Corso di Laurea in INFORMATICA

a.a. 2012-2013

Algoritmi e Strutture Dati

MODULO 2.

Astrazioni e Algebre di dati

Dati e rappresentazioni, requisiti delle astrazioni di dati, costrutti. Astrazioni di dati e dati primitivi. Specifica sintattica e semantica. La realizzazione.

Astrazione procedurale

- fornita da tutti i linguaggi ad alto livello
- aggiunge nuove operazioni a quelle della macchina astratta del linguaggio di programmazione
  - per esempio, sqrt sui float
- la specifica descrive le proprietà della nuova operazione

Un esempio

```
float sqrt (float coef) {
  // PRE: coef > 0
  // POST: ritorna una approssimazione
  // della radice quadrata di coef
  float ans = coef / 2.0; int i = 1;
  while (i < 7) {
   ans = ans-((ans*ans-coef)/(2.0*ans));
   i = i+1;   }
  return ans;  }
```

- precondizione
  - deve essere verificata quando si chiama la procedura
- postcondizione
  - tutto ciò che possiamo assumere valere quando la chiamata di procedura termina, se al momento della chiamata era verificata la precondizione

Il punto di vista di chi usa la procedura

```
float sqrt (float coef) {
  // PRE: coef > 0
  // POST: ritorna una approssimazione
  // della radice quadrata di coef
  …  }
```

- gli utenti della procedura non si devono preoccupare di capire cosa la procedura fa, astraendo le computazioni descritte dal corpo
  - cosa che può essere molto complessa
- gli utenti della procedura non possono osservare le computazioni descritte dal corpo e dedurre da questo proprietà diverse da quelle specificate dalle asserzioni
  - astraendo dal corpo (implementazione), si “dimentica” informazione evidentemente considerata non rilevante

Altri tipi di astrazione

- **iterazione astratta**
  - permette di iterare su elementi di una collezione, senza sapere come questi vengono ottenuti
- **gerarchie di tipo**
  - permette di astrarre da specifici tipi di dato a famiglie di tipi correlati
- **tipi di dati astratti**
  - si aggiungono nuovi tipi di dato a quelli della macchina astratta del linguaggio di programmazione

Iterazione astratta

- non è fornita da nessun linguaggio di uso comune
  - può essere simulata (per esempio, in C++, in Java)
- permette di iterare su elementi di una collezione, senza sapere come questi vengono ottenuti
- evita di dire cose troppo dettagliate sul flusso di controllo all'interno di un ciclo
  - per esempio, potremmo iterare su tutti gli elementi di un Lista senza imporre nessun vincolo sull'ordine con cui vengono elaborati
- astrae (nasconde) il flusso di controllo nei cicli

Gerarchie di tipo

- fornite da alcuni linguaggi ad alto livello moderni
  - per esempio, Java
- permettono di astrarre gruppi di astrazioni di dati (tipi) a famiglie di tipi
- i tipi di una famiglia condividono alcune operazioni
  - definite nel supertype, di cui tutti i tipi della famiglia sono subtypes
- una famiglia di tipi astrae i dettagli che rendono diversi tra loro i vari tipi della famiglia
- in molti casi, il programmatore può ignorare le differenze

Astrazione sui dati

- **ricalca ed estende il concetto di astrazione procedurale**
- **fornita da tutti i linguaggi ad alto livello moderni**
- **aggiunge al linguaggio nuovi tipi di dato e i relativi operatori.**
- **è cosa diversa da un insieme di astrazioni procedurali**

Ad esempio, è possibile aggiungere:

- un tipo Lista, con le operazioni *inserisci*, *rimuovi, primolista, etc.*
- la rappresentazione dei valori di tipo Lista e le operazioni sono realizzate nel linguaggio di riferimento
- l'utente non deve interessarsi dell'implementazione, ma fare solo riferimento alle proprietà presenti nella specifica
- le operazioni sono astrazioni definite da asserzioni

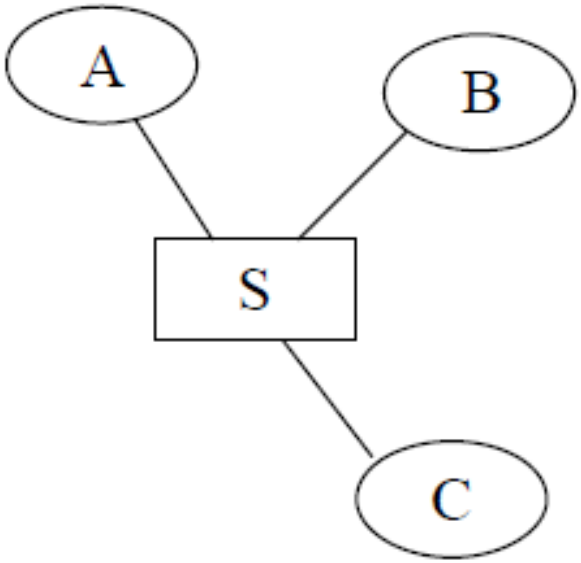
la specifica descrive le relazioni fra le varie operazioni

Astrazione sui dati

LE PROPRIETA' CHE CARATTERIZZANO UN TIPO DI DATI DIPENDONO ESCLUSIVAMENTE DALLA SPECIFICA DEL TIPO DI DATO MENTRE DEVONO ESSERE INDIPENDENTI DAL MODO IN CUI I DATI SONO RAPPRESENTATI.

