المملكة العربية السعودية

رؤية VISION 2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

وزارة التعليم
Ministry of Education

حلول

الذكاء الاصطناعي

Artificial Intelligence

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

binarylogic

السنة الثالثة
التعليم الثانوي - نظام المسارات

طبعة 2024-1446

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

الفصل الدراسي الأول

1. أساسيات الذكاء الاصطناعي

سيتعرّف الطالب في هذه الوحدة على تاريخ الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence - AI) وتطبيقاته. كما سيتعلّم المزيد حول هياكل البيانات المتقدمة، مثل الطوابير، والمُكدّسات، والقوائم المترابطة، والمُخطَّطات، والأشجار الثنائية، وسيَستخدِم هذه التراكيب لاحقًا لإنشاء مشاريع الذكاء الاصطناعي.

أهداف التعلُّم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يَذكُر معالم تاريخ الذكاء الاصطناعي (AI).
- يُعَدِّد أمثلة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي (AI).
- يَصِف عمليات هيكل بيانات المُكدّس.
- يَصِف عمليات هيكل بيانات الطابور.
- يُحدِّد الاختلافات بين هيكل بيانات المُكدّس وهيكل بيانات الطابور.
- يَصِف العمليات الرئيسة المُطبَّقة على البيانات في القائمة المترابطة.
- يَشرح استخدام هيكل بيانات الشجرة.
- يُحدِّد الاختلافات بين هيكل بيانات الشجرة وهيكل بيانات المُخطَّط.
- يَستخدِم لغة برمجة البايثون (Python) لاستكشاف هياكل البيانات المُعقَّدة.

الأدوات

- مفكّرة جوبيتر (Jupyter Notebook)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الأول

مقدمة في الذكاء الاصطناعي

ما الذكاء الاصطناعي؟

What is Artificial Intelligence (AI)

الذكاء الاصطناعي (AI) هو أحد مجالات علوم الحاسب الآلي التي تُعنى بتصميم وتطبيق البرامج القادرة على محاكاة القدرات المعرفية البشرية. تُظهِر هذه البرامج الخصائص التي تَصِف السلوك البشري عادةً، مثل حل المشكلات، والتعلُّم، وصُنع القرارات، والاستدلال، والتخطيط، واتخاذ القرارات، إلخ.

وكلاء الذكاء الاصطناعي (AI Agents):

وكيل الذكاء الاصطناعي هو برنامج يعمل نيابةً عن المُستخدِم أو النظام في إدراك بيئته، وصنع القرارات، واتخاذ الإجراءات وفقًا لها، وقد يكون الوكيل بسيطًا أو مُعقدًا، ذاتي التحكّم أو شبه ذاتي التحكّم، أو يعمل في بيئات متنوعة، مثل المُستندة إلى الويب، أو الماديّة، أو الافتراضيّة.

الشبكات العصبية (Neural Networks):

الشبكات العصبية هي نوع من برامج الحاسب المُصمَّمة لمحاكاة طريقة عمل الدماغ البشري، وهي مكونة من خلايا وطبقات عصبية يمكنها معالجة المعلومات ونقلها.

شكل 1.1: بعض مجالات الذكاء الاصطناعي

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. وضع علماء الرياضيات الأُسس لفهم الحوسبة والمنطق حول الخوارزميات.	✓	
2. يُحدِّد اختبار تورنغ ما إذا كان الحاسب يتمتع بسلوك شبيه بالإنسان أم لا.	✓	
3. كان إلمر (Elmer) وإلسي (Elsie) أول روبوتين يتنقلان حول العقبات باستخدام الضوء واللمس.	✓	
4. استُخدِم الذكاء الاصطناعي فقط في الروبوتات المُستخدَمة في الصناعات التحويلية. لقد تم استخدامه للوظائف عالية المستوى أيضًا، مثل التحكم في المصانع الذكية.		✓
5. لم يكن للذكاء الاصطناعي أي تأثير يُذكر في مجال الطاقة. تعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي على تحسين العمليات في صناعة الطاقة.		✓

2 ما الذكاء الاصطناعي (AI)؟

هو أحد مجالات علوم الحاسب الآلي التي تُعنى بتصميم وتطبيق البرامج القادرة على محاكاة القدرات المعرفية البشرية.

3 اشرح بإيجاز بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي المُستخدَمة في الحياة اليومية.

- تطبيقات المساعد الافتراضي: تُعدُّ من أشهر تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تمكّن المساعد الافتراضي من التواصل مع المُستخدِمين عبر التفاعلات النصية أو الصوتية.
- الروبوتية: يمكن أن تؤدي الروبوتات الذكية مجموعة واسعة من المهام دون التدخل البشري، مثل: مهام التصنيع، والاستكشاف، والبحث والإنقاذ، والعديد من المهام الأخرى.
- السيارات ذاتية القيادة: تَستخدم السيارات ذاتية القيادة الذكاء الاصطناعي للانتقال عبر الطرق واتخاذ القرارات حول كيفية التفاعل الآمن مع المركبات الأخرى ومع المُشاة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

4 وضِّح بعض الأحداث التاريخية الرئيسة التي أثّرت في تطور الذكاء الاصطناعي في الأربعينيات والخمسينيات من القرن الماضي.

- الأربعينيات: البداية وأول خلية عصبية اصطناعية

1943: اُقترح النموذج الأول المبني على الخلايا العصبية الاصطناعية بحيث يمكن لكل خلية عصبية أن تكون في حالة نشطة (تشغيل) أو غير نشطة (إيقاف) وذلك وفق المحاكاة التي تتلقاها من الخلايا العصبية الأخرى المجاورة والمتصلة بها.

1948: في هذا العام ظهر روبوتان: إلمر وإلسي (Elmer and Elsie) وهما روبوتان ذاتيا التحكُّم، يمكنهما التنقل حول العقبات باستخدام الضوء واللمس.

- خمسينات القرن الماضي: نشأة الذكاء الاصطناعي

1950: ظهر اختبار تورنغ وهو اختبار يحدِّد قدرة الآلة على إظهار سلوك ذكي مكافئ لسلوك الإنسان أو يَصعُب تمييزه عنه. إلى جانب ظهور العديد من مفاهيم الذكاء الاصطناعي الرئيسة مثل: تعلُّم الآلة، والخوارزميات الجينية، والتعلُّم المعزَّز.

1951: صُمِّم حاسب التعزيز التناظري العصبي العشوائي (SNARC) كأول حاسب يعمل بالشبكات العصبية.

1951: طُوِّرت لغة ليسب (Lisp)، وهي لغة برمجة مُصمَّمة خصيصًا للذكاء الاصطناعي. وفي العام نفسه، نُشرت ورقة بحثية حول متلقي المشورة الافتراضي (Hypothetical Advice Taker)، وهو نظام الذكاء الاصطناعي القادر على التعلُّم من التجربة تمامًا مثل البشر.

5 اشرح كيف استَخدمت التطبيقات التجارية تقنيات الذكاء الاصطناعي للمرة الأولى في العِقد الثاني من القرن

2011: هزم نظام الإجابة عن الأسئلة المعروف باسم واتسون أفضل لاعبين في العالم في برنامج المسابقات الأمريكي جيوباردي.

2021: ظهر نظام الذكاء الاصطناعي الذي يُترجِم فوريًّا اللغة الإنجليزية المنطوقة إلى اللغة الصينية المنطوقة.

2022: ظهر روبوت دردشة المُحوِّل التوليدي مُسبق التدريب (ChatGPT).

6 لخِّص كيفية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التصدي لتغيرات المُناخ عبر النمذجة المُناخية والتحسينات في مجال الطاقة.

النمذجة المناخية هي مجال آخر يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالزراعة، وقد تأثر كثيرًا بالذكاء الاصطناعي الذي بدأت تطبيقاته في هذا المجال في وقت مُبكر، مع تطوير أنظمة التنبؤ بالطقس القائمة عليه، ولاحقًا استُخدِم في تحليل كميات كبيرة من البيانات حول التغيرات المُناخية والتنبؤ بالأنماط المستقبلية، واستُخدم الذكاء الاصطناعي لتطوير أنظمة تخزين الطاقة التي يمكنها تخزين الطاقة الزائدة واستخدامها عند الحاجة، وكان تطورًا رئيسًا مكّن شركات الطاقة من إدارة الاستخدام المُتقطِّع بشكلٍ أفضل لموارد الطاقة المتجددة مثل: الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024-1446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثاني

هياكل البيانات في الذكاء الاصطناعي

أهمية هياكل البيانات في الذكاء الاصطناعي

The Importance of Data Structures in AI

هياكل البيانات (Data Structure):
هياكل البيانات هي تقنية لتخزين وتنظيم البيانات في الذاكرة لاستخدامها بكفاءة.

