Corso di Programmazione

Sottoprogrammi

Procedure e funzioni

Prof.ssa Teresa Roselli

roselli@di.uniba.it

Programmazione Modulare

- Tecnica basata sul metodo di scomposizione di un problema in sottoproblemi logicamente indipendenti tra loro
  - Ad ogni sottoproblema corrisponde un modulo
    - Codificati separatamente
    - Compilati separatamente (talvolta)
    - Integrati solo alla fine per formare il programma complessivo

Programmazione Modulare

- Un problema caratterizzato da
  - un algoritmo *A*
  - che opera sull'insieme dei dati di partenza *D*
  - per produrre l'insieme dei risultati *R*

  viene suddiviso in un insieme finito di *n* sottoproblemi a differenti livelli caratterizzati dalla tripla

  $$(D_i, A_i, R_i)$$

  - Interazione e ordine di esecuzione degli algoritmi secondari per ottenere la soluzione del problema originario gestita da un algoritmo coordinatore

Programmazione Modulare

- Algoritmo coordinatore → programma principale o main
- Algoritmi secondari → sottoprogrammi
  - Diversi livelli
  - Si costruisce una gerarchia di macchine astratte, ciascuna delle quali
    - Realizza un particolare compito in modo completamente autonomo
      - Proprie definizioni di tipi, dichiarazioni di variabili e istruzioni
    - Fornisce la base per il livello superiore
    - Si appoggia su un livello di macchina inferiore (se esiste)

Il programma è visto come un *nuovo operatore* disponibile sui dati

L'*astrazione funzionale* è la tecnica che permette di ampliare il repertorio di operatori disponibili

Programmazione Modulare
Tecniche per individuare i sottoproblemi

- Basate sul metodo di soluzione di problemi consistente nello scomporre un problema in sottoproblemi più semplici
  - Sviluppo top-down
    - Approccio step-wise refinement
  - Sviluppo bottom-up
  - Sviluppo “a sandwich”

Raffinamento per passi successivi

- Basato su
  - Raffinamento di un passo della procedura di soluzione
    - Legato alle modalità di esecuzione conseguenti una certa suddivisione in sottoproblemi
      - Necessario concentrarsi sul “cosa” piuttosto che sul “come”
  - Raffinamento della descrizione dei dati
    - Definizione della struttura e tipo
    - Definizione delle modalità di comunicazione
      - Come renderli comuni a più sottoproblemi

Sviluppo Top-Down

- Costruzione del programma per livelli successivi
  - Corrispondenza con la scomposizione del problema cui è relativo
    - Strumento concettuale per la costruzione di algoritmi
  - Dettagliamento successivo delle parti in cui viene scomposto (sottoprogrammi) fino al codice finale
    - Strumento operativo per l'organizzazione e lo sviluppo di programmi complessi
- Metodo *trial and error*
  - Prova e riprova alla ricerca della scomposizione ottimale

Sviluppo Bottom-Up

- Partendo dalle istruzioni del linguaggio
  - Costruzione di programmi molto semplici
  - Collegamento successivo in programmi più complessi

  fino ad ottenere il programma finale
- Usato soprattutto nell'adattamento di algoritmi codificati già esistenti a nuove situazioni

Metodo a Sandwich

- Basato su una cooperazione fra le tecniche top-down e bottom-up
  - Necessità di raffinare via via la soluzione del problema principale
    - Scomposizione in algoritmi che ne risolvono delle sottoparti
  - Disponibilità di algoritmi di base per problemi semplici
    - Raggruppamento in algoritmi via via più complessi

Sottoprogramma

- Corrisponde all'algoritmo secondario che risolve un sottoproblema
- Insieme di istruzioni
  - Individuate da un nome
  - Che concorrono a risolvere un problema
    - Ben definito
      - Sensato
    - Non necessariamente fine a se stesso
      - è di supporto per la risoluzione di problemi più complessi
      - rappresenta una funzionalità a se stante, una unità concettuale con un significato più ampio (prescinde dal problema presente)
- Esempi:
  - Scambio, Ricerca del Minimo, Ordinamento, …

Sottoprogrammi
Utilità

- Un programma viene strutturato in sottoprogrammi:
  - Per rispettare la decomposizione ottenuta con il metodo di progettazione dell'algoritmo
  - Per strutturare in maniera chiara l'architettura del programma
  - Perché lo stesso gruppo di istruzioni deve essere ripetuto più volte in diversi punti del programma (blocchi ripetibili)

Sottoprogrammi
Utilità

- Risponde alla necessità di risolvere uno stesso problema
  - Più volte
    - All'interno dello stesso programma
    - In programmi diversi
  - Su dati eventualmente diversi
- Unicità dello sforzo creativo

Sottoprogrammi
Utilità

- Stile e qualità del software
  - Leggibilità
  - Manutenibilità
  - Trasportabilità
  - Modularità
  - Reuso

  I sottoprogrammi giocano un ruolo fondamentale nella tecnica della programmazione