LE OPERAZIONI APPLICABILI SUGLI OGGETTI O SULLE STRUTTURE DATI CHE RAPPRESENTANO SONO ISOLATE DAI DETTAGLI USATI PER REALIZZARE IL TIPO.

Astrazione sui dati



A, B, C **procedure**
S **struttura dati**

Per accedere ad S le procedure A, B e C devono conoscerne i dettagli !

Si ha così un'inutile propagazione delle informazioni su S che devono essere resi noti ad A, B e C.

Astrazione sui dati

- Problemi relativi ad un accesso alle strutture dati "non disciplinato":
  - Propagazione degli errori difficilmente controllabile e prevedibile
    - Un errore provocato da un modulo cliente A potrebbe rivelarsi in corrispondenza di un modulo cliente B che invece partendo da dati consistenti li manipolerebbe correttamente!
  - Difficile manutenzione
    - Un cambiamento su S indurrebbe modifiche su tutti i moduli che lo utilizzano)
  - Riuso tipicamente inesistente
    - Le strutture dati riflettono aspetti relativi all'applicazione e all'implementazione, e quindi non sono stati "pensati" per essere riusati

ADT

- Un tipo di dato astratto o ADT (Abstract Data Type) è un tipo di dato le cui istanze possono essere manipolate con modalità che dipendono esclusivamente dalla *semantica* del dato e non dalla sua *implementazione*.
- Nei linguaggi di programmazione che consentono la programmazione per tipi di dati astratti, un tipo di dati viene definito distinguendo nettamente la sua interfaccia, ovvero le operazioni che vengono fornite per la manipolazione del dato, e la sua implementazione interna, ovvero il modo in cui le informazioni di stato sono conservate e come le operazioni manipolano tali informazioni al fine di esibire, all'interfaccia, il comportamento desiderato.
- La conseguente inaccessibilità dell'implementazione viene spesso identificata con l'espressione incapsulamento (information hiding). (*Wikipedia)*

Un tipo astratto di dato (o semplicemente tipo astratto) è un oggetto matematico costituito da tre componenti:

- un insieme di valori, detto dominio del tipo;
- un insieme di operazioni primitive, che si applicano a valori del dominio o che hanno come risultato valori del dominio;
- un insieme di costanti, che denotano valori significativi del dominio.

Per esempio, il tipo astratto boolean potrebbe essere così definito:

- dominio: insieme di valori { true, false }
- operazioni: and, not
- costanti: true, false

Le costanti denotano, rispettivamente, i due valori del dominio. In questo esempio ne sono state definite tante quanti sono i valori del dominio.

In altri casi non è così.

Nella seguente definizione di un tipo di dato per i numeri naturali:
- dominio: quello dei numeri naturali
- operazioni: +, *, =, <, >
- costanti: 0,1

il dominio è infinito e sono definite solo due costanti significative.

Molti linguaggi di programmazione forniscono i mezzi per creare nuovi tipi di dati, ma non tutti consentono di fare ASTRAZIONE DATI

UN'ASTRAZIONE DI DATI È COSTITUITA DA :

UNA SPECIFICA :

HA IL COMPITO DESCRIVERE SINTETICAMENTE IL TIPO DEI DATI E GLI OPERATORI CHE LI CARATTERIZZANO

UNA REALIZZAZIONE :

STABILISCE COME I DATI E GLI OPERATORI VENGONO RICONDOTTI AI TIPI DI DATI E AGLI OPERATORI GIÀ DISPONIBILI

COME ATTUARE UNA CORRETTA ASTRAZIONE DI DATI?