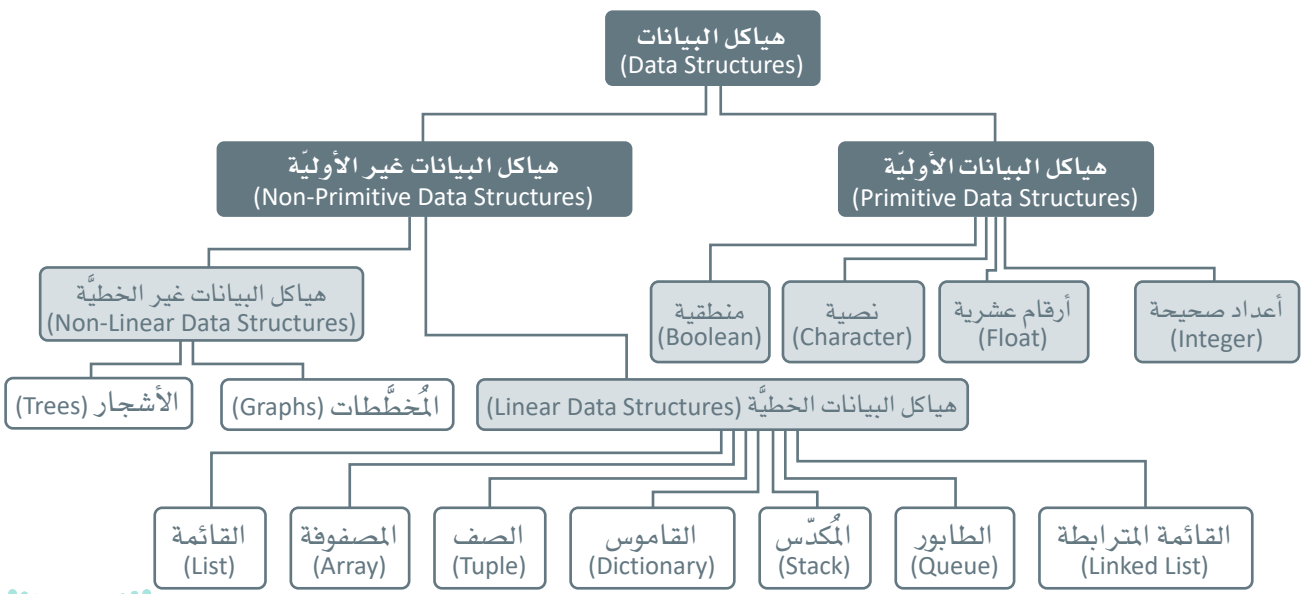
للبيانات أهمية كبرى في مجالات الذكاء الاصطناعي؛ لأنها الأساس المُستخدَم في تدريب نماذج تعلُّم الآلة، حيث تُحدِّد جودة البيانات وكميّتها المتوافرة دقة وفعالية نماذج الذكاء الاصطناعي. ودون بيانات كافية وذات صلة، لن تتعلّم خوارزميات الذكاء الاصطناعي الأنماط، ولن تقوم بالتنبؤات، ولن تتمكن من أداء المهام بفاعلية. وبالتالي، تلعب البيانات دورًا رئيسًا في تشكيل قدرات وإمكانات صُنع القرار لدى أنظمة الذكاء الاصطناعي. هياكل البيانات لها أهمية كبيرة في الذكاء الاصطناعي؛ لأنها توفر طريقة فعَّالة لتنظيم وتخزين البيانات، كما تسمح باسترجاع ومعالجة البيانات بكفاءة. وكذلك، تُحدِّد مدى تعقيد وكفاءة الخوارزميات المُستخدَمة في معالجة البيانات، وبالتالي تؤثر مباشرةً على أداء أنظمة الذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال، يمكن تحسين سرعة وقابلية خوارزميات الذكاء الاصطناعي للتوسُّع باستخدام هياكل البيانات المناسبة، مما يجعلها أكثر ملاءمة للتطبيقات في العالم الحقيقي. وكذلك، تساعد هياكل البيانات المُصمَّمة جيدًا في تقليل استخدام الذاكرة وزيادة كفاءة الخوارزميات، لتمكينها من معالجة مجموعات أكبر من البيانات.

تُخزِّن أجهزة الحاسب البيانات وتُعالجها بسرعة ودقة فائقتين. لذلك، من الضروري تخزين البيانات بكفاءة، وتوفير الوصول إليها بطريقة سريعة. يمكن تصنيف هياكل البيانات على النحو التالي:

- هياكل البيانات الأوليّة.
- هياكل البيانات غير الأوليّة.

يُطلَق على البيانات البسيطة كذلك البيانات الأوليّة، أو الخام، أو الأساسية.

يوضِّح المُخطَّط في الشكل 1.11 تصنيف هياكل البيانات.



شكل 1.11: مُخطَّط هياكل البيانات

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. لغة البايثون تُعرِّف هياكل البيانات غير الأوليّة.	✓	
2. هياكل البيانات الخطيَّة تُخزِّن عناصر البيانات في ترتيب عشوائي فقط. هياكل البيانات الخطيَّة تُخزِّن عناصر البيانات في تسلسل معيّن.		✓
3. إضافة العناصر وحذفها من القائمة المُترابطة (Linked List) أبطأ من القائمة (List). أنه أسرع.		✓
4. يمكن الوصول إلى العناصر في القائمة باستخدام رقم الفهرس فقط.	✓	
5. يُمكن تغيير حجم هيكل البيانات الثابتة أثناء تنفيذ البرنامج. لا يمكن تعديله أثناء تنفيذ البرنامج.		✓

2 حدِّد الاختلافات بين هياكل البيانات الثابتة والمتغيرة.

هياكل البيانات الثابتة	هياكل البيانات المتغيرة
حجم الذاكرة ثابت.	يمكن تغيير حجم الذاكرة أثناء التشغيل.
تُخزَّن العناصر في مواقع متجاورة في الذاكرة الرئيسة.	تُخزَّن العناصر في مواقع عشوائية في الذاكرة الرئيسة.
أسرع في الوصول إلى البيانات.	أبطأ في الوصول إلى البيانات.

3 اكتب مثالين لاستخدامات القوائم المترابطة.

بعض الأمثلة على القوائم المترابطة من الحياة اليومية: الطريقة التي يتم بها تخزين المقاطع الصوتية في قائمة التشغيل، والمجلدات (Directories) في نظام الملفات، وجهات الاتصال الموجودة في قائمة جهات اتصال الهاتف.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2025/1446

4 لديك مُكدّس به ست مساحات فارغة.

- ستُضيف الحروف الآتية C وE وB وA وD في المواقع من 0 إلى 4.
- املأ المُكدّس الذي يُشير إلى موقع المؤشر الأعلى.
- نَفِّذ العمليات التالية:

pop → push K → push X → pop → pop →

اظهر المُخرَج النهائي بعد تنفيذ العمليات السابقة للإشارة إلى موقع المؤشر العلوي.

اكتب البرنامج الذي يُنشئ المُكدّس الموضّح بالأعلى، ثم نَفِّذ العمليات المذكورة أعلاه باستخدام مكتبة الطابور القياسية.

المُكدّس	
	5
D	4
A	3
B	2
E	1
C	0

المُخرَج النهائي	
	5
	4
A	3
B	2
E	1
C	0

تلميح: يمكن الوصول للحل من خلال الملف .G12.AI1.S1.U1.L2.E4.py

5 لديك التسلسل الرقمي الآتي: 4 و8 و2 و5 و9 و13.

- ما العملية المُستخدَمة لإضافة العناصر الموضحَّة بالأعلى إلى الطابور؟

اسم العملية إضافة عنصر للطابور (Enqueue).

- أكمل الطابور بعد إضافة العناصر.

0	1	2	3	4	5
4	8	2	5	9	13

تلميح: يمكن الوصول للحل من خلال الملف .G12.AI1.S1.U1.L2.E5.py

- ما العملية المُستخدَمة لحذف العناصر من الطابور؟

اسم العملية خذف عنصر من الطابور (Dequeue).

- كم مرة يجب تنفيذ العملية الموضحَّة بالأعلى لحذف العنصر الذي قيمته 5؟

4 مرات.

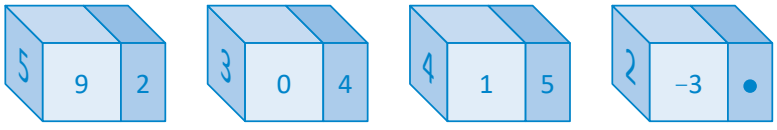
Dequeue 4
Dequeue 8
Dequeue 2
Dequeue 5

- أكتب المقطع البرمجي بلغة البايثون لإنشاء الطابور السابق.

