خوارزميات الترتيب

Sorting Algorithms

# المقطع الأول

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته، وأهلا بكم في هذا الدرس.

أنا عامرأحمد جوز، مطور برمجيات حاسوبية،أحييكم من أمام مركز سلطان بن عبد العزيز للعلوم والتّقنية سايتك في مدينة الخبر في المملكة العربية السعودية.

موضوعنا في هذا الدرس مهم جداً، فكما تعلمون أننا في عصر المعلومات والحوسبة، وتزداد البيانات باضطّراد هائل، وتزداد الحاجة إلى ترتيبها وفرزها وتبويبها لتسهيل الاستفادة منها.

إنّ مسألة ترتيب مجموعة عناصر هي أحد المسائل الكثيرة التي تواجه المبرمجين، مثلاً ترتيب الطلاب ترتيباً أبجدياً أو حسب علاماتهم في إحدى المواد، أو حسب معدّلهم التراكمي لمعرفة المتفوقين منهم.

هل فكرتم يوماً... كيف يتمّ ترتيب مجموعة من العناصر؟

هل يمكن أن نكتب طريقة الترتيب كخطوات منهجية أو تعليمات برمجية يمكن تغذيتها إلى الحاسوب ليقوم هو بالترتيب؟

فكّروا في هذه المسألة وسأعود إليكم بعد دقائق.

# المقطع الثاني

أهلا بكم ثانيةً، أعتقد أنكم وجدتم طريقةً أو أكثر.

إنّ إيجاد طريقة منهجية لحلّ مسألة ما، تسمّى خوارزميّة الحل،

فالخوارزمية هي:مجموعة من الخطوات الرياضية والمنطقية والمتسلسلة، اللازمة لحلّ مشكلة ما.

وسميت الخوارزميةAlgorithm بهذا الاسم، نسبةً إلى العالم المسلم  محمد بن موسى الخوارزمي، الذي عاش أيام الخليفة العباسيّ المأمون، وتولّى بيت الحكمة في القرن التاسع الميلادي،وألّف كتاب الجبر والمقابلة، وبترجمة هذا الكتاب إلى اللغات اللاتينية دخلت كلمتا الجبرAlgebraوالصفرCipher إلى تلك اللغات، كما كان له باع طويل في حلّ المعادلات التّربيعية، وعندها دخلت كلمة Algorithm إلى اللّغات اللاتينية.

تعالوا نتعرّف على إحدى طرق الترتيب وهي:

خوارزمية الترتيب الفقاعي:

ليكن لدينا مجموعةً من الأعداد تحتاج لترتيب:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | 7 | 5 | 1 | 2 |

تقوم هذه الخوارزمية على:

1. مقارنة العنصرالأول مع العنصرالثاني
2. تبديل العنصرين إذا كان الأول أكبر من الثاني.
3. نقارن العنصر الثاني مع الثالث ونبدل إذا كان الثاني أكبر من الثالث.... ونقوم بهذه العمليّة إلى آخرعنصرين في السلسلة.
4. بهذا نحصل على العنصر الأكبر في آخر السلسلة.
5. نعيدالعمليات السابقة لترتيب باقي العناصر كلّها.

**مثال:**

ليكن لدينا مجموعة الأعداد هذه:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | 7 | 5 | 1 | 2 |

حاولو ترتيبها بهذه الطريقة وسأعود إليكم.