- **BISOGNA IDENTIFICARE I COSTRUTTI DI PROGRAMMAZIONE CHE LA CONSENTONO**

- **SONO NECESSARI MEZZI PER DEFINIRE E CREARE NUOVI TIPI DI DATI**

- **PER GLI OPERATORI, NON E' SUFFICIENTE USARE SOTTOPROGRAMMI CHE LI IMPLEMENTANO, MA BISOGNA ASSICURARE CHE A QUESTI VI SIA UN ACCESSO "CONTROLLATO"**

DISPONENDO DI UN LINGUAGGIO CHE CONSENTE LA DEFINIZIONE DI TIPI , POSSIAMO:

- **UTILIZZARE DATI CHE DEFINIAMO E DICHIARIAMO DIRETTAMENTE, PRESCINDENDO DALLA EFFETTIVA REALIZZAZIONE**

- **FARE IN MODO CHE ALLE PROCEDURE (OPERATORI) COSTRUITE PER I NOSTRI DATI ABBIANO ACCESSO ESCLUSIVAMENTE QUEI DATI**

QUESTE CARATTERISTICHE NECESSARIE A UNA BUONA ASTRAZIONE DI DATI SONO NOTE COME

I REQUISITI DELLA ASTRAZIONE DI DATI

I REQUISITI DELLA ASTRAZIONE DI DATI/1

<REQUISITO DI ASTRAZIONE>

È VERIFICATO QUANDO I PROGRAMMI CHE USANO UN'ASTRAZIONE POSSONO ESSERE SCRITTI IN MODO DA NON DIPENDERE DALLE SCELTE DI REALIZZAZIONE.

NEL CASO DI ALCUNI LINGUAGGI (PASCAL, ADA, MODULA2 etc.) LE DIVERSE REALIZZAZIONI NON PROVOCANO CAMBI NELLE INTESTAZIONI DEI SOTTOPROGRAMMI CHE REALIZZANO GLI OPERATORI.

LA MANCANZA DEL REQUISITO DI ASTRAZIONE SI MANIFESTA CON L'IMPOSSIBILITÀ DI DICHIARARE "DIRETTAMENTE" VARIABILI CON IL NUOVO TIPO DEFINITO.

NEL CODICE NON SI PUO' FARE RIFERIMENTO AI NUOVI DATI CREATI PRESCINDENDO DALLA RAPPRESENTAZIONE USATA E DALLA REALIZZAZIONE.

I REQUISITI DELLA ASTRAZIONE DI DATI/2

<REQUISITO DI PROTEZIONE >

È VERIFICATO SE SUI NUOVI DATI SI PUÒ LAVORARE ESCLUSIVAMENTE CON GLI OPERATORI DEFINITI ALL'ATTO DELLA SPECIFICA.

LA MANCANZA DEL REQUISITO DI PROTEZIONE SI MANIFESTA CON LA POSSIBILITA' DI LAVORARE CON GLI OPERATORI DEFINITI PER I NUOVI DATI ANCHE SU DATI CON RAPPRESENTAZIONI SIMILI, MA NON OMOGENEI PER TIPO.

NEL CASO DI ALCUNI LINGUAGGI, IL TIPO DI DICHIARATIVE DEI SOTTOPROGRAMMI NON SPECIFICA FORMALMENTE IL TIPO DEI PARAMETRI E CONSENTE UN ACCESSO POCO CONTROLLATO AGLI OPERATORI.

I REQUISITI DELLA ASTRAZIONE DI DATI/3

IL REQUISITO DI ASTRAZIONE, IN ACCORDO CON I PRINCIPI DELLA ASTRAZIONE DI DATI, IMPONE CHE I PROGRAMMI SIANO SENSIBILI SOLO A VARIAZIONI DELLA SPECIFICA DEI NUOVI TIPI.

IL REQUISITO DI PROTEZIONE È PARTICOLARMENTE IMPORTANTE, SE VOGLIAMO CHE L'ESECUTORE DEL LINGUAGGIO ASSICURI I CONTROLLI DI CONSISTENZA TRA I TIPI DI DATI E GLI OPERATORI, NON SOLO AI DATI PRIMITIVI, MA ANCHE AI DATI OTTENUTI PER ASTRAZIONE.

SI E' DETTO CHE UN'ASTRAZIONE DI DATI È COSTITUITA DA:

UNA SPECIFICA E UNA REALIZZAZIONE

UNA SPECIFICA, CHE HA IL COMPITO DESCRIVERE SINTETICAMENTE IL TIPO DEI DATI E GLI OPERATORI CHE LI CARATTERIZZANO. E' POSSIBILE DISTINGUERE:

- **UN LIVELLO SINTATTICO**
- **UN LIVELLO SEMANTICO**

A LIVELLO SINTATTICO BASTA DEFINIRE :

- **L'ELENCO DEI NOMI DEI TIPI DI DATO UTILIZZATI PER DEFINIRE LA STRUTTURA, DELLE OPERAZIONI SPECIFICHE DELLA STRUTTURA E DELLE COSTANTI**
- **I DOMINI DI PARTENZA E DI ARRIVO, CIOÈ I TIPI DEGLI OPERANDI E DEL RISULTATO PER OGNI NOME DI OPERATORE**

A LIVELLO SEMANTICO VA SPECIFICATO IL SIGNIFICATO DEI NOMI DEI DATI E DEGLI OPERATORI ASSOCIANDO:

- **UN INSIEME AD OGNI NOME DI TIPO INTRODOTTO**
- **UN VALORE AD OGNI COSTANTE**
- **UNA FUNZIONE AD OGNI NOME DI OPERATORE**

PER FARE IN MODO CHE SIA UNIVOCAMENTE DEFINITA L'APPLICABILITA' DI UN OPERATORE E L'EFFETTO OLTRE A ESPLICITARE I DOMINI DI PARTENZA E DI ARRIVO VANNO SPECIFICATE:

1) UNA PRECONDIZIONE CHE DEFINISCE QUANDO L'OPERATORE È APPLICABILE

2) UNA POSTCONDIZIONE CHE STABILISCE COME IL RISULTATO SIA VINCOLATO AGLI ARGOMENTI DELL'OPERATORE

Esempio: I NUMERI INTERI E I BOOLEANI

SPECIFICA

TIPI : INTEGER, BOOLEAN

OPERATORI :

+ , - : (INTEGER, INTEGER) → INTEGER

Forniscono come risultato somma e differenza

< , > : (INTEGER, INTEGER) → BOOLEAN

Danno VERO se il 1° operatore è minore (maggiore) del 2°

AND, OR : (BOOLEAN, BOOLEAN) → BOOLEAN

Forniscono la congiunzione e la disgiunzione logica dei due operandi

NOT : (BOOLEAN) → BOOLEAN

Fornisce la negazione logica dell'operando

SEQCIF : ( ) → INTEGER

Fornisce l'intero in notazione decimale

TRUE : ( ) → BOOLEAN

Corrisponde al valore di verità VERO

FALSE : ( ) → BOOLEAN

Corrisponde al valore di verità FALSO

IN QUESTA SPECIFICA IL TIPO DI DATO INTEGER POSSIEDE UN NUMERO INFINITO DI COSTANTI (OGNI POSSIBILE SEQUENZA DI CIFRE DECIMALI È UNA COSTANTE)

MA VI E' UN SOLO MODO DI DEFINIRE UNA SPECIFICA?

L'INSIEME DEGLI OPERATORI DEFINIBILI SU INSIEMI DI DATI E'UNICO?

DEFINITE LE SPECIFICHE, LA REALIZZAZIONE SFRUTTA AL MEGLIO LE POSSIBILITA' OFFERTE DALL'AMBIENTE DI PROGRAMMAZIONE

UN'ALTRA POSSIBILE SPECIFICA.

TIPI : INTEGER, BOOLEAN

OPERATORI :

ZERO : ( ) → INTEGER

Da lo zero dei numeri interi

TRUE : ( ) → BOOLEAN

Corrisponde al valore di verità VERO

FALSE : ( ) → BOOLEAN

Corrisponde al valore di verità FALSO

SUCC : (INTEGER) → INTEGER

Da n+1

PRED : (INTEGER) → INTEGER

Da n-1

ISZERO : (INTEGER) → BOOLEAN

Da vero se e solo se n è lo zero degli interi

Strutture dati

I dati sono spesso riuniti in insiemi detti *strutture di dati*

- **sono particolari tipi di dato, caratterizzati più dall'*organizzazione dei dati* più che dal tipo dei dati stessi**
- **il tipo dei dati contenuti può essere addirittura parametrico**

Una struttura di dati è composta quindi da:

- **un modo sistematico di organizzare i dati**
- **un insieme di operatori che permettono di manipolare la struttura**