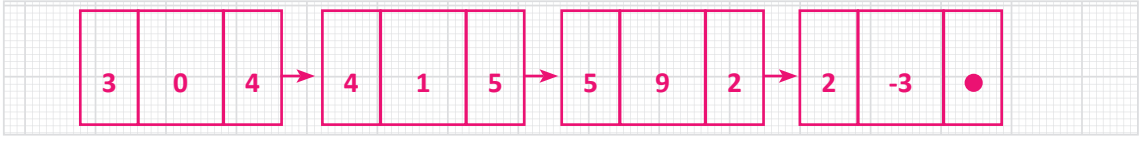
وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

6 باستخدام العُقد التالية ارسِّم القائمة المترابطة، ثم اكتب القيم في القائمة بالترتيب السليم.

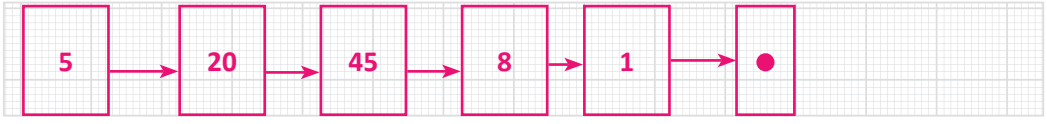


الرأس = 3



7 أنشئ قائمة تضُم الأرقام التالية: 5 و20 و45 و8 و1.

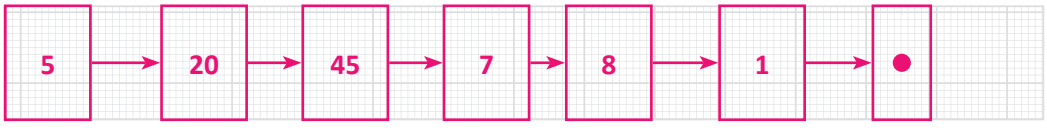
- ارسم العُقد في القائمة المترابطة.



- صِفْ عملية إضافة الرقم 7 بعد الرقم 45.

تجتاز القائمة المترابطة من البداية حتى تجد العقدة التي تحتوي على القيمة **45**، وبمجرد العثور عليها تقوم بإنشاء عقدة بقيمة **7**، ومؤشر "التالي" يشير إلى العقدة التي تلي **45**، وبعد التحديث ينتقل للعقدة الجديدة التي تحتوي **7**.

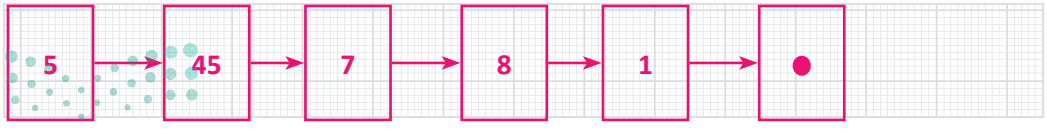
- ارسم القائمة الجديدة.



- صِفْ العملية المطلوبة لحذف العُقدة الثانية من القائمة.

تجتاز القائمة المترابطة من البداية حتى تجد العقدة التي تسبق العقدة التي تريد حذفها، في هذه الحالة تريد حذف العقدة الثانية، لذلك تحتاج العثور على العقدة الأولى في القائمة. لتقم بتحديث المؤشر "التالي" للعقدة السابقة التي تحتوي على **5**، لتتخطى العقدة التي تريد حذفها التي تحتوي على **20**، ليؤشر مباشرة إلى العقدة التي تريد حذفها **45**، ليقوم بإلغاء تخصيص الذاكرة المُستخدَمة بواسطة العقدة التي تريد حذفها.

- ارسم القائمة المترابطة النهائية.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2025/1446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

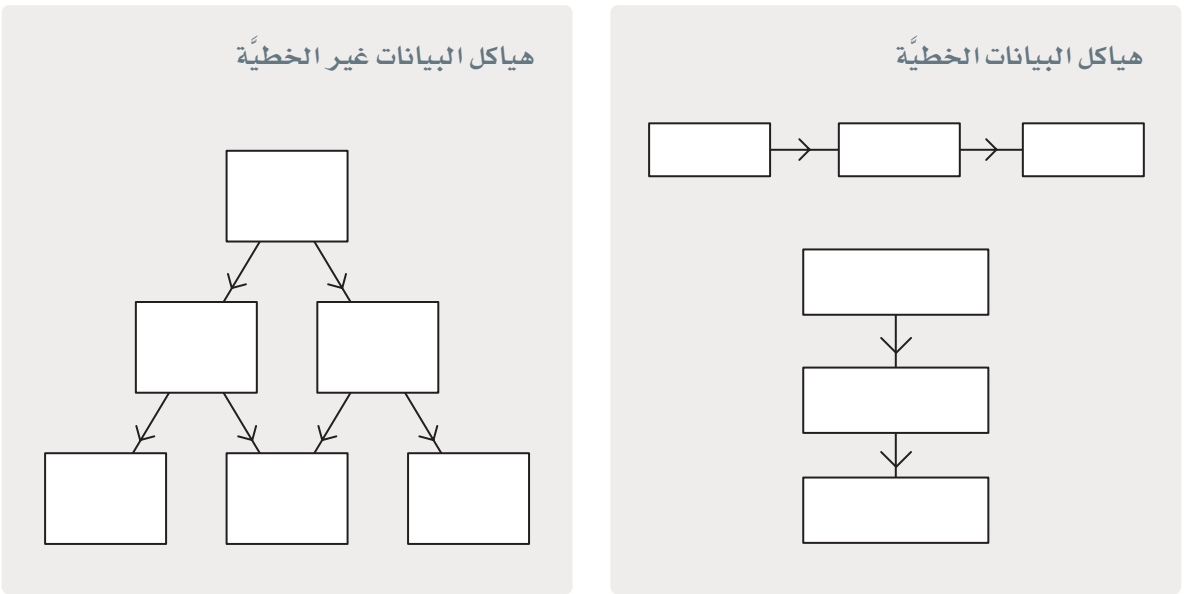
الدرس الثالث

هياكل البيانات غير الخطيَّة

في الدرس السابق تعلّمت بعض هياكل البيانات الخطيَّة، وفيها كل عنصر يَتبع العنصر السابق له بطريقة خطيَّة. هل يمكنك التفكير في حالة لا تسير فيها الأشياء بتسلسل خطيّ؟ على سبيل المثال، هل يمكن لعنصر واحد أن يتبعه أكثر من عنصر؟

هياكل البيانات غير الخطيَّة Non-Linear Data Structures

هي نوع من هياكل البيانات يتميز بإمكانية ربط عنصر بأكثر من عنصر واحد في الوقت نفسه. ومن الأمثلة التوضيحية على هياكل البيانات غير الخطيَّة: الأشجار ومُخطَّطات البيانات. الشكل 1.33 يوضِّح هياكل البيانات الخطيَّة وهياكل البيانات غير الخطيَّة.



شكل 1.33: الرسم التوضيحي لهياكل البيانات الخطيَّة وغير الخطيَّة

جدول 1.9: الفرق بين هياكل البيانات الخطيَّة وغير الخطيَّة

هياكل البيانات الخطيَّة	هياكل البيانات غير الخطيَّة
تُرتَّب عناصر البيانات في ترتيب خطي يرتبط فيه كل عنصر بالعنصرين السابق والتالي له.	يمكن ربط عناصر البيانات بالعديد من العناصر الأخرى.
تُستَعرض عناصر البيانات في مسار واحد.	لا تُستَعرض عناصر البيانات في مسار واحد.
سهل التنفيذ.	معقّد التنفيذ.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. يمكن ربط العنصر في هياكل البيانات غير الخطيَّة بأكثر من عنصر واحد.	✓	
2. تنفيذ هياكل البيانات الخطيَّة يكون أكثر تعقيدًا من تنفيذ هياكل البيانات غير الخطيَّة. هياكل البيانات غير الخطيَّة أكثر تعقيدًا.		✓
3. الأوراق في تعلُّم شجرة القرار تحتوي على حلول المشكلة.	✓	
4. تَحسِب خوارزمية قوقل تصنيف الصفحة (PageRank) الأهمية النسبية لصفحة ويب على شبكة الويب العالمية.	✓	
5. الشبكات العصبية هي نوع المُخطَّطات المُستخدَم لتصوير المشكلات الأخرى. يتم استخدامها لنمذجة المشكلات.		✓

2 وضِّح الاختلافات بين الأشجار والمُخطَّطات.