Sottoprogrammi

- SOTTOPROGRAMMA è una astrazione funzionale che consente di individuare gruppi di istruzioni che possono essere *invocate* esplicitamente e la cui chiamata garantisce che il *flusso di controllo* ritorni al punto successivo all'invocazione

Astrazioni Funzionali

- Fornite dai linguaggi di programmazione ad alto livello
  - Consentono di creare unità di programma (macchine astratte)
    - Dando un nome ad un gruppo di istruzioni
    - Stabilendo le modalità di comunicazione tra l'unità di programma creata ed il resto del programma in cui essa si inserisce
  - Assumono nomi diversi a seconda del linguaggio di programmazione
    - Subroutine
    - Procedure
    - Sub program
    - …

Astrazioni Funzionali

- Paragonabili a nuove istruzioni che si aggiungono al linguaggio
  - Definite dall'utente
    - Specifiche per determinate applicazioni o esigenze
  - Più complesse delle istruzioni base del linguaggio
    - Analogia con il rapporto fra linguaggi ad alto livello e linguaggio macchina
  - Ciascuna risolve un ben preciso problema o compito
    - Analogia con un programma

Astrazioni Funzionali

- Struttura risultante di un programma:

  Intestazione di programma

  Definizione di tipi

  Dichiarazioni di variabili

  Dichiarazione di macchine astratte (sottoprogrammi)

  Corpo di istruzioni operative del programma principale

  – La dichiarazione di una macchina astratta rispecchia le regole di struttura di un programma

Sottoprogramma

- Indipendentemente dalle regole sintattiche del particolare linguaggio di programmazione
  - Individuabile con un nome
    - Identificatore
  - Prevede l'uso di un certo insieme di risorse
    - Variabili, costanti, …
  - Costituito da istruzioni
    - Semplici o, a loro volta, composte (altre macchine astratte)
  - Differisce da un programma nelle istruzioni di inizio
    - Specificano che (e come) altri pezzi di programma possono utilizzarlo

Chiamata di Sottoprogrammi

- Provoca l'esecuzione delle istruzioni del sottoprogramma
  - Modalità: deve essere comandata dal programma chiamante
    - Specifica del nome associato
  - Effetto: si comporta come se il sottoprogramma fosse copiato nel punto in cui è stato chiamato
    - Eliminazione di ridondanza

Chiamata di Sottoprogrammi

- All'atto dell'attivazione (su chiamata) dell'unità di programma
  - Viene sospesa l'esecuzione del programma (o unità) chiamante
  - Il controllo passa all'unità attivata
- All'atto del completamento della sua esecuzione
  - L'attivazione termina
  - Il controllo torna al programma chiamante

Sottoprogrammi
Nidificazione

- Le risorse di cui fa uso un sottoprogramma possono includere altri sottoprogrammi
  - Completa analogia con i programmi
- Si viene a creare una gerarchia di sottoprogrammi
  - Struttura risultante ad albero
    - Relazione padre-figlio riferita alla dichiarazione

Sottoprogrammi
Comunicazione

- Definizione
  - Titolo o intestazione
    - Identificatore
    - Specificazione delle risorse usate (talvolta)
  - Corpo
    - Sequenza di istruzioni denotata dal nome del sottoprogramma
- Comunicazione
  - Come si connettono i sottoprogrammi tra di loro?
  - Come si scambiano dati?
  - Come comunicano col programma principale?

Sottoprogrammi
Comunicazione

- Un sottoprogramma può comunicare
  - Con l'ambiente esterno
    - Istruzioni di lettura e/o scrittura
  - Con l'ambiente chiamante
    - Implicitamente
      - Tramite le variabili non locali (secondo le regole di visibilità del linguaggio)
    - Esplicitamente
      - Attraverso l'uso di parametri
        - » rappresentano le variabili che il sottoprogramma ha in input dal programma chiamante e che, opportunamente elaborate, vengono tramutate in output del sottoprogramma

Vista di un Sottoprogramma

- Rappresenta l'insieme delle risorse a cui il sottoprogramma ha accesso
  - Dati
  - Altri sottoprogrammi
- E' definita da
  - Nidificazione nella dichiarazione dei sottoprogrammi
    - *Vista Statica*
  - Sequenza di chiamata dei sottoprogrammi
    - *Vista Dinamica*
- Utile per limitare l'accesso alle risorse soltanto ai sottoprogrammi interessati

Vista di un Sottoprogramma
Sottoprogrammi

- Un sottoprogramma può richiamare soltanto i sottoprogrammi
  - che esso dichiara direttamente
  - che sono stati dichiarati dallo stesso sottoprogramma che lo dichiara
    - Incluso se stesso
      - Ricorsione
- Visibilità definita esclusivamente in base alla nidificazione
  - Figli e fratelli nella struttura ad albero

Vista di un Sottoprogramma
Variabili

- Ciascun sottoprogramma può usare esclusivamente
  - Le proprie variabili
  - Le variabili dichiarate dai sottoprogrammi attualmente in esecuzione
    - Visibilità dipendente
      - Dalla struttura della gerarchia di dichiarazione dei sottoprogrammi (statica)
      - Dall'ordine di chiamata dei sottoprogrammi precedenti (dinamico)

