



# Capitolo 12

---

## Ingegneria del codice



**UNIMORE**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
MODENA E REGGIO EMILIA



# Ingegneria del codice

---

- Insieme di metodologie e pratiche per la produzione di codice di qualità
  - Leggibilità
  - Robustezza
  - Manutenibilità



# Ingegneria del codice

---

- In questi lucidi vedremo solo qualche principio, applicandolo al seguente semplicissimo esempio di codice

```
float f(float j, int s,  
float a) {return s?a*j:a*j/2;}
```

- Cosa calcola la funzione?



# Codice di cattiva qualità

---

- Per quanto sia breve la funzione, non è immediato capirlo
- Come mai?
- A causa della **pessima qualità del codice**
- Proveremo ad applicarvi, uno alla volta, i principi di ingegneria del codice che stiamo per introdurre



# Formattazione 1/2

---

- Il primo semplice principio da applicare sempre è che il codice deve essere **formattato in modo opportuno**
- Abbiamo già visto delle semplici regole di indentazione
- Esistono in generale vari stili di formattazione, ciò che conta è sceglierne uno ed applicare **sempre** quello
- Proviamo quindi a riformattare il codice andando a capo in modo opportuno, indentando ed aggiungendo qualche spaziatura



# Formattazione 2/2

---

```
float f(float j, int s, float a)
{
    return s ? a*j : a*j/2 ;
}
```

- E' già più facile da leggere
- Ma ancora non è chiaro lo scopo della funzione
- Il prossimo principio fa fare un passo cruciale verso la leggibilità



# Nomi significativi variabili

---

- Bisogna usare **nomi significativi** per le variabili e le costanti con nome
- Appliciamolo al nostro esempio:

```
float f(float altezza, int tipo, float base)
{
    return tipo ?
        base * altezza
        :
        base * altezza / 2 ;
}
```

- Adesso abbiamo probabilmente capito
- Miglioriamo attraverso i prossimi principi



# Struttura dati

---

- In generale la qualità di un programma è funzione anche della qualità delle strutture dati
  - Definire bene da subito la struttura dati avvia verso la soluzione migliore
- Possiamo specificare meglio i passi base di sviluppo, dicendo che il passo di definizione dell'algoritmo implica prima di tutto la
  - Definizione della struttura dati





# Nomi significativi funzioni

---

- Bisogna usare nomi significativi per le funzioni
- In particolare, uno degli approcci migliori per i nomi delle funzioni è utilizzare i verbi al modo imperativo
  - Ossia definire nomi delle funzioni del tipo *compi\_una\_data\_azione*



# Esempio

- Applichiamo di nuovo questo principio al nostro esempio:

```
float calcola_area_rett_triang(float altezza,  
                                int tipo,  
                                float base)  
{  
    return tipo ?  
        base * altezza  
        :  
        base * altezza / 2 ;  
}
```



# Esempio mondo reale

---

- <https://patchwork.kernel.org/patch/9468207/>



# Raggruppare concetti

---

- Cercare sempre di raggruppare concetti correlati anziché disperderli nel programma
  - Ordinare poi gli elementi in ogni gruppo nel modo più opportuno
- Applicato ai parametri formali nel nostro esempio:

```
float calcola_area_rett_triang(float base,
                                float altezza,
                                int tipo)
{
    return tipo ?
        base * altezza
        :
        base * altezza / 2 ;
}
```



# Separare gruppi

---

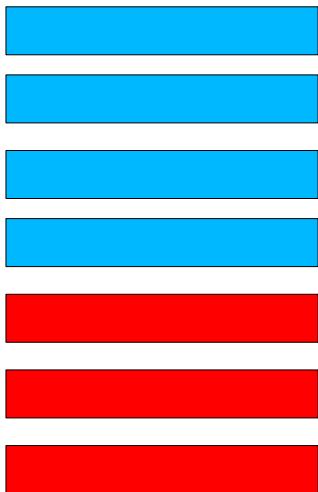
- Conviene separare in qualche modo ogni insieme di elementi correlati dall'altro
- Ad esempio, supponiamo che una funzione sia costituita da diverse sequenze di istruzioni, ove ciascuna sequenza è logicamente correlata
- Se alcune di tali sequenze sono correlate, può essere conveniente separarle con una o più righe vuote dalle altre
- E' invece dannoso inserire righe vuote in contraddizione con la separazione concettuale di sequenze di istruzioni