# المقطع الثالث

أهلا بكم تعالوا نحل المسألة معاً:

لدينا المثال:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | 7 | 5 | 1 | 2 |

نقارن 8 مع 7 ونبدل بينهما لأن 8 أكبر من 7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 8 | 5 | 1 | 2 |

نقارن 8 مع 5 ونبدل بينهما لأن 8 أكبر من 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 5 | 8 | 1 | 2 |

نقارن 8 مع 1 ونقوم بالتبديل لأن 8 أكبر من 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 5 | 1 | 8 | 2 |

نقارن 8 مع 2ونقوم بالتبديل أيضاً لأن 8 أكبر من 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 5 | 1 | 2 | **8** |

وهكذا نكون قد حصلنا على أكبر عنصر وهو 8 مرتباًفي نهاية السلسلة

نعيد العملية لترتيب باقي العناصر من خلال الخطوات التالية

نقارن 7 مع 5 ونبدل بينهما لأن 7 أكبر من 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | 7 | 1 | 2 | **8** |

نقارن 7 مع 1 ونبدل بينهما لأن 7 أكبر من 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | 1 | 7 | 2 | **8** |

نقارن 7 مع 2 ونبدل بينهما لأن 7 أكبر من 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | 1 | 2 | **7** | **8** |

ونكون قد رتبنا ال 7 مكانها

نعود للبداية و نقارن 5 مع 1 ونبدل بينهما لأن 5 أكبر من 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 5 | 2 | **7** | **8** |

نقارن 5 مع 2 ونبدل بينهما لأن 5 أكبر من 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | **5** | **7** | **8** |

ونكون قد رتبنا ال 5 مكانها

نعود للبداية ونقارن ال1 مع 2 ونجد أن 2 **أكبر** من 1 ولا حاجة للتبديل

وهكذا نكون قد حصلنا على السلسلة مرتبةً.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **5** | **7** | **8** |

هذه هي خوارزمية الترتيب الفقاعي وسميت هكذا لأن العنصر الذي يتم ترتيبه يتحرك حتى يصل إلى مكانه كتحرّك فقاعة الهواء عندما تصعد في الماء.

والآن، .........، هل تعتقدون أن هناك طريقة أفضل للترتيب؟

تعالوا نتعرف على طريقة أخرى تسمى:

**خوارزمية الترتيب بالاختيار:**

ولعلّها كانت إحدى الطرق التي توصلتم إليها في النشاط الأول.

تقوم هذه الطريقةعلى:

1. إيجاد أصغر عنصر في سلسلة العناصر
2. ثم تبديله مع العنصر الأول في السلسة إن لم يكن نفسه
3. نكرر الخطوتين السابقتين مع العناصر المتبقية (بدءاً من العنصر الثاني فالثالث وهكذا)

حاولو ترتيب السلسلة نفسها بهذه الطريقة وسأعود إليكم بعد دقائق.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 8 | 7 | 5 | 1 | 2 |

# المقطع الرابع

مرحباً بكم من جديد سنقوم الآن بترتيب العناصر وفق خوارزمية الترتيب بالاختيار:

1. نختار اصغر عنصر في السلسة وهو 1
2. نقوم بتبديله مع أول عنصر في السلسلة 8

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 7 | 5 | 8 | 2 |

نكرر الخطوتين لترتيب باقي العناصر

نبدل 2 مع 7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 5 | 8 | 7 |

العدد 5 يبقى مكانه لأنه الأصغر

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 5 | 8 | 7 |

نبدل 7 مع 8

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **5** | **7** | **8** |

فنحصل على السلسلة مرتبة.

نلاحظ أنه تم ّإنجاز الترتيب للعناصر باتجاه معاكس، من الأصغر إلى الأكبر.

وأنه لم يتمْ تبديل العناصر إلا لوضعها في المكان النهائيّ الصحيح، وبهذا تم ترتيب السلسلة بشكل أسرع من خوارزمية الترتيب الفقاعي.....

والآن ما رأيكم لو أخبرتكم بأنه توجد طريقة أفضل وأسرع من الطريقتين السابقتييييين؟!

لكنها أكثر تعقيداً بعض الشيء.

