Debugger

Marco Alberti

Dipartimento
di Matematica
e Informatica

Università
degli Studi
di Ferrara

Programmazione e Laboratorio, A.A. 2024-2025

Ultima modifica: 6 dicembre 2023

Sommario

Bug (o errori di programmazione)

- Gli errori di sintassi impediscono la compilazione del programma
- Anche i programmi sintatticamente corretti possono contenere errori, detti bug o errori logici, che causano malfunzionamenti (cioè effetti imprevisti e generalmente indesiderati) del programma eseguibile.
- Generalmente, l'utente nota la presenza di bug a causa di output diversi da quelli che si aspetta.
- Individuare e correggere i bug è un'attività complessa (soprattutto in programmi grandi), che impiega buona parte del tempo dei programmatori.

Esempio

Scrivere un programma che richieda all'utente due numeri interi a e b e stampi l'equazione $a + b = c$, dove c è la somma di a e b.

045_debugger/bug.c

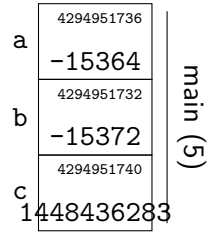
```
1  #include <stdio.h>
2
3  main() {
4    int a, b, c;
5    scanf("%d%d", &a, &b);
6    c = a += b;
7    printf("%d + %d = %d\n", a, b, c);
8  }
```

Ricerca di bug

- Se un programma stampa qualcosa di sbagliato, non è detto che l'errore sia nell'istruzione di stampa!
- In generale, gli output imprevisti (cioè la manifestazione di bug visibili agli utenti) sono originati da stati imprevisti della macchina astratta.
- In altre parole, se c'è un bug la sequenza di stati della macchina astratta sarà diversa da quella che si aspetta il programmatore.
- Esaminando gli stati della macchina astratta, il programmatore può individuare il primo che si discosta dalla sequenza prevista, e concentrarsi sulle parti del codice che l'hanno generato.

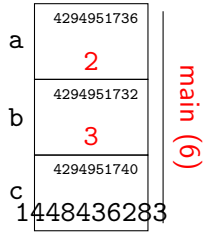
Bug

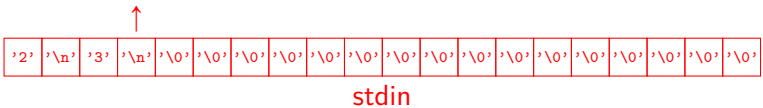
```
1  #include <stdio.h>
2
3  main() {
4    int a, b, c;
5    scanf("%d%d", &a, &b);
6    c = a += b;
7    printf("%d + %d = %d\n", a, b, c);
8  }
```



Bug

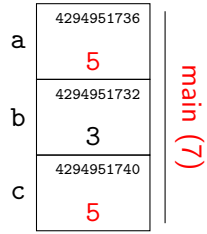
```
1  #include <stdio.h>
2
3  main() {
4    int a, b, c;
5    scanf("%d%d", &a, &b);
6    c = a += b;
7    printf("%d + %d = %d\n", a, b, c);
8  }
```

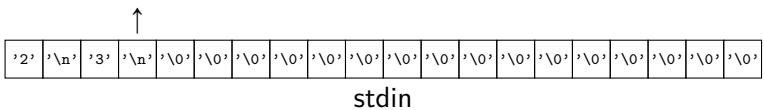




Bug

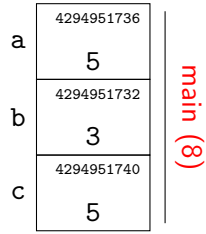
```
1  #include <stdio.h>
2
3  main() {
4    int a, b, c;
5    scanf("%d%d", &a, &b);
6    c = a += b;
7    printf("%d + %d = %d\n", a, b, c);
8  }
```

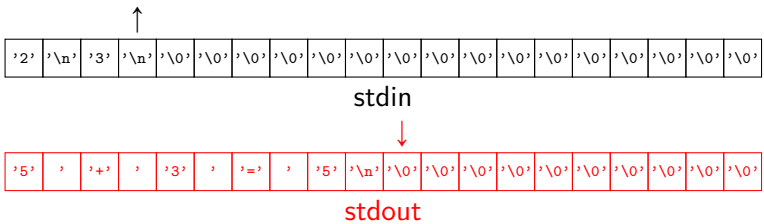




Bug

```
1  #include <stdio.h>
2
3  main() {
4    int a, b, c;
5    scanf("%d%d", &a, &b);
6    c = a += b;
7    printf("%d + %d = %d\n", a, b, c);
8  }
```