# Esempio 1/3

---

- Supponiamo che ciascuna delle seguenti barre rappresenti una istruzione e che barre dello stesso colore appartengano ad una sequenza logicamente correlata

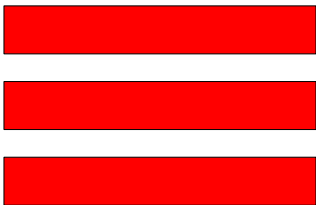




# Esempio 2/3

---

- Ha senso inserire una o più righe vuote per separare le sequenze:

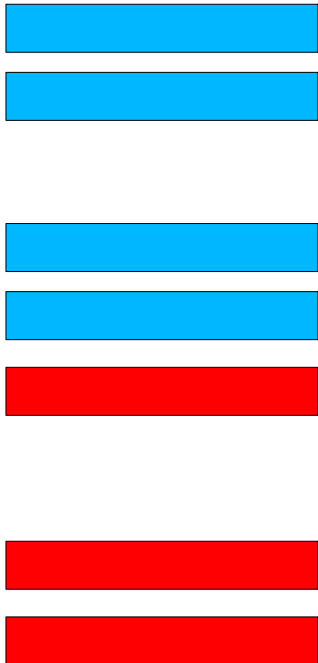




# Esempio 3/3

---

- La seguente è invece una **pessima** **formattazione**:







# Non duplicare il codice

---

- Bisogna cercare di **non replicare mai** uno stesso frammento di codice in più punti di un programma
  - Anche se ogni duplicato ha delle minime varianti rispetto agli altri
- Infatti, durante la vita del programma il codice duplicato va collaudato e mantenuto, e quindi controllato e modificato, **in parallelo**
  - Seria fonte di errori
- Soluzione tipica: uso delle funzioni
  - Se si utilizzano nomi appropriati per le funzioni, l'aggiunta di una funzione documenta anche meglio il frammento di codice stesso



# Eccezione

---

- Lasciare pure del codice duplicato se per evitare la duplicazione è necessario rendere il programma ancora più complicato di quanto sia in presenza di duplicazione



# Riutilizzare il codice

---

- Scrivere codice costa fatica
- Inoltre, man mano che un programma diventa più complicato, la componente di lavoro dovuta al collaudo ed alla correzione degli errori aumenta
  - E si possono lasciare errori strada facendo
- Quindi **riutilizziamo sempre il codice già disponibile**
  - Però sempre con spirito critico
- Esempio: non ci siamo riscritti in ogni nostro programma il codice di invio di caratteri su *stdout*, ma abbiamo (ri)utilizzato l'oggetto `cout` e l'operatore `<<`



# Livello di astrazione

---

- Quale criterio seguire nella scelta di nomi opportuni per gli oggetti in un programma?
- Bisogna utilizzare **nomi appartenenti al dominio del problema**
- Non devono quindi appartenere al dominio dell'implementazione, ossia ad un dominio meno astratto di quello del problema
- Ma neanche ad un dominio più astratto di quello del problema
- Vediamo gli effetti di livelli di astrazione errati nel nostro esempio



# Livello troppo basso

---

- Livello troppo basso:

```
float calcola_prodotto_dimezza(float reale1,
                                float reale2,
                                int non_dimezz)
{
    return non_dimezz ?
        reale1 * reale2
        :
        reale1 * reale2 / 2 ;
}
```



# Livello troppo alto

---

- Livello troppo alto:

```
float calcola_area_figura(float segmento1,
                          float segmento2,
                          int tipo_figura)
{
    return tipo_figura ?
        segmento1 * segmento2
        :
        segmento1 * segmento2 / 2 ;
}
```



# Tipo di dato appropriato

---

- Utilizzare sempre il tipo di dato più appropriato
- Nel nostro esempio, l'uso del tipo di dato `int` per il parametro formale `tipo` ha contribuito alla poca leggibilità della funzione
  - Quale sarebbe un tipo di dato più appropriato?
  - Un primo passo avanti sarebbe l'uso di un booleano
  - Ma si può fare meglio per migliorare la leggibilità