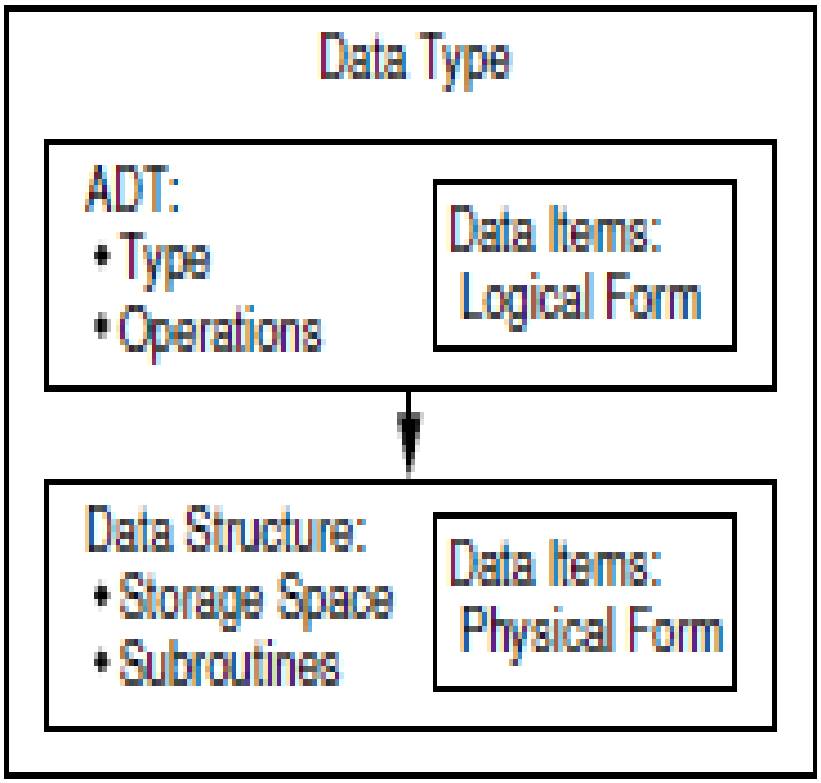


Figure 1.1 The relationship between data items, abstract data types, and data structures. The ADT defines the logical form of the data type. The data structure implements the physical form of the data type.

Una struttura di dati è necessaria per implementare la forma fisica di un ADT

UN COSTRUTTO DI PROGRAMMAZIONE PROPRIAMENTE ADATTO ALLA REALIZZAZIONE DI

ASTRAZIONE DI DATI

DOVRÀ :

- **DICHIARARE ESPLICITAMENTE QUALI SONO**
  - **I NUOVI TIPI DI DATI E**
  - **I NUOVI OPERATORI**
- **DEFINIRE LA RAPPRESENTAZIONE DEI NUOVI DATI IN TERMINI DI DATI PREDEFINITI (NATIVI NEL LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE)**
- **CONTENERE UN INSIEME DI SOTTOPROGRAMMI CHE REALIZZINO GLI OPERATORI DEFINITI SUI NUOVI DATI**

LA REALIZZAZIONE

RICONDUCE LA SPECIFICA AI TIPI PRIMITIVI E AGLI OPERATORI GIÀ DISPONIBILI; IN PARTICOLARE GLI OPERATORI SONO REALIZZATI CON SOTTOPROGRAMMI.

LE METODOLOGIE DI PROGRAMMAZIONE TENDONO A RENDERE LA REALIZZAZIONE NON VISIBILE ALL'UTENTE, MA ALLA STESSA SPECIFICA POSSONO CORRISPONDERE REALIZZAZIONI PIÙ O MENO EFFICIENTI. OLTRE A VALUTARE LA EFFICIENZA DELL'ALGORITMO, E' NECESSARIO, PER PROGRAMMI CHE USANO DATI ASTRATTI, VALUTARE L'EFFICIENZA DEI PROGRAMMI CHE REALIZZANO GLI OPERATORI.

PER VALUTARE L'EFFICIENZA, SI PRESCINDE DALLE CARATTERISTICHE DELLA MACCHINA, E SI FA RIFERIMENTO A:

- **DATI CONTENUTI IN MEMORIA**
- **MEMORIA ORGANIZZATA IN CELLE (PAROLA)**
- **CELLE ACCESSIBILI TRAMITE INDIRIZZO**
- **INDIRIZZI CHE SONO INTERI CONSECUTIVI**
- **DATI ELEMENTARI CHE NON DECIDONO LA CAPACITÀ DI UNA CELLA (MAXINT)**
- **VARIABILI CONTENUTE IN CELLE DI INDIRIZZO NOTO IL CUI ACCESSO RICHIEDE TEMPO COSTANTE.**

I LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE SONO DOTATI DI STRUTTURE STATICHE NATIVE (VETTORI, ARRAY) I CUI ELEMENTI SONO CONTENUTI IN LOCAZIONI CONTIGUE DELLA MEMORIA CENTRALE .

LA STRUTTURA ARRAY E' A DIMENSIONE FISSA, ED È INTESA COME UN INSIEME DI ELEMENTI OMOGENEI IN RELAZIONE D'ORDINE TRA LORO SU CUI POSSONO EFFETTUARSI OPERAZIONI DI:

LETTURA (O SELEZIONE) REPERIMENTO DEL VALORE DI UN ELEMENTO

SCRITTURA (O SOSTITUZIONE) DI UN VALORE DI UN ELEMENTO CON UN NUOVO VALORE

L'ORGANIZZAZIONE IN MEMORIA CONSENTE L'ACCESSO DIRETTO AL SINGOLO COMPONENTE ATTRAVERSO L'INDICE.

