Corso di Laurea in INFORMATICA

a.a. 2012-2013

Algoritmi e Strutture Dati

MODULO N. 5

Strutture lineari di dati: Pile e Code

Pile e Code: specifiche e realizzazioni attraverso rappresentazioni sequenziali e collegate. Pile e procedure ricorsive. Code e Pile come strutture ausiliarie.

PILE

UNA PILA È UNA SEQUENZA DI ELEMENTI DI UN CERTO TIPO IN CUI È POSSIBILE AGGIUNGERE O TOGLIERE ELEMENTI SOLO DA UN ESTREMO DELLA SEQUENZA (LA "TESTA").
PUÒ ESSERE VISTA COME UN CASO SPECIALE DI LISTA IN CUI L'ULTIMO ELEMENTO INSERITO È IL PRIMO AD ESSERE RIMOSSO (LIFO) E NON È POSSIBILE ACCEDERE AD ALCUN ELEMENTO CHE NON SIA QUELLO IN TESTA.

Possibili utilizzi:

- Nei linguaggi con procedure: gestione dei record di attivazione
- Nei linguaggi stack-oriented:
  Le operazioni elementari prendono uno-due operandi dallo stack e inseriscono il risultato nello stack
  Es: Postscript, Java bytecode

PILE

SPECIFICA

Tipi*: *pila (sequenza $P=a_1, a_2, \ldots, a_n$ di elementi di tipo tipoelem gestita con accesso LIFO), boolean, tipoelem

Operatori:

CREAPILA: **( ) → *pila***
CREAPILA=P ***EMPTY STACK***
POST: **P=Λ (LA SEQUENZA VUOTA)**

PILAVUOTA: **(*pila*) → *boolean***
PILAVUOTA(P)=b ***EMPTY***
POST : **P= Λ**
b=FALSO, ALTRIMENTI : b=VERO SE

LEGGIPILA: **(*pila*) → *tipoelem***
LEGGIPILA(P)=a ***TOP***
PRE: **$P=a_1, a_2, \ldots, a_n$ $n \geq 1$**
POST: **$a=a_1$**

SPECIFICA

FUORIPILA: $(pila) \rightarrow pila$

FUORIPILA(P)=P' ***POP***

PRE: $P=a_1, a_2, \ldots, a_n \quad n \geq 1$

POST: $P'=a_2, a_3, \ldots, a_n$ **SE** $n \geq 1$

$P'=\Lambda$ **SE n=1**

INPILA: $(tipoelem, pila) \rightarrow pila$

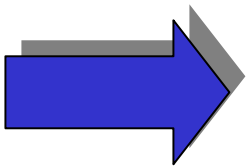
INPILA(a, P)= P' ***PUSH***

PRE: $P=a_1, a_2, \ldots, a_n \quad n \geq 0$

POST: $P'=a, a_1, a_2, \ldots, a_n$

REALIZZAZIONI

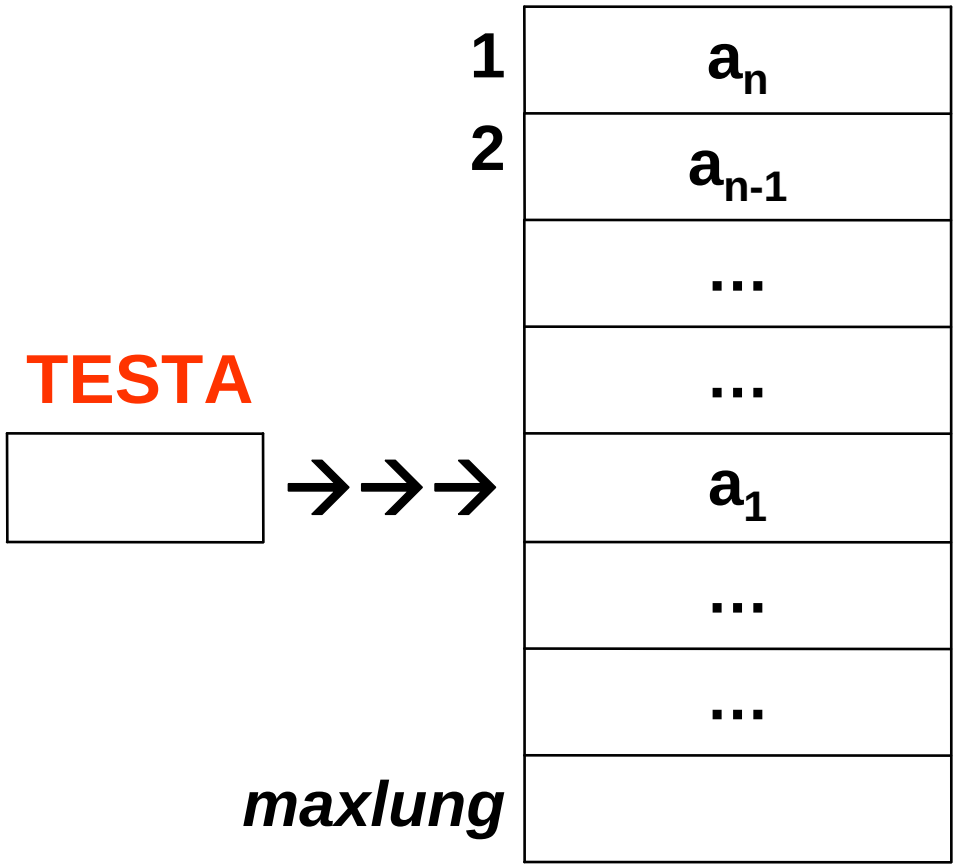
LA PILA È' UN CASO PARTICOLARE DI LISTA E OGNI REALIZZAZIONE DESCRITTA PER LA LISTA FUNZIONA ANCHE PER LA PILA. POSSIAMO DEFINIRE LA CORRISPONDENZA TRA GLI OPERATORI.

CREAPILA		**CREALISTA**
PILAVUOTA(P)		**LISTAVUOTA(P)**
LEGGIPILA(P)		**LEGGILISTA(PRIMOLISTA(P),P)**
FUORIPILA(P)		**CANCLISTA(PRIMOLISTA(P),P)**
INPILA(a,P)		**INSLISTA(a,PRIMOLISTA(P),P)**

Pensando invece a realizzarla direttamente, si fa riferimento a due rappresentazioni possibili della Pila: rappresentazione sequenziale (utilizzando il vettore) e rappresentazione collegata. Quest'ultima rappresentazione può essere realizzata con vettore o con puntatori. Nel seguito verrà considerata solo quella realizzata con puntatori.