الأشجار	المُخطَّطات
تشكّل العُقد المُتصلة فيها نموذجًا هرميًا.	تشكّل العُقد المتّصلة فيها نموذجًا شبكيًّا.
في الأشجار الجذرية توجد عُقدة فريدة تُسمى الجذر.	لا توجد فيها عُقدة فريدة أو جذرية.
ترتبط العُقد في صورة علاقة بين الأصل والفَرع.	لا تنطبق علاقة الأصل والفَرع بين العُقد.
تتميز ببساطة التركيب.	تركيب المُخطَّطات أكثر تعقيدًا.
لا يُسمح فيها بالحلقات.	قد تحتوي على الحلقات.

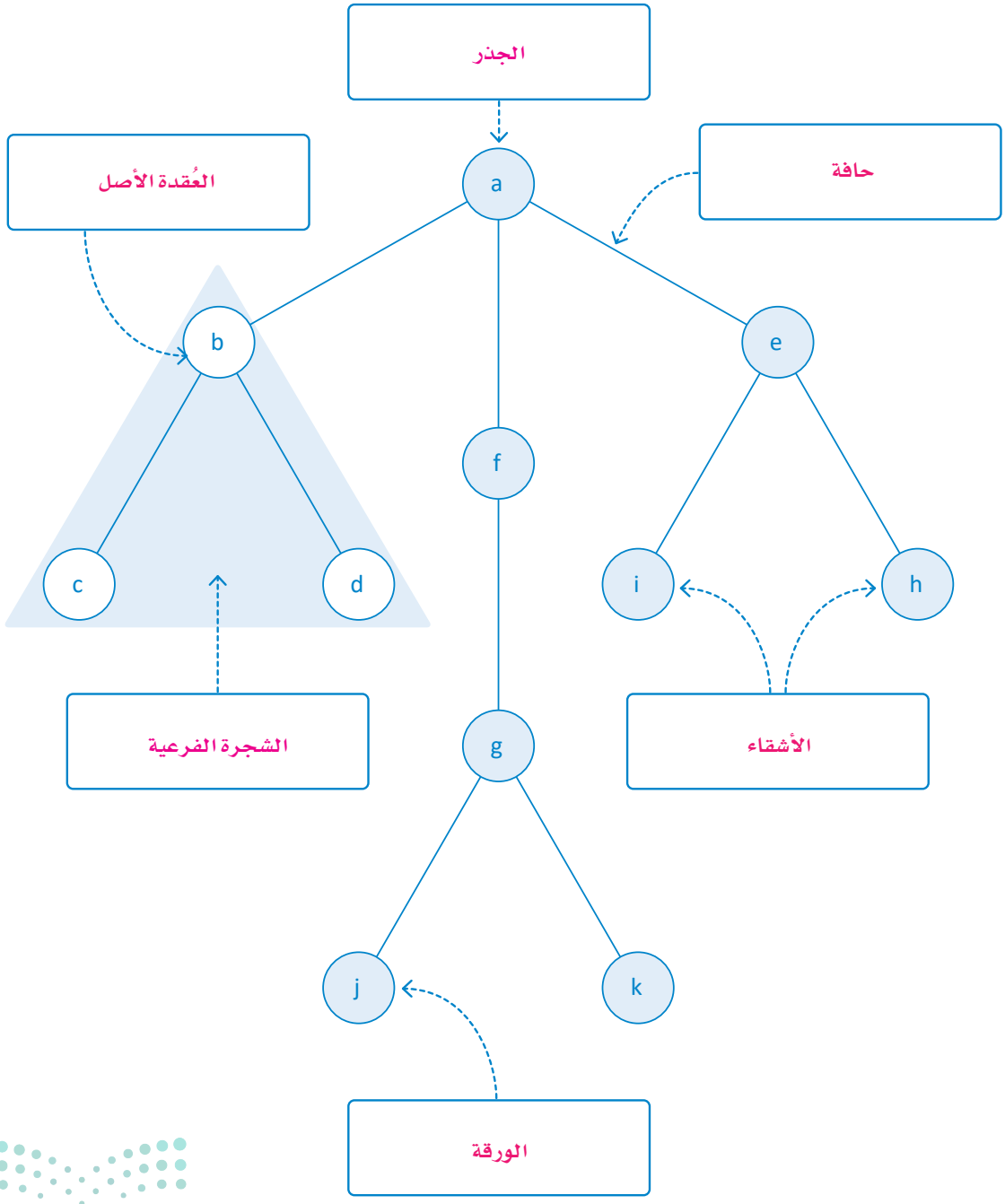
3 صِفْ كيف تُستخدَم خوارزميات المُخطَّطات في التطبيقات التجارية.

- تُعدُّ شبكة الويب العالمية من أبرز الأمثلة للمُخطَّطات، ويمكن اعتبارها بمثابة أحد أنواع المُخطَّطات المُوجَّهة، حيث تُمثِّل الرؤوسُ صفحات الويب وتُمثِّل الارتباطات التشعبية الحوافَّ المُوجَّهة.
- فيسبوك هو مثال آخر على المُخطَّطات المُوجَّهة، حيث تُمثِّل العُقد مُستخدِمي فيسبوك، بينما تُمثِّل الحواف علاقات الصداقة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024/1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

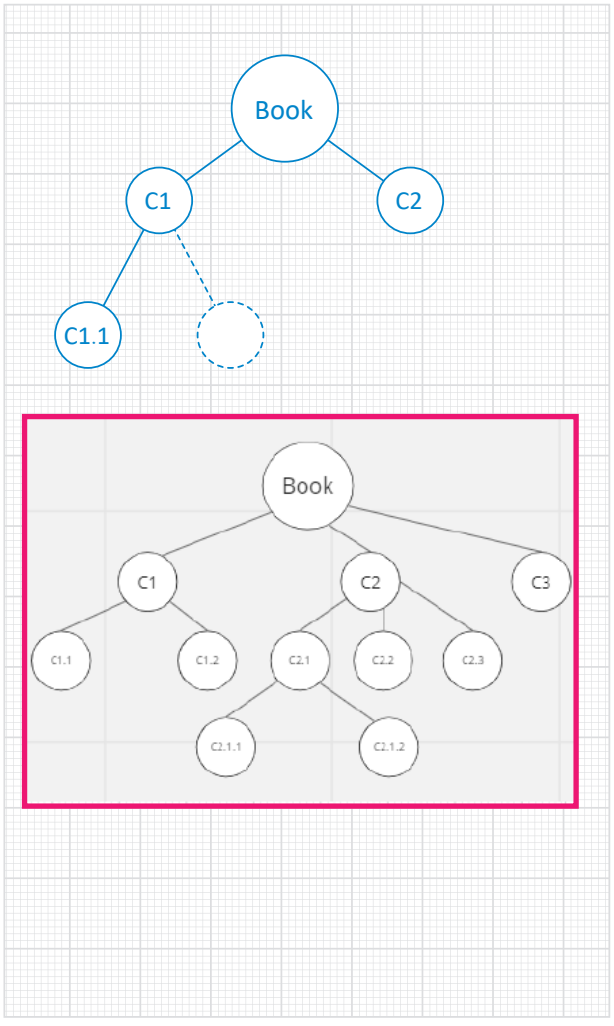
4 املأ الفراغات بالأسماء الصحيحة لأجزاء الشجرة.

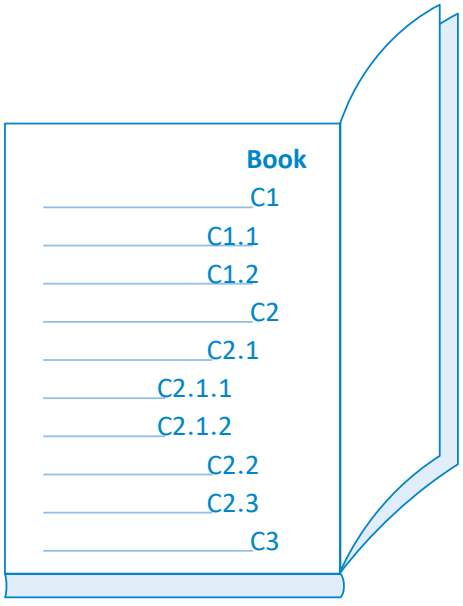


وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

5 يظهر أمامك في الصورة التالية صفحة محتويات الكتاب.

- أكمل تمثيل الشجرة.





- هل هي شجرة ثنائية؟ عَلِّل إجابتك.

