulito”

Una corretta **indentazione** e il rispetto delle **regole stilistiche** che vi sono state spiegate aiuta a comprendere più facilmente il codice

```
float* range_righe(float** matrice, int righe, int
    colonne, float[] range){
float max, min;
int i, j;
for(i=0; i<righe; i++){max=matrice[i][0];
min=matrice[i][0];
for(j=1; j<colonne; j++){_if(matrice[i][j]<min){ min=
    matrice[i][j];
} else{ if(matrice[i][j]>max){max=matrice[i][j];}
}
range[i]=max-min;}
return range;
}
tmp.c:3:69: error: expected `;', `,` or `)` before `range'
float* range_righe(float** matrice, int righe, int colonne, ...
...float[] range){
```

Soluzione: Programmare “Pulito”

Una corretta **indentazione** e il rispetto delle **regole stilistiche** che vi sono state spiegate aiuto a comprendere più facilmente il codice

```
float* range_righe(float** matrice, int righe, int
    colonne, float[] range){
float max, min;
int i, j;
for (i=0; i<righe; i++){max=matrice[i][0];
min=matrice[i][0];
for (j=1; j<colonne; j++){_if (matrice[i][j]<min){ min=
    matrice[i][j];
} else{ if (matrice[i][j]>max){max=matrice[i][j];}}
}
range[i]=max-min;}
return range;
}
```

Con questa indentazione è difficile scovare la parentesi mancante!

Test: Condizioni logiche

Che cosa stampa questo pezzo di codice?

```
int i=0;  
if (i=0)  
    printf("Zero");  
else  
    printf("Uno");
```

Soluzione: Condizioni logiche

Che cosa stampa questo pezzo di codice? **Uno**

```
int i=0;  
if (i=0)  
    printf("Zero");  
else  
    printf("Uno");
```

Test: puntatori

```
int main() {      int a= 10, b;   int *p, *q;
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);
    p = &a;
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
    q=p;
    printf("Dopo q = p; q = %p\n", q);
    *p = 15;
    printf("*p = %d\n", *p);
    *q = 27;
    printf("*q = %d inoltre adesso *p = %d\n", *q, *p);
    a = 10;          b = 15;
    printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
    p = &a;
    printf("Indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
    q = &b;
    printf("Indirizzo di b, cioe' q e' %p\n",q);
    *q = *p;
    printf("Dopo *q = *p; *q = %d\n", *q);
    printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
}
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {  
    int a= 10, b;  
    int *p, *q;  
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);  
}
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {  
    int a= 10, b;  
    int *p, *q;  
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);  
    // Il contenuto di a e' 10
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {  
    int a= 10, b;  
    int *p, *q;  
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);  
    // Il contenuto di a e' 10  
    p = &a;  
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);  
}
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {  
    int a= 10, b;  
    int *p, *q;  
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);  
        // Il contenuto di a e' 10  
    p = &a;  
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);  
        // L'indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {  
    int a= 10, b;  
    int *p, *q;  
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);  
        // Il contenuto di a e' 10  
    p = &a;  
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);  
        // L'indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c  
    q=p;  
    printf("Dopo q = p; q = %p\n", q);  
}
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {  
    int a= 10, b;  
    int *p, *q;  
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);  
        // Il contenuto di a e' 10  
    p = &a;  
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);  
        // L'indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c  
    q=p;  
    printf("Dopo q = p; q = %p\n", q);  
        //Dopo q = p; q = 0x7ffee07deb7c
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {  
    int a= 10, b;  
    int *p, *q;  
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);  
        // Il contenuto di a e' 10  
    p = &a;  
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);  
        // L'indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c  
    q=p;  
    printf("Dopo q = p; q = %p\n", q);  
        //Dopo q = p; q = 0x7ffee07deb7c  
    *p = 15;  
    printf("*p = %d\n", *p);  
}
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {  
    int a= 10, b;  
    int *p, *q;  
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);  
        // Il contenuto di a e' 10  
    p = &a;  
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);  
        // L'indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c  
    q=p;  
    printf("Dopo q = p; q = %p\n", q);  
        //Dopo q = p; q = 0x7ffee07deb7c  
    *p = 15;  
    printf("*p = %d\n", *p);  
        // *p= 15
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {
    int a= 10, b;
    int *p, *q;
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);
        // Il contenuto di a e' 10
    p = &a;
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
        // L'indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
    q=p;
    printf("Dopo q = p; q = %p\n", q);
        //Dopo q = p; q = 0x7ffee07deb7c
    *p = 15;
    printf("*p = %d\n", *p);
        // *p= 15
    *q = 27;
    printf("*q = %d inoltre adesso *p = %d\n", *q, *p);
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {
    int a= 10, b;
    int *p, *q;
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);
        // Il contenuto di a e' 10
    p = &a;
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
        // L'indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
    q=p;
    printf("Dopo q = p; q = %p\n", q);
        //Dopo q = p; q = 0x7ffee07deb7c
    *p = 15;
    printf("*p = %d\n", *p);
        // *p= 15
    *q = 27;
    printf("*q = %d inoltre adesso *p = %d\n", *q, *p);
        // *q = 27, inoltre adesso *p =27
}
```