REALIZZAZIONE CON VETTORE

VANNO MEMORIZZATI GLI *n* ELEMENTI DELLA PILA, *IN ORDINE INVERSO*, NELLE PRIME *n* POSIZIONI DEL VETTORE, MANTENENDO UN CURSORE ALLA TESTA DELLA PILA.



NOTE ALLA REALIZZAZIONE CON VETTORE

CON QUESTA REALIZZAZIONE, OGNI OPERATORE RICHIEDE TEMPO COSTANTE PER ESSERE ESEGUITO.

LA RAPPRESENTAZIONE MEDIANTE ARRAY PRESENTA DUE SVANTAGGI:

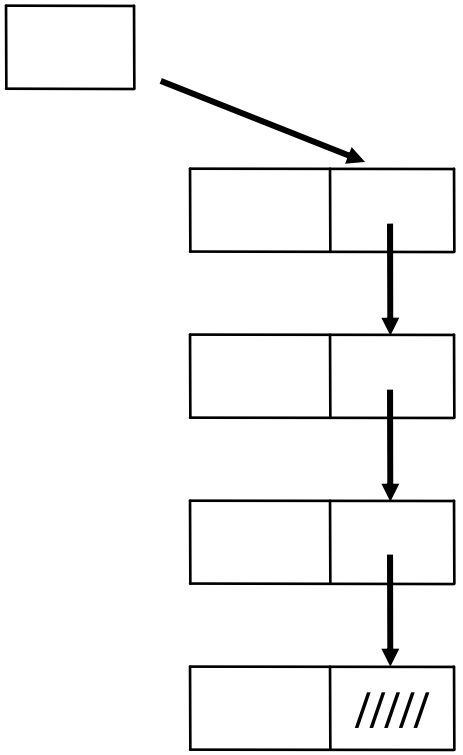
- **– RICHIEDE DI DETERMINARE A PRIORI UN LIMITE AL NUMERO MASSIMO DI ELEMENTI DELLA PILA;**
- **– LO SPAZIO DI MEMORIA UTILIZZATO È' INDIPENDENTE DAL NUMERO EFFETTIVO DI ELEMENTI.**

PER CONTRO, PRESENTA IL VANTAGGIO :

- **+ AL CONTRARIO DELLE LISTE, GLI INSERIMENTI E LE CANCELLAZIONI NON RICHIEDONO SPOSTAMENTI PERCHÉ EFFETTUATI AD UNA ESTREMITÀ DELL'ARRAY.**

RAPPRESENTAZIONE COLLEGATA: REALIZZAZIONE CON PUNTATORI

CI RIFERIAMO ALLA PILA CON UN PUNTATORE ALLA CELLA CHE SI TROVA IN CIMA.



PILE E PROCEDURE RICORSIVE

UNA DELLE APPLICAZIONI PIÙ INTERESSANTI DELLE PILE RIGUARDA L'ESECUZIONE DI PROGRAMMI RICORSIVI.

L'ESECUZIONE DI UNA PROCEDURA RICORSIVA PREVEDE IL SALVATAGGIO DEI DATI SU CUI LAVORA LA PROCEDURA AL MOMENTO DELLA CHIAMATA RICORSIVA. TALI DATI VENGONO "RIPRISTINATI" QUANDO LA COMPUTAZIONE "INTERNA" TERMINA (MECCANISMO LIFO).

LE DIVERSE CHIAMATE ATTIVE SONO ORGANIZZATE IN UNA PILA. LA CHIAMATA PIÙ RECENTE È QUELLA CHE SI CONCLUDE PER PRIMA.

PILE E PROCEDURE RICORSIVE

NELLA PILA VANNO SALVATI I PARAMETRI (E LE EVENTUALI VARIABILI LOCALI), IL PUNTO DI RITORNO, CIOÈ L'ETICHETTA DELLA ISTRUZIONE DA CUI RIPARTIRE AL TERMINE DELLA COMPUTAZIONE "INTERNA". QUANDO PARAMETRI E VARIABILI LOCALI SONO DI TIPO DIVERSO NELLA PILA È CONVENIENTE MEMORIZZARE UN

RECORD DI ATTIVAZIONE

CHE CONTIENE LO STATO DELLA COMPUTAZIONE SOSPESA.

COME È NOTO, I PROGRAMMI RICORSIVI CORRISPONDONO A METODI SOLUTIVI PARTICOLARMENTE ADATTI A PROBLEMI PER I QUALI:

- **LA SOLUZIONE DEL PROBLEMA DI RANGO *N* È DEFINIBILE IN TERMINI DELLA SOLUZIONE DEL PROBLEMA DI RANGO INFERIORE A *N;***
- **È DEFINIBILE UNA SOLUZIONE PER ASSIOMA SUL PROBLEMA DI RANGO MINIMO (1 O 0).**

ESEMPIO

LA SUCCESSIONE DI FIBONACCI È DEFINITA COME UNA SUCCESSIONE IL CUI *K-ESIMO* ELEMENTO È UGUALE ALLA SOMMA DEI DUE CHE LO PRECEDONO:

FIB(1)=1 FIB(2)=1 ***livello assiomatico***
FIB(K)=FIB(K-1)+FIB(K-2) PER K>2

LA SEQUENZA DI FIBONACCI SI PUÒ CREARE MEDIANTE UNA FUNZIONE RICORSIVA CHE CALCOLA IL *K-ESIMO* NUMERO DELLA SUCCESSIONE.

```
FIB(intero k) → intero
   if (k=1) or (k=2) then
      f ← 1 else
      f ← FIB(k-1)+FIB(k-2); chiamata ricorsiva
       FIB ← f
   return FIB
```

GLI STATI DELLA PILA per K=4

1 FIB(4)
2 FIB(3), FIB(4)
3 FIB(2)=1, FIB(3), FIB(4)
4 FIB(3), FIB(4) → RIS. PARZ.=1
5 FIB(1)=1, FIB(3), FIB(4) → RIS. PARZ.=1
6 FIB(3)=2, FIB(4) → RIS. PARZ.=2
7 FIB(4)
8 FIB(2)=1, FIB(4) → RIS. PARZ.=2
9 FIB(4)=3

ALTRO ESEMPIO E' IL CALCOLO DEL FATTORIALE K!
PER UN GENERICO VALORE K

K! = K • (K-1) • (K-2) • …… • 3 • 2 • 1

PER LA FUNZIONE DI CALCOLO DEL FATTORIALE:

1. **L'INTESTAZIONE È UNA PAROLA RISERVATA PER INDICARE IL SOTTOPROGRAMMA SEGUITA DA UNA LISTA DI ARGOMENTI**

   FUNCTION FATT(K:INTEGER): INTEGER;