# Esempio

- Si può utilizzare un enumerato

```
enum tipo_figura {rettangolo, triangolo} ;

float calcola_area_rett_triangu(float base,
                                float altezza,
                                tipo_figura tipo)
{
    return tipo == rettangolo ?
        base * altezza
        :
        base * altezza / 2 ;
}
```

- A questo punto è praticamente immediato capire cosa fa la funzione





# Domanda

---

- Intravedete qualche ulteriore miglioramento possibile?

```
enum tipo_figura {rettangolo, triangolo} ;

float calcola_area_rett_triang(float base,
                                float altezza,
                                tipo_figura tipo)
{
    return tipo == rettangolo ?
        base * altezza
        :
        base * altezza / 2 ;
}
```



# Risposta

---

- Nella funzione si assume implicitamente che il tipo enumerato abbia solo due valori possibili
- E' garantito che assunzioni come questa rimangano sempre valide in un programma?
  - Nel mondo professionale quasi mai
- Una delle caratteristiche che rende difficile il progetto e l'implementazione dei programmi è il loro continuo cambiamento
  - Accade per varie ragioni, tra cui:
    - Aggiunta di nuove funzionalità
    - Miglioramento del codice



# Progettare in anticipo

---

- Come comportarsi per fronteggiare efficacemente questo problema?
  - **Progettare per il cambiamento**
    - Cercare sempre di fare meno assunzioni possibili
    - Soprattutto se si tratta di *assunzioni di non cambiamento*
- Applichiamo alla nostra funzione



# Nuova versione

---

```
enum tipo_figura {rettangolo, triangolo} ;

// non si assume che vi siano solo due enumerati
float calcola_area_rett_triang(float base,
                                float altezza,
                                tipo_figura tipo)
{
    switch (tipo) {
    case rettangolo:
        return base * altezza ;
    case triangolo:
        return base * altezza / 2 ;
    default: // ritorna -1 per segnalare errore
        return -1;
    }
}
```



# Commento

---

- La nuova versione è più complessa della precedente, perché tiene conto di un ulteriore problema
  - La possibilità di cambiamenti
- Per brevità, nei prossimi esempi riportiamo la versione che non fronteggia il cambiamento



# Confronto

---

- Proviamo a confrontare con la versione iniziale

```
enum tipo_figura {rettangolo, triangolo} ;
```

```
float calcola_area_rett_triang(float base,  
                                float altezza,  
                                tipo_figura tipo)  
{  
    return tipo == rettangolo ?  
           base * altezza  
           :  
           base * altezza / 2 ;  
}
```

---

```
float f(float j, int s,  
float a){return s?a*j:a*j/2;}
```



# Vale la pena?

---

- <https://martinfowler.com/articles/is-quality-worth-cost.html>
- L'approccio più maturo e premiante, ma decisamente difficile, è probabilmente quello di capire qual è il giusto compromesso tra qualità e costo, in funzione di
  - Le caratteristiche del progetto che si deve realizzare
  - Il tempo di vita atteso del progetto
  - Il livello di qualità che è richiesto dall'utilizzatore/committente
  - I vincoli che si hanno
    - Tempo, denaro, ...



# Nota sul tipo enumerato

---

- L'uso del tipo enumerato ha anche l'importante vantaggio che, se si aggiunge un enumeratore, non è necessario toccare minimamente tutte le funzioni che lavoravano solo con i precedenti enumeratori
- Nel nostro esempio possiamo scrivere  

```
enum tipo_figura {rettangolo, triangolo,  
                cerchio} ;
```

al posto di  

```
enum tipo_figura {rettangolo, triangolo} ;
```

e la versione della funzione `calcola_area_rett_triang` progettata per il cambiamento continua ad essere corretta senza bisogno di alcuna modifica (ma non l'altra versione!)