Sommario

Che cos'è un debugger

Il debugger è un programma che consente di eseguire in modo controllato un altro programma, esaminando lo stato della macchina astratta e facilitando la ricerca delle cause di malfunzionamento (*bug*).
Funzionalità tipiche:

- Valutazione di espressioni
- Esecuzione passo-passo (stepping)
- Interruzione in punti predefiniti (breakpoint)
- Interruzione in caso di modifica del valore di determinate variabili (watchpoint)

GDB

Il debugger per programmi in C più comune in ambiente Unix è il comando GDB (Gnu DeBugger).
Documentazione:

- Guida in linea
- `man gdb`
- `info gdb`
- *cheat sheet*: `http://darkdust.net/files/GDB%20Cheat%20Sheet.pdf`

Valutazione di espressioni

`print __espressione__`

visualizza il risultato della valutazione di `__espressione__`.

Esempio

`p 2 + 10` visualizza il risultato dell'espressione `2 + 10`.

Questa funzionalità consente di valutare rapidamente delle espressioni senza doverle inserire in un programma, come invece era richiesto in alcuni esercizi delle lezioni precedenti.

b

Compilazione con informazioni di debug

L'opzione `-g` del comando `gcc`

(eventualmente combinata con altre opzioni) inserisce nel codice generato le informazioni di debug, necessarie per esaminare il programma quando lo si esegue nel debugger.

Esempio

`gcc -g __nome__.c` compila con informazioni di debug il file `__nome.c__`, generando l'eseguibile `a.out`.

Esercizio

Compilare con informazioni di debug il seguente programma.

045_debugger/bug.c

```
1  #include <stdio.h>
2
3  main() {
4    int a, b, c;
5    scanf("%d%d", &a, &b);
6    c = a += b;
7    printf("%d + %d = %d\n", a, b, c);
8  }
```

Sommario

Avvio e chiusura del debugger

`gdb __eseguibile__`

apre il debugger caricando il programma `__eseguibile__`.

Ora il debugger è in attesa di comandi.

`file __eseguibile__`

carica il programma `__eseguibile__` (utile ad esempio se si è invocato `gdb` senza argomenti).

Esercizio

Caricare il programma compilato nell'esercizio alla slide 8.

`quit`

chiude il debugger.

Abbreviazioni ed help in linea

Abbreviazioni

In generale tutti i comandi di GDB ammettono qualsiasi abbreviazione non ambigua (ad esempio `quit` può essere abbreviato con `q`, `qu` o `qui`).

`help`

visualizza la guida in linea.

Avvio

`run`

avvia il programma.

Esercizio

Caricare ed eseguire il programma compilato nell'esercizio alla slide 8.

Visualizzazione codice

`list`

visualizza le 10 righe di codice attorno alla prossima che verrà eseguita.

`list __numero_riga__`

visualizza le 10 righe di codice attorno a `__numero_riga__`.

Breakpoint

`break __nome_funzione__`

imposta un breakpoint all'inizio della funzione `__nome_funzione__` (cioè l'esecuzione sarà interrotta all'inizio dell'esecuzioe di `__nome_funzione__`).

Esempio

`b main` imposta un breakpoint all'inizio del programma

`break __numero_riga__`

imposta un breakpoint alla riga numero `__numero_riga__`.

Esempio

`b 5` imposta un breakpoint alla riga `5`.

Breakpoint condizionali

`if __condizione__`

dove `__condizione__` è un'espressione logica, aggiunto all'impostazione di un breakpoint fa sì che l'esecuzione si interrompa solo se `__condizione__` ha valore vero.

Esempio

`b 25 if i == 5` interrompe l'esecuzione alla riga `25` se `i == 5` è vero.

Visualizzazione ed eliminazione breakpoint

info breakpoints

mostra i breakpoint impostati, numerati.

delete breakpoint `__n__`

elimina il breakpoint numero `__n__`.

Continuazione

`continue`

riprende l'esecuzione interrotta di un programma, fino al successivo breakpoint.

Esecuzione passo-passo

`step`

esegue una singola istruzione (eventualmente entrando nel codice delle funzioni chiamate).

`next`

esegue una singola istruzione (completando in un passo unico un'eventuale chiamata di funzione).

Valutazione espressioni

Abbiamo visto che

`print __espressione__`

visualizza il risultato della valutazione di `__espressione__` .