   L'INGRESSO K (argomento) E' UNA VARIABILE DI TIPO INTERO; IL RISULTATO E' ANCORA DI TIPO INTERO E SARA' ASSOCIATO ALLA VARIABILE DI NOME FATT

2. **LA FUNZIONE DA CALCOLARE E' DEFINITA COME**

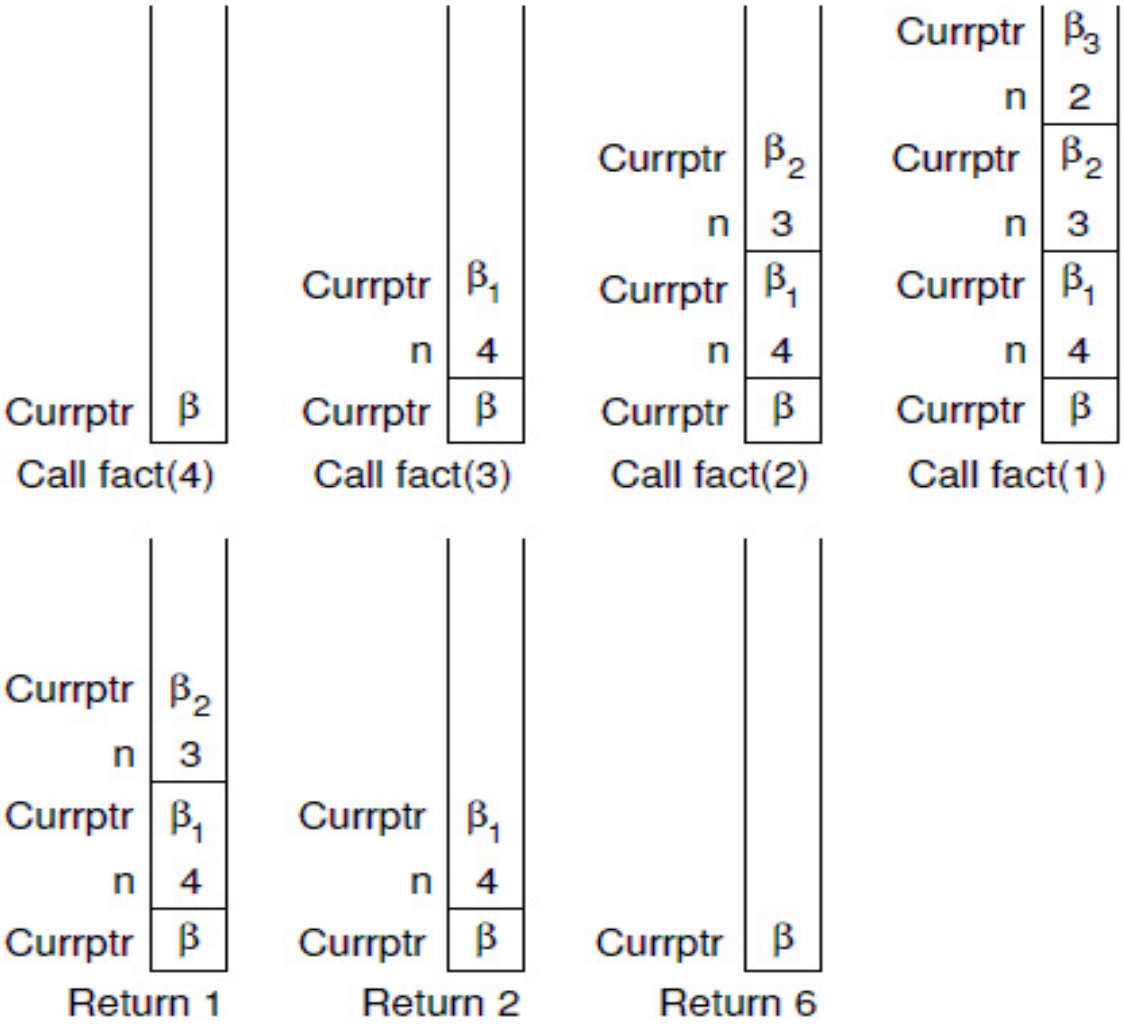
   FATT(K)=K • (K-1) •……. •2 • 1 $K \geq 1$

LA FUNZIONE PER IL CALCOLO DEL FATTORIALE POTREBBE ESSERE REALIZZATA CON UN METODO ITERATIVO

```
FATT(intero k) → intero
   f ← 1
      for i ← 2 to k do
         f ← f * I
   return f
```

MA E' ANCHE POSSIBILE REALIZZARLA CON UN METODO RICORSIVO

```
FACT(intero k) → intero
   if k = 1 then
      f ← 1 else
      f ←  k * FCATT(k-1)
   return f
```



I valori β indicano l'indirizzo dell'istruzione di programma da restituire dopo aver completato la chiamata di funzione corrente. Ad ogni chiamata di funzione fact sia l'indirizzo di rientro (return) che il valore corrente di f vanno salvati. Ogni rientro da fact estrae (pop) dalla pila il record di attivazione che è in testa

LA RICORSIONE PUÒ ESSERE USATA PER FORMALIZZARE UN'AMPIA CLASSE DI STRUTTURE DI DATI CHE MOSTRANO CARATTERISTICHE RICORSIVE NELLA STRUTTURA.

IN GENERALE, SE INTENDIAMO PER *SEQUENZA* DI DATI UN AGGREGATO IN CUI SIA RICONOSCIBILE UN PRIMO ELEMENTO, UN SECONDO… UN SUCCESSIVO, POSSIAMO DEFINIRLA RICORSIVAMENTE COME:

- **UN AGGREGATO DI DATI EVENTUALMENTE VUOTO;** *livello assiomatico*
- **UN AGGREGATO NON VUOTO, IN CUI È INDIVIDUATO UN PRIMO ELEMENTO CHE INSIEME AI SUCCESSIVI COSTITUISCE ANCORA UNA SEQUENZA.**

SE INDICHIAMO LA SEQUENZA DI n ELEMENTI CON $S_n=a_1, a_2, \ldots, a_n$ ALLORA S_n SARÀ:

$$\begin{cases} \text{PER } N=0 \quad S_0=\{\,\} \\ \text{PER } N>0 \quad \{S_{n-1}, A_n\} \end{cases}$$

livello assiomatico

GRAZIE ALLE PILE È SEMPRE POSSIBILE, DATO UN PROGRAMMA RICORSIVO, TRASFORMARLO IN UNO ITERATIVO.

