2nd Lecture

Mohammed Chachan Younis

(*) أستاذ مساعد، قسم الذكاء الاصطناعي ، كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل.

طرائق البحث الحدسي التي تسير بدليل (Heuristic Methods)

1st: Hill Climbing Search (HCS): البحث التجميعي أو طريقة تسلق التلال

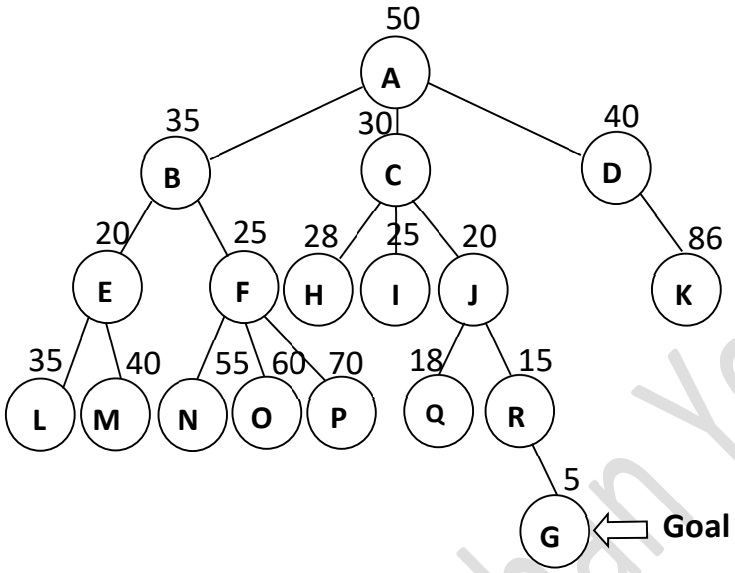
في هذا النوع من البحث يتم الاعتماد على طريقة جديدة تعتمد على دالة معينة توضع في عملية البحث، ثم تؤخذ كل عقدة وندرس مدى بعدها عن الهدف. أي أنه يتم حساب الكلفة بتجميع كلف المسار وصولاً إلى الهدف. كما يتم مقارنة العقد الناتجة مع كل العقد السابقة والجديدة الغير متفرعة سابقاً.

HCS Algorithm:

```
cs=start, open=[start], stop=false;
path=[start];
while (not stop) do
    begin
        if(cs=goal) then return(path);
        else
           generate children of cs and put them in open;
           if open is empty then stop=true;
           else
              begin
                 x=cs;
                 for each state y in open do
                 begin
                    compute the heuristic value of y, h(y);
                    if(y better than x) then x=y;
                 end
                 if(x better than cs) then cs=x, add cs to path;
                 else
                    stop=true;
              end
    end
end
```

Mohammed Chachan Younis

Example 1: Find the goal (G) with a minimum cost by using the HCS method to the following tree:



Where: Current State (CS) = A, Open = A, Stop = False, Path = [A].

Solution of 1:

#	CS	Open	Path
0	A	[A]	[A]
1	C نأخذ أقل قيمة بين الأولاد	[B,C,D] أولاد A في كل خطوة يتم تفريغها ثم تتم عملية توليد الأطفال	[A,C] X=A 50 X=B 35 X=C 30 X=D 40
2	J	[H,I,J] أولاد C	[A,C,J] X=C 30 X=H 28 X=I 25 X=J 20
3	R	[Q,R] أولاد J	[A,C,J,R] X=J 20 X=Q 18 X=R 15
4	G	[G] أولاد R	[A,C,J,R,G] X=R 15 X=G 5 المسار الذي يصل للحل بأقل كلفة

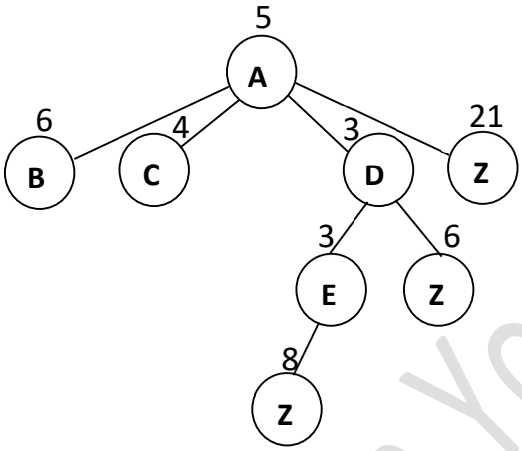
Solution Path: A --- C --- J --- R --- G

No. of nodes: 18

No. of links: 17

Mohammed Chachan Younis

H.W.: Find the goal (Z) with a minimum cost by using the HCS method to the following tree:



Solution Path: ?

