



جامعة الشهباء الخاصة

كلية هندسة المعلومات

2023 - 2024

كلية هندسة المعلومات

مبادئ الذكاء الصناعي

(IT424)

د.م سوسن اسجيع

دكتوراه في هندسة حواسيب - جامعة حلب

2023 - 2024

Heuristic Search

- ولكن ما المقصود بالتجريبية **Heuristic**؟

- **التجريبية** يمكن القول عنها أنها تابع يتم تطبيقه على كل حالة من الحالات التي تصادفنا في الحل ويعطي رقماً تقريبياً عن بعد هذه الحالة عن الهدف، وتختلف طبيعة هذا التابع بحسب المسألة طبعاً، وكذلك تختلف التجريبيات في المسألة الواحدة أيضاً، حيث يمكن أن تقسم إلى نوعين أساسيين:

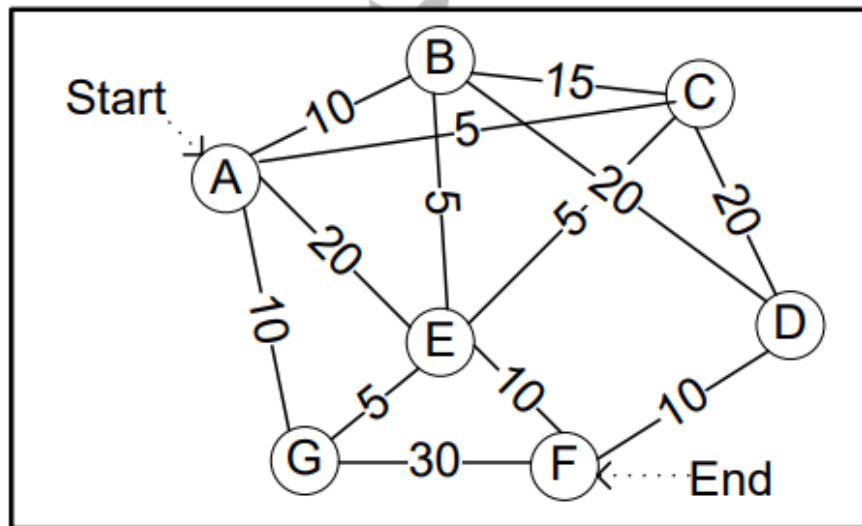
(١) **تجربيات متفائلة Underestimating**: وفي كثير من المسائل تكون هذه التجريبيات هي المفضلة لأنها تعطي حلاً أسرع وأقرب إلى الأمثلي.

(٢) **تجربيات متشائمة Overestimating**.

Heuristic Search

- وكمثال على تجريبية سنطبق تجريبية مسافة خط النظر Straight-line distance على البيان السابق في الصفحة الأولى من هذه المحاضرة - بفرض أنه بيان خريطة مدن- وهو التالي نفسه ☺:

A	15
B	10
C	12
D	8
E	7
F	0
G	14



أي سنعطي تقديراً أولياً للمسافة التي تفصل كل مدينة عن الهدف F، وبفرض أن التجريبية هنا هي متفائلة:

خوارزمية تسلق التلة Hill Climbing

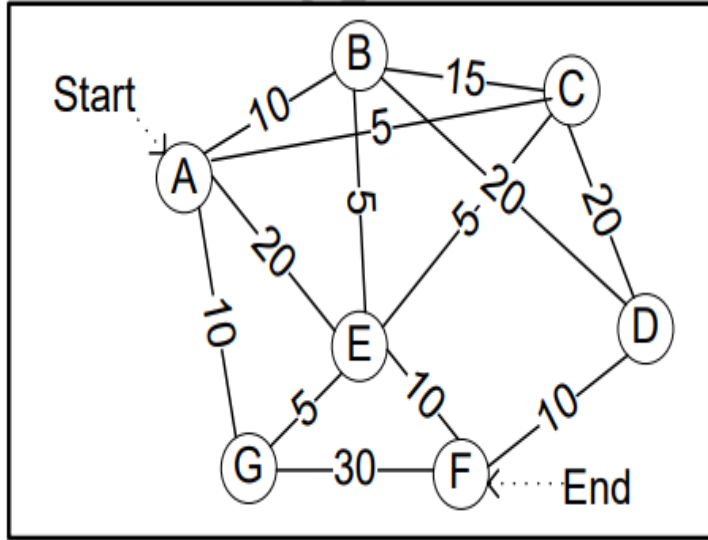
- خوارزمية تسلق التلة Hill-Climbing:

- في هذه الخوارزمية نقوم بتطوير العقدة التي تكون أقرب إلى الهدف، أي التي لها أقل Estimation من بين الأبناء.