A) CREANDO UNA PILA DOPO IL BEGIN INIZIALE;

B) SOSTITUENDO OGNI CHIAMATA RICORSIVA CON UNA SEQUENZA DI ISTRUZIONI CHE:

- ***SALVANO NELLA PILA I VALORI DEI PARAMETRI DELLE VARIABILI LOCALI E L'ETICHETTA DELLA ISTRUZIONE SEGUENTE ALLA CHIAMATA RICORSIVA;***
- ***ASSEGNANO AI PARAMETRI GLI OPPORTUNI VALORI;***
- ***EFFETTUANO UN SALTO ALL'ISTRUZIONE CHE SEGUE LA CREAZIONE DELLA PILA.***

C) INTRODUCENDO PRIMA DELL'END FINALE ISTRUZIONI CHE, NEL CASO LA PILA NON SIA VUOTA, ESTRAGGONO DALLA PILA I VALORI SALVATI E SALTANO ALLA ISTRUZIONE LA CUI ETICHETTA È UGUALE AL PUNTO DI RITORNO.

I PARAMETRI SI INTENDONO PASSATI PER VALORE.

ESERCIZIO

I DATI RELATIVI ALLE RICHIESTE DI INTERVENTO AD UN CALL CENTER, DOPO CHE QUESTE SONO STATE ESAUDITE, SONO MEMORIZZATI IN UNA PILA.
SI VOGLIONO EVIDENZIARE RICHIESTE DI DISTURBO PROVENIENTI DA UNO SPECIFICO UTENTE.
SCRIVERE UN PROGRAMMA CHE RICERCA I DATI RELATIVI AD UNA SPECIFICA RICHIESTA (UTENTE) E, SE PRESENTE, LA CANCELLA DALLA PILA RICOMPATTANDO LA STRUTTURA.

CODE

UNA CODA E' UN TIPO ASTRATTO CHE CONSENTE DI RAPPRESENTARE UNA SEQUENZA DI ELEMENTI CON ACCESSO AGLI ESTREMI: E' POSSIBILE AGGIUNGERE ELEMENTI AD UN ESTREMO ("*IL FONDO*") E TOGLIERE ELEMENTI DALL'ALTRO ESTREMO ("*LA TESTA*").

Detta anche Queue, è un insieme dinamico in cui l'elemento rimosso dall'operazione di cancellazione è predeterminato:
"*quello che per più tempo è rimasto nell'insieme*"
politica "*first in, first out*" (*FIFO*)

CODE

E' PARTICOLARMENTE ADATTA A RAPPRESENTARE SEQUENZE NELLE QUALI L'ELEMENTO VIENE ELABORATO SECONDO L'ORDINE DI ARRIVO

Possibili utilizzi:

Nei sistemi operativi, i processi in attesa di utilizzare una risorsa vengono gestiti tramite una coda (lista d'attesa, insieme di dispositivi in attesa di assegnazione di risorse, etc.)

La politica FIFO è fair

CODE

Le operazioni definibili su una coda sono le seguenti :

- **Inserimento di un elemento in fondo alla coda (*enqueue*)**
- **Estrazione dell'elemento in testa alla coda (*dequeue*)**
- **Lettura dell'elemento in testa alla coda, senza eliminarlo (*peek*)**
- **Controllo se la coda è vuota oppure no (*isEmpty*)**

E talvolta

- **Svuotamento della coda (*clear*)**

CODE

SPECIFICA

TIPI: coda (insieme delle sequenze Q = $a_1, a_2, \ldots, a_n$ di elementi), boolean, tipoelem

Operatori:

CREACODA : () → coda

CREACODA = Q'

Post: Q' = Λ sequenza vuota

CODAVUOTA : (coda) → boolean

CODAVUOTA(Q) = b *isEmpty*

Post: b = VERO SE Q = Λ

b = FALSO ALTRIMENTI

LEGGICODA : (coda) → tipoelem

LEGGICODA(Q) = a *peek*

Pre: Q = $a_1,a_2,\ldots,a_n$ E n ≥1

Post: a = a_1

FUORICODA : (coda) $\rightarrow$ coda

FUORICODA(Q) = Q' *dequeue*

Pre: $Q = a_1, a_2, \ldots, a_n$ E $n \geq 1$

Post: $Q' = a_2, a_3, \ldots, a_n$ SE $n > 1$

$Q' = \Lambda$ SE $n = 1$

INCODA : (tipoelem, coda) $\rightarrow$ coda

INCODA (a,Q) = Q' *enqueue*

Pre: $Q = a_1, a_2, \ldots, a_n$ E $n \geq 0$

Post: $Q' = a_1, a_2, \ldots, a_n, a$

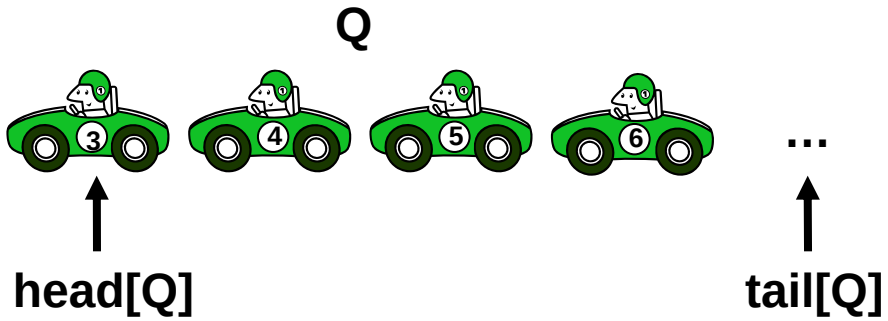
COME RAPPRESENTARE LE CODE

IN GENERALE LE POSSIBILI RAPPRESENTAZIONI DELLE CODE SONO ANALOGHE A QUELLE DELLE PILE CON L'ATTENZIONE CHE E' CONVENIENTE CONSENTIRE L'ACCESSO SIA ALL'ELEMENTO INSERITO PER PRIMO SIA ALL'ELEMENTO INSERITO PER ULTIMO.