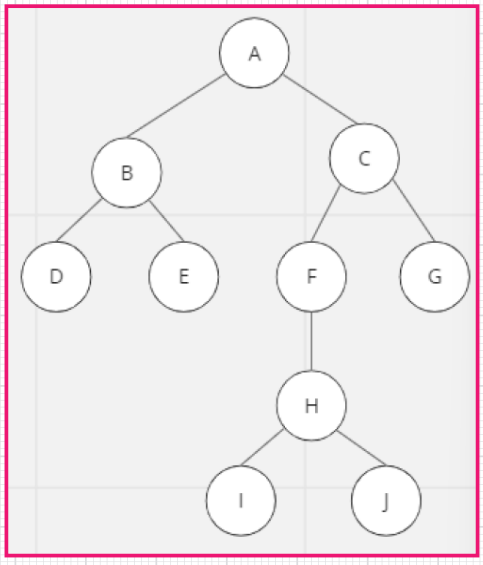
لا، ليست شجرة ثنائية؛ لأن بعض العُقد لديها أكثر من اثنتين (2) من العُقد الفرعية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

6 ارسم الشجرة الناتجة عن المعطيات التالية:

- العُقدة A لها فَرعان B وC.
- العُقدتان D وE لهما الأصل نفسه وهو العُقدة B.
- العُقدتان F وG شقيقتان، ولهما الأصل نفسه وهو العُقدة C.
- العُقدة H لها عُقدتان فَرعيتان I وJ ولها عُقدة أصل F.



ما نوع الشجرة المرسومة في الأعلى؟

شجرة ثنائية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

باستخدام القاموس في لغة البايثون اكتب البرنامج المناسب لتمثيل هذه الشجرة، ثم أضف العُقدة الأصل والعُقد الفرعية.

تلميح: يُمكنك الوصول للحل من خلال الملف .G12.AI1.S1.U1.L3.E6.py

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024-1446

2. خوارزميات الذكاء الاصطناعي

سيتعرف الطالب في هذه الوحدة على بعض الخوارزميات الأساسية المُستخدَمة في الذكاء الاصطناعي (AI). كما سيتعلّم كيف يُنْشِئ نظام تشخيص طبي بسيط مُستنِد إلى القواعد بِطرائق برمجية مُتعددة ثم يقارن النتائج. وفي الختام سيتعلّم خوارزميات البحث وطرائق حل ألغاز المتاهة مع أخذ معايير معيّنة في الاعتبار.

أهداف التعلُّم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يُنشئ مقطعًا برمجيًّا تكراريًّا.
- يُقارِن بين خوارزمية البحث بأولوية الاتساع وخوارزمية البحث بأولوية العُمق.
- يَصِف خوارزميات البحث وتطبيقاتها.
- يُقارِن بين خوارزميات البحث.
- يَصِف النظام القائم على القواعد.
- يُدرِّب نماذج الذكاء الاصطناعي حتى تتعلّم حل المشكلات المُعقدة.
- يُقيِّم نتائج المقطع البرمجي وكفاءة البرنامج الذي أنشأه.
- يُطوِّر البرامج لمحاكاة حلّ مشكلات الحياة الواقعية.
- يُقارِن بين خوارزميات البحث.

الأدوات

- مفكّرة جوبيتر (Jupyter Notebook)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الأول

الاستدعاء الذاتي

تقسيم المُشكلة Dividing the Problem

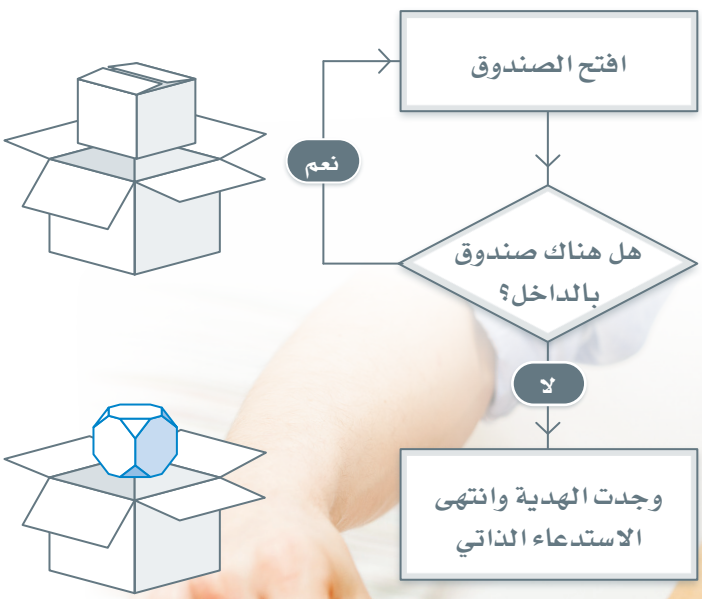
في هذا الدرس، ستتعلّم استخدام الدوال التكرارية لتبسيط البرنامج وزيادة كفاءته.

تخيّل أن والدكَ قد أحضرا لكَ هديّة، وكنت مُتلهفًا لمعرفتها، ولكن عندما فتحت الصندوق، وجدت صندوقًا جديدًا بداخله، وعندما فتحته، وجدتَ آخرَ بداخله، وهكذا حتى عجزت أن تعرف في أي صندوق توجد الهدية.

الاستدعاء الذاتي Recursion

الاستدعاء الذاتي هو أحد طرائق حل المشكلات في علوم الحاسب، ويتم عن طريق تقسيم المشكلة إلى مجموعة من المشكلات الصغيرة المُشابهة للمشكلة الأصلية حتى يُمكنك استخدام الخوارزمية نفسها لحل تلك المشكلات. يُستخدَم الاستدعاء الذاتي بواسطة أنظمة التشغيل والتطبيقات الأخرى، كما تدعمه معظم لغات البرمجة.

يحدث الاستدعاء الذاتي عندما تتكرر التعليمات نفسها، ولكن مع بيانات مختلفة وأقل تعقيدًا.



شكل 2.1: مثال على الاستدعاء الذاتي

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. تتكون دالة الاستدعاء التكرارية من حالتين.	✓	
2. تستدعي دالة الاستدعاء التكرارية دالة أخرى. دالة الاستدعاء التكرارية تستدعي نفسها.		✓
3. دوال الاستدعاء التكرارية أسرع في التنفيذ.	✓	
4. استدعاء الدوال يجعل لِبنة المقطع البرمجي أصغر حجمًا.	✓	
5. كتابة مقطع برمجي مُتكرِّر يتطلب استدعاءً ذاتيًّا أقل. أكثر.		✓

2 ما الاختلافات بين التكرار والاستدعاء الذاتي؟

تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الجدول 2.3 في كتاب الطالب عند الحاجة.

3 متى يجب استخدام الاستدعاء الذاتي؟

- يُعدُّ الاستدعاء الذاتي الطريقة الأكثر ملاءمة للتعامل مع المشكلة في العديد من الحالات.
- يَسهُل استكشاف بعض هياكل البيانات باستخدام الاستدعاء الذاتي.
- بعض خوارزميات التصنيف تَستخدِم الاستدعاء الذاتي مثل: التصنيف السريع.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

4 وَضِّح مزايا استخدام الاستدعاء الذاتي وعيوبه.

المزايا:

- تقلل دوال الاستدعاء التكرارية من عدد التعليمات في المقطع البرمجي.
- يمكن تقسيم المهمة إلى مجموعة من المشكلات الفرعية باستخدام الاستدعاء الذاتي.
- في بعض الأحيان، يَسهُل استخدام الاستدعاء الذاتي لاستبدال التكرارات المُتداخلة.

العيوب:

- في بعض الأحيان، يَصعُب تَتبُّع منطق دوال الاستدعاء التكرارية.
- يتطلب الاستدعاء الذاتي مزيدًا من الذاكرة والوقت.
- لا يسهل تحديد الحالات التي يمكن فيها استخدام دوال الاستدعاء التكرارية.

5 اكتب دالة استدعاء تكرارية بلغة البايثون تقوم بحساب الرقم الأكبر بترتيب محدد (مثلًا ثاني أكبر رقم) في قائمة من الأرقام.

تلميح: يمكن الوصول للحل من خلال الملف G12.AI1.S1.U2.L1.E5.py.

6 اكتُب دالة استدعاء تكرارية بلغة البايثون لحساب مجموع كل الأرقام الزوجية في قائمة معيّنة.