SE VOLESSIMO DEFINIRE LE SPECIFICHE FORMALI DI UN VETTORE COSI' COME E' INTESO NELLA MAGGIORPARTE DEI LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE IMPERATIVI:

SPECIFICA

TIPI : VETTORE, INTERO, TIPOELEM

OPERATORI :

CREAVETTORE : ( ) → VETTORE

POST : $\forall i, 1 \leq i \leq n$, l'i-esimo elemento del vettore V(i) è uguale ad un definito elemento di tipo TIPOELEM

LEGGI VETTORE : (VETTORE, INTERO) → TIPOELEM

PRE : $1 \leq i \leq n$

POST : e=V(i)

SCRIVIVETTORE : (VETTORE, INTERO, TIPOELEM) → VETTORE

PRE : $1 \leq i \leq n$

POST : V'(i)= e, V'(j)=V(j) PER OGNI j

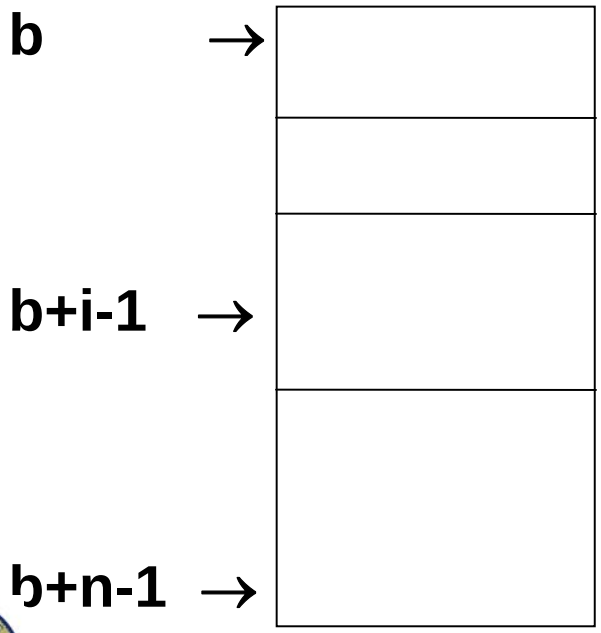
TALE CHE $1 \leq j \leq n$ E $j \neq i$

NEL CASO DEL VETTORE LA REALIZZAZIONE FA RIFERIMENTO AD UNA ORGANIZZAZIONE IN MEMORIA COMUNE A QUASI TUTTI I LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE.

TIPICA ORGANIZZAZIONE IN MEMORIA

PER ESEGUIRE UN ASSEGNAMENTO **m = V[i]**

SI PRESUPPONE CHE I VALORI DELLE TRE VARIABILI m, I E V[I] SIANO CONTENUTI IN TRE CELLE



V[1] **IL VETTORE È ALLOCATO IN MEMORIA IN N CELLE CONSECUTIVE, A PARTIRE**

V[I] **DA UN INDIRIZZO BASE b. L'INDIRIZZO DEL GENERICO ELEMENTO V[I] È b+i-1**

V[n] **CON $1 \leq i \leq n$**

L'ACCESSO È DIRETTO

REALIZZAZIONE

NEI LINGUAGGI IL VETTORE È ILTIPO DI DATO PRIMITIVO

IN FORTRAN

CREAVETTORE	⇔	**DIMENSION V (n)**
LEGGI VETTORE (V , I)	⇔	**V (I)**
SCRIVIVETTORE (V , I ,e)	⇔	**V (I)=e**

REALIZZAZIONE

LA CORRISPONDENZA TRA LA SPECIFICA INTRODOTTA E QUELLA DEL C È :

CREAVETTORE ⇔

Oppure
int V[5] = {1, 2, 3, 4, 5}
float V[5] = {1.4, 3.2, 5.4 }

LEGGI VETTORE (V , I) ⇔ **V [I]**

SCRIVIVETTORE (V , I ,e) ⇔ **V [I] =e**

REALIZZAZIONE

IN PASCAL CORRISPONDE ALL'ARRAY.

LA CORRISPONDENZA TRA LA SPECIFICA INTRODOTTA E QUELLA DEL PASCAL È :

CREAVETTORE ⇔ VAR V : ARRAY[1..n] OF TIPOELEM

LEGGI VETTORE (V , I) ⇔ V [I]

SCRIVIVETTORE (V , I ,e) ⇔ V [I]:=e

LA MATRICE, INTESA COME TABELLA A DUE O A MOLTE DIMENSIONI, È DI SOLITO UN DATO PRIMITIVO.

PREVEDE UN NOME E DUE O PIÙ INDICI CHE CONSENTONO L'ACCESSO DIRETTO AL SINGOLO ELEMENTO.