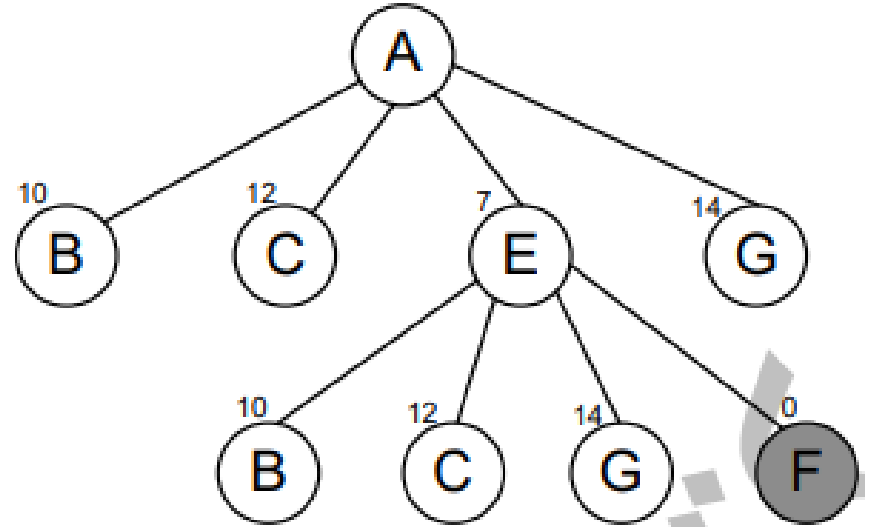
← ملاحظة هامة: هنا لا نقوم بحساب الكلف التراكمية للطريق الذي نسلكه، وإنما نقوم بالاختيار فقط وفقاً للتقدير الأولي الذي تعطيه التجريبية.

- وبالتالي بتطبيق هذه الخوارزمية على نفس بيان الخريطة السابق ومن أجل نفس التجريبية (Straight-Line distance)، تكون شجرة البحث:

Hill Climbing خوارزمية تسلق التلة



A	15
B	10
C	12
D	8
E	7
F	0
G	14



The Solution

وهنا أعطت حلاً هو AEF ولكن في الحقيقة هو ليس بالحل الأمثل، حيث كلفته الحقيقية هي ٣٠، ولكن إيجاد الحل كان سريعاً جداً، أي لم يستغرق وقتاً طويلاً.

- من أهم خصائص خوارزمية تسلق التلة:

- ليست كاملة أي لا تعطي دوماً حلاً للمسائل.
- لا تعطي الحل الأمثل في جميع الحالات (قد تعطيها في حالات معينة بالصدفة 😊).
- تعقيدها الزمني والمساحي مشابه لتعقيد DFS.

- ولذلك يجب إيجاد خوارزمية أخرى تعتمد مبدأ التجريبيات أيضاً في اختيار الطرق التي سنسلكها مع الأخذ بعين الاعتبار الكلفة التراكمية لكل الطريق، أي خوارزمية تجمع بين Hill-Climbing والـ UCS، وهذه الخوارزمية تسمى (A-star) A^* .

