الأشجار $Trees$

الأشجار : هي بنية معطيات غير خطية ، منظمة تنظيماً هرمياً ، لها عقدة بداية تسمى عقدة جذر ومنها نصل إلى المستوى التالي وهكذا ، ولا تحوي حلقات (دوائر) .

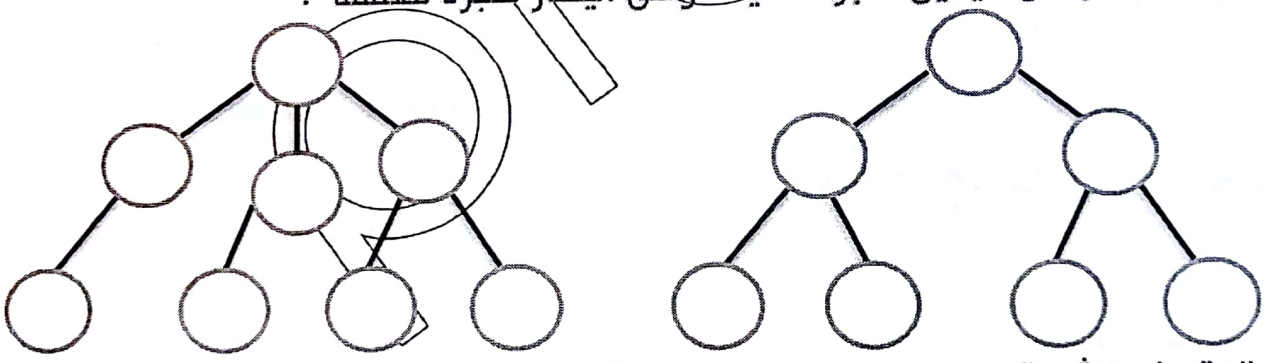
تعرفنا مسبقاً في مقررنا نظرية البيان على الأشجار وتعرفنا على شكلها ، وقلنا أنها عبارة عن بيان لا يحوي دوائر ، في محاضرتنا هذه سنقوم بمراجعة بعض المفاهيم ، وتتعلم كيفية تمثيل الأشجار برمجياً .

يوجد نوعين للأشجار :

١- **أشجار ثنائية** : لكل عقدة ولدان على الأكثر .

٢- **أشجار معممة** : يوجد عقد لها أكثر من ولدان .

مثال على الأشجار على اليمين شجرة ثنائية ، وعلى اليسار شجرة معممة :



تصنف العقد في الشجرة كما يلي :

١- **عقدة الجذر** $(root)$: وهي العقدة التي ليس لها أب.

٢- **عقد داخلية** : وهي أي عقدة لها أبن .

٣- **عقد خارجية** : وهي التي ليس لها ابناء وتسمى العقدة التي ليس لها ابناء بـ ورقة $leaf$.

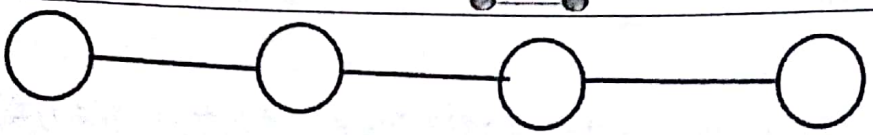
بما أن الشجرة عبارة عن هيكل بيانات ، فنستطيع أن نخزن في كل عقدة من عقدها بيانات من نوع ما .

الأشجار الثنائية $Binary\ Trees$:

نقول عن شجرة أنها ثنائية إذا كان كل عقدة من عقدها لها ولدان على الأكثر .

- الشجرة الخطية هي حالة خاصة من الشجرة الثنائية بحيث لكل عقد ولد وحيد .

Scanned by CamScanner



ونجد هنا أن هذه الشجرة قد تحولت إلى بنية معطيات خطية (تشبه القائمة الخطية) .