إنها خوارزمية الترتيب السريع:

وهي تقوم على

1. تحديد عنصر من السلسلة بشكل عشوائي نسميه المحور (مثلاً العنصر الأوسط)
2. نقوم بوضع العناصر الأصغر في سلسلة تسمى العناصر الأصغر L على يمين المحور
3. ونقوم بوضع العناصر الأكبرفي سلسلة أخرى تسمى العناصر الأكبرG على يسار المحور (وهكذا نضمن ترتيب المحور في مكانه)
4. تكررالخطوات السابقة من أجل كلّ من السلسلتين الناتجتين L و Gبشكل متكرر Recursive\*

\*والاستدعاء المتكررRecursive Call يعني أن المسألة يتمّ تجزئتها إلى مسائل مشابهة أبسط، تجزء بدورها إلى مسائل أكثر بساطة للوصول إلى الحل.

ويمكنكم الرجوع إلى درس أبراج هانوي للدكتور ريتشارد لارسون على موقع بلوسومز للحصول على معلومات أكثر عن هذا الموضوع الهام والممتع.

سأقوم الآن بحلّ المسألة السابقة مرةً أخرى باستخدام الترتيب السريع، و لكن بعد فاصل قصير

# المقطع الخامس

دعونا نحلّ المثال باستخدام خوارزمية الترتيب السريع

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | 7 | 5 | 1 | 2 |

1. سأختار عنصراً بشكل عشوائي و ليكن العنصر الثالث وقيمته 5 وجعله المحور

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | 7 | 5 | 1 | 2 |

1. نضع العناصر الأصغر منه 1 و 2 في سلسة العناصر الأصغر (على يمين المحور)

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |

1. والعناصر الأكبر منه 8 و 7 في سلسلة العناصر الأكبر (على يسار المحور)

|  |  |
| --- | --- |
| 8 | 7 |

فتصبح لدينا السلسلة

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 5 | 8 | 7 |

1. نكرر الخطوات السابقة من أجل السلسلتين الناتجتين:
   1. نقوم بترتيب السلسة الأصغر: نختار المحور 1
   2. تكون السلسة الأصغر معدومةً والسلسلة الأكبر رقم 2 (اثنين) عنصراً واحداً فهي مرتبة حكماً، ونضعها على يسار المحور
   3. فتصبح السلسة:

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |

نرتب السلسة الأكبر

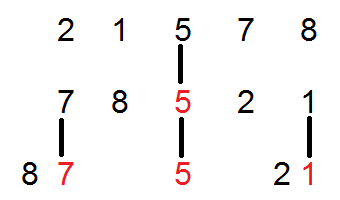
1. نختار المحور العنصر 7
2. تكون السلسة الأصغر في هذه الحالة معدومة أيضاً والسلسلة الأكبرهي العنصر8عنصراً واحداًفهي مرتبة حكماً ونضعها على يسار المحور
3. فتصبح السلسة:

|  |  |
| --- | --- |
| 7 | 8 |

نقوم بدمج السلسلة الأصغر 1 2 مع المحور 5 مع السلسلة الأكبر 7 8 فتتكون لدينا السلسة النهائية المرتبة

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **5** | **7** | **8** |

سأعيد تسلسل الخطوات بشكل رسومي و باختصار



العناصر 8 7 5 1 2.

المحور 5 ، 1و2 السلسة الأصغر، 8 و 7 هي السلسلة الأكبر.

نرتب السلسة الأصغر: 1 هو المحور و اثنان هي السلسة الأكبر على يسار المحور

نرتب السلسلة الأكبر 8 و 7: 7 هي المحور 8 هي السلسلة الأكبر على يسار المحور.

فتصبح السلسلة مرتبة 1 2 5 7 8

ربّما تظنون أن هذه الطريقة ليست أفضل من الخوارزميتين السابقتين، ولأجل ذلك أقترح أن تقوموا بترتيب السلسة التالية بالتعاون مع مدرسكم:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 3 | 7 | 8 | 4 | 9 | 5 | 2 | 6 | 0 |

ألقاكم بعد دقائق

# المقطع السادس

أهلا بكم مرةً أخرى. آمل أنكم استمتعتم بحلّ المثال وفق خوارزمية الترتيب السريع،تعالوا نرتّب السلسلة معاً:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 3 | 7 | 8 | 4 | 9 | 5 | 2 | 6 | 0 |

