جامعة المنارة
كلية الهندسة
قسم الهندسة المعلوماتية

مقرر الخوارزميات و بنى المعطيات ١

جلسة العملي الأولى

(الفصل الثاني ٢٠٢٣-٢٠٢٤)

تعقيد الخوارزميات Algorithm Complexity

الغاية من الجلسة:

- ✓ فهم أنواع التعقيد الزمني للخوارزميات .
- ✓ القدرة على حساب التعقيد الزمني للخوارزمية .

مقدمة :

تعتمد درجة تعقيد الخوارزمية على عاملين :

١. حجم الذاكرة اللازم لتخزين هذه المعطيات وإعطاء إمكانية استخدامها.
٢. الوقت اللازم لإدخال المعطيات إلى الذاكرة وكذلك الوقت المطلوب لتنفيذ الخوارزمية ويهمل العامل الأول بالقياس لأهمية العامل الثاني.

التمرين الأول:

لتكن لدينا الخوارزمية التالية والمطلوب:

١- احسب عدد العمليات .
٢- احسب تعقيد الخوارزمية .

```
Void main()
{
  int m=1,p=3,L=5;

  for (int i=1;i<=n;i++)

        {
              m=m+1;
              p=p*2;
              L=L+3;
        }
}
```

لحساب عدد العمليات نجد مايلي:

statement	# of times executed
int m=1,p=3,L=5;	٣
for (int i=1;i<=n;i++)	**1+n+1+n**
m=m+1;	**n**
p=p*2;	**n**
L=L+3;	**n**
Total:	**5n+5**

إن عدد العمليات في رأس حلقة for: تعليمة إسناد + n+1 عملية مقارنة في الشرط + n عملية زيادة ل i = **1+n+1+n**

لحساب درجة تعقيد الخوارزمية نبحث عن التابع f(n) والثوابت c,n0 كما يلي:

$$T(n) \leq C.f(n) \; ; for \;\; all \;\; n \geq n_0$$

$$T(n)=5n+5 \Rightarrow ٥n+5 \leq 6n$$

$$5 \leq 6n-5n$$

$$5 \leq n$$

وعليه فإن: $c=6 \quad n_0=5 \quad f(n)=n$

بالتالي نقول أن الخوارزمية ذات درجة تعقيد O(n)

التمرين الثاني:

لتكن لدينا الخوارزمية التالية والمطلوب:

١- احسب عدد العمليات

٢- احسب تعقيد الخوارزمية .

```
Void main()
{
  int m=1,p=3,L=5;

  for (int i=1; i<=n; i++)
        for (int j=1; j<=n; j++)
        {
              m=m+1;
              p=p*2;
              L=L+3;
        }
}
```

لحساب عدد العمليات نجد مايلي:

statement	# of times executed
int m=1,p=3,L=5;	٣
for (int i=1;i<=n;i++)	1+n+1+n
for (int j=1; j<=n; j++)	n(1+n+1+n)
m=m+1;	n*n
p=p*2;	n*n
L=L+3;	n*n
Total:	$5n^2+4n+5$

$T(n)=3+(1+n+1+n)+n(1+n+1+n+3n)$

$=3+2+2n+n(5n+2)$

$=5+2n+5n^2+2n$

$=5n^2+4n+5$

لحساب درجة تعقيد الخوارزمية نلاحظ أن : $5n^2+4n+5 \leq 6n^2$ وذلك كما يلي:

n	$5n^2+4n+5$	$6n^2$

٦	١٤	١
٢٤	٣٣	٢
٥٤	٦٢	٣
٩٦	١٠١	٤
١٥٠	١٥٠	٥

وعليه فإن: $c=6$ $n_0=5$ $f(n)=n^2$

بالتالي نقول أن الخوارزمية ذات درجة تعقيد $O(n^2)$

التمرين الثالث:

في ما يلي الشيفرة الزائفة لخوارزمية إيجاد المتوسط الحسابي والمطلوب:

١- احسب عدد العمليات

٢- احسب تعقيد الخوارزمية .

1. Read n.
2. Initialize Sum To 0.
3. Initialize I To 1.
4. While I<=N Do The Following
A. Read Number .
B. Add Number To Sum.
C. Increment I By 1.
5. Calculate Mean = Sum/N.

إن كلاً من الخطوات 1, 2 , 3 تنفذ مرة واحدة بينما A,B,C ينفذ كل منها n مرة بينما 4 تنفذ n+1 مرة و 5 تنفذ مرة واحدة :

Statement	# of times executed
1	**1**
2	**1**

3	1
4	n+1
A	N
B	N
C	N
5	1
Total:	4n+5

بتحليل التابع T(n) نجد أن C=5 و n0= 5 بالتالي يمكننا القول أن الخوارزمية ذات درجة تعقيد O(n)

T(n) = O(n)

ويبين النص التالي برنامجاً بلغة C++ لتنفيذ هذه الخوارزمية البسيطة:

```
#include "iostream.h"

void main(void)
{
	int n,i;
	float Sum;
	float Number;

	cin>>n;

	Sum=0.0;
	i  =1  ;

	while(i<=n)
	{
		cin>>Number;
		Sum += Number;
		i++;
	}

	float mean= Sum / n;
	cout<<mean<<endl;
}
```

التمرين الرابع:

لتكن لدينا الخوارزمية التالية والمطلوب:

١- احسب عدد العمليات

٢- احسب تعقيد الخوارزمية .

```
Void main()
{
  int m=1,p=3,L=5;

  for (int i=n; i>=1; i/=2)
        for (int j=1; j<=n; j++)
        {
              m=m+1;
              p=p*2;
              L=L+3;
        }
}
```

لحساب عدد العمليات نجد مايلي:

Statement	# of times executed
int m=1,p=3,L=5;	3
for (int i=n;i>=1;i/=2)	1+log n+1+log n
for (int j=1; j<=n; j++)	(Log n)(1+n+1+n)
m=m+1;	Log n *n
p=p*2;	Log n *n
L=L+3;	Log n *n
Total:	5+(3+2n)log n

بالتالي فإن درجة تعقيد الخوارزمية هي n log n

التمرين الخامس:

لتكن لدينا الخوارزمية التالية والمطلوب:

١- احسب عدد العمليات

٢- احسب تعقيد الخوارزمية .

```
Void main()
{
  int m=1;

  for (int i=n; i>=1; i/=2)
        for (int j=1; j<=n; j++)
        {
              If (j==3) break;
        }
        m=m+9;
}
```

لحساب عدد العمليات نجد مايلي:

Statement	# of times executed
int m=1;	1
for (int i=n;i>=1;i/=2)	1+log n+1+log n
for (int j=1; j<=n; j++)	(Log n)(1+3+2)
If (j==3) break;	3+1
m=m+9;	Log n
Total:	7+9log n

بالتالي فإن درجة تعقيد الخوارزمية هي log n

وظيفة:

١- لتكن لدينا الخوارزمية التالية والمطلوب:

١- احسب عدد العمليات

٢- احسب تعقيد الخوارزمية .

```
Void main()
{
```

```
  int z=10,p=3;

  for (int i=1; i<=5; i++)
        for (int k=1; k<=n; k++)
        {
              z=z+1;
              p=p*2;
        }
}
```