Coda con vettore

Operazioni:

- **INCODA(a,Q)** (*inserisci*)
- **FUORICODA(Q)** (*elimina,rimuovi*)

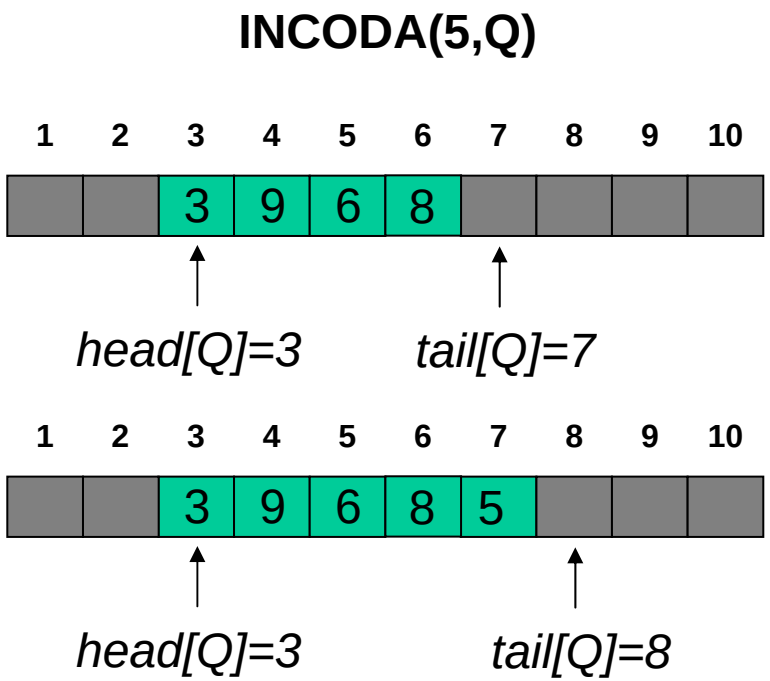


Una coda con al più n elementi può essere rappresentata da un vettore Q[1,…, n]. Le variabili head[Q] e tail[Q] puntano alla testa della coda e alla posizione dove il nuovo elemento sarà inserito.

Coda con vettore

INCODA(a,Q)

1. $Q[tail[Q]] \leftarrow a$
2. $if\ tail[Q] = lunghezza[Q]$
3. $\quad then\ tail[Q] \leftarrow 1$
4. $\quad else\ tail[Q] \leftarrow tail[Q] + 1$



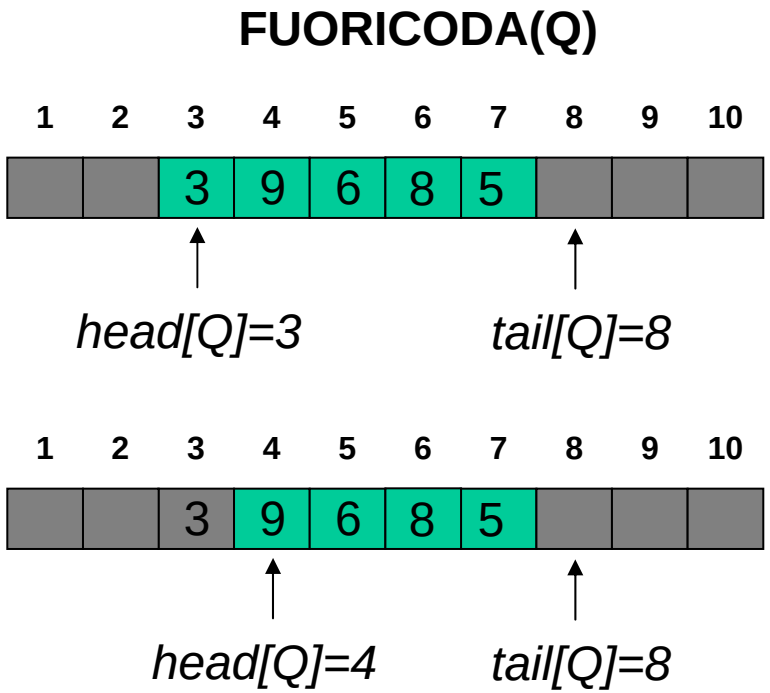
Inizialmente si avrà head[Q]=tail[Q]=1.
Quando head[Q]=tail[Q] la coda è vuota (lunghezza=0).
Un tentativo di prendere un elemento dalla coda genererà una situazione di “underflow”.

Quando head[Q]=tail[Q]+1 la coda è piena. Un tentativo di inserire un elemento dalla coda genererà una situazione di “overflow”.

Coda con vettore

FUORICODA(Q)

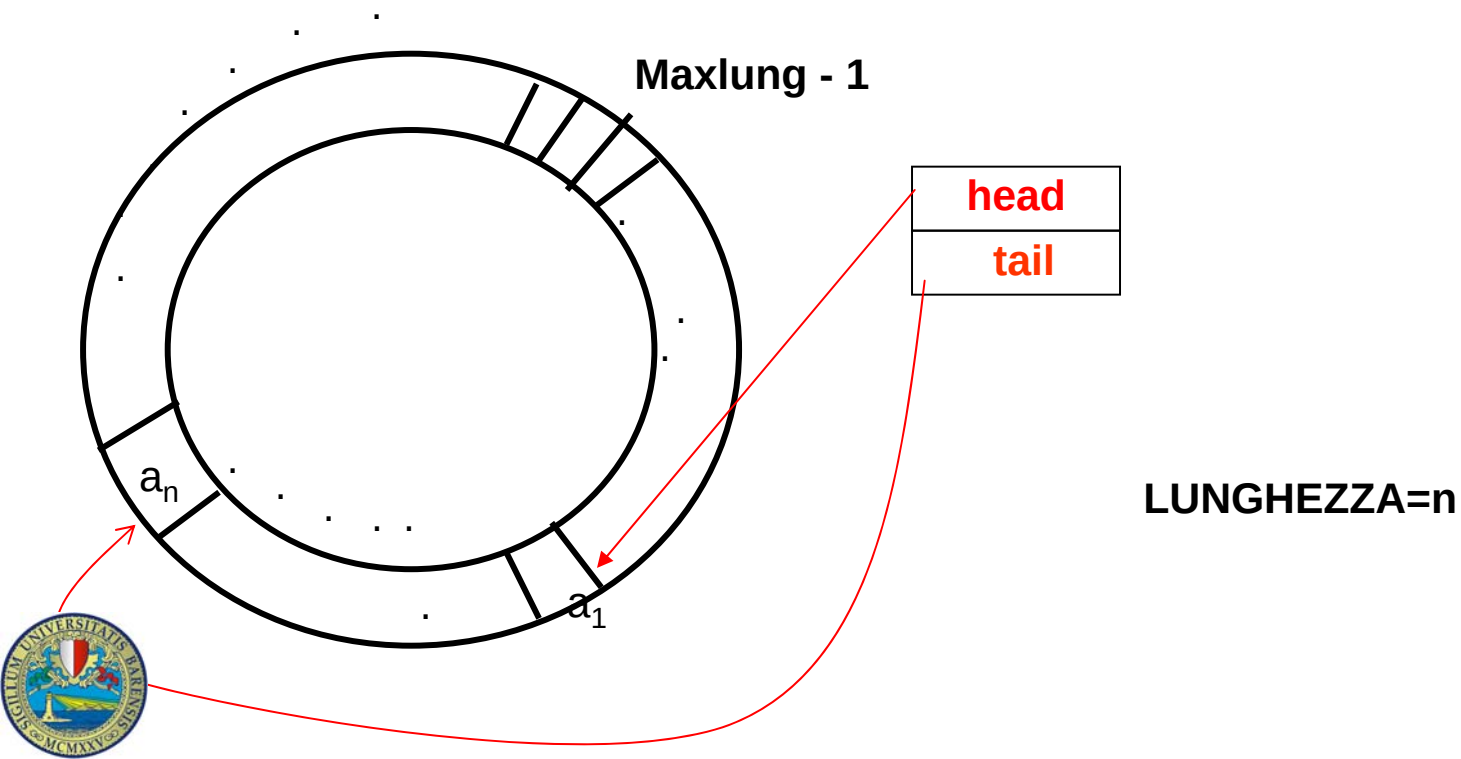
1. *if head[Q] = length[Q]*
2. *then head[Q] ← 1*
3. *else head[Q] ← head[Q] + 1*
4. *return*



