

## كيف يعمل محرك البحث "جوجل" Google؟

عبد العزيز شوتري

مخبر المعادلات التفاضلية الجزئية غير الخطية وتاريخ الرياضيات

قسم الرياضيات، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

سننظر في هذه المقالة إلى النقاط التالية:

- ما هو محرك البحث؟
- كيفية تقدير "أهمية" الصفحة.
- وما هو جواب المحرك عندما نسأله؟
- هل الجواب وحيد؟

### 1. ما هو محرك البحث؟

محرك البحث (أو الباحث) Search Engine في الشبكة العنكبوتية هو برنامج يسمح للمستخدمين بالعثور على معلومات مخزنة على حواسيب مرتبطة بالشبكة العنكبوتية العالمية (World Wide Web). إنه يعرض نتائج البحث على شكل قائمة من الروابط تشير إلى صفحات تحتوي على المعلومة أو جزء من المعلومة المبحوث عنها. قد تكون هذه المعلومات على شكل نصوص، أو صور أو فيديو. يتفق المؤرخون على أن أول باحث هو "أرشي" Archie الذي أنشأه الطالب آلن أمبتاج Alan Emtage من جامعة ماكجيل McGill في مونتريال بكندا عام 1990 معتمدا على تعليمة Unix grep في نظام "أونكس" Unix واشتق اسم الباحث من كلمة "أرشيف". ثم طُوّر هذا المحرك من قبل بيل هيلان Bill Heelan وبيتر دوتش Peter Deutsch من نفس الجامعة.

من بين محركات البحث الأكثر استعمالا نذكر:

Google ، Bing ، Yahoo ، Baidu ، AOL ، Ask.com ، Excite ، DuckDuckGo ، wofram ،

alpha ، Yandex ، Lycos ، Chacha.com .

وهذه إحصائيات نسب استعمال بعض البواحيث في بعض دول العالم لعام 2020.

جنوب إفريقيا	ألمانيا	الولايات المتحدة الأمريكية
<ul style="list-style-type: none"><li>• Google : 95,47%</li><li>• Bing : 3,45%</li><li>• Yahoo! : 0,85%</li><li>• DuckDuckGo : 0,14%</li><li>• Webcrawler : 0,03%</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Google : 94,54%</li><li>• Bing : 2,89%</li><li>• Yahoo! : 0,84%</li><li>• DuckDuckGo : 0,67%</li><li>• Web.de : 0,29%</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Google : 84,8%</li><li>• Yahoo! : 8,35%</li><li>• Bing : 5,59%</li><li>• DuckDuckGo : 1,01%</li><li>• MSN : 0,08%</li></ul>

## 2. شيء من تاريخ "جوجل" (انظر المرجعين [2,4])

كل شيء بدأ عام 1996 كمشروع بحثي لإعداد أطروحة دكتوراه في جامعة ستانفورد الأمريكية من قبل الطالبين لاري بيدج Larry Page المولود في ميشيغن بالولايات المتحدة الأمريكية، وسيرجي برين Sergey Brin المولود في موسكو.

وكان المشروع يهدف إلى استكشاف الخصائص الرياضية للشبكة العنكبوتية العالمية وفهم هيكل الارتباط كرسوم بيانية ضخمة Super graph. وقد شجعهما المشرف تيري وينوغراد Terry Winograd على اختيار هذه الفكرة التي وصفها صفحة "جوجل" لاحقاً بأنها "أفضل نصيحة تحصل عليها". ركز المشروع على مسألة معرفة صفحات الشبكة التي ترتبط بصفحة معينة استناداً إلى النظر في أن عدد وطبيعة هذه الروابط الخلفية كانت معلومات قيّمة عن تلك الصفحة.

كان كل من برين وبيدج يعمل على مشروع مكتبة ستانفورد الرقمية. وكان الهدف من هذا البرنامج هو "تطوير التكنولوجيات لمكتبة رقمية واحدة متكاملة"، وتمّ تمويله من قبل المؤسسة الوطنية للعلوم NSF الأمريكية.

في مارس 1996، كانت صفحة جامعة ستانفورد الرئيسية هي نقطة البداية الوحيدة، وطوّر برين خوارزمية ترتيب الصفحات المرتبطة بها، وأدرك أن محرك البحث على أساس ترتيب الصفحات من شأنه أن يحقق نتائج أفضل من التقنيات الموجودة (محركات البحث الموجودة في ذلك الوقت كانت ترتب الصفحات أساساً حسب عدد النتائج وفقاً إلى عدد المرات التي ظهرت فيها عبارة البحث على صفحة ما). واقتناعاً منه بأن الصفحات ذات الروابط الأكثر ارتباطاً بها من صفحات ويب أخرى ذات صلة وثيقة بالموضوع يجب أن تكون الصفحات الأكثر صلة بالموضوع المرتبطة بالبحث، فقد أجرياً اختباراً لأطروحتهما كجزء من دراستهما التي وضعت الأساس لمحرك البحث الخاص بهما.

