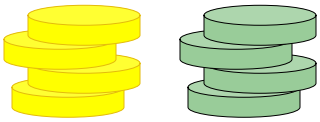
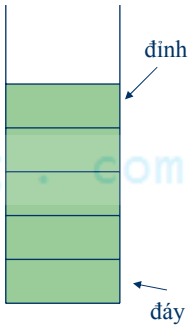
Cấu trúc dữ liệu và Giải thuật

Chương III:
Stack và Queue



Danh sách kiểu ngăn xếp - Stack

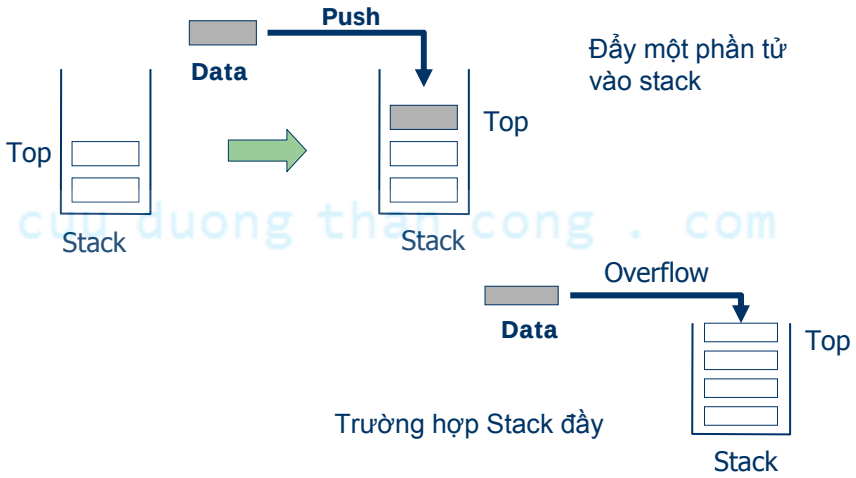
- Stack
  - Một kiểu danh sách tuyến tính đặc biệt
  - Phép bổ sung và phép loại bỏ tuân thủ theo cơ chế "vào sau ra trước" (last in first out) , được thực hiện ở đầu đỉnh



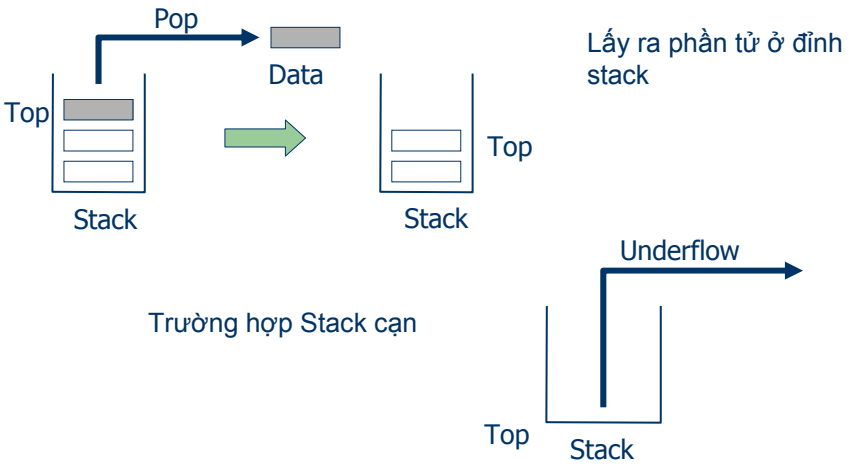
Danh sách kiểu ngăn xếp - Stack

- Hai thao tác cơ bản đối với danh sách kiểu ngăn xếp
  - push(Element e) : bổ sung phần tử vào Stack
  - Element pop(): Loại bỏ và trả ra giá trị của phần tử ở đỉnh Stack
- Các thao tác khác
  - Int size(): Trả ra số các phần tử trong Stack
  - Boolean isEmpty(): Kiểm tra xem Stack có rỗng không
  - Element top(): Trả ra giá trị của phần tử ở đỉnh Stack

Các thao tác cơ bản của Stack



Các thao tác cơ bản của Stack



Danh sách kiểu ngăn xếp

Thao tác	Output	Stack
create()	-	[ ]
push(5)	-	[5]
push(3)	-	[5,3]
pop()	3	[5]
push(7)	-	[5,7]
top()	7	[5,7]
pop()	7	[5]
pop()	5	[]
isEmpty()	true	[]
push(9)	-	[9]
push(8)	-	[9,8]
push(7)	-	[9,8,7]
size()	3	[9,8,7]