`__espressione__` può ovviamente contenere espressioni variabili; la valutazione utilizza il valore attuale delle variabili.

Esempio

`p a` visualizza il contenuto della variabile `a`.
`p a + 10` visualizza il risultato dell'espressione `a + 10`.

`info locals`

elenca, con il loro valore, tutte le variabili locali.

Esercizio

Eseguire passo-passo l'intero programma della slide 8, valutando le variabili a ogni passo.

Watchpoints

`watch __espressione__`

interrompe l'esecuzione ogni volta che `__espressione__` cambia di valore.

Esempio

`watch a` interrompe l'esecuzione quando la variabile `a` cambia di valore.
`watch a + b` interrompe quando l'espressione `a + b` cambia di valore.

Esercizio

Impostare nel programma alla slide 8 un watchpoint che fermi l'esecuzione quando viene assegnata la variabile `a`. Rilevare quando `a` viene assegnata in modo inatteso.

Sommario

Utilizzo di GDB dentro Visual Studio Code

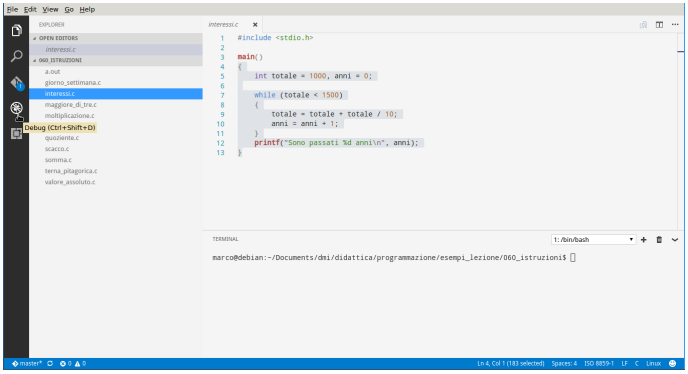
Visual Studio Code consente il debugging di un programma con i principali comandi di GDB dalla stessa finestra di editing del codice sorgente.
In particolare è possibile:

- Eseguire passo-passo vedendo nel codice sorgente l'istruzione eseguita
- Impostare breakpoint nel codice sorgente
- Visualizzare i valori delle variabili locali di una funzione

Informazioni dettagliate: `https://code.visualstudio.com/docs/languages/cpp`.

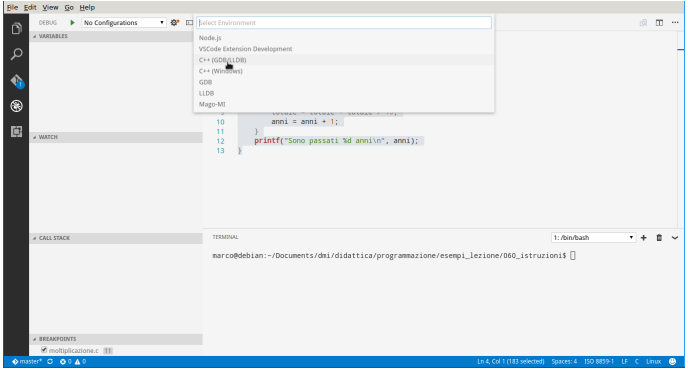
Finestra di debug

La finestra di debug si richiama con la combinazione CTRL+SHIFT+D o con l'apposita icona.



Impostazione di Visual Studio Code per debugging

E' necessario impostare la comunicazione fra Visual Studio Code e GDB nel file `__cartella__/.vscode/launch.json`, dove `__cartella__` è la cartella di lavoro (da selezionare con il comando `Open folder` del menu `file`). Per modificare il file cliccare sull'icona dell'ingranaggio; se non esiste cliccare sull'icona stessa, poi su "C++(GDB/LLDB)", poi su "Default configuration".



Tipico contenuto del file `launch.json`

Il seguente contenuto è sufficiente per iniziare:

045_debugger/launch.json

```
{
    "version": "0.2.0",
    "configurations": [
        {
            "name": "C++ Launch",
            "type": "cppdbg",
            "request": "launch",
            "program": "${workspaceRoot}/a.out",
            "args":[],
            "stopAtEntry": false,
            "cwd": "${workspaceRoot}"
        }
    ]
}
```

(eventualmente sostituire `a.out` con il nome dell'eseguibile)

Esercizio

Eseguire dentro Visual Studio Code le operazioni eseguite in GDB nei precedenti esercizi.
Notare che i watchpoint non sono supportati in Visual Studio Code.