Soluzione: puntatori - Parte I

```
int main() {
    int a= 10, b;
    int *p, *q;
    printf("Il contenuto di a e' %d\n",a);
        // Il contenuto di a e' 10
    p = &a;
    printf("L'indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
        // L'indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
    q=p;
    printf("Dopo q = p; q = %p\n", q);
        //Dopo q = p; q = 0x7ffee07deb7c
    *p = 15;
    printf("*p = %d\n", *p);
        // *p= 15
    *q = 27;
    printf("*q = %d inoltre adesso *p = %d\n", *q, *p);
        // *q = 27, inoltre adesso *p =27
    ...
}
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;                b = 15;  
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;                b = 15;  
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);  
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 15
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;                b = 15;  
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);  
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 15  
p = &a;  
printf("Indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;                b = 15;
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 15
p = &a;
printf("Indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
    // Indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;                b = 15;
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 15
p = &a;
printf("Indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
    // Indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
q = &b;
printf("Indirizzo di b, cioe' q e' %p\n",q);
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;                b = 15;
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 15
p = &a;
printf("Indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
    // Indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
q = &b;
printf("Indirizzo di b, cioe' q e' %p\n",q);
    // Indirizzo di b, cioe' q e' 0x7ffee07deb78
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;                b = 15;
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 15
p = &a;
printf("Indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
    // Indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
q = &b;
printf("Indirizzo di b, cioe' q e' %p\n",q);
    // Indirizzo di b, cioe' q e' 0x7ffee07deb78
*q = *p;
printf("Dopo *q = *p; *q = %d\n", *q);
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;                b = 15;
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 15
p = &a;
printf("Indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
    // Indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
q = &b;
printf("Indirizzo di b, cioe' q e' %p\n",q);
    // Indirizzo di b, cioe' q e' 0x7ffee07deb78
*q = *p;
printf("Dopo *q = *p; *q = %d\n", *q);
    // Dopo *q = *p; *q = 10
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;          b = 15;
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 15
p = &a;
printf("Indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
    // Indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
q = &b;
printf("Indirizzo di b, cioe' q e' %p\n",q);
    // Indirizzo di b, cioe' q e' 0x7ffee07deb78
*q = *p;
printf("Dopo *q = *p; *q = %d\n", *q);
    // Dopo *q = *p; *q = 10
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
```

Soluzione: puntatori - Parte II

```
a = 10;          b = 15;
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 15
p = &a;
printf("Indirizzo di a, cioe' p e' %p\n",p);
    // Indirizzo di a, cioe' p e' 0x7ffee07deb7c
q = &b;
printf("Indirizzo di b, cioe' q e' %p\n",q);
    // Indirizzo di b, cioe' q e' 0x7ffee07deb78
*q = *p;
printf("Dopo *q = *p; *q = %d\n", *q);
    // Dopo *q = *p; *q = 10
printf("Contenuto di a e' %d e di b e' %d\n",a,b);
    //Contenuto di a e' 10 e di b e' 10
}
```

Test: puntatori e array

```
int main() {  
    float V[8]={1.1,2.2,3.3,4.4,5.5,6.6,7.7,8.8};  
    int k;  
    float *p, *q, *r;  
    r = &V[1];  
    p=V+7;  
    q=p-2;  
    k=p-q;  
    printf("%f , \t%f , \t%d\n",*p, *q, k);  
}
```