نختار المحور الرقم 4 مثلاً (وهو العنصر الخامس في السلسلة)

أولا نقوم بتشكيل السلسة الأصغر ليمين المحور وهي

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 3 | 2 | 0 |

و نشكل السّلسلة الأكبر ليسار المحور

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 8 | 9 | 5 | 6 |

فتنتج السّلسة

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 3 | 2 | 0 | 4 | 7 | 8 | 9 | 5 | 6 |

نرتب السلسة الصغرى بنفس الطريقة باختيار المحور 2 مثلا و الكبيرة بالمحور 8 مثلاً

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 2 | 3 | **4** | 7 | 5 | 6 | 8 | 9 |

السلسة 3 مرتبة حكماً لأنها عنصر واحد فقط

كذلك السلسة 9

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | **2** | **3** | **4** | 7 | 5 | 6 | **8** | **9** |

الآن نرتب السلسلتين

السلسلة

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 0 |

و السلسلة

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 7 | 5 | 6 |

بنفس الطريقة

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | **2** | **3** | **4** | 7 | 5 | 6 | **8** | **9** |

فتصبح السلسة

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |

مرتبة بشكل كامل

ولكن....... ماذا لو طلبت منكم ترتيب سلسلة مكونة من أكثر من 100 عنصر مثلاً أو ألف أو ربما عشرة آلاف

هل يمكن مقارنة هذه الخوارزميات لمعرفة الخوارزميّة الأسرع والأمثل؟

فكّروا في حلّ وسأعود إليكم بعد قليل.

# المقطع السابع

كيف يمكن ترتيب مجموعات من 100 عنصر مثلاً

بل كيف يمكن أن نرتب مجموعات تتألف من آلاف بل ملايين السجلات لتسريع البحث في قواعد البيانات

نعم هنا ياتي دور الحاسوب لإنجاز هذه المهمات نيابةً عنا.

وكما لاحظتم أن خطوات الخوارزميات بسيطة وقليلة،ويمكن برمجتها بسهولة بأي لغة برمجة سبق لكم الاطلاع عليها، اذا كان لديكم إلمام بالتعامل مع السلاسل أو المصفوفات.

هذا مثال عن برنامج يقوم بالترتيب وفق الخوارزميات الثلاثة التي استعرضناها معاً، حيث يقوم بترتيب ثلاثة مجموعات متماثلة من الخطوط العشوائية المختلفة الأطوال، وبشكل متزامن ليتوضح لنا أيّ الخوارزميات أسرع بالإضافة إلى تمثيل مرئي لخطوات الترتيب.

نقوم بتشغيل البرنامج: كما نرى ، هناك ثلاثة مجموعات سيتم ترتيبها وفق الخوارزميات الثلاثة وقد قمت بوضع زمن للتأخير ليتسنى لنا مشاهدة خطوات الترتيب

نضغط الزر ابدأ الترتيب: نجد في المجموعة الأولى تمّ ترتيبها بسرعة كبيرة بواسطة خوارزمية الترتيب السريع ثم تليها في السرعة خوارزمية الترتيب بالاختيار ولا زالت خوارزمية الترتيب الفقاعيّ تعمل ببطء وترفع كلّ عنصر رويداً رويداً كفقاعة الهواء في الماء لتصل إلى الاعلى.

**إذا خوارزمية الترتيب السريع هي الأسرع.**

آمل أن تكونو استمتعتم في هذا الدرس وأن يكون محفزاً لكم لتعلّم المزيد عن الرياضيات والبرمجة، وكتابة خوارزميات مفيدة لحلّ مسائل أخرى قد تواجهكم في حياتكم العملية.

وإذا ما احتجتم أي مساعدة أو كان لديكم أي استفسار فبإمكانكم مراسلتي على بريدي الإلكتروني [amer[at]salaamsoft.com](mailto:amer@salaamsoft.com)

أستودعكم الله والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.