وتمّ تسجيل google.com في 15 سبتمبر 1997، وقاما رسمياً بتأسيس شركتهما "جوجل" يوم 4 سبتمبر 1998 في مرآب صديقتهما سوزان وجسيكي Susan Wojcicki في مينلو بارك Menlo Park بكاليفورنيا. واختاروا اسم Google "جوجل" الناتج عن خطأ إملائي في كتابة كلمة "غوغل" Gogol. والذي يشير إلى العدد الذي يمثله 1 يليه مائة 0.

في أواخر عام 2005، قال إريك شميدت Eric Schmidt رئيس شركة "جوجل" والمدير التنفيذي لها: "نحن لا نفعل الشيء نفسه الذي يفعله الآخرون". لقد قُدّرت الأرباح الصافية للشركة سنة 2020 بأكثر من 40 مليار دولار، بزيادة فاقت 17% عما حقته عام 2019.

## 3. لماذا الباحثون "جوجل" أكثر استعمالاً؟

يتميّز "جوجل" عن غيره بالسرعة في الحصول على روابط الصفحات وكثرتها وذلك لاعتماده طريقة رياضية مبتكرة، ومسجله باسمه، حصلت على براءة اختراع من جامعة ستانفورد عام 2001.

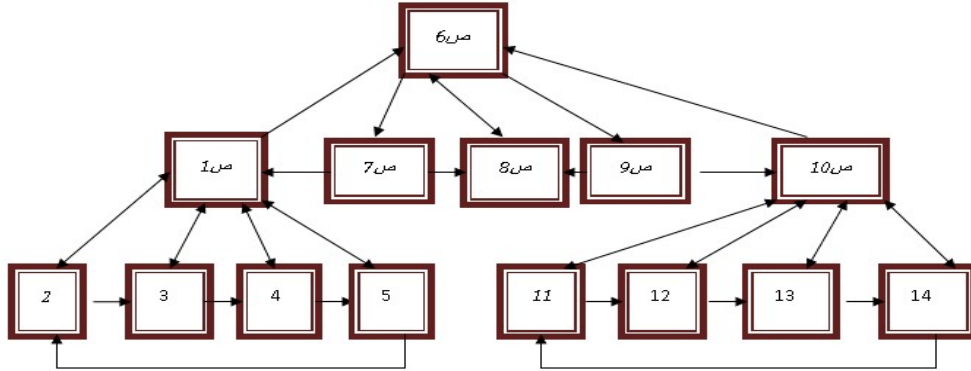
ولذا فاستعمال هذه الطريقة ليس مجانياً ويتطلب الدفع إلى "جوجل".

#### 4. الرياضيات مصدر للثروة

كما سبق وأن أشرنا، توصل الطالبان المؤسسان، سيرجي برين ولاري بيدج أثناء تحضيرهما لأطروحة الدكتوراه، إلى أن مسألة البحث عن المعلومات باستعمال كلمات مفتاحية يمكن نمذجتها رياضياً كمسألة حل جملة كبيرة من المعادلات الخطية، ونشراً مقالاً بعنوان (انظر المرجع [1]):  
The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine  
ثم تطوّرت الفكرة وقررا إنشاء شركة باسم "جوجل" التي أصبحت تدرّ عليهما مليارات الدولارات (انظر المرجع [2]).

#### 5. الفكرة الرئيسية لمحرك "جوجل"

نعرض فيما يلي الفكرة الأساسية لخوارزم البحث في محرك البحث "جوجل" ودور الرياضيات في تطويره. نلاحظ أن الخوارزم الفعلي (الطريقة) أكثر تعقيداً فضلاً عن أنه يتمّ تحديثه باستمرار عدة مرات في السنة. تُرقم الصفحات المرشحة للاحتواء على المعلومة، ثم يُنشأ بيان Graphe لهذه الصفحات (انظر الشكل أدناه والمرجع [3]).