No. of nodes: ?

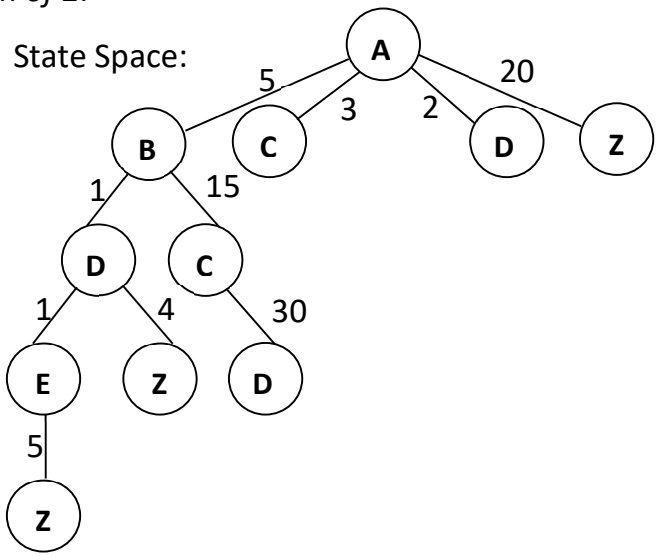
No. of links: ?

Example 2: Find the goal (Z) with a minimum cost by using the HCS method to the following table, where A is initial state:

Node	Cost
$(A \to B)$	5
$(A \to C)$	3
$(A \to D)$	2
$(A \to Z)$	20
$(B \to D)$	1
$(B \to C)$	15
$(C \to D)$	30
$(D \to E)$	1
$(D \to Z)$	4
$(E \to Z)$	5

Solution of 2:

State Space:



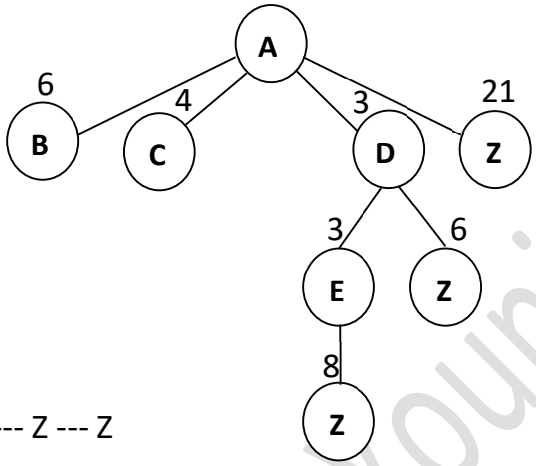
Search Space: $f(n) = g(n) + h(n)$

Mohammed Chachan Younis

$$g(1):\begin{cases} f(B)=5+1=6 \\ f(C)=3+1=4 \\ f(D)=2+1=3 \\ f(Z)=20+1=21 \end{cases}$$

$$g(2):\begin{cases} f(E)=1+2=3 \\ f(Z)=4+2=6 \end{cases}$$

$$g(3):\quad f(Z)=5+3=8$$



Search Space: A --- B --- C --- D --- Z --- E --- Z --- Z

Solution Path: A --- D --- E --- Z = 2+1+5=8 ⇨ كلفة المسار الحقيقية

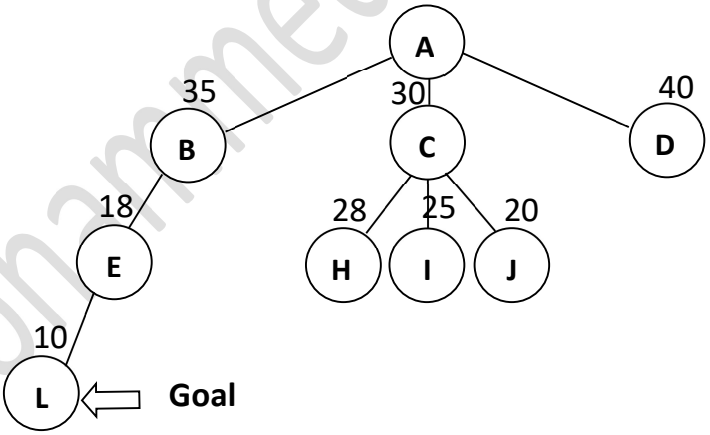
No. of nodes: 8, No. of links: 7, g: 3.