Soluzione: puntatori e array

```
int main() {  
    float V[8]={1.1 ,2.2 ,3.3 ,4.4 ,5.5 ,6.6 ,7.7 ,8.8};  
    int k;  
    float *p, *q, *r;  
    r = &V[1];  
    p=V+7;  
    q=p-2;  
    k=p-q;  
    printf ("%f , \t%f , \t%d\n" ,*p, *q, k);  
}
```

Soluzione: puntatori e array

```
int main() {  
    float V[8]={1.1 ,2.2 ,3.3 ,4.4 ,5.5 ,6.6 ,7.7 ,8.8};  
    int k;  
    float *p, *q, *r;  
    r = &V[1];  
    p=V+7;  
    q=p-2;  
    k=p-q;  
    printf ("%f ,\ t%f ,\ t%d\n" ,*p, *q, k);  
}
```

0	1.1		
1	2.2	←	<input type="checkbox"/> r
2	3.3		
3	4.4		<input type="checkbox"/> k
4	5.5		
5	6.6	←	<input type="checkbox"/> q
6	7.7		
7	8.8	←	<input type="checkbox"/> p

Debugging di errori a tempo di compilazione

- Tendenzialmente più facile del debugging degli errori a run-time
- A patto che sappiate interpretare i messaggi di errore

Debugging di errori a tempo di compilazione

- Tendenzialmente più facile del debugging degli errori a run-time
- A patto che sappiate interpretare i messaggi di errore

Chi genera questo errore?

```
int main(void)
/* Print "hello, world" to stdout and return 0. */
{
printf("hello, world\n");
return 0;
}
```

```
tmp.c:3:1: error: unterminated comment
/* Print "hello, world" to stdout and return 0. */
^
tmp.c: In function 'main':
tmp.c:2:1: error: expected '{' at end of input
int main(void)
^
```

Debugging di errori a tempo di compilazione

- Tendenzialmente più facile del debugging degli errori a run-time
- A patto che sappiate interpretare i messaggi di errore

Chi genera questo errore? **Preprocessore**

```
int main(void)
/* Print "hello, world" to stdout and return 0. */
{
printf("hello, world\n");
return 0;
}
```

```
tmp.c:3:1: error: unterminated comment
/* Print "hello, world" to stdout and return 0. */
^
tmp.c: In function 'main':
tmp.c:2:1: error: expected '{' at end of input
int main(void)
^
```

Debugging di errori a tempo di compilazione

- Tendenzialmente più facile del debugging degli errori a run-time
- A patto che sappiate interpretare i messaggi di errore

Chi genera questo errore?

Debugging di errori a tempo di compilazione

- Tendenzialmente più facile del debugging degli errori a run-time
- A patto che sappiate interpretare i messaggi di errore

Chi genera questo errore?

```
int main(void)
/* Print "hello, world" to stdout and return 0. */
{
printf("hello, world\n");
returnn 0;
}
```

```
tmp.c: In function 'main':
tmp.c:6:1: error: 'returnn' undeclared (first use in this function)
  returnn 0;
tmp.c:6:1: note: each undeclared identifier is reported only once for
tmp.c:6:9: error: expected ';' before numeric constant
```

Debugging di errori a tempo di compilazione

- Tendenzialmente più facile del debugging degli errori a run-time
- A patto che sappiate interpretare i messaggi di errore

Chi genera questo errore? **Compilatore**

```
int main(void)
/* Print "hello, world" to stdout and return 0. */
{
printf("hello, world\n");
returnn 0;
}
```

```
tmp.c: In function 'main':
tmp.c:6:1: error: 'returnn' undeclared (first use in this function)
  returnn 0;
tmp.c:6:1: note: each undeclared identifier is reported only once for
tmp.c:6:9: error: expected ';' before numeric constant
```

Debugging di errori a tempo di compilazione

- Tendenzialmente più facile del debugging degli errori a run-time
- A patto che sappiate interpretare i messaggi di errore

Chi genera questo errore?