Vista di un Sottoprogramma
Shadowing (oscuramento)

- Sottoprogrammi diversi possono dichiarare risorse con lo stesso nome
  - Oggetti diversi, totalmente scorrelati
    - Possono essere di tipi differenti
- Sottoprogrammi attivi in un certo istante possono aver dichiarato risorse con lo stesso nome
  - Ciascun sottoprogramma attivo ha accesso solo al sinonimo “più vicino”
    - Visibilità dipendente esclusivamente dall’ordine di chiamata dei sottoprogrammi precedenti

Sottoprogrammi
Tipi di Variabili

- Variabili locali al sottoprogramma
  - Interne al sottoprogramma
  - Temporanee
    - Create quando il sottoprogramma entra in azione
    - Distrutte quando il sottoprogramma è stato eseguito
      - Liberazione del relativo spazio di memoria
- Variabili non locali al sottoprogramma
  - Definite nel resto del programma, al di fuori del sottoprogramma
    - Dette *globali* se definite nel programma principale

Sottoprogrammi
Tipi di Variabili

MAIN

Risorse globali

SOTTOPROGRAMMA P1

Risorse locali a P1 e non locali a P1.1

SOTTOPROGRAMMA P1.1

Risorse locali a P1.1

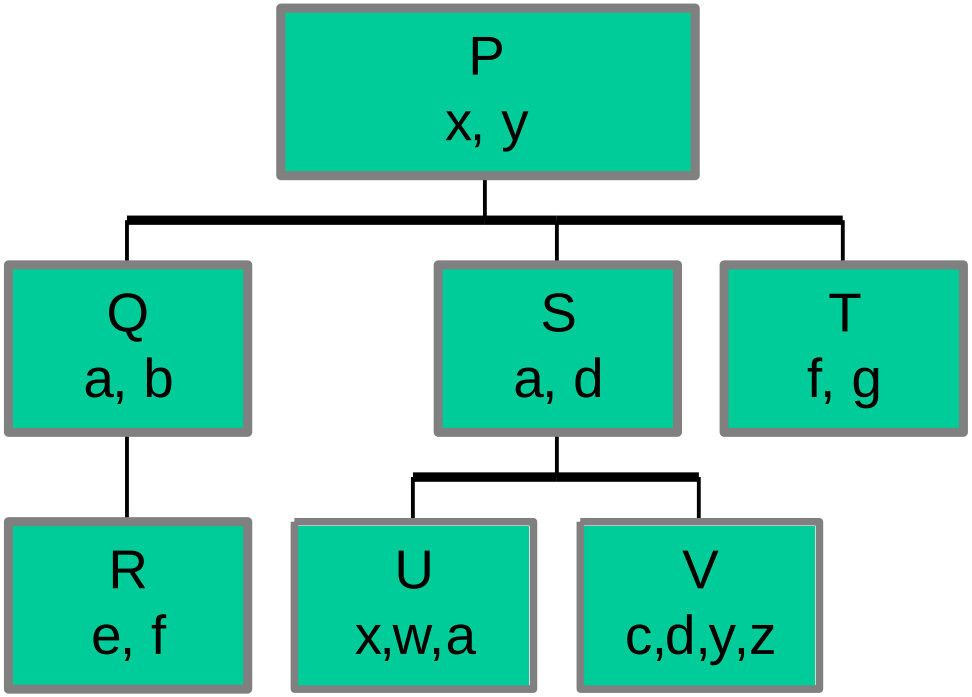
Sottoprogrammi
Regole di Visibilità

- Un identificatore è visibile nel programma o sottoprogramma in cui è dichiarato e in tutti i sottoprogrammi locali ad esso nei quali non è stato ridichiarato.
- Tutte le risorse di un programma o sottoprogramma devono essere dichiarate prima di essere usate
- Una *risorsa globale* è visibile ovvero accessibile ovvero usabile sempre e da tutti (main e sottoprogrammi) a meno che non venga oscurata (shadowing)
- Una *risorsa locale* ad un sottoprogramma P è visibile solo dalle istruzioni di P e dagli eventuali sottoprogrammi definiti in P

Vista di un Sottoprogramma

Esempio

Programma P



Vista di un Sottoprogramma

- Delimitazione spaziale di una risorsa
  - Le regole di visibilità degli identificatori stabiliscono l'*ambito* o *campo di visibilità* o *scopo degli identificatori* ovvero la zona di programma in cui è possibile fare riferimento a quell'identificatore.
- Delimitazione temporale di una risorsa
  - Le regole di visibilità definiscono anche la durata o il tempo di vita di una variabile ovvero l'intervallo di tempo in cui una variabile esiste (è allocata una area della RAM per essa)

Attributi delle variabili

- VARIABILE
  - NOME
  - VALORE
  - INDIRIZZO
  - TIPO
  - AMBITO
  - DURATA