Le operazioni INCODA e FUORICODA richiedono tempo O(1).

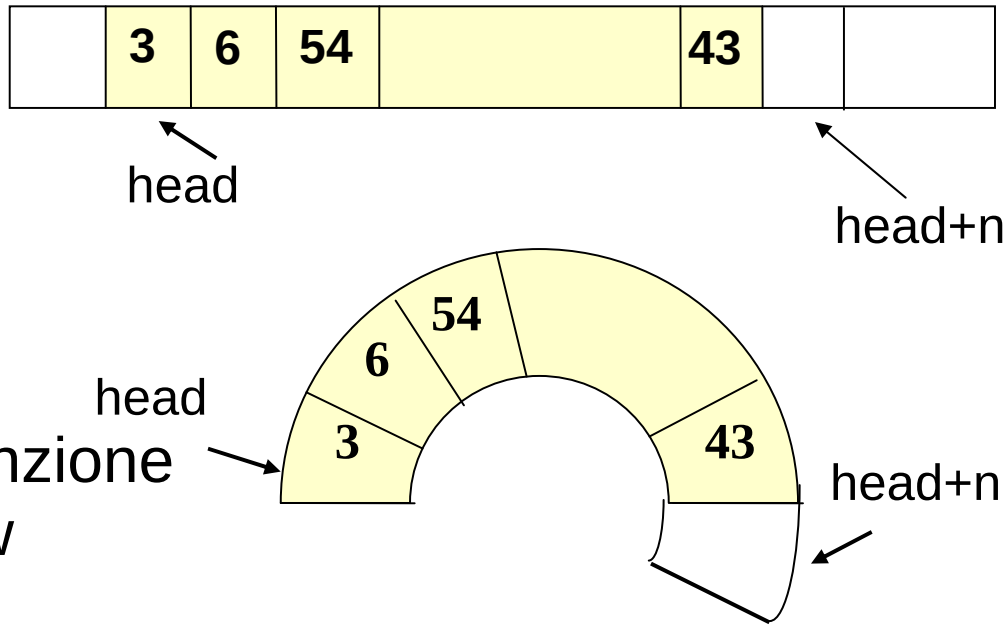
Coda con vettore circolare

Spesso si usa un vettore circolare inteso come un array di maxlung elementi, nel quale si considera l'elemento con indice 0 come successore di quello con indice maxlung - 1. Si utilizzano due variabili head e tail. Il valore di head indica la posizione in cui è memorizzato il primo elemento mentre tail si riferisce all'ultimo elemento inserito. E' utile eventualmente definire la lunghezza della coda.