#### أرقام صفحات الشبكة على شكل بيان

- تمثّل الأرقام أرقام الصفحات التي تحتوي على المعلومة، وتمثل الأسهم الروابط بين الصفحات.
- تُرقم الصفحات التي تحتوي على المعلومة.
- يُعيّن الخوارزم عدد الروابط مع كل صفحة.
- يكون الخوارزم مصفوفة الروابط، والتي هي في هذه الحالة:

$$a_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{l_j} & ; j \rightarrow i \text{ إذا كان} \\ 0 & ; j \nrightarrow i \end{cases}$$

حيث يمثل  $z$  عدد الروابط المتعلقة بالصفحة رقم  $i$ .

تتلخص الروابط بين الصفحات فيما يلي حيث يمثل  $\rightarrow$  الرابط :

1  $\rightarrow$  2;3;4;5;6 ; 2  $\rightarrow$  1;3 ; 3  $\rightarrow$  1;4 ; 4  $\rightarrow$  1;5 ; 5  $\rightarrow$  1;3 ; 6  $\rightarrow$  7;8;9 ; 7  $\rightarrow$  8;1 ; 8  $\rightarrow$  6 ;  
9  $\rightarrow$  8;10 ; 10  $\rightarrow$  6;11;12;13;14 ; 11  $\rightarrow$  10;12 ; 12  $\rightarrow$  10;13 ; 13  $\rightarrow$  10;14 ; 14  $\rightarrow$  10; 11

إذا كانت الصفحة  $z$  مرتبطة بالصفحات  $i_1; i_2; \dots; i_l$  نضع

$$L_z = \{i_1; i_2; \dots; i_l\}$$

ومنه  $l_z = |L_z|$ .

ولذلك نحصل، حسب الشكل، على المصفوفة التالية:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/5 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/2 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 0 & 0 & 0 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 1/2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 0 & 1/2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 0 & 0 & 1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/5 & 0 & 0 & 1/2 & 0 \end{bmatrix}$$

يتمثل الخوارزم في إيجاد الشعاع الذاتي للمصفوفة  $A$  المرفق بالقيمة الذاتية 1 حيث يمثل الشعاع أهمية الصفحات التي تتحدث عن الموضوع المبحوث عنه. وتكون الصفحات مهمة كلما كانت قيم مركبات الشعاع الناتج أكبر. يتم الحصول على هذا الشعاع باستعمال المتتالية الشعاعية التالية:

$$\begin{cases} u^{k+1} = Au^k \\ u^0 \text{ معطى} \end{cases}$$

وهي مسألة نقطة صامدة للتابع  $T$  حيث  $T(u)=Au$ . يتعلق وجود ووحدانية الحل (الشعاع الذاتي المرفق بالقيمة الذاتية 1 للمصفوفة  $A$ ) بتقلص  $T$ ، وهذا ناتج من كون المصفوفة  $A$  تصادفية stochastic (يقال أيضا مصفوفة ماركوفية، أي مصفوفة مربعة كل عناصرها أعداد حقيقية موجبة، ومجموع عناصر كل سطر أو عمود فيها يساوي 1) ... مع شرط التوقف عن الحساب:  $\|u^{k+1} - u^k\| \leq \varepsilon$  حيث  $\varepsilon$  معطى، وهو الخطأ المسموح به.

بتطبيق هذا الخوارزم على المثال السابق، نحصل على الشعاع التالي بعد 30 مرحلة بخطأ أقل

من  $10^{-3}$  :

$$=(0.125; 0.050; 0.050; 0.050; 0.050; 0.150 ; 0.050; 0.100; 0.050; 0.125; 0.050; 0.050; u^{30} \\ 0.050; 0.050)$$

نلاحظ أن أدلة المركبات التي قيمها أكبر هي التي تمثل الصفحات "المهمّة"، أما الباقي فصفحات غير "مهمّة". ما نلاحظه في الشكل أن الصفحات رقم 1 و 6 و 10 صفحات "أكثر أهمية" حيث أن الصفحات الأكثر أهمية هي التي يشار إليها أكثر من غيرها.

ومن أراد الثروة فعليه بإيجاد طريقة رياضية أحسن من الطريقة المستعملة في تعيين "أهمية"

الصفحات!

## المراجع

- [1] S. Brin, L. Page : The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine, Stanford University, 1998.
- [2] D.Vise, M. Malseed : Google story, Dunod, Paris, 2006.
- [3] M. Eisermann : Comment fonctionne Google, Université Joseph Fourier, France, Dernière mise à jour: 9 janvier 2008.
- [4] [https://ar.wikipedia.org/wiki/تاريخ\\_جوجل](https://ar.wikipedia.org/wiki/تاريخ_جوجل)