Debugging di errori a tempo di compilazione

- Tendenzialmente più facile del debugging degli errori a run-time
- A patto che sappiate interpretare i messaggi di errore

Chi genera questo errore?

```
int main(void)
/* Print "hello, world" to stdout and return 0. */
{
printf("hello, world\n");
return 0;
}
```

```
/tmp/cc2t8xpz.o: In function `main':
tmp.c:(.text+0xf): undefined reference to `printf'
collect2: error: ld returned 1 exit status
```

Debugging di errori a tempo di compilazione

- Tendenzialmente più facile del debugging degli errori a run-time
- A patto che sappiate interpretare i messaggi di errore

Chi genera questo errore? **Linker**

```
int main(void)
/* Print "hello, world" to stdout and return 0. */
{
printf("hello, world\n");
return 0;
}
```

```
/tmp/cc2t8xpz.o: In function `main':
tmp.c:(.text+0xf): undefined reference to `printf'
collect2: error: ld returned 1 exit status
```

Attenzione ai messaggi di GCC

- Capire quale componente sta generando il messaggio restringe il campo dei possibili errori

Attenzione ai messaggi di GCC

- Capire quale componente sta generando il messaggio restringe il campo dei possibili errori
- Il messaggio riporta la posizione nel file in corrispondenza della quale è stato generato l'errore

Attenzione ai messaggi di GCC

- Capire quale componente sta generando il messaggio restringe il campo dei possibili errori
- Il messaggio riporta la posizione nel file in corrispondenza della quale è stato generato l'errore
- Non sempre il bug si trova in quella posizione
 - Quello è solo il punto in cui GCC si è "confuso"

Attenzione ai messaggi di GCC

- Capire quale componente sta generando il messaggio restringe il campo dei possibili errori
- Il messaggio riporta la posizione nel file in corrispondenza della quale è stato generato l'errore
- Non sempre il bug si trova in quella posizione
 - Quello è solo il punto in cui GCC si è "confuso"
 - L'errore dovrebbe trovarsi prima della posizione riportata nel messaggio (ma non sempre è così)

Attenzione ai messaggi di GCC

- Capire quale componente sta generando il messaggio restringe il campo dei possibili errori
- Il messaggio riporta la posizione nel file in corrispondenza della quale è stato generato l'errore
- Non sempre il bug si trova in quella posizione
 - Quello è solo il punto in cui GCC si è "confuso"
 - L'errore dovrebbe trovarsi prima della posizione riportata nel messaggio (ma non sempre è così)
- Un errore maschera quello successivo

Errori ricorrenti

Esperienza ed esercizio sviluppano l'occhio per gli errori ricorrenti

```
int giorno , pari ;  
...  
switch (giorno) {  
    case 1:  
        printf("Lunedì\n");  
        pari=0;  
        break;  
    case 2:  
        printf("Martedì\n");  
        pari=1;  
    case 3:  
        printf("Mercoledì\n");  
        pari=0;  
        break;  
    ...  
}
```

Errori ricorrenti

Esperienza ed esercizio sviluppano l'occhio per gli errori ricorrenti

```
int i, j, a[15];  
...  
if (i = 15) {  
    for (j=0; j<=i; j++) scanf("%d", a[i]);  
};
```

Errori ricorrenti

Esperienza ed esercizio sviluppano l'occhio per gli errori ricorrenti

```
int i, j, a[15];  
...  
if (i = 15) {  
    for (j=0; j<=i; j++) scanf("%d", a[i]);  
};
```

```
if (0 < i < 15) {  
    for (j=0; j<=i; j++) scanf("%d", a[i]);  
};
```

Errori ricorrenti

Esperienza ed esercizio sviluppano l'occhio per gli errori ricorrenti

```
int i, j, a[15];  
...  
if (i = 15) {  
    for (j=0; j<=i; j++) scanf("%d", a[i]);  
};
```

```
if (0 < i < 15) {  
    for (j=0; j<=i; j++) scanf("%d", a[i]);  
};
```

```
if (i & j) {  
    ...  
};
```

Errori ricorrenti

Esperienza ed esercizio sviluppano l'occhio per gli errori ricorrenti

```
float mengoli(int N){  
    int i;  
    float serie;  
    for (i=0;i<N;i++) serie +=1/(i*(i+1));  
    return serie;  
}
```

Usare stampe (a schermo) per il debugging

Impariamo ad usare i messaggi sullo schermo per determinare se il codice sta facendo quello che ci aspettiamo

Usare stampe (a schermo) per il debugging

Impariamo ad usare i messaggi sullo schermo per determinare se il codice sta facendo quello che ci aspettiamo

- Come stampare?
- Quando stampare?
- Che cosa stampare?

Come Stampare?

- La prima risposta che vi dovrebbe venire in mente:

Come Stampare?