حالات خاصة من الأشجار الثنائية :

- **الشجرة الكاملة complete tree :**

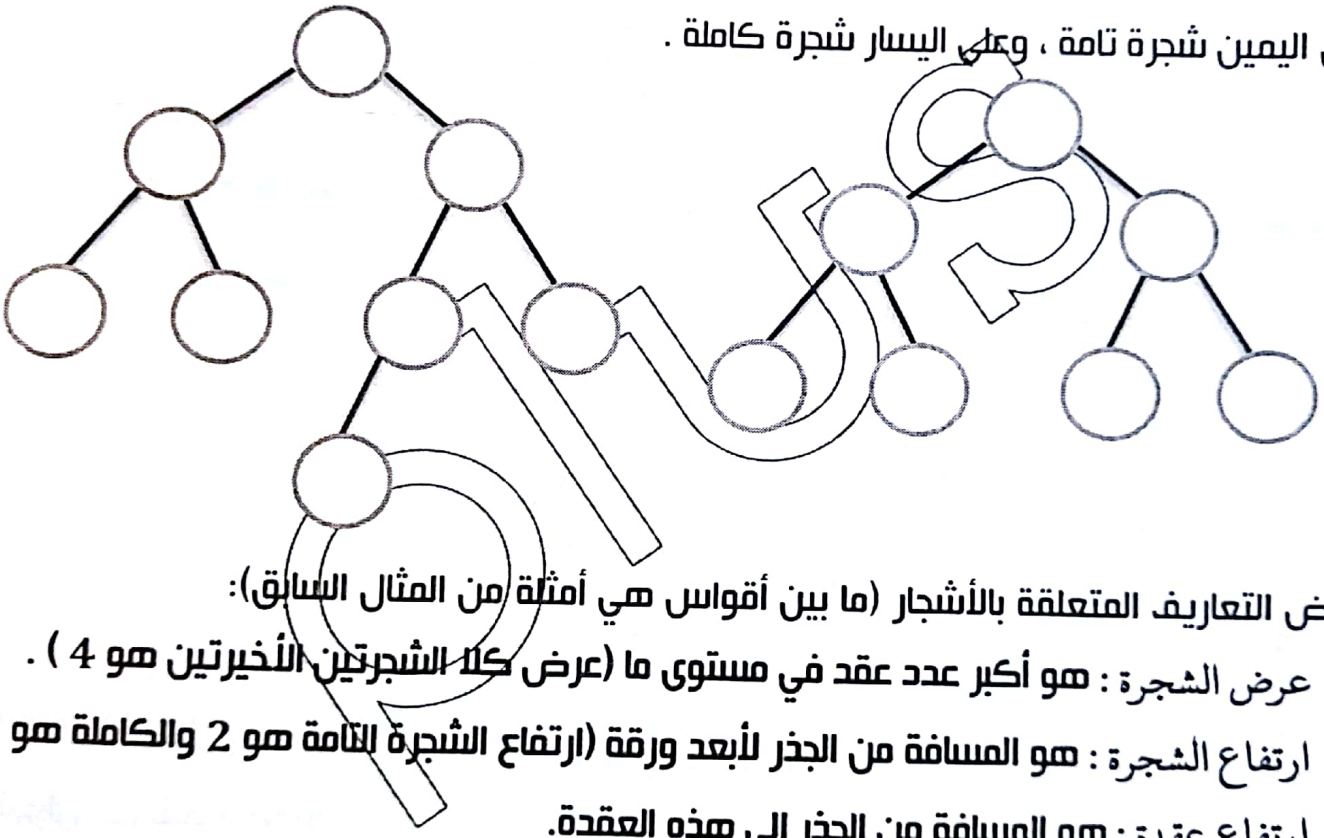
نقول عن شجرة ثنائية أنها كاملة إذا كان كل مستوى فيها لها أقصى عدد من الأولاد ، باستثناء المستوى الأخير .

- **الشجرة التامة** $perfect\ tree$ **:**

نقول عن شجرة ثنائية أنها تامة إذا كان جميع العقد الداخلية لها ولدان ، وجميع الأوراق في نفس المستوى .