تلميح: يمكن الوصول للحل من خلال الملف G12.AI1.S1.U2.L1.E6.py.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 1446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

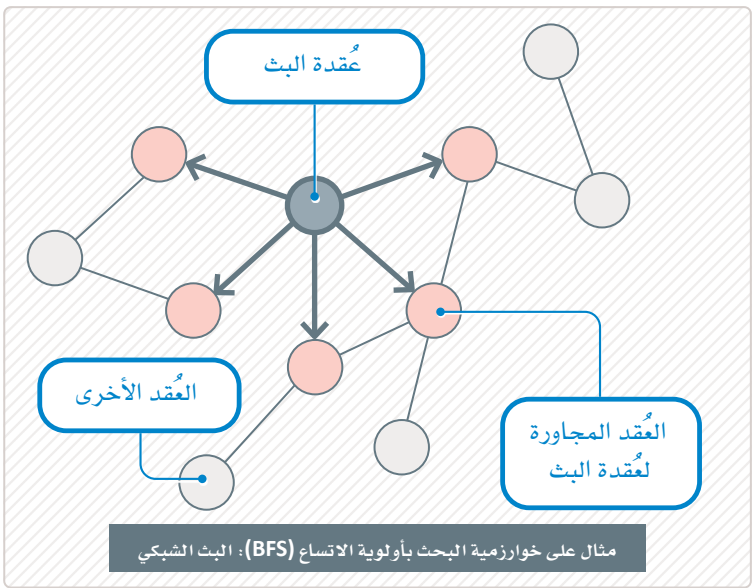
الدرس الثاني

خوارزمية البحث بأولوية العمق والبحث بأولوية الاتساع

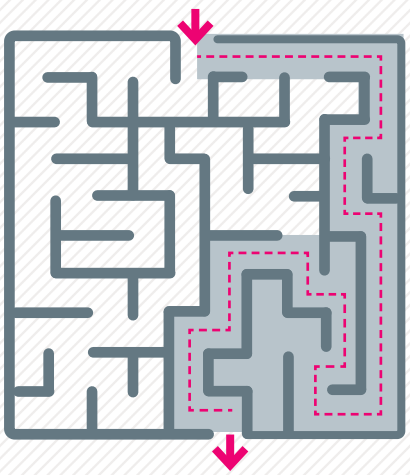
البحث في المُخطَّطات Searching in Graphs

هناك بعض الحالات التي تحتاج فيها إلى البحث عن عُقدة مُحدَّدة في المُخطَّط، أو تفحُّص كل عُقدة في المُخطَّط لإجراء عملية بعينها مثل طباعة عُقد المُخطَّط، فتكون حالتكَ كشخصٍ يبحث عن المدينة التي يريد السّفر إليها؛ وليتحقق هذا، تحتاج إلى فحص كل عُقدة في المُخطَّط حتى تجد تلك التي تحتاج إليها. يُطلق على هذا الإجراء: البحث في المُخطَّط أو مسح المُخطَّط، وهناك العديد من خوارزميات البحث التي تساعد على تنفيذه، مثل:

- **خوارزمية البحث بأولوية الاتساع** (Breadth-First Search - BFS).
- **خوارزمية البحث بأولوية العمق** (Depth-First Search - DFS).



مثال على خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS): البث الشبكي



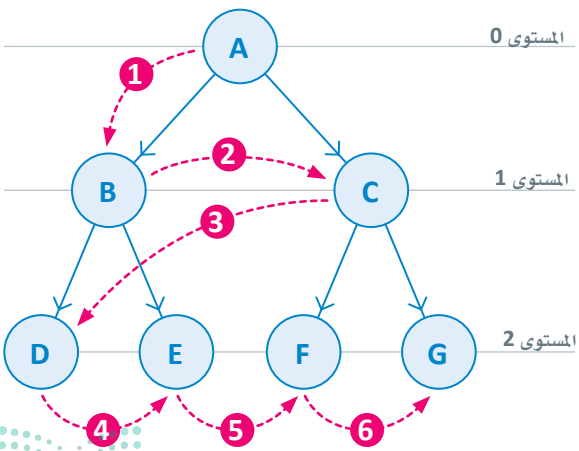
مثال على خوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS): حل المتاهة

خوارزمية البحث بأولوية الاتساع
Breadth-First Search (BFS) Algorithm

تستكشف خوارزمية **البحث بأولوية الاتساع** (BFS) المُخطَّط بحسب المستوى واحدًا تلو الآخر، حيث تبدأ بفحص عُقدة الجذر (عُقدة البداية)، ثم تفحص جميع العُقد المرتبطة بها بشكل مباشر واحدة تلو الأخرى.

بعد الانتهاء من فحص كل العُقد في المستوى، تنتقل إلى المستوى التالي، وتتبع الإجراءات نفسها المُوضّحة في الشكل 2.6.

يُستخدَم الطّابور لتتبّع العُقد التي تمّ فحصها، وبمجرّد استكشاف العُقدة، ستتم إضافة العُقَد الفرعية إلى الطابور، ثم تحذف العُقدة التالية الموجودة في أول الطابور التي تم استكشافها سابقًا.



شكل 2.6: خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. تُنفَّذ خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) وخوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS) باستخدام الاستدعاء الذاتي.	✓	
2. لا يمكن استخدام خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) وخوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS) في هيكل بيانات الشجرة. يمكن استخدامهما.		✓
3. تُنفَّذ خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) بمساعدة هيكل بيانات القائمة المترابطة.	✓	
4. يمكن تنفيذ خوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS) بمساعدة هيكل بيانات المُكدّس.	✓	
5. لا يمكن استخدام خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) في البث الشبكي. يمكن.		✓

2 اشرح كيف تعمل خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) وخوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS).

تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الجزء النظري "خوارزمية البحث بأولوية الاتساع" والجزء النظري " خوارزمية البحث بأولوية العمق" في كتاب الطالب عند الحاجة.

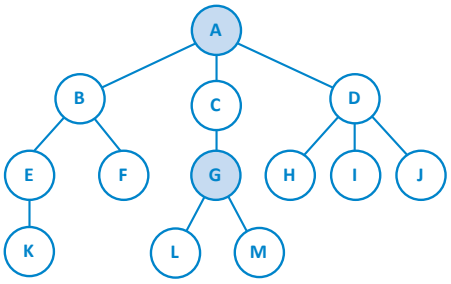
3 قارن بين خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) وخوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS).

تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الجدول 2.4 في كتاب الطالب عند الحاجة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

4 في المُخطَّط على اليسار، انتقِل من عُقدة البداية A إلى عُقدة الهدف G. طبِّق خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) وخوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS) باستخدام هيكل البيانات المناسب (المُكدّس أو الطابور)، مع الإشارة إلى العُقد التي فُحِصَت.



تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الخطوات المرقمة في الجزء النظري "خوارزمية البحث بأولوية الاتساع" في كتاب الطالب لتطبيق هذه الخوارزمية.

تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الخطوات المرقمة في الجزء النظري "خوارزمية البحث بأولوية العمق" في كتاب لتطبيق هذه الخوارزمية.

BFS:
A -> B -> C -> D -> E -> F -> G

بالنسبة إلى خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS)، ستستخدم طابورًا:

push A
pop A (checked)
push B
push C
push D
pop B (checked)
push E
push F
pop C (checked)
push G
pop D (checked)
push H
push I
push J
pop E (checked)
push K
pop F (checked)
pop G (checked)

DFS:
A -> B -> E -> K -> F -> C -> G

بالنسبة إلى خوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS)، ستستخدم مكدسًا:

push A (checked)
push B (checked)
push E (checked)
push K (checked)
pop K
pop E
push F (checked)
pop F
pop B
push C (checked)
push G (checked)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

5 اكتب دالة بلغة البايثون تَستخدِم خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) في مُخطَّط للتحقق مما إذا كان هناك مسارٌ بين عُقدتين مُعطاتين.

تلميح: يمكن الوصول للحل من خلال الملف .G12.AI1.S1.U2.L2.E5.py

6 اكتب دالة بلغة البايثون تَستخدِم خوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS) لإيجاد المسار الأقصر في مُخطَّط غير موزون.

تلميح: يمكن الوصول للحل من خلال الملف .G12.AI1.S1.U2.L2.E6.py

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثالث

اتخاذ القرار القائم على القواعد

الأنظمة القائمة على القواعد Rule-Based Systems

تُركِّز أنظمة الذكاء الاصطناعي القائمة على القواعد على استخدام مجموعة من القواعد المُحدَّدة مُسبقًا لاتخاذ القرارات وحل المشكلات. **الأنظمة الخبيرة** (Expert Systems) هي المثال الأكثر شهرة للذكاء الاصطناعي القائم على القواعد، وهي إحدى صور الذكاء الاصطناعي الأولى التي طُوِّرت وانتشرت في فترة الثمانينيات والتسعينيات من القرن الماضي. وغالبًا ما كانت تُستخدَم لأتمتة المهام التي تتطلب عادةً خبرات بشرية مثل: تشخيص الحالات الطبية أو تحديد المشكلات التقنية وإصلاحها. واليوم لم تَعُد الأنظمة القائمة على القواعد التقنية هي الأحدث، حيث تفوّقت عليها منهجيات الذكاء الاصطناعي الحديثة. ومع ذلك، لا تزال الأنظمة الخبيرة شائعة الاستخدام في العديد من المجالات نظرًا لقدرتها على الجمع بين الأداء المعقول وعملية اتخاذ القرار البديهية والقابلة للتفسير.