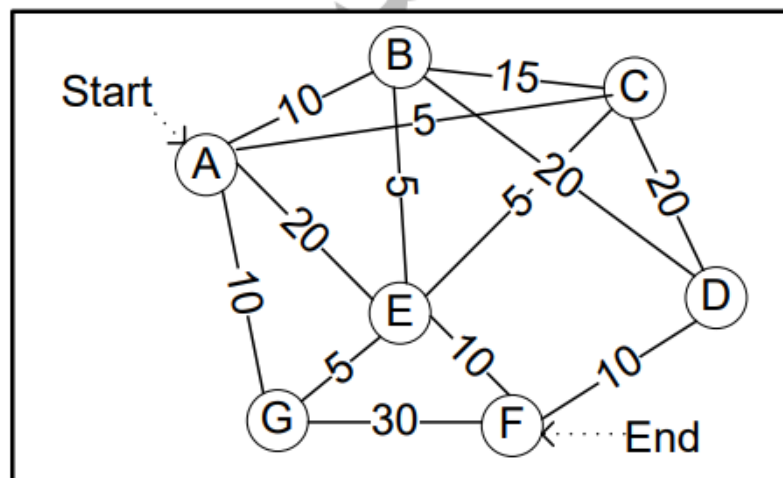
خوارزمية A*

- تستخدم هذه الخوارزمية علاقة خاصة تراكمية لحساب الكلفة الكاملة للطريق وهي:

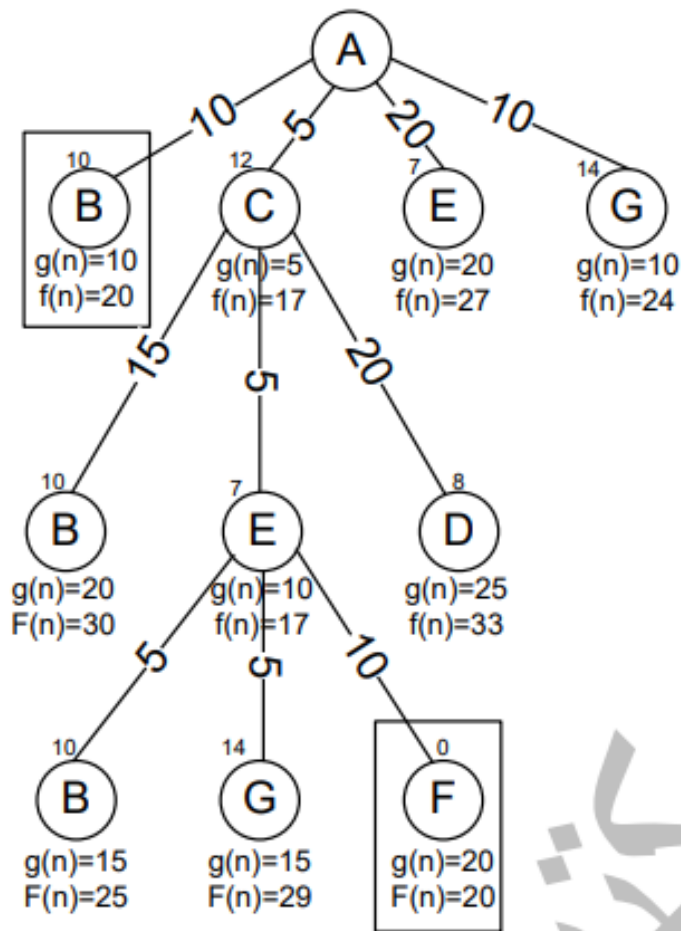
$$f(n) = \underbrace{g(n)}_{\text{total real cost of the path h to n}} + \underbrace{h(n)}_{\text{estimation of node n}}$$

وبذلك نقوم باختيار العقدة من بين الأبناء التي لها أقل $f(n)$ ، حيث هنا $f(n)$ هي الكلفة الكلية التقديرية لطريق الحل إلى العقدة n .

The Solution



A	15
B	10
C	12
D	8
E	7
F	0
G	14



The Solution

- وصلنا الآن إلى مرحلة أن لدينا ورقتين لهما نفس الكلفة الكلية التقديرية، ولنختار أيًا منهما نتبع القاعدة التي تقول أننا نختار التي لها أقل *Estimation*، وهنا F بطبيعة الحال لها أقل *Estimation* لأنها الهدف نفسه

نظرية ١: كلما كان *Estimation* أقرب للحقيقي وأصغر منه بقليل تكون الخوارزمية أسرع، وليس إن كان التقدير أقل ما يمكن ولا أكثر ما يمكن.

نظرية ٢: عندما تكون التجريبية متقابلة وأقرب إلى القيم الصحيحة تكون خوارزمية A^* كاملة وتعطي الحل الأمثل.

- يمكن القول أن UCS هي حالة خاصة من الخوارزمية A^* وذلك عندما $h=0$.