- La prima risposta che vi dovrebbe venire in mente:
 - `printf("Bug qui?");`

Come Stampare?

- La prima risposta che vi dovrebbe venire in mente:
 - `printf("Bug qui?");`
 - **Male:** La `printf` è bufferizzata quindi l'output potrebbe non essere mostrato anche se il programma scoppia dopo la `printf`.

Come Stampare?

- La prima risposta che vi dovrebbe venire in mente:
 - `printf("Bug qui?");`
 - **Male:** La `printf` è bufferizzata quindi l'output potrebbe non essere mostrato anche se il programma scoppia dopo la `printf`.
- `printf("Bug qui?\n");`

Come Stampare?

- La prima risposta che vi dovrebbe venire in mente:
 - `printf("Bug qui?");`
 - **Male:** La `printf` è bufferizzata quindi l'output potrebbe non essere mostrato anche se il programma scoppia dopo la `printf`.
- `printf("Bug qui?\n");`
 - **Poco meglio:** Il newline provoca lo svuotamento del buffer, ma non immediato.

Come Stampare?

- La prima risposta che vi dovrebbe venire in mente:
 - `printf("Bug qui?");`
 - **Male:** La `printf` è bufferizzata quindi l'output potrebbe non essere mostrato anche se il programma scoppia dopo la `printf`.
- `printf("Bug qui?\n");`
 - **Poco meglio:** Il newline provoca lo svuotamento del buffer, ma non immediato.
- `printf("Bug qui?\n"); fflush(stdout);`

Come Stampare?

- La prima risposta che vi dovrebbe venire in mente:
 - `printf("Bug qui?");`
 - **Male:** La `printf` è bufferizzata quindi l'output potrebbe non essere mostrato anche se il programma scoppia dopo la `printf`.
- `printf("Bug qui?\n");`
 - **Poco meglio:** Il newline provoca lo svuotamento del buffer, ma non immediato.
- `printf("Bug qui?\n"); fflush(stdout);`
 - **Meglio:** `fflush` forza lo svuotamento del buffer.

Come Stampare?

- La prima risposta che vi dovrebbe venire in mente:
 - `printf("Bug qui?");`
 - **Male:** La `printf` è bufferizzata quindi l'output potrebbe non essere mostrato anche se il programma scoppia dopo la `printf`.
- `printf("Bug qui?\n");`
 - **Poco meglio:** Il newline provoca lo svuotamento del buffer, ma non immediato.
- `printf("Bug qui?\n"); fflush(stdout);`
 - **Meglio:** `fflush` forza lo svuotamento del buffer.
- `fprintf(stderr, "Bug qui?\n");`

Come Stampare?

- La prima risposta che vi dovrebbe venire in mente:
 - `printf("Bug qui?");`
 - **Male:** La `printf` è bufferizzata quindi l'output potrebbe non essere mostrato anche se il programma scoppia dopo la `printf`.
- `printf("Bug qui?\n");`
 - **Poco meglio:** Il newline provoca lo svuotamento del buffer, ma non immediato.
- `printf("Bug qui?\n"); fflush(stdout);`
 - **Meglio:** `fflush` forza lo svuotamento del buffer.
- `fprintf(stderr, "Bug qui?\n");`
 - **Ancora meglio:** lo `stderr` non è buffered.

Quando Stampare?

- Utilizzate le stampe per capire se il flusso di controllo del programma è quello che vi aspettate

Quando Stampare?

- Utilizzate le stampe per capire se il flusso di controllo del programma è quello che vi aspettare
- Esecuzione dei rami `then` ed `else` del comando condizionale

```
if (condizione_difficilissima) {  
    fprintf(stderr, "Ramo Then");  
    ...  
} else {  
    fprintf(stderr, "Ramo Else");  
    ...  
}
```

Quando Stampare?

- Utilizzate le stampe per capire se il flusso di controllo del programma è quello che vi aspettate
- Esecuzione dei rami `then` ed `else` del comando condizionale

```
if (condizione_difficilissima) {  
    fprintf(stderr, "Ramo Then");  
    ...  
} else {  
    fprintf(stderr, "Ramo Else");  
    ...  
}
```

- Per controllare ingresso ed uscita dai cicli
 fprintf(stderr, "Prima del while");
 while (condizione_sempre_vera) {
 fprintf(stderr, "Dentro while");
 ...
 }
 fprintf(stderr, "Dopo il while");

Quando Stampare?