Ứng dụng của Stack

- Lưu trữ các trang web đã từng được duyệt trên Web browser
- Cài đặt thao tác Undo trong các phần mềm soạn thảo
- Lưu danh sách các lời gọi hàm trong Java Virtual Machine

Lưu trữ kế tiếp của Stack

- Stack có thể được lưu trữ bởi một vector lưu trữ S, gồm n ô nhớ kế tiếp nhau
- Đỉnh stack được xác định bởi một chỉ số T
  - T sẽ được cập nhật nếu có thao tác bổ sung hay loại bỏ được thực hiện trên stack

Lưu trữ kế tiếp của Stack

- Giải thuật bổ sung một phần tử vào Stack được lưu trữ kế tiếp

```
Procedure PUSH(S,T,X)
Begin
{S: vector lưu trữ có n ô nhớ;  T: chỉ số của phần tử đỉnh stack
    hiện thời; X là giá trị cần thêm vào }
1.  if T >= n  then begin
      write('STACK TRÀN');
      return;
    end;
2.  T:= T+1;
    S[T] := X;
End
```


Lưu trữ kế tiếp của Stack

- Giải thuật lấy ra phần tử ở đỉnh của Stack được lưu trữ kế tiếp

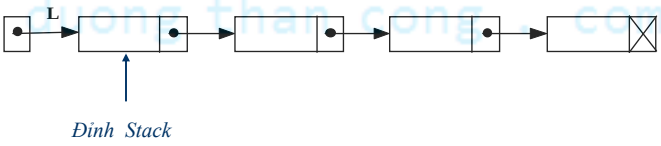
```
Procedure POP(S,T, Y)
Begin
{S: stack đang xét ; T: chỉ số của phần tử tại đỉnh stack hiện thời;
Phần tử được lấy ra sẽ được bảo lưu sử dụng biến Y  }
1.  if T = 0 then begin
      write('STACK CẠN'); return;
    end;
2.  Y:= S[T];
    S[T] := null;
    T:= T-1;
End
```

Hiệu năng và Hạn chế

- Hiệu năng
  - n là số phần tử của stack
  - Không gian lưu trữ : O(n)
  - Các thao tác cơ bản có độ phức tạp O(1)
- Hạn chế
  - Kích thước tối đa phải được xác định trước và không được thay đổi
  - Xảy ra tràn stack

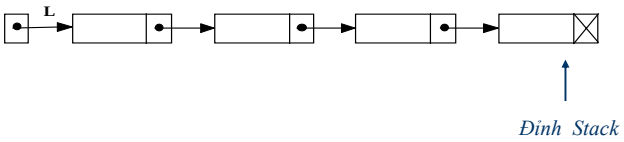
Lưu trữ móc nối đối với Stack

- Cách tiếp cận 1
  - Đỉnh của Stack được coi là phần tử nằm ở đầu danh sách
  - pop() : Lấy ra phần tử đầu tiên trong danh sách móc nối
  - push(o) : Bổ sung một phần tử vào đầu danh sách móc nối



Lưu trữ móc nối đối với Stack

- Cách tiếp cận 2
  - Phần tử cuối cùng được coi là đỉnh stack
  - pop() : Lấy ra phần tử cuối cùng trong danh sách móc nối
  - push(o): Bổ sung một phần tử vào cuối danh sách móc nối



Đỉnh Stack

- Cách lưu trữ móc nối nào phù hợp hơn đối với cấu trúc dữ liệu Stack?

Lưu trữ móc nối đối với Stack

- Khai báo Stack móc nối trong C

```
struct stacknode {
        int item;
        struct stacknode *next;
};
typedef struct stacknode STACKNODE;
typedef STACKNODE * STACKNODEPTR;
STACKNODEPTR top = NULL;
```

Lưu trữ móc nối đối với Stack

- Bổ sung vào Stack

```
int push ( STACKNODEPTR  *top , int value ) {
    STACKNODEPTR newnode;
    newnode =  malloc sizeof (STACKNODE);
    if (nut == null) { printf("\n No memory"); return 1; }
    else {
            newnode->item = value;
            newnode  ->next = *top;
            *top = newnode;
            return 0;
    }
}
```