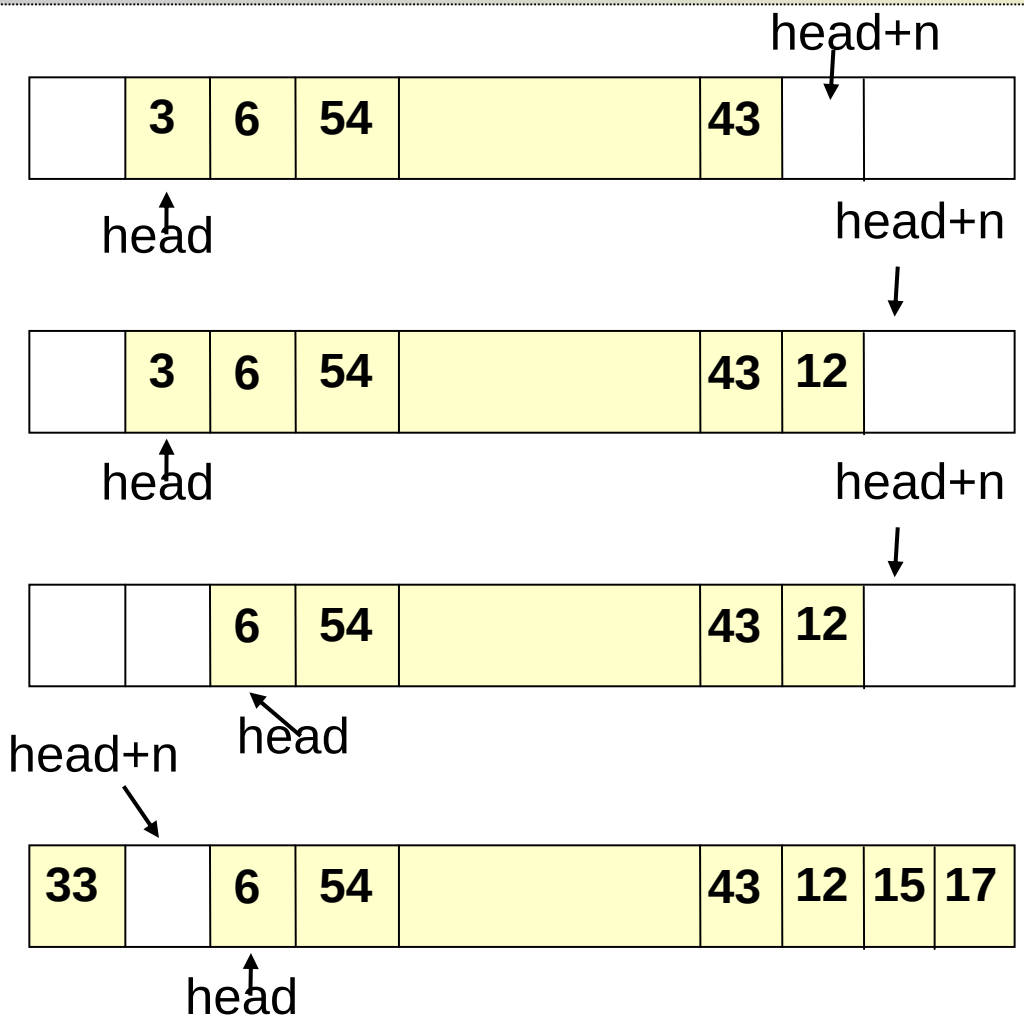


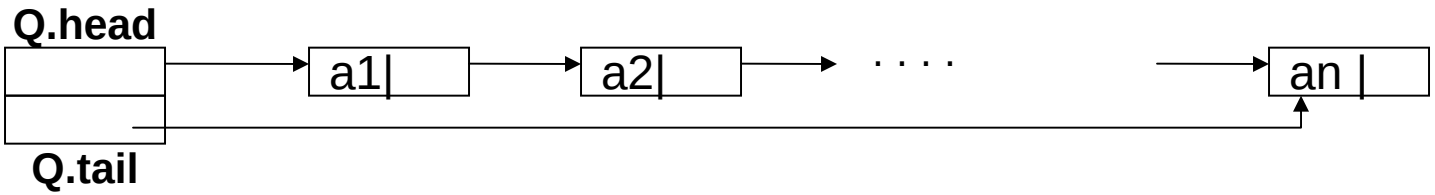
Coda: Realizzazione tramite vettore circolare

- La “finestra” dell’array occupata dalla coda si sposta lungo l’array!
- Dettagli implementativi
  - L'array circolare può essere implementato con un'operazione di modulo
  - Bisogna prestare attenzione ai problemi di overflow (buffer pieno)



Coda: Realizzazione tramite vettore circolare





REALIZZAZIONE CON PUNTATORI

LA CODA E' REALIZZATA CON n CELLE, LA PRIMA DELLE QUALI E' INDIRIZZATA DA UN PUNTATORE "HEAD"E L'ULTIMA DA UN PUNTATORE "TAIL".

LA CODA VUOTA E' INDIVIDUATA DAL VALORE NULLO Nil DEL PUNTATORE DI TESTA.

NELLA REALIZZAZIONE MONODIREZIONALE CON SENTINELLA LA VARIANTE PREVEDE UN ATOMO FITTIZIO PUNTATO DAL PUNTATORE TESTA CHE PUNTA AL VERO PRIMO ELEMENTO DELLA CODA.

ESERCIZI SU CODE E PILE

PROBLEMA

SI VUOLE REALIZZARE UN PROGRAMMA CHE PRENDE UNA CODA DI INTERI E RESTITUISCE UN'ALTRA CODA OTTENUTA DALLA PRIMA CONSIDERANDO SOLO VALORI POSITIVI.

Trascuriamo le dichiarative relative alla implementazione della coda

```
ESTRAI (q: coda, q1: coda)
    CREACODA(q1)
    while not CODAVUOTA(q)
        e ← LEGGICODA(q)
        if e > 0 then
            INCODA(e, q1)
        FUORICODA(q)
```

SE VOLESSIMO CONSERVARE LA CODA ORIGINALE DOVREMMO USARE UNA CODA AUSILIARIA.

```
ESTRAI1 (q, q1: coda)
    CREACODA(q1)
    CREACODA(qaux)
    while not CODAVUOTA(Q) do
        e ← LEGGICODA(q)
        if e > 0 then
            INCODA (e,q1)
        FUORICODA(q)
        INCODA(e, qaux)
    CREACODA(q)
    while not CODAVUOTA(qaux) do
        e ← LEGGICODA(qaux)
        INCODA (e,q)
        FUORICODA (qaux)
```

RIPRISTINO DI Q

ESEMPIO

Aritmetica postfissa

LE ESPRESSIONI ARITMETICHE SONO SCRITTE IN NOTAZIONE INFISSA, CIOE' I SIMBOLI DELLE OPERAZIONI APPAIONO TRA GLI OGETTI SU CUI OPERANO.

NELLA NOTAZIONE POSTFISSA GLI OPERATORI SI PONGONO DOPO GLI OGGETTI SU CUI OPERANO

35 + 17 * (40 – 9) – 7

35 17 40 9 – * + 7 –

QUESTA NOTAZIONE E' DEFINITA POLACCA (SI DEVE AL MATEMATICO LUKASIEWICZ)

Aritmetica postfissa

Definizione

UNA NOTAZIONE POLACCA E' UNA QUALUNQUE SERIE DI OPERANDI ARITMETICI x, y, … E OPERATORI BINARI op (+,-,*,/) CHE SI PUO' FORMARE MEDIANTE LE REGOLE SEGUENTI:

- ***OGNI OPERANDO x E' UNA NOTAZIONE POLACCA***
- ***SE p1 E p2 SONO NOTAZIONI POLACCHE ALLORA p1p2 op E' UNA NOTAZIONE POLACCA***

ES:

48+63 corrisponde a p1 48 63 +

52*4 corrisponde a p2 52 4 *

p1 p2 – è una notazione polacca

Aritmetica postfissa

LE REGOLE PER CALCOLARE L'ESPRESSIONE POSTFISSA

- **SCANDISCI L'ESPRESSIONE DA SINISTRA A DESTRA FINO A CHE RAGGIUNGI IL PRIMO OPERATORE**
- **APPLICA L'OPERATORE AI DUE OPERANDI CHE SONO ALLA SUA SINISTRA, OTTIENI IL RISULTATO CHE SOSTITUIRAI NELL'ESPRESSIONE AL POSTO DI OPERANDI E OPERATORE**

35 + 17 * (40 – 9) – 7

35 17 40 9 - * + 7 –

- **35 17 40 9 - * + 7 -**
- **35 17 31 * + 7 -**
- **35 527 + 7 -**
- **562 7 -**
- **555**