- Cicli e comandi condizionali possono essere annidati

```
fprintf(stderr, "Prima del while 1");  
while (condizione1) {  
    fprintf(stderr, "-> Dentro while 1");  
    while (condizione2) {  
        fprintf(stderr, "----> Dentro while 2");  
        ...  
    }  
    fprintf(stderr, "-> Dopo while 1");  
    if (condizione3) {  
        fprintf(stderr, "----> Dentro Then");  
    }  
    ...  
}  
fprintf(stderr, "Dopo while 1");
```

Quando Stampare?

- Cicli e comandi condizionali possono essere annidati

```
fprintf(stderr, "Prima del while 1");  
while (condizione1) {  
    fprintf(stderr, "-> Dentro while 1");  
    while (condizione2) {  
        fprintf(stderr, "----> Dentro while 2");  
        ...  
    }  
    fprintf(stderr, "-> Dopo while 1");  
    if (condizione3) {  
        fprintf(stderr, "----> Dentro Then");  
    }  
    ...  
}  
fprintf(stderr, "Dopo while 1");
```

- Evitate di stampare troppo o non ci capirete nulla: procedete al debugging in maniera incrementale

Cosa Stampare?

- Il contenuto delle variabili per assicurarsi che sia quello che vi aspettate

```
int i, N=10, a[N];  
...  
for (i=N;i>0; i--) {  
    fprintf(stderr, "Valore a[%d] = %d", i, a[i]);  
    ...  
}
```

Cosa Stampare?

- Il contenuto delle variabili per assicurarsi che sia quello che vi aspettate

```
int i, N=10, a[N];  
...  
for (i=N;i>0; i--) {  
    fprintf(stderr, "Valore a[%d] = %d", i, a[i]);  
    ...  
}
```

- Il valore delle variabili coinvolte in guardie condizionali o di comandi iterativi

```
printf("Guardia: %d, i: %d", 0 < i && i < 15, i);  
if (0 < i && i < 15) {  
    ...  
};
```

Cosa Stampare?

- Le variabili puntatore a lista per diagnosticare problemi di memoria

```
ListaDiElementi curr = head;  
...  
while (condizione_per_scorrere_la_lista) {  
    if (curr == NULL) fprintf(stderr, "Curr->NULL!!!");  
    curr->info = abs(curr->info);  
}
```

Cosa Stampare?

- Le variabili puntatore a lista per diagnosticare problemi di memoria

```
ListaDiElementi curr = head;
```

```
...
```

```
while (condizione_per_scorrere_la_lista) {  
    if (curr == NULL) fprintf(stderr, "Curr->NULL!!!");  
    curr->info = abs(curr->info);  
}
```

- Altre cose interessanti da stampare:

Cosa Stampare?

- Le variabili puntatore a lista per diagnosticare problemi di memoria

```
ListaDiElementi curr = head;
```

```
...
```

```
while (condizione_per_scorrere_la_lista) {  
    if (curr == NULL) fprintf(stderr, "Curr->NULL!!!");  
    curr->info = abs(curr->info);  
}
```

- Altre cose interessanti da stampare:
 - Parametri attuali delle funzioni

Cosa Stampare?

- Le variabili puntatore a lista per diagnosticare problemi di memoria

```
ListaDiElementi curr = head;
```

```
...
```

```
while (condizione_per_scorrere_la_lista) {  
    if (curr == NULL) fprintf(stderr, "Curr->NULL!!!");  
    curr->info = abs(curr->info);  
}
```

- Altre cose interessanti da stampare:
 - Parametri attuali delle funzioni
 - Valori delle variabili modificate in un ciclo e usate dopo l'esecuzione del ciclo

Cosa Stampare?

- Le variabili puntatore a lista per diagnosticare problemi di memoria

```
ListaDiElementi curr = head;
```

```
...
```

```
while (condizione_per_scorrere_la_lista) {  
    if (curr == NULL) fprintf(stderr, "Curr->NULL!!!");  
    curr->info = abs(curr->info);  
}
```

- Altre cose interessanti da stampare:
 - Parametri attuali delle funzioni
 - Valori delle variabili modificate in un ciclo e usate dopo l'esecuzione del ciclo
 - Contenuto dei campi info degli elementi di lista su cui operate (prima e dopo l'operazione)

Cosa Stampare?