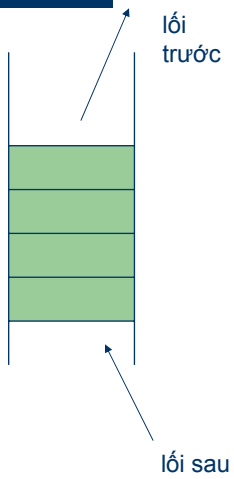

Lưu trữ móc nối đối với Stack

- Loại bỏ nút

```
int pop ( STACKNODEPTR *top) {
    int item; STACKNODEPTR temp;
    temp = *top;
    item = (*top)->item;
    *top = (*top)->next;
    free (temp);
    return item;
}
```

Danh sách kiểu hàng đợi - Queue

- Queue
  - Queue (Hàng đợi) là một kiểu danh sách tuyến tính đặc biệt
  - Phép bổ sung và loại bỏ hoạt động theo cơ chế "vào trước ra trước" (first in first out) ; bổ sung ở một đầu thì loại bỏ ở đầu kia



Danh sách kiểu hàng đợi - Queue

- Hai hàm cơ bản đối với danh sách kiểu hàng đợi
  - enqueue(Element e)
  - Element dequeue()
- Các hàm khác
  - create():
  - size() :
  - isEmpty():
  - Element front()

Danh sách kiểu hàng đợi – Queue

Thao tác	Output	Queue
create()	-	[ ]
enqueue(5)	-	[5]
enqueue(3)	-	[5,3]
dequeue()	5	[3]
enqueue(7)	-	[3,7]
front()	3	[3,7]
dequeue()	3	[7]
dequeue()	7	[]
isEmpty()	true	[]
enqueue(9)	-	[9]
enqueue(8)	-	[9,8]
enqueue(7)	-	[9,8,7]
size()	3	[9,8,7]

Ứng dụng của Queue

- Hàng đợi trong các phòng bán vé
- Truy nhập vào các thiết bị dùng chung tại văn phòng (ví dụ máy in)

Lưu trữ kế tiếp đối với Queue

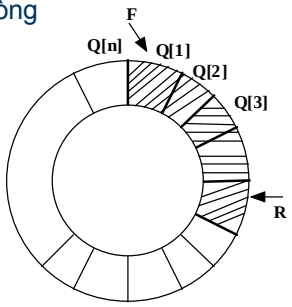
- Sử dụng một vector lưu trữ Q gồm n ô nhớ kế tiếp nhau để biểu diễn một Queue
- Cần nắm được hai chỉ số
  - R: Chỉ số của phần tử nằm ở lối sau của Q
  - F: Chỉ số của phần tử ở lối trước của Q

Lưu trữ kế tiếp đối với Queue

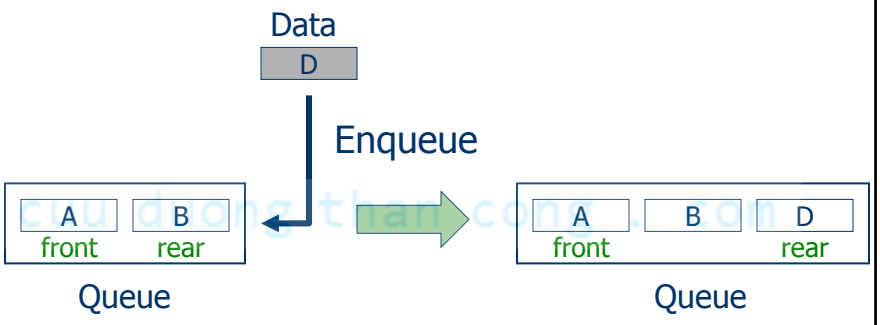
- Khi Queue rỗng thì F = R = 0
- Khi bổ sung thêm một phần tử vào Queue thì R tăng lên 1
- Khi lấy ra một phần tử trong Queue thì F tăng lên 1
- Nhược điểm của cách tổ chức lưu trữ này
  - Các phần tử trong Queue sẽ dịch chuyển khắp không gian nhớ nếu liên tục thực hiện bổ sung rồi loại bỏ
  - Hiện tượng TRÀN vẫn xảy ra khi vector lưu trữ Q vẫn còn chỗ nhưng R = n