Problems with Hill Climbing Search Method (مشاكل هذه الطريقة):

1. **Local Maximum (النهايات العظمى المحلية):** is a state that is better than all its neighbors but it's not better than some other states far away.

في حالة موقع الحد الأعلى يكون أفضل من كل الحالات (الاحتمالات) المتفرعة اللاحقة ولكن ليس أفضل من احتمالات المستويات الأخرى اللاحقة. أي احتمال وجود صعود موضعي باعتباره الحل، إلا أنه ليس بالحل الصحيح.

Example:

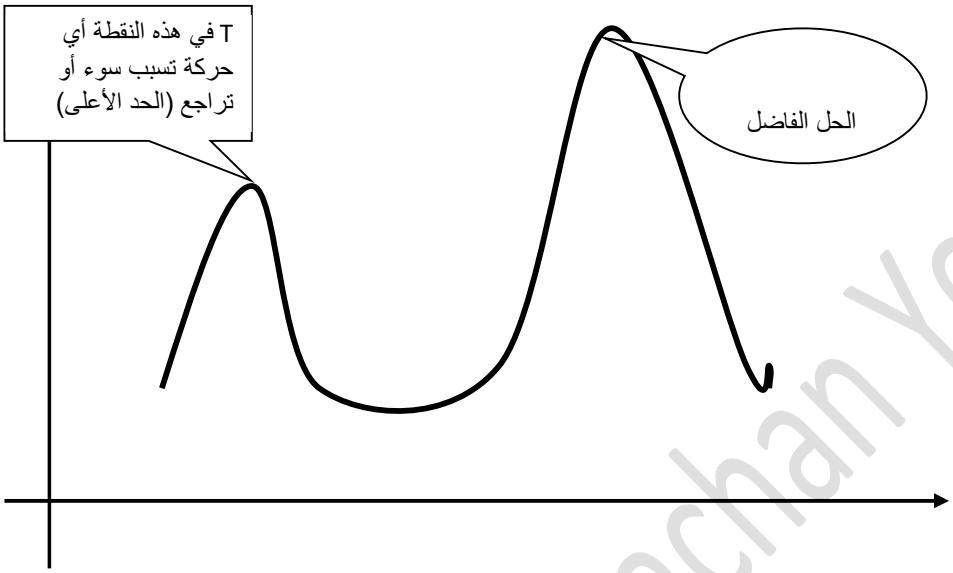


في هذه الشجرة سوف نسير بالحل باتجاه الـ(C) ثم الـ(J) وهو مسار لا يؤدي للهدف(L)، في حين الطريق(E) هو الذي يوصل للهدف.

A local maximum moves appear to make things worse It is mainly (بشكل واضح) frustrating (عديم الفائدة) because they often occur almost within sight of the solution. In this case they are called Foothills (تل أسفل الجبل/هضبة القدم).