أمثلة :

على اليمين شجرة تامة ، وعلى اليسار شجرة كاملة .



بعض التعاريف المتعلقة بالأشجار (ما بين أقواس هي أمثلة من المثال السابق):

- عرض الشجرة : هو أكبر عدد عقد في مستوى ما (عرض كلا الشجرتين الأخيرتين هو 4) .
- ارتفاع الشجرة : هو المسافة من الجذر لأبعد ورقة (ارتفاع الشجرة التامة هو 2 والكاملة هو 3) .
- ارتفاع عقدة : هو المسافة من الجذر إلى هذه العقدة.
- مسافة التجوال الداخلي: هو مجموع ارتفاعات العقد الداخلية أي هو عدد الانتقالات لكي ندور على العقد الداخلية (من أجل الشجرة التامة فهو 2 ومن أجل الشجرة الكاملة فهو 4) .
- مسافة التجوال الخارجي: هو مجموع ارتفاعات العقد الخارجية ، أي هو عدد الانتقالات لكي ندور على العقد الخارجية (من أجل الشجرة التامة هو 8 ومن أجل الكاملة فهو 9) .
- مسافة التجوال : مجموع ارتفاعات جميع العقد ، أي هو عدد الانتقالات لكي ندور على جميع العقد .

هذه التعاريف النظرية غير مهمة كثيراً ، لكن يجب معرفتها من باب العلم بالشيء .

Scanned by CamScanner

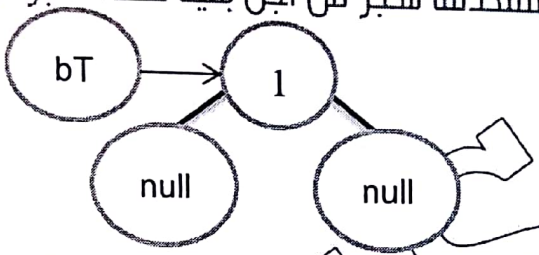
تمثيل الشجرة الثنائية برمجياً :

بما أن كل عقدة تحوي بيانات ، وكل عقدة لها ولدين ، بالتالي سنقوم بإنشاء سجل ليمثل عقدة يحوي على ثلاث حقول ، حقل البيانات ، ومؤشر للأبن اليساري ، ومؤشر للابن اليميني .فتصبح بالشكل :

```
struct node{
  anyType val;
  node *l , *r ; };
```

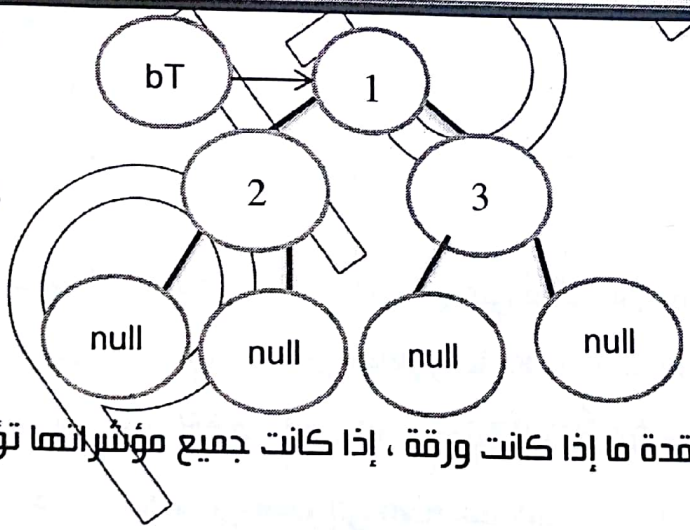
سنعرف الآن مؤشراً من السجل السابق ، ليكون هو الجذر ، ومن ثم سنبني شجرة بسيطة :

```
node * bT; // جذر الشجرة
node *q;  // مؤشر ثاني سنستخدمه للحجز من أجل بقية عقد الشجرة ولا نخسر الجذر
q = new node;
q->val=1;
bT=q;
```



في حال لم نعطي قيمة للمؤشر فإن قيمته الافتراضية هي *null* .

```
q = new node;
q->val=2;
bT->l=q;
q = new node;
q->val=3;
bT->r=q;
```



وبالتالي نستطيع معرفة عقدة ما إذا كانت ورقة ، إذا كانت جميع مؤشراتها تؤشر على *null* .