قاعدة المعرِفة Knowledge Base

أحد المكونات الرئيسة لأنظمة الذكاء الاصطناعي القائمة على القواعد هي قاعدة المعرِفة، وهي مجموعة من الحقائق والقواعد التي يَستخدِمها النظام لاتخاذ القرارات. تُدخَل هذه الحقائق والقواعد في النظام بواسطة الخبراء البشريين المسؤولين عن تحديد المعلومات الأكثر أهمية وتحديد القواعد التي يتَّبعها النظام. لاتخاذ القرار أو حل المُشكلة، يبدأ النظام الخبير بالتحقق من الحقائق والقواعد في قاعدة البيانات وتطبيقها على الموقف الحالي. إن لم يتمكن النظام من العثور على تطابق بين الحقائق والقواعد في قاعدة المعرِفة، فقد يطلب من المُستخدِم معلومات إضافية أو إحالة المشكلة إلى خبير بشري لمزيد من المساعدة، وإليكَ بعض مزايا وعيوب الأنظمة القائمة على القواعد موضحة في الجدول 2.5:

الأنظمة الخبيرة (Expert Systems):

النظام الخبير هو أحد أنواع الذكاء الاصطناعي الذي يُحاكي قدرة اتخاذ القرار لدى الخبير البشري. يَستخدِم النظام قاعدة المعرِفة المُكوَّنة من قواعد وحقائق ومحركات الاستدلال لتقديم المشورة أو حل المشكلات في مجال معرفي مُحدَّد.

جدول 2.5: المزايا والعيوب الرئيسة للأنظمة القائمة على القواعد

المزايا	العيوب
• يُمكنها اتخاذ القرارات وحل المشكلات بسرعة وبدقة أفضل من البشر، خاصةً عندما يتعلق الأمر بالمهام التي تتطلب قدرًا كبيرًا من المعرِفة أو البيانات. • تَعمل هذه الأنظمة باستمرار، دون تحيُّز أو أخطاء قد تؤثر في بعض الأحيان على اتخاذ القرار البشري.	• تَعمل هذه الأنظمة بكفاءة طالما كانت مُدخَلات المعرِفة والقواعد جيدة، وقد لا تستطيع التعامل مع المواقف التي تقع خارج نطاق خبراتها. • لا يُمكنها التعلُّم أو التكيُّف بالطريقة نفسها مثل البشر، وهذا يجعلها أقل قابلية للتطبيق على الأحداث المُتغيِّرة حيث تتغير مُدخَلات البيانات والمنطق كثيرًا بمرور الوقت.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1 اذكر بعض مزايا وعيوب الأنظمة القائمة على القواعد.

تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الجدول 2.5 في كتاب الطالب عند الحاجة.

2 ما مزايا وعيوب الإصدار الأول؟

المزايا: يتميز بالبديهية والقابلة للتفسير، كما يتضمن استخدام قاعدة المعرفة والقواعد في التشخيص الطبي دون تَحيُّز أو انحراف عن الخط المعياري.

العيوب: أن قاعدة ثلاثة أعراض على الأقل هي تمثيل مُبسَّط للغاية لكيفية التشخيص الطبي على يد الخبير البشري، وأن قاعدة المعرفة داخل الدالة تكون محددةً بتعليماتٍ برمجيةٍ ثابتة.

3 أضف إلى المقطع البرمجي الخاص بالإصدار الأول لنظام قائم على القواعد مريضًا يُعاني من الأعراض التالية [Vomiting (القيء)، وAbdominal pain (آلام البطن)، وDiarrhea (الإسهال)، وFever (الحُمى)، وLower back pain (ألم بأسفل الظهر)]. ما التشخيص الطبي لحالة المريض؟ دَوِّن ملاحظاتك بالأسفل.

```
# New patient
my_symptoms=['vomiting', 'abdominal pain', 'diarrhea', 'fever', 'lower back
pain']
diagnosis=diagnose_v1(my_symptoms)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)
```

التشخيص هو ['food poisoning'].

هذه الأعراض تُعدُّ مؤشرًا لجميع الأمراض، حيث يُعدُّ الإصدار الأول به خلل وهو: إذا كان المريض يعاني من **Vomiting** (القيء) و **Abdominal pain** (ألم في البطن) و **Diarrhea** (الإسهال)، فإن البرنامج لا يتحقق من بقية الأعراض ويقوم بالتشخيص السريع.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

4 في الإصدار الثاني، كم عدد الأمراض المُوضحَّة في تشخيص كل مريض إذا غَيَّرت قيمة المُتغيِّر matching_symptoms_lower_bound إلى 2 و3 و4؟ عَدِّل المقطع البرمجي ثم دَوِّن ملاحظاتك.

```
# Patient 1
my_symptoms=["stuffy nose", "runny nose", "sneezing", "sore throat"]
diagnosis=diagnose_v2(my_symptoms,'symptom_mapping_v2.json' , 2)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)
diagnosis=diagnose_v2(my_symptoms,'symptom_mapping_v2.json' , 3)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)
diagnosis=diagnose_v2(my_symptoms,'symptom_mapping_v2.json' , 4)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)

# Patient 2
my_symptoms=["stuffy nose", "runny nose", "sneezing", "sore throat"]
diagnosis=diagnose_v2(my_symptoms, 'symptom_mapping_v2.json' , 2)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)
diagnosis=diagnose_v2(my_symptoms, 'symptom_mapping_v2.json' , 3)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)
diagnosis=diagnose_v2(my_symptoms, 'symptom_mapping_v2.json' , 4)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)

# Patient 3
my_symptoms=['fever', 'cough', 'vomiting']
diagnosis=diagnose_v2(my_symptoms, 'symptom_mapping_v2.json' , 2)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)
diagnosis=diagnose_v2(my_symptoms, 'symptom_mapping_v2.json' , 3)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)
diagnosis=diagnose_v2(my_symptoms, 'symptom_mapping_v2.json' , 4)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)
```

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021064446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

المريض الأول أو المريض الثاني:

قيمة المتغير 2: ['common cold', 'flu', 'allergies'].

قيمة المتغير 3: ['common cold', 'flu', 'allergies'].

قيمة المتغير 4: ['common cold'].

المريض الثالث:

قيمة المتغير 2: ['covid19' , 'flu'].

قيمة المتغير 3: []

قيمة المتغير 4: []

عندما يتم رفع قيمة المُتغيِّر matching_symptoms_lower_bound للمريض الأول إلى 4، فإن التشخيص يتجاهل المرضَيْن ["الأنفلونزا"] و["الحساسية"].

عندما يتم تخفيض قيمة المُتغيِّر matching_symptoms_lower_bound للمريض الثاني إلى 2 أو 3، يكتشف التشخيص أيضًا عن المرضَيْن ["الأنفلونزا"] و["الحساسية"].

عندما يتم تخفيض قيمة المُتغيِّر matching_symptoms_lower_bound للمريض الثالث إلى 2، يكتشف التشخيص المرضَيْن ["كوفيد- 19"] و["الإنفلونزا"]، بدلًا من لا شيء.

وفي جميع الحالات الأخرى يبقى التشخيص كما هو.

5 في الإصدار الثالث، غَيِّر كلا الوزنين إلى 1 للمريضين الأول والثاني، تمامًا مثل المريض الثالث.

عَدِّل المقطع البرمجي ثم دَوِّن ملاحظاتك.

```
#Patient 1
my_symptoms=["headache", "tiredness", "cough"]
diagnosis=diagnose_v3(my_symptoms, 'symptom_mapping_v3.json', 1, 1)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)

#Patient 2
my_symptoms=["stuffy nose", "runny nose", "sneezing", "sore throat"]
diagnosis=diagnose_v3(my_symptoms, 'symptom_mapping_v3.json', 1, 1)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)

#Patient 3
my_symptoms=["stuffy nose", "runny nose", "sneezing", "sore throat"]
diagnosis=diagnose_v3(my_symptoms, 'symptom_mapping_v3.json', 1, 1)
print('Most likely diagnosis:',diagnosis)
```

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

المريض الأول: (['covid19', 'flu', 'allergies'], 3).

المريض الثاني: (['common cold', 'flu'], 4).

المريض الثالث: (['common cold', 'flu'], 4).