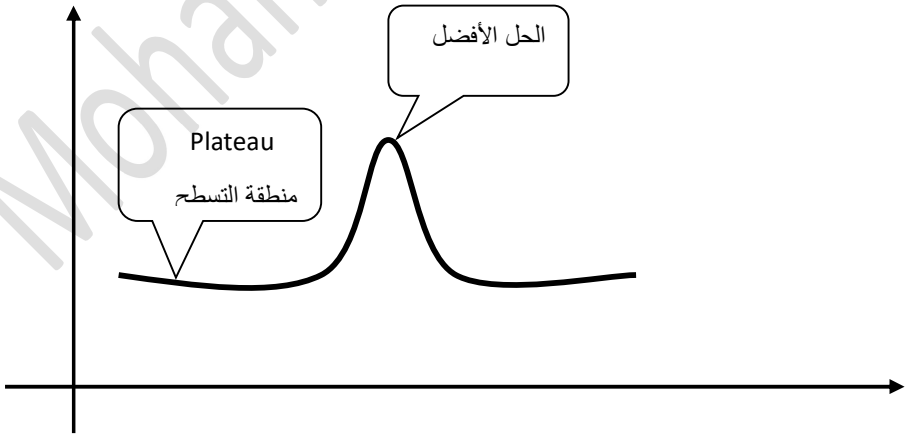
Mohammed Chahan Younis

في هذه الحالة فإن الحركات المتفرعة تبدو بشكل واضح عديمة الفائدة لأنها غالبا ما تكون بموازاة قريبة من الهدف. ففي الشكل أدناه عندما نصل إلى النقطة (T) سوف نصل إلى فشل الطريقة لأننا سوف نعتبره الحل ولكنه ليس الحل الأفضل، لذلك لو أكملنا سوف نضطر أن نتجاوز قليل من الجودة لغرض الوصول إلى الحل الأفضل.

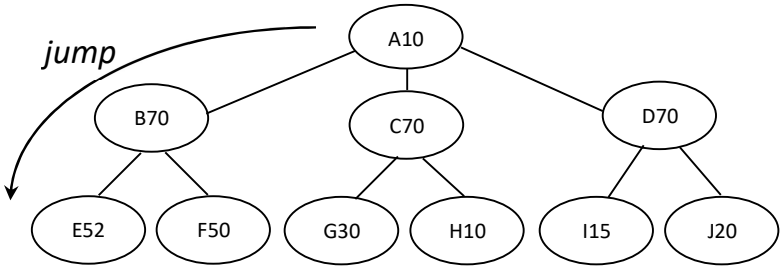


2. **Plateau (السـهل المسـتوي):** is a flat area of the search space in which a whole set of neighboring states have the same state value.
   On a plateau it is not possible to determine the best direction in which to move by making local comparisons.

عندما يكون لدينا طريقين لهما نفس الاحتمالات ونفس نسبة النجاح فهذا ما يسمى بالسهل المستوي أو التسطح (هضبة). وبمعنى آخر أن كل المجموعة المجاورة لها نفس القيمة في نفس المستوى، فكلما نطبق القاعدة تظهر نفس القيم، أي لا يوجد صعود فلا نحصل على الحل الصحيح.



Mohammed Chachan Younis

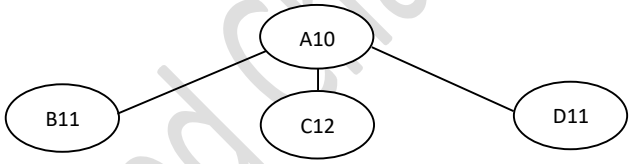


نلاحظ في هذه الشجرة أن العقد (B, C, D) متشابهة القيم، لذلك يجب عمل قفزة (jump) للانتقال للمستوى الذي يليها

3. **Ridge (المنطقـة المرتفعـة):** is an area of the search space that is higher than surrounding areas, but that cannot be traversed by single move in any one direction. (يتحرك ذهابا وإيابا)

هي منطقة ترتفع عن المناطق المجاورة ولكن لا يمكن تجاوزها أو عبورها بخطوة واحدة بأي اتجاه من الاتجاهات. وتعتبر مشكلة صعبة لأن قيم الأبناء أكبر من الآباء، أي يكون لدينا تكرار بخطوات التنفيذ (منطقة نزول) مما يؤدي إلى انهيار الدالة التخمينية، لذلك يجب إعادة الخوارزمية، أي إيجاد الـ (Heuristic Value).

Example:



نلاحظ في هذه الشجرة أن الأبناء أكبر مكن الآباء

HCS Problems Solutions (الحلول):

1- Backtrack to some earlier node and try going in a different direction.

لحل مشكلة (Local Maximum) نتراجع إلى عقدة ما قبل المشكلة ونأخذ طريقا آخر على الرغم أن الطريق الأول كان يبدو الفاضل.

2- Make a big jump in some direction to try to get to new section of the search space.

لتجاوز مشكلة (Plateau) نعمل قفزة (أي نتجاهل بعض الخطوات التي نمر بها لكن لا نتعامل معها) لغرض الحصول على حالة جيدة أفضل من سابقتها.

3- Apply two or more rules before doing the test.

لحل مشكلة (Ridge) نحاول تطبيق أكثر من قانون قبل إجراء عملية البحث عن الحل.

Mohammed Ghachan Younis