التجوال في شجرة ثنائية :

يوجد ثلاث طرق للتجوال ضن شجرة :

١- الترتيب النظامي : يسار ، جذر ، يمين .

ويسمى هذا الترتيب بـ *Inorder* ، بالتالي فعند كل عقدة سنذهب يساراً ثم للجذر ثم لليمين .

٢- الترتيب السابق : جذر ، يسار ، يمين .

ويسمى هذا الترتيب بـ *Preorder* ، بالتالي عند كل عقدة سنستخدم الجذر ثم لليسار ثم لليمين .

٣- الترتيب اللاحق : يسار ، يمين ، جذر .

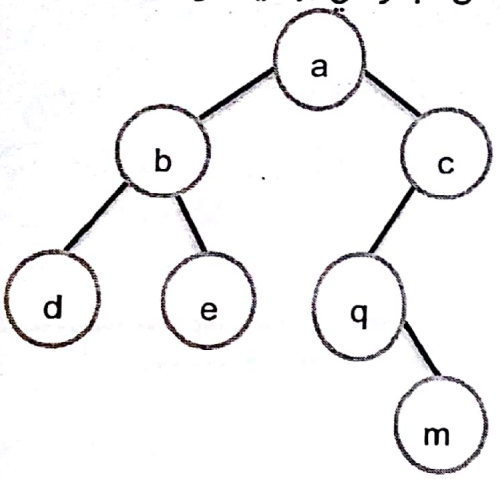
ويسمى هذا الترتيب بـ*Postorder* ، بالتالي عند كل عقدة سنذهب يساراً ثم يميناً ثم للجذر .

إن التجوال هو طريقة الانتقال بين عقد الشجرة للوصول إلى بيانات كل عقدة .

Scanned by CamScanner

سنقوم أولاً بشرح آلية التنفيذ والانتقال بين العقد في كل طريقة ، من أجل مثال مُعطى :

وبحسب الطرق السابقة فإنه سيمر على العقد بالشكل التالي(نبدأ من الجذر في البداية دوماً) :



$$Iorder(T) = \{d, b, e, a, q, m, c\}$$
$$Prerder(T) = \{a, b, d, e, c, q, m\}$$
$$Postorder(T) = \{d, e, b, m, q, c, a\}$$

تتم هذه الطرق تعاودياً .

مثال :

بفرض لدينا شجرة ثنائية bT ، اكتب خوارزمية تقوم بطباعة محتوياتها بالترتيب النظامي .

```
void print_Inorder(node* bT){
  if( bT!=null ) { // إذا كانت الشجرة موجودة
        print_Inorder(bT->l);    // اذهب يساراً
        cout<<bT->val;           // اطبع القيمة
        print_Inorder(bT->r);    // اذهب يميناً
  }
}
```

حاول كتابة خوارزميات لبقية طرق التجوال (قم فقط بتبديل التعليمات بحسب الترتيب المطلوب)

هنا يهمنا استخدام العودية في كتابة خوارزميات التجوال .

تمرين :

- اكتب دالة (أو خوارزمية) تقوم بحساب مجموع قيم العقد الداخلية لشجرة ثنائية من الأعداد الصحيحة
- اكتب دالة تقوم بإرجاع ناتج جداء عناصر أوراق شجرة ثنائية من الاعداد الصحيحة .

في المحاضرة القادمة سنتابع في اشجار البحث الثنائي وتمثيل آخر للشجر الثنائية ...

انتهت المحاضرة

Scanned by CamScanner