Lưu trữ kế tiếp đối với Queue

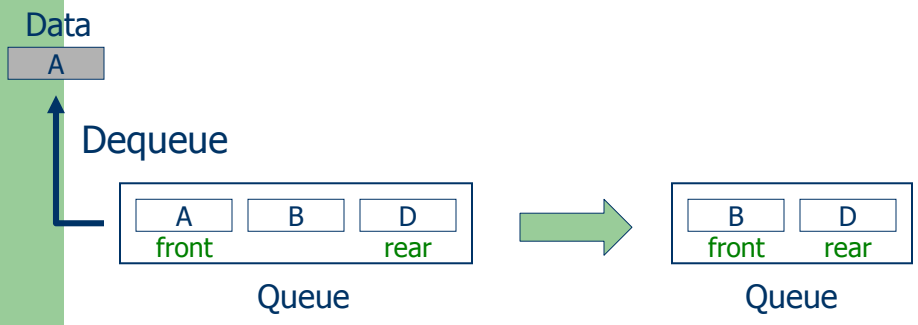
- Khắc phục các vấn đề bằng cách coi vector lưu trữ Queue được tổ chức dưới dạng vòng
  - Q[1] được coi như đứng sau Q[n]



Các thao tác cơ bản của Queue



Các thao tác cơ bản của Queue



Lưu trữ kế tiếp đối với Queue

- Giải thuật bổ sung vào Queue được lưu trữ trong vector Q gồm n phần tử và được tổ chức dưới dạng thường

```
Procedure ENQUEUE(Q,F,R,X)
Begin
1.  if (R >= n) then begin
        write('QUEUE TRÀN');
        return;
    end;
2.  {Q rỗng} if F = 0  then F:= R:= 1;
3.  else  R:= R+ 1;
4.  Q[R] := X;
End
```

Lưu trữ kế tiếp đối với Queue

- Giải thuật lấy ra (loại bỏ) khỏi Queue

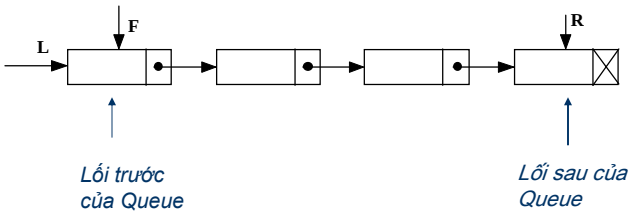
```
Procedure DEQUEUE(Q,F,R, Y)
Begin
{ Y là biến lưu trữ phần tử được lấy ra }
1.  if F = 0 then begin
            write('QUEUE CẠN');
            return;
    end;
2.  Y:= Q[F];  {lưu giá trị của phần tử cần lấy}
3.  if F = R=1 then F:= R:= 0; { Queue chỉ còn một phần tử}
4.  else F:= F+ 1;
End
```


Lưu trữ kế tiếp đối với Queue

- Bài tập: Hãy viết giải thuật thực hiện bổ sung và loại bỏ trên Queue lưu trữ kế tiếp dưới dạng vòng

Lưu trữ móc nối đối với Queue

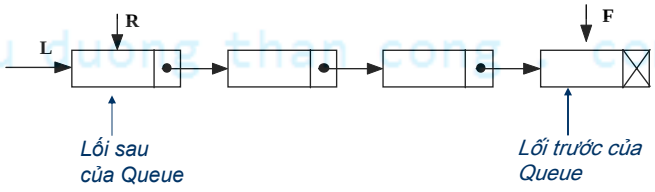
- Cách tiếp cận 1: Sử dụng danh sách nối đơn
  - Lối trước của Queue là đầu danh sách
  - enqueue(o): bổ sung phần tử vào cuối danh sách
  - dequeue() : loại bỏ phần tử ở đầu danh sách



  - Luôn nắm giữ hai con trỏ F trỏ tới phần tử ở lối trước của queue, R trỏ tới phần tử ở lối sau của queue

Lưu trữ móc nối đối với Queue

- Cách tiếp cận 2:
  - Lối sau của Queue là đầu danh sách
  - enqueue(o): bổ sung phần tử vào đầu danh sách
  - dequeue() : loại bỏ phần tử ở cuối danh sách



Lưu trữ móc nối đối với Queue

- Giải thuật bổ sung một phần tử vào Queue lưu trữ trong danh sách móc nối – Bổ sung vào cuối danh sách

```
Procedure ENQUEUE(F,R,X)
Begin
1.  {Khởi tạo nút mới} Call New(p);
    INFO(p) := X; LINK(p) := Null;
2.  {Danh sách đã cho rỗng} if F = Null  then F:= R:= p;
3.  else  LINK(R) := p; R:= p;
End
```


Lưu trữ móc nối đối với Queue

- Giải thuật loại bỏ phần tử khỏi Queue – Loại bỏ phần tử đầu tiên trong danh sách

```
Procedure DEQUEUE(F,R, Y)
Begin
{ Y là biến lưu trữ phần tử được lấy ra }
1.  p:= F; Y:= INFO(p);
2.  {Danh sách ban đầu chỉ có một phần tử}
    if (F = R) and (F <> Null) then F:= R:= Null;
2.  else  F:= LINK(p);
3.  Call Dispose(p) ;
End
```

Hàng đợi hai đầu - DEQueue

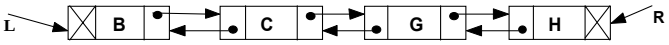
- DeQueue
  - Hàng đợi hai đầu là một cấu trúc dữ liệu dạng hàng đợi nhưng nó hỗ trợ phép bổ sung và loại bỏ ở cả đầu và cuối
- Các hàm cơ sở của hàng đợi hai đầu D
  - insertFirst(o)
  - insertLast(o) :
  - removeFirst()
  - removeLast()
- Các hàm khác
  - first()
  - last()
  - size()
  - isEmpty()
  - create()

Hàng đợi hai đầu - DeQueue

Thao tác	Output	DeQueue
create()	-	[ ]
insertFirst(5)	-	[5]
insertFirst(3)	-	[3,5]
removeFirst()	3	[5]
insertLast(7)	-	[5,7]
removeFirst()	3	[7]
removeLast()	7	[]
removeLast()	error	[]
isEmpty()	true	[]
insertLast(9)	-	[9]
insertFirst(8)	-	[8,9]
insertLast(7)	-	[8,9,7]
size()	3	[8,9,7]

Lưu trữ móc nối với DeQueue

- DeQueue được lưu trữ sử dụng cấu trúc danh sách móc nối kép (Doubly Linked – List)
  - Mỗi nút trong danh sách ngoài trường INFO chứa dữ liệu còn có 2 trường con trỏ
    - PREV
    - NEXT
  - Cần nắm được hai con trỏ, con trỏ L trỏ tới nút cực trái, con trỏ R trỏ tới nút cực phải của danh sách
  - Với danh sách rỗng , L = R = NULL



Lưu trữ móc nối đối với DeQueue

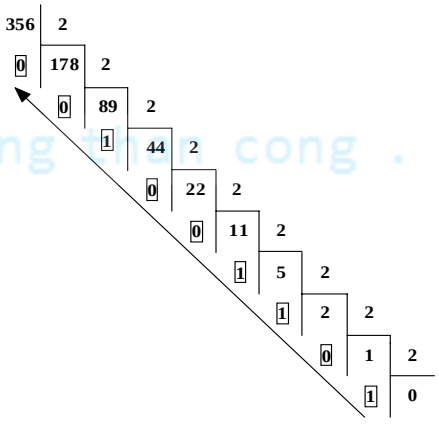
- Giải thuật bổ sung phần tử vào đầu một DeQueue lưu trữ trong một danh sách nối kép
- Giải thuật loại bỏ phần tử đầu một DeQueue lưu trữ trong một danh sách nối kép

Bài toán đổi số cơ số

- Bài toán: Viết một số trong hệ thập phân thành số trong hệ cơ số b bất kỳ
  - Ví dụ:
    - $(356)_{10} = (101100100)_2$
    - $(356)_{10} = (544)_8$
    - $(356)_{10} = (164)_{16}$

Bài toán đổi cơ số sử dụng Stack

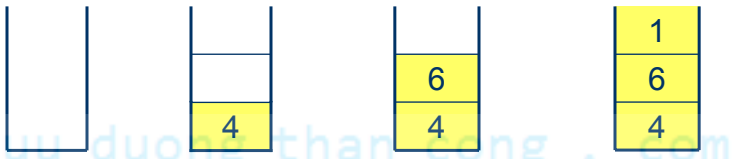
- Ví dụ:
  - $(356)_{10} = (101100100)_2$



Bài toán đổi cơ số sử dụng Stack

- Thuật toán:
  - Đầu vào: Số n trong hệ thập phân
  - Đầu ra: Số tương ứng với n trong hệ đếm cơ số b
  - Thực hiện
    1. Lấy chữ số tạo bởi n%b. Đẩy vào Stack
    2. Thay n bằng n/b để tiếp tục lấy các chữ số tiếp theo trong kết quả
    3. Lặp lại bước 1 và 2 cho đến khi kết quả của phép chia là 0
    4. Lần lượt lấy các chữ số ra khỏi Stack và in chúng ra kết quả

Bài toán đổi cơ số sử dụng Stack



n= 356
Empty stack

n%16 = 4
n = n/16 = 22

n%16 = 6
n = n/16 = 1

n%16 = 1
n = n/16 = 0

Bài toán đổi cơ số sử dụng Stack

```
Procedure CONVERT(n, b)
Begin
1. m =  N;
2. { Tính số dư và nạp vào stack S}
    while  m <> 0 do  begin
     R := m mod b;  call PUSH(S, T, R);
     m := m div b; {thay m bằng thương của phép chia m cho b}
    end;
3. {Hiện thị từng chữ số nhị phân trong mã số biểu diễn N}
   while T <> 0 do begin  call POP(S,T,X); {lấy số ra khỏi stack} write(X);
   end
 End
```


Bài toán kiểm tra cặp ngoặc

- Kiểm tra cặp ngoặc

  Mỗi dấu "(", "{", or "[" đều phải có một dấu đóng tương ứng ")", "}", or "["

  - Đúng: ( )(( )){([( )])}
  - Đúng : ((( )(( )){([( )])}
  - Sai:)(( )){([( )])}
  - Sai: ({[ ])}
  - Sai: (

- Viết giải thuật nhận một xâu đầu vào gồm các ký tự mở , đóng ngoặc. Kiểm tra xâu có hợp lệ không

```
Function ParenMatch(X,n):
{  X là một xâu bao gồm n ký tự mở, đóng ngoặc. Giải thuật trả ra giá trị true nếu xâu X
   chứa một số hợp lệ cặp ngoặc , nếu không trả ra giá trị false}
Khởi tạo S là một stack rỗng
for i = 1 to n do begin
    if X[i] là một ngoặc mở then
        S.push(X[i])
    else if X[i] là một ngoặc đóng then begin
        if S.isEmpty() then
            return false {không có ngoặc mở tương ứng}
        if S.pop() không hợp kiểu với X[i] then
            return false {cặp ngoặc đóng mở khác kiểu}
        end
end
if S.isEmpty() then
    return true { tất cả cặp ngoặc hợp lệ}
else
    return false {vẫn tồn tại một số ngoặc mở mà không tìm thấy ngoặc đóng tương ứng}
```


Biểu thức số học với ký pháp Balan

- Thông thường, một biểu thức số học được biểu diễn theo ký pháp trung tố (infix notation)
  - Dấu phép toán (toán tử) nằm giữa 2 toán hạng
    - A+B*C
  - Thứ tự thực hiện các phép toán được xác định sử dụng các cặp dấu ngoặc hoặc quy định một thứ tự ưu tiên giữa các phép toán
    - Biểu thức A* B^2 – C/D + E được thực hiện theo thứ tự sau

      B^2 → A*(B^2)→C/D→ (A*(B^2)) –(C/D)→ ((A*(B^2)) – (C/D)) + E
  - Tính toán giá trị biểu thức sẽ khá phức tạp

Biểu thức số học với ký pháp Balan

- Có thể biểu diễn các biểu thức mà không dùng đến dấu ngoặc sử dụng ký pháp tiền tố (prefix notation) hoặc ký pháp hậu tố (postfix notation)
- Biểu thức dạng tiền tố và hậu tố
  - Trong ký pháp dạng tiền tố: Toán tử luôn được đặt trước 2 toán hạng

  - Trong ký pháp dạng hậu tố: Toán tử luôn đặt sau 2 toán hạng

Biểu thức số học với ký pháp Balan

Dạng trung tố	Dạng tiền tố	Dạng hậu tố
A+B	+ A B	A B +
(A+B) * C	* + A B C	A B + C *
A + B* C	+ A * B C	A B C * +
(A + B) / (C-D)	/ + A B – C D	A B + C D - /
A + B / C – D	- + A / B C D	A B C/ + D -

Bài toán tính giá trị của biểu thức dạng hậu tố

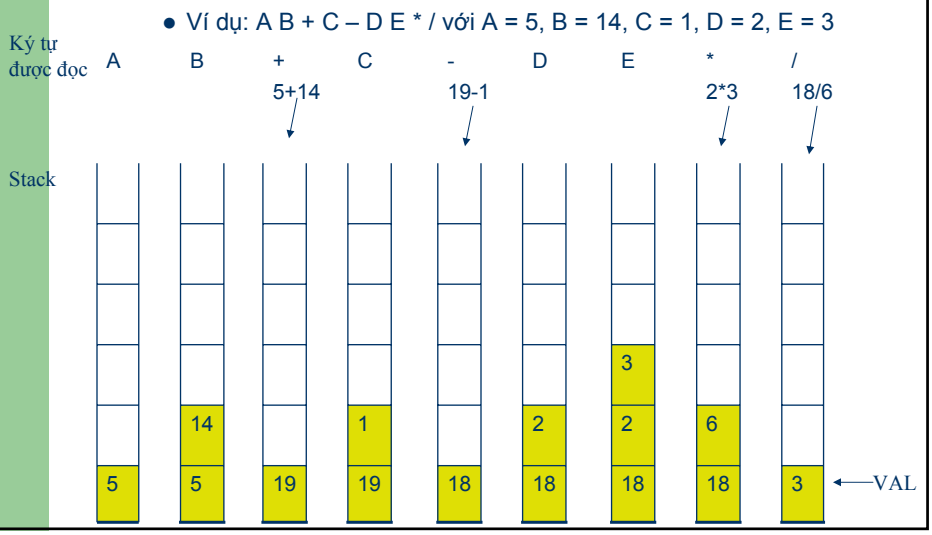
- Tính giá trị của một biểu thức dạng hậu tố sử dụng Stack
  - Đầu vào : Xâu ký tự biểu diễn biểu thức dạng hậu tố
    - A B + C – D E * /
    - Các giá trị của các biến số
- Các bước chính trong giải thuật
  - Đọc biểu thức dạng hậu tố từ trái qua phải
  - Nếu ký tự được đọc là một toán hạng thì lưu giá trị vào stack
  - Nếu ký tự được đọc là một toán tử X thì lần lượt lấy từ stack ra 2 giá trị, thực hiện phép toán X với 2 giá trị đó, nạp kết quả vào stack
  - Thực hiện các bước trên đến khi toàn bộ biểu thức đã được đọc

Bài toán tính giá trị của biểu thức dạng hậu tố

```
Procedure EVALUATE (P, VAL)
Begin { P là biểu thức dạng hậu tố cần tính, VAL là biến sẽ lưu giá trị tính được }
1. Ghi thêm dấu ' )' vào cuối P để đánh dấu điểm kết thúc
2. repeat
    Đọc ký tự X trong P (lần lượt từ trái sang phải) ;
    if X là một toán hạng then call PUSH(S, T, X) ;
    else begin
     call POP(S, T, Y) ; call POP(S, T, Z);
     Thực hiện phép toán với hai toán hạng Z,Y kết quả là W;
     call PUSH (S, T, W) ;
     end;
 until Gặp dấu kết thúc xâu ')' ;
3. call POP (S,T, VAL);
End
```

Bài toán tính giá trị của biểu thức dạng hậu tố

- Ví dụ: A B + C – D E * / với A = 5, B = 14, C = 1, D = 2, E = 3



Chuyển biểu thức dạng trung tố sang dạng hậu tố

- Bài toán
  - Xét biểu thức số học dạng trung tố gồm các phép toán *cộng, trừ, nhân, chia, lũy thừa* và các dấu ngoặc
  - Viết biểu thức dạng hậu tố tương ứng với biểu thức trung tố đầu vào
- Để thực hiện, trong biểu thức trung tố cần biết
  - Thứ tự ưu tiên của các phép toán : Lũy thừa → Nhân, Chia → Cộng, Trừ
  - Qui tắc kết hợp: Nếu có hai phép toán cùng thứ tự ưu tiên
    - Lũy thừa: Phải trước, trái sau. 2^3^4 = 2^(3^4)
    - Các phép toán khác : Trái trước, phải sau
  - Dầu ngoặc : Ưu tiên nhất

Chuyển biểu thức dạng trung tố sang dạng hậu tố

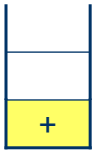
- Thực hiện
  - Duyệt biểu thức trung tố từ trái sang phải
    - Gặp toán hạng → Đưa ra
    - Gặp phép toán → Cần đợi toán hạng số 2 → Phải lưu lại
      - Sử dụng Stack để lưu trữ
  - Cần xác định các trường hợp để đưa phép toán ra cho chính xác

Chuyển biểu thức dạng trung tố sang dạng hậu tố

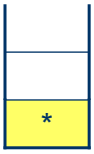
- Tình huống:
  - Có các phép toán đang được lưu trữ trong Stack
  - Khi duyệt biểu thức dạng trung tố, đang gặp phải một phép toán khác
  - Xác định các trường hợp để đưa phép toán từ Stack ra cho chính xác với biểu thức dạng hậu tố
- Giải pháp: So sánh phép toán đang xét với phép toán được lưu ở đỉnh Stack về thứ tự ưu tiên , qui tắc kết hợp

Chuyển biểu thức dạng trung tố sang dạng hậu tố

- Qui tắc đưa các phép toán khỏi Stack:
  - Qui tắc cơ bản: Nếu phép toán đang xét có thứ tự ưu tiên thấp hơn phép toán ở đỉnh Stack → Đưa phép toán ở đỉnh Stack ra



1+2 * 3
Đã đưa ra 1 2
Đang xét *
Không đưa + ra



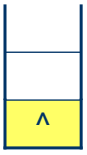
1*2 + 3
Đã đưa ra 1 2
Đang xét +
Đưa * ra

Chuyển biểu thức dạng trung tố sang dạng hậu tố

- Qui tắc khi có hai phép toán cùng mức ưu tiên
  - Nếu phép toán có tính chất kết hợp trái (cộng, trừ , nhân, chia) thì đưa phép toán ở đỉnh ngăn xếp ra

1 – 2 + 3
Đang xét +
Đưa – ra
Hậu tố tương ứng 1 2 – 3 +

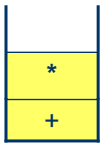
  - Nếu phép toán có tính chất kết hợp phải (lũy thừa) thì không đưa phép toán ở đỉnh ngăn xếp ra



2 ^ 3 ^ 4
Đang xét ^ thứ 2
Không đưa ^ ở đỉnh Stack ra
Hậu tố tương ứng 2 3 4 ^ ^

Chuyển biểu thức dạng trung tố sang dạng hậu tố

- Trường hợp hàng loạt phép toán dời ngăn xếp



1 + 2 * 3 – 4
Đang xét –
Phải đưa ra * rồi +
Hậu tố 1 2 3 * + 4 -

- Dấu ngoặc:
  - Khi đọc mở ngoặc, đẩy vào Stack , không đưa bất kỳ phép toán nào ra
  - Khi dấu mở ngoặc trong Stack sẽ không đưa nó ra khi đang xét các phép toán
  - Khi đọc đóng ngoặc, đưa tất cả các phép toán trong Stack ra cho đến khi gặp dấu mở ngoặc
  - Các dấu ngoặc không đưa vào trong biểu thức hậu tố

Chuyển biểu thức dạng trung tố sang dạng hậu tố

- Các bước trong giải thuật

Duyệt biểu thức trung tố từ trái sang phải

1. Gặp toán hạng đưa ra ngay
2. Gặp dấu (→ Đưa vào ngăn xếp
3. Gặp dấu) → đưa các phần tử ra khỏi ngăn xếp cho đến khi gặp dấu (, dấu (được lấy ra khỏi ngăn xếp
4. Nếu gặp dấu phép toán : so sánh độ ưu tiên của phép toán đang xét và phép toán ở đỉnh của stack
   - Nếu phép toán đang xét có độ ưu tiên lớn hơn phép toán ở đỉnh stack hoặc phép toán đang xét có độ ưu tiên bằng phép toán ở đỉnh và đó là phép toán ^, đẩy phép toán đang xét vào đỉnh stack
   - Nếu không, đưa lần lượt phép toán ở đỉnh stack ra cho đến khi thấy một phép toán tại đỉnh stack có độ ưu tiên thấp hơn phép toán đang xét.
   - Đẩy phép toán đang xét vào đỉnh stack
5. Kết thúc biểu thức → Đưa nốt các phép tóan trong ngăn xếp ra