ALGORITMO PER VALUTARE UNA ESPRESSIONE IN NOTAZIONE POLACCA

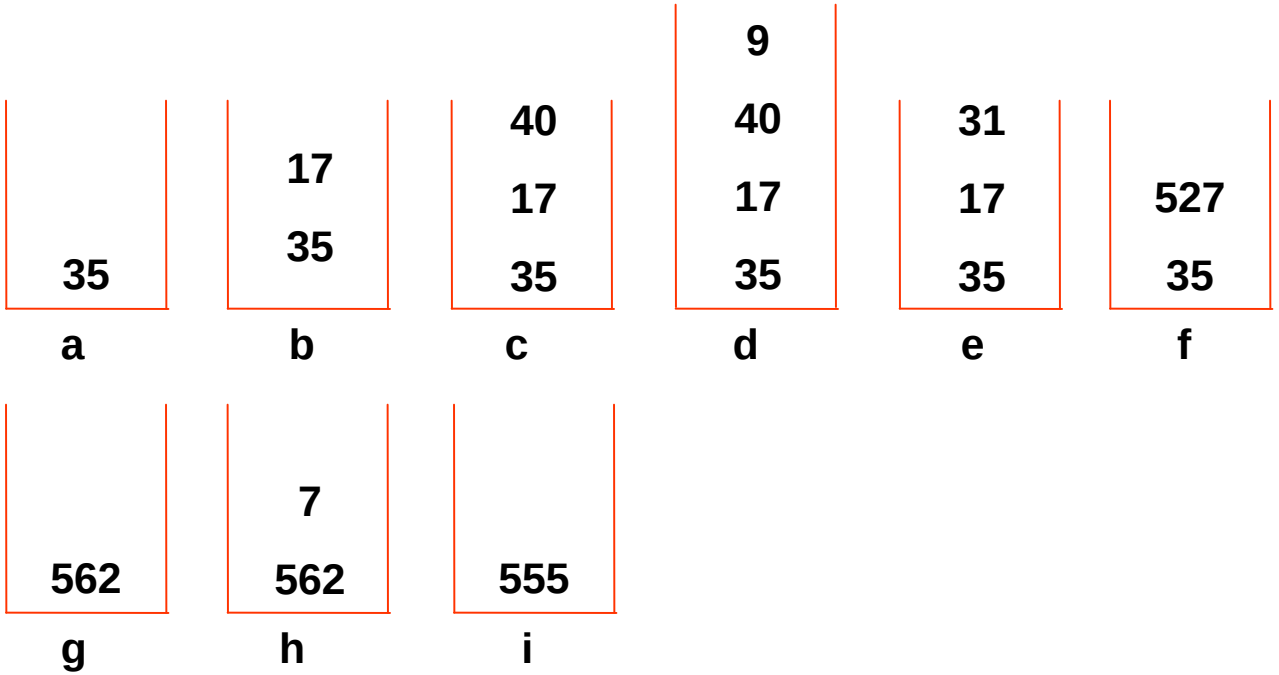
1. **SCANDIRE L'ESPRESSIONE DA SINISTRA A DESTRA.**

   APPENA E' RAGGIUNTO UN OPERANDO COMPI IL PASSO 2.

   APPENA E' RAGGIUNTO UN OPERATORE COMPI IL PASSO 3.

2. **IN-PILA L'OPERANDO NELLA PILA DEGLI OPERANDI**

3. **RIMUOVI DALLA PILA I PRIMI DUE OPERANDI, APPLICA L'OPERATORE A QUESTI E IN-PILA IL RISULTATO IN CIMA ALLA PILA.**



IL PROGRAMMA DI SEGUITO REALIZZA L'ALGORITMO, MA RIMANDA ALCUNE FUNZIONALITA' (VERIFICA CHE IL SIMBOLO SIA UN NUMERO) AD UN ULTERIORE SFORZO DI PROGRAMMAZIONE.

SI DISPONE DI UNA LISTA DI SIMBOLI E SI USA UNA PILA PER LA VALUTAZIONE DELLA NOTAZIONE POLACCA MEDIANTE PILA DI NUMERI REALI.

```
VALUTA_POLACCA (post: lista simboli) → real
    CREAPILA (val)
    while not LISTAVUOTA (post) do
        t ← LEGGILISTA(post)
        if (t E' UN NUMERO ) then
                tnum ←t
                INPILA (tnum, val)
        else
                numtop ←LEGGIPILA (val)
                FUORIPILA(val)
                numsuc ← LEGGIPILA (val)
                FUORIPILA(val)
                RIS ← numsuc 't' numtop
                INPILA (ris, val)
    return LEGGIPILA(val)
```

DISPORRE DI UN MODO PER CALCOLARE ESPRESSIONI POSTFISSE SERVE A POCO SE NON SI DISPONE DI UN METODO CHE SIA IN GRADO DI CONVERTIRE LA LISTA DI SIMBOLI DI UNA ESPRESSIONE INFISSA IN QUELLI DELLA CORRISPONDENTE ESPRESSIONE POSTFISSA.

IN QUESTO CASO E' CONVENIENTE UTILIZZARE UNA CODA PER IMMAGAZZINARE IL RISULTATO DELLA CONVERSIONE.

Esempio *Conversione da infissa a postfissa*

UTILIZZIAMO UNA PILA PER MEMORIZZARE I SIMBOLI DEGLI OPERATORI "IN SOSPESO" E UNA CODA PER IMMAGAZZINARE LA ESPRESSIONE POSTFISSA CHE VIENE COSTRUITA MAN MANO.

AD OGNI OPERATORE NELLA ESPRESSIONE INFISSA VIENE ASSEGNATO UN ORDINE DI PRECEDENZA (MOLTIPLICAZIONE E DIVISIONE PRECEDENZA MASSIMA).

ATTRIBUIAMO ALLA PARENTESI APERTA (LA PRECEDENZA MINIMA.

LISTA SIMBOLI	PILA	CODA
35 + 17 * (40 – 9) – 7	∅	∅
+ 17 * (40 – 9) – 7	∅	35
17 * (40 – 9) – 7	+	35
* (40 – 9) – 7	+	17 35
(40 – 9) – 7	+ *	17 35
40 – 9) – 7	+ * (	17 35
– 9) – 7	+ * (	40 17 35
9) – 7	+ * (–	40 17 35
) – 7	+ * (–	9 40 17 35
– 7	+ * (	– 9 40 17 35
7	–	+*– 9 40 17 35
∅	–	7+*- 9 40 17 35
∅	∅	-7+*-9 40 17 35

```
TRASFERISCI(s: pila, c: coda)
    top_elem ← LEGGIPILA(s)
    FUORIPILA(s)
    INCODA(top_elem, c)

CONVERTI(infissa: lista, coda_post: coda per riferimento)
    CREAPILA(pila_op)
    CREACODA(coda_post)
    while not LISTAVUOTA(infissa) do
        t ← LEGGILISTA(infissa)
        if (t è un numero ) then
            INCODA(t, coda_post)
        elseif PILAVUOTA(pila_op) then
            INPILA(t, pila_op)
        elseif (t = "'(" ) then
            INPILA(t, pila_op)
        elseif (t = ")" ) then
            top_elem ← LEGGIPILA(pila_op)
            while (top_elem ≠ "("  ) do
                TRASFERISCI(pila_op, coda_post)
            FUORIPILA(pila_op)
        else
            while (PRIORITA' t <= PRIORITA' top_elem ) do
                TRASFERISCI(pila_op, coda_post)
            INPILA(t, pila_op)
    while not FINEPILA(pila_op) do
        TRASFERISCI(pila_op, coda_post)
```