- Le variabili puntatore a lista per diagnosticare problemi di memoria

```
ListaDiElementi curr = head;  
...  
while (condizione_per_scorrere_la_lista) {  
    if (curr == NULL) fprintf(stderr, "Curr->NULL!!!");  
    curr->info = abs(curr->info);  
}
```

- Altre cose interessanti da stampare:
 - Parametri attuali delle funzioni
 - Valori delle variabili modificate in un ciclo e usate dopo l'esecuzione del ciclo
 - Contenuto dei campi info degli elementi di lista su cui operate (prima e dopo l'operazione)
 - Contenuto delle aree di memoria soggette a dereferenziazione (per vedere se state effettivamente accedendo al contenuto o ad un puntatore)

La Piattaforma di Autovalutazione (PdA)

- Se la PdA vi da un errore:

La Piattaforma di Autovalutazione (PdA)

- Se la PdA vi da un errore:
 - Identificate i test-case errati: possono essere tutti o solo una parte

La Piattaforma di Autovalutazione (PdA)

- Se la PdA vi da un errore:
 - Identificate i test-case errati: possono essere tutti o solo una parte
 - Scaricate i test case e provate in locale quelli con errori usando le tecniche di debug viste oggi

La Piattaforma di Autovalutazione (PdA)

- Se la PdA vi da un errore:
 - Identificate i test-case errati: possono essere tutti o solo una parte
 - Scaricate i test case e provate in locale quelli con errori usando le tecniche di debug viste oggi
 - I test case spesso testano le condizioni limite: e.g. lista vuota, inserimento di molti elementi, inserimenti in testa o in lista vuota, etc.

La Piattaforma di Autovalutazione (PdA)

- Se la PdA vi da un errore:
 - Identificate i test-case errati: possono essere tutti o solo una parte
 - Scaricate i test case e provate in locale quelli con errori usando le tecniche di debug viste oggi
 - I test case spesso testano le condizioni limite: e.g. lista vuota, inserimento di molti elementi, inserimenti in testa o in lista vuota, etc.
- In locale mi funziona tutto ma la PdA mi da errore (a.k.a. la maestra ce l'ha con me!)

La Piattaforma di Autovalutazione (PdA)

- Se la PdA vi da un errore:
 - Identificate i test-case errati: possono essere tutti o solo una parte
 - Scaricate i test case e provate in locale quelli con errori usando le tecniche di debug viste oggi
 - I test case spesso testano le condizioni limite: e.g. lista vuota, inserimento di molti elementi, inserimenti in testa o in lista vuota, etc.
- In locale mi funziona tutto ma la PdA mi da errore (a.k.a. la maestra ce l'ha con me!)
 - Rassegnatevi: c'è un errore

La Piattaforma di Autovalutazione (PdA)

- Se la PdA vi da un errore:
 - Identificate i test-case errati: possono essere tutti o solo una parte
 - Scaricate i test case e provate in locale quelli con errori usando le tecniche di debug viste oggi
 - I test case spesso testano le condizioni limite: e.g. lista vuota, inserimento di molti elementi, inserimenti in testa o in lista vuota, etc.
- In locale mi funziona tutto ma la PdA mi da errore (a.k.a. la maestra ce l'ha con me!)
 - Rassegnatevi: c'è un errore
 - Tipicamente è dovuto ad un utilizzo errato della memoria che in locale non si mostra perchè avendo molta memoria a disposizione non generate il segmentation fault (ma sulla PdA si)

La Piattaforma di Autovalutazione (PdA)

- Se la PdA vi da un errore:
 - Identificate i test-case errati: possono essere tutti o solo una parte
 - Scaricate i test case e provate in locale quelli con errori usando le tecniche di debug viste oggi
 - I test case spesso testano le condizioni limite: e.g. lista vuota, inserimento di molti elementi, inserimenti in testa o in lista vuota, etc.
- In locale mi funziona tutto ma la PdA mi da errore (a.k.a. la maestra ce l'ha con me!)
 - Rassegnatevi: c'è un errore
 - Tipicamente è dovuto ad un utilizzo errato della memoria che in locale non si mostra perchè avendo molta memoria a disposizione non generate il segmentation fault (ma sulla PdA si)
 - A volte generato da utilizzo di un gergo non ANSI-C: e.g. niente dichiarazioni C++ style nelle guardie dei for