مع ضبط كل من very_common_weight وless_common_weight على 1، يتضمَّن تشخيص المريض الأول أيضًا المرضَيْن ["كوفيد- 19"] و["الحساسية"].

تتطابق أعراض وأوزان المريض الثاني مع المريض الثالث، وبالتالي فإن تشخيصهما هو نفسه، مما يعني أنه تم اكتشاف ["الأنفلونزا"] أيضًا.

6 صفْ بإيجاز كيف يُمكن تحسين كل إصدار بالنسبة للإصدار السابق له (الأول إلى الثاني، والثاني إلى الثالث، والثالث إلى الرابع).

- من الإصدار الأول إلى الإصدار الثاني: يُعدُّ هذا الإصدار أكثر قابلية للتطبيق على نطاق واسع، ويمكن استخدامه كما هو مع أي قاعدة معرفة أخرى بالتنسيق نفسه، حتى لو كانت تشمل الآلاف من الأمراض مع عدد ضخم من الأعراض. كما يَسمح للمُستخدِم بزيادة أو تقليل عدد القيود على التشخيص بضبط المُتغيِّر matching_symptoms_lower_bound.

- من الإصدار الثاني إلى الإصدار الثالث: في ظل معاناة المريض الثاني والثالث من الأعراض نفسها، تؤدي مُدخَلات الأوزان المختلفة للأعراض الأكثر والأقل شيوعًا إلى تشخيصات مختلفة.

- من الإصدار الثالث إلى الإصدار الرابع: على الرغم من أنّ هذا النموذج ليس مثاليًا، فمن المُثير للدهشة أنّه قادر على تحقيق مثل هذه الدرجة العالية من الدقة بتعلُّم مجموعة القواعد الخاصة به، دون الحاجة إلى قاعدة معرفة أنشئت يدويًا.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021064446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

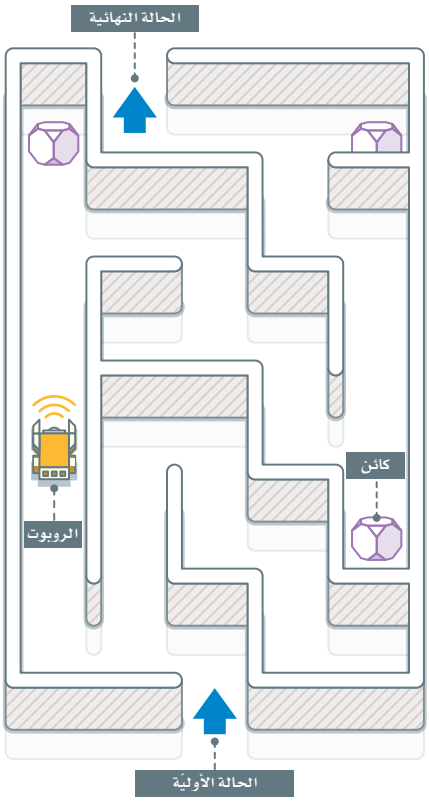
الدرس الرابع

خوارزميات البحث المستنيرة

تطبيقات خوارزميات البحث
Applications of Search Algorithms

خوارزميات البحث هي أحد المكونات الرئيسة لأنظمة الذكاء الاصطناعي، فباستخدامها يُمكن اكتشاف الاحتمالات المختلفة لإيجاد الحلول المناسبة للمشكلات المُعقدة في العديد من التطبيقات السائدة. وفيما يلي أمثلة على بعض تطبيقات خوارزميات البحث:

- **الروبوتية** (Robotics): قد يَستخدِم الروبوت خوارزمية البحث لتحديد طريقه عبر المتاهة أو لتحديد موقع أحد الكائنات في نطاق بيئته.
- **مواقع التجارة الإلكترونية** (E-Commerce Websites): تَستخدِم مواقع التسوق عبر الإنترنت خوارزميات البحث لتُطابق بين استفسارات العملاء وبين المُنتجات المتوفرة، ولتصفية نتائج البحث وفق بعض المعايير مثل: السعر، والعلامة التجارية، والتقييمات، واقتراح المُنتجات ذات الصلة.
- **منصّات مواقع التواصل الاجتماعي** (Social Media Platforms): تَستخدِم مواقع التواصل الاجتماعي خوارزميات البحث لعرض التدوينات، والأشخاص، والمجموعات للمُستخدِمين وفقًا للكلمات المفتاحية واهتمامات المُستخدِم.
- **تمكين الآلة من ممارسة الألعاب بمستوى عالٍ من المهارة** (Enabling a Machine to Play Games at a High Skill Level): يَستخدِم الذكاء الاصطناعي خوارزمية البحث أثناء لعب الشطرنج أو **قو** (Go) لتقييم الحركات المختلفة واختيار الخطوات التي من المرجح أن تؤدي إلى الفوز.
- **نُظم الملاحة باستخدام مُحدِّد المواقع العالمي** (GPS Navigation Systems): تَستخدِم نُظم الملاحة القائمة على مُحدِّد المواقع العالمي خوارزميات البحث لتحديد أقصر وأسرع طريق بين موقعين، مع مراعاة بيانات حركة المرور في الوقت الحالي.
- **نُظم إدارة الملفات** (File Management Systems): تُستخدم خوارزميات البحث في نُظم إدارة الملفات لتحديد موقع الملفات باستخدام اسم، ومحتوى الملف، وبعض السمات الأخرى.



شكل 2.15: استخدام الروبوت خوارزمية البحث لتحديد طريقه

أنواع خوارزميات البحث وأمثلتها Types and Examples of Search Algorithms

هناك نوعان رئيسان من خوارزميات البحث وهما: **غير المُستنيرة** (Uninformed) و**المُستنيرة** (Informed).

خوارزميات البحث غير المُستنيرة Uninformed Search Algorithms

خوارزميات البحث غير المُستنيرة، وتسمّى أيضًا: خوارزميات البحث العمياء، وهي تلك التي لا تحتوي على معلومات إضافية حول حالات المشكلة بإستثناء المعلومات المستفادة من تعريف المشكلة. وتقوم هذه الخوارزميات بإجراء فحص شامل لمساحة البحث استنادًا إلى مجموعة من القواعد المُحدَّدة مُسبقًا. وتُعدُّ تقنيات **البحث بأولوية الاتساع** (BFS) و**البحث بأولوية العمق** (DFS) المُشار إليها في الدرس الثاني أمثلة على خوارزميات البحث غير المُستنيرة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1 اذكر تطبيقين لخوارزميات البحث.

1 - الروبوتية: قد يَستخدِم الروبوت خوارزمية البحث لتحديد طريقه عبر المتاهة أو لتحديد موقع أحد الكائنات في نطاق بيئته.

2 - مواقع التجارة الإلكترونية: تَستخدِم مواقع التسوق عبر الإنترنت خوارزميات البحث لِتُطابق بين استفسارات العملاء وبين المُنتجات المتوفرة، ولتصفية نتائج البحث وفق بعض المعايير مثل: السعر، والعلامة التجارية، والتقييمات، واقتراح المُنتجات ذات الصلة.

2 حدِّد الاختلافات بين خوارزميات البحث المُستنيرة وغير المُستنيرة، ثم اذكر مثالًا على كل خوارزمية.

- خوارزميات البحث غير المُستنيرة، وتسمّى أيضًا: خوارزميات البحث العمياء، وهي تلك التي لا تحتوي على معلومات إضافية حول حالات المشكلة بإستثناء المعلومات المستفادة من تعريف المشكلة. وتقوم هذه الخوارزميات بإجراء فحص شامل لمساحة البحث استنادًا إلى مجموعة من القواعد المُحدَّدة مُسبقًا. والأمثلة على هذه الخوارزميات تشمل: خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) وخوارزمية البحث بأولوية العمق (DFS).
- على النقيض من خوارزميات البحث غير المُستنيرة، تَستخدِم خوارزميات البحث المُستنيرة المعلومات حول المشكلة ومساحة البحث لتوجيه عملية البحث. والأمثلة على هذه الخوارزميات تشمل: خوارزمية البحث بأولوية الأفضل (A* search) وخوارزمية ديكسترا (Dijkstra's Algorithm).

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

3 اشرح بإيجاز كيف تعمل خوارزمية البحث بأولوية الأفضل (A* search).

كما في خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (**BFS**)، تَفحَص خوارزمية البحث بأولوية الأفضل (**A* search**) خلية واحدة في كل مرة بفحص كل خلية مجاورة يمكن الوصول إليها. فبينما تستخدِم خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (**BFS**) منهجية بحث عمياء بأولوية العرض لتحديد الخلية التالية التي ستَفحَصها، تَفحَص خوارزمية البحث