DIAMO LE SPECIFICHE PER UNA MATRICE DI n•m•p ELEMENTI (A TRE DIMENSIONI)

SPECIFICA SINTATTICA

TIPI **: MATRICE, INTERO, TIPOELEM**

OPERATORI **:**

CREAMATRICE : ( ) → MATRICE

LEGGIMATRICE : (MATRICE, INTERO, INTERO, INTERO)

→ TIPOELEM

SCRIVIMATRICE : (MATRICE, INTERO, INTERO, INTERO,

TIPOELEM) → MATRICE

SPECIFICA SEMANTICA

TIPI :

INTERO : INSIEME DI INTERI

MATRICE : INSIEME DI n•m•p ELEMENTI DI TIPO TIPOELEM ∋' L'ELEMENTO CARATTERIZZATO DAGLI INDICI i,j,k E' QUELLO NELLA

i-esima RIGA

j-esima COLONNA

k-esima DIMENSIONE IN PROFONDITA'

etc. ……

……

REALIZZAZIONE

NELLA MAGGIOR PARTE DEI LINGUAGGI (C, PASCAL, …) IL DATO PRIMITIVO MATRICE A PIU' DIMENSIONI È RIPORTATO AL DATO PRIMITIVO ARRAY

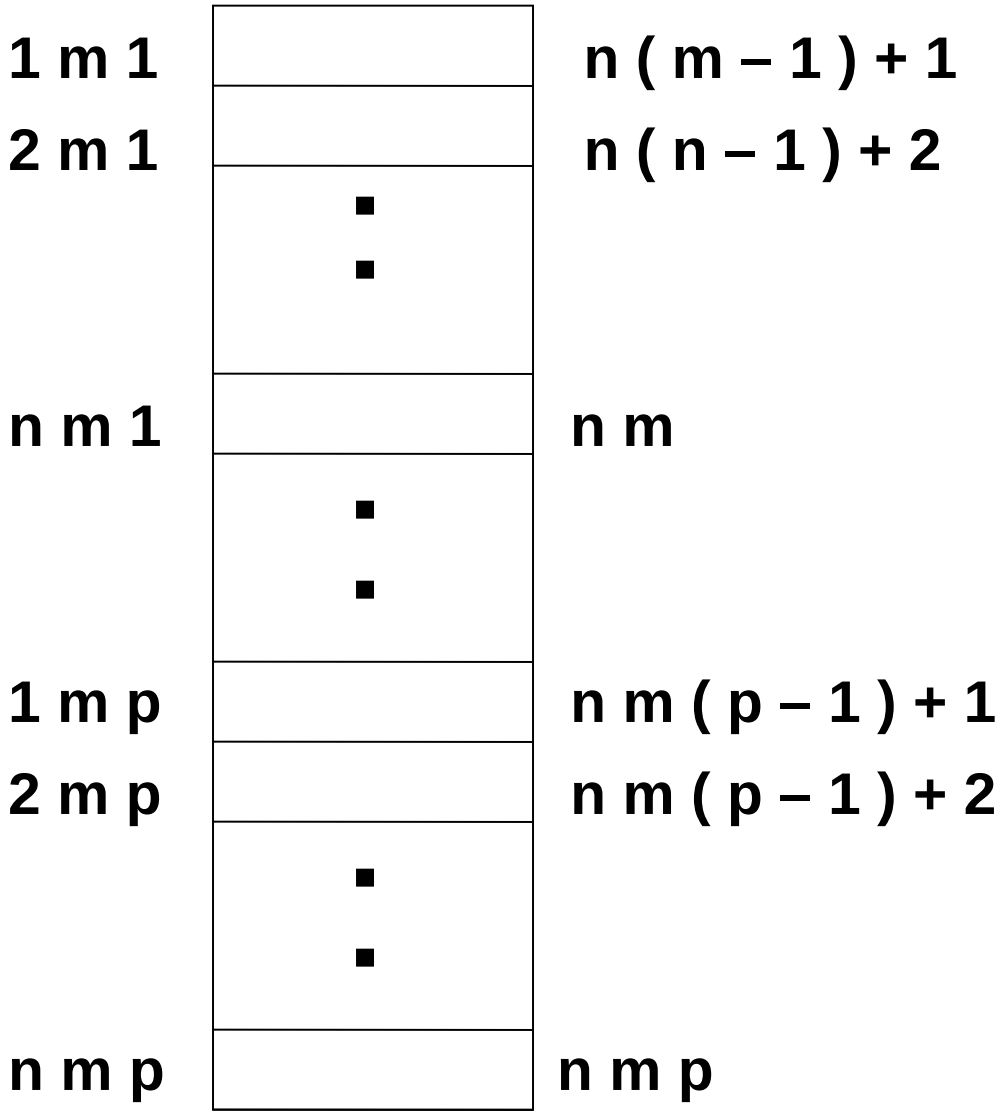
CREAMATRICE ⇒ VAR W : ARRAY[1..n,1..m,1..p] OF TIPOELEM

LEGGIMATRICE (W,I,J,K) ⇒ W[I,J,K]

SCRIVIMATRICE (W,I,J,K,e) ⇒ W[I,J,K]:=e

SI FA RIFERIMENTO AD UNA ORGANIZZAZIONE IN MEMORIA NELLA QUALE LE TABELLE SONO LINEARIZZATE PER RIGHE.

I,J,K	W	
1 1 1		1
2 1 1		2
	▪ ▪	
n 1 1		n
1 2 1		n + 1
2 2 1		n + 2
	▪ ▪	
n 2 1		2 n
	▪	


1 m 1
n (m – 1) + 1
2 m 1
n (n – 1) + 2
n m 1
n m
1 m p
n m (p – 1) + 1
2 m p
n m (p – 1) + 2
n m p
n m p

RIASSUMENDO

Alla base dell'astrazione dati c'è il principio che *non si può accedere direttamente alla rappresentazione di un dato, qualunque esso sia, ma solo attraverso un insieme di operazioni considerate lecite* (principio dell'astrazione dati).

VANTAGGIO: un cambiamento nella rappresentazione del dato si ripercuoterà solo sulle operazioni lecite, che potrebbero subire delle modifiche, mentre non inficerà gli utilizzatori del dato astratto.

QUALI TECNICHE?
Information Hiding

Il principio di astrazione suggerisce di nascondere dell'informazione (information hiding), sia perché non necessaria al fruitore dell'entità astratta, sia perché la sua rivelazione creerebbe delle inutili dipendenze e finirebbero per compromettere l'invarianza ai cambiamenti.

Nella astrazione procedurale la tecnica suggerisce di nascondere i dettagli del processo di trasformazione (come esso avviene).

Nella astrazione dati la tecnica identifica nella rappresentazione del dato l'informazione da nascondere.

In entrambi i casi non si dice **COME** farlo.

QUALI TECNICHE?
Incapsulamento

L'incapsulamento (encapsulation) è una tecnica di progettazione consistente nell'impacchettare (racchiudere in capsule) una collezione di cose, creando una barriera concettuale.

Implica:

- Un **processo**: l'impacchettamento
- Una **entità**: il 'pacchetto' ottenuto

L'incapsulamento **NON** dice come devono essere le "*pareti*" del pacchetto, che potranno essere:

- Trasparenti: permettendo di vedere tutto ciò che è stato impacchettato;
- Traslucide: permettendo di vedere in modo parziale il contenuto;
- Opache: nascondendo tutto il contenuto del pacchetto.

ASTRAZIONE DATI E INCAPSULAMENTO

La combinazione del principio dell'astrazione dati con la tecnica dell'incapsulamento suggerisce che:

1. La rappresentazione del dato va nascosta
2. L'accesso al dato deve passare solo attraverso operazioni lecite
3. Le operazioni lecite, che ovviamente devono avere accesso alla informazione sulla rappresentazione del dato, vanno impacchettate con la rappresentazione del dato stesso.

I principi che consentono di mettere in pratica uno stile di programmazione rigoroso

- *Astrazione dei dati*: non serve conoscere la rappresentazione e l'implementazione interna di un oggetto usarlo
- *Modularità/modificabilità*: l'universo è strutturato in oggetti di cui è facile cambiare la definizione
- *Riutilizzabilità*: poiché un oggetto è definito dal proprio comportamento, grazie ad un'interfaccia esplicita, è facile includerlo in una libreria da riutilizzare all'occorrenza
- *Leggibilità/comprensibilità*: l'incapsulamento, la possibilità di overloading e la modularità aumentano la leggibilità di un programma

Object Oriented Programming

Grazie all‘astrazione dati e all’incapsulamento un oggetto contiene ("incapsula") al suo interno gli attributi (*dati*) e i metodi (*procedure*) che accedono ai dati stessi.

Lo scopo principale è dare accesso ai dati incapsulati solo attraverso i metodi definiti, nell'interfaccia, come accessibili dall'esterno.

E’ possibile vedere l'oggetto come una scatola nera della quale, attraverso l‘interfaccia, sappiamo cosa fa e come interagisce con l'esterno ma non come lo fa.

I vantaggi principali portati sono: **robustezza**, **indipendenza** e l'estrema **riusabilità** degli oggetti creati.

I Linguaggi ad oggetti

Una possibile distinzione [Masini,Napoli, Colnet, Léonard, Tombre,1991]

- Linguaggi che offrono solo astrazione dati e incapsulamento (Ada, Modula-2)
- Linguaggi che raggruppano gli oggetti in classi (CLU, Simula, Smalltalk-80)
- Linguaggi ad oggetti che aggiungono all'astrazione la nozione di ereditarietà (C++)

I Linguaggi ad oggetti

Un particolare ambiente C++ può fornire una biblioteca (library) che include una classe List. La forma logica della lista è definita dalle *Public Functions,* i relativi *input* e *output* che definiscono la classe. Questo potrebbe essere tutto quello che l'utente sa circa l'implementazione della classe lista e potrebbe essere tutto e solo quello che l'utente deve conoscere.

All'interno della classe è possibile una grande varietà di implementazioni fisiche della lista.