# Nota sul tipo reale

---

- L'uso del tipo *float* al posto del *double* è giustificato praticamente solo nel caso in cui occupare meno memoria o andare un po' più veloce sia un obiettivo importante
- In tutti gli altri casi è meglio avere una precisione maggiore



# Complessità 1/2

---

- Il termine *complessità* è spesso associato a due diversi significati
- Il primo è quello di **complessità computazionale**
  - Misura il costo di un algoritmo in termini di numeri di passi che deve compiere per ottenere l'obiettivo per cui è stato definito
  - Sarebbe più appropriato utilizzare il termine costo computazionale
  - La qualità di un programma è certamente legata al costo computazione degli algoritmi che implementa



# Complessità 2/2

---

- L'altro significato con cui si utilizza il termine complessità riferito ad un frammento di codice, è “quanto è difficile comprendere tale frammento di codice”
  - Tipicamente tale complessità è considerata proporzionale al numero di oggetti che si devono tenere contemporaneamente in mente per comprendere il frammento di codice
- In quanto segue considereremo solo questo secondo significato del termine complessità



# Complessità e funzioni

---

- La complessità è il **più grande nemico** di ogni progetto software
  - Comporta difficoltà di comprensione, che a sua volta sono fonte di errori
- A questo punto si può capire il ruolo fondamentale delle funzioni, che permettono di
  - spezzare un programma in più componenti
  - poter scrivere ciascun componente senza dover tenere in mente come sono fatti dentro gli altri componenti, ma solo come si usano
- Abbiamo ad esempio usato la funzione *sqrt* o l'operatore `<<` senza bisogno di tenere in mente nessuno dei loro dettagli interni!



# Effetti collaterali

---

- Ecco inoltre perché gli effetti collaterali possono essere così dannosi
  - Non possiamo più spezzare mentalmente il problema!
- Per esempio, se la funzione *sqrt* avesse avuto effetti collaterali, avremmo dovuto stare attenti a tutte le variabili del programma di cui poteva cambiare implicitamente il valore
- In conclusione, per limitare gli effetti collaterali, minimizziamo 1) i passaggi per riferimento senza il qualificatore *const* e 2) l'uso delle variabili globali



# Istruzioni di controllo

---

- Oltre alle variabili globali, la complessità di un frammento di codice è proporzionale al numero di *punti di scelta* presenti
  - Ogni istruzione condizionale o iterativa, in generale una istruzione di controllo, comporta un punto di scelta
- Ecco anche perché istruzioni di controllo molto nidificate sono difficili da leggere
  - Bisogna quindi evitarle
  - Cercare di non superare mai 3 istruzioni di controllo nidificate



# Esempi 1/2

```
if (...) {  
    ...  
    for (...) {  
        ...  
    }  
    ...  
}
```

```
if (...) {  
    ...  
    for (...) {  
        ...  
        if (...) {  
            ...  
        }  
    }  
    ...  
}
```

- Esempi di due o tre livelli di nidificazione
  - Sono accettabili



# Esempi 2/2

```
if (...) {  
    ...  
    for (...) {  
        ...  
        if (...) {  
            ...  
            while(...) {  
                ...  
            }  
            ...  
        }  
    }  
} ...  
}
```

- Esempio di quattro livelli di nidificazione
  - Meglio evitare
- Andare ancora oltre è assolutamente da evitare





# Riduzione nidificazione

---

- Una semplice soluzione per evitare o eliminare istruzioni di controllo troppo nidificate è prendere una o alcune delle istruzioni di controllo più interne e spostarle in una funzione
  - Si potranno quindi sostituire tali istruzioni di controllo interne con una invocazione di funzione
  - Notare come le funzioni aiutino di nuovo a dominare la complessità
- In generale può valere la pena di riprogettare il frammento di codice e/o l'algoritmo utilizzato
  - Per esempio, dati due cicli nidificati, spezzare quello interno può aiutare a riscrivere il tutto come due cicli in sequenza ma non nidificati



# Prevenzione nidificazione

---

- Vi sono poi dei semplici accorgimenti per prevenire la nidificazione eccessiva
  - 1) Limitare il numero di colonne occupate dal programma
    - Questo ci spinge a limitare il livello di nidificazione, perché diventa scomodo indentare le istruzioni troppo a destra
    - Utilizzare 80 colonne se si vuole rispettare una delle convenzioni più diffuse
  - 2) Cercare di limitare ad una pagina del proprio editor il numero massimo di righe occupate da un ciclo



# Commenti

- I commenti sono **fondamentali**
- Migliorano
  - Leggibilità
  - Manutenibilità
- Ma se li si usa male, si possono fare più danni che miglioramenti

```
8 // Dear programmer:
9 // When I wrote this code, only god and
10 // I knew how it worked.
11 // Now, only god knows it!
12 //
13 // Therefore, if you are trying to optimize
14 // this routine and it fails (most surely),
15 // please increase this counter as a
16 // warning for the next person:
17 //
18 // total_hours_wasted_here = 254
19 //
20
```



# Uso dei commenti 1/2

---

- Commentare sempre le parti di codice che necessitano di commenti e solo quelle
  - I commenti devono essere sintetici ma possibilmente completi
    - Troppi commenti sono peggio di nessun commento
  - Un commento non deve ripetere cosa fa il codice, perché per quello basta il codice stesso
    - Un commento deve rendere chiaro **lo scopo** di un frammento di codice
    - O in alternativa può fornire un **riepilogo**



# Uso dei commenti 2/2

---

- Cosa non si scrive nei commenti?
  - Non si ripete quello che un pezzo di codice fa, perché è già scritto **nel** codice



# Commenti delle funzioni

---

- Nel commento di una funzione sarebbe bene non far mancare le seguenti parti
  - Descrizione dello scopo della funzione
  - Descrizione dei parametri di ingresso
  - Descrizione dei parametri di uscita
  - Se non ovvio, descrizione del valore di uscita
  - Descrizione degli eventuali effetti collaterali
- All'aumentare della complessità della funzione può aver senso descrivere il modo in cui ottiene lo scopo per cui è stata definita
- Proviamo ad applicare questi principi al nostro esempio ...



# Esempio

```
// tipi possibili di figure geometriche
enum tipo_figura {rettangolo, triangolo} ;

/*
 * Calcola l'area di un rettangolo o di un
 * triangolo.
 * Prende in ingresso la base e l'altezza della
 * figura, nonché il tipo della figura stessa.
 */
double calcola_area_rett_triang(double base,
                                double altezza,
                                tipo_figura tipo)
{
    return tipo == rettangolo ?
        base * altezza : base * altezza / 2 ;
}
```



# Livello di warning 1/2

---

- Ci sono molti casi in cui si effettuano operazioni 'dubbie' o in qualche modo rischiose in un programma
- Per esempio tutti i casi in cui ci si effettuano operazioni con possibile perdita di informazione, o in cui si utilizza il valore di una variabile senza prima averla inizializzata
- Si può configurare il compilatore per il più alto livello di *warning*, in cui ci segnala **ogni possibile warning** di cui è a conoscenza





# Livello di warning 2/2

---

- Un buon programmatore configura **sempre** il compilatore per il **massimo livello di warning**
- E corregge il programma finché il compilatore, pur configurato in questo modo, non segnala più neanche una *warning*
- Per attivare il massimo livello di *warning* col gcc (g++) basta aggiungere l'opzione **-Wall**

```
g++ -Wall prova.cc
```

- Ancora meglio, trasformo le *warning* in errori:

```
g++ -Wall -Werror prova.cc
```



# Esempio modo reale

---

- Applicazione dei principi di qualità del codice persino ai commenti:  
<http://lwn.net/Articles/694755/>
- Se volete anche un esempio di commento 'gentile' seguite il link *Torvalds's rant* nell'articolo



# Organizzazione dati

---

- Vedremo delle regole per organizzare bene le proprie strutture dati nella lezione sul tipo **struct**



# Stili di codifica

---

- Spesso, per ottenere codice di qualità, si fa riferimento ad un determinato insieme di regole e linee guida, chiamato tipicamente *coding style* o *programming style*
- Ogni comunità o importante compagnia adotta di norma un proprio coding style, anche se le regole di base dei vari stili sono più o meno quelle che abbiamo visto in questa lezione
- Esempio (consigliato): coding style del kernel Linux

# Lezione appresa

- Dovremmo aver capito che non è più il caso di combinare questo ...

*Does it run? Just leave it alone.*



Writing Code that  
Nobody Else Can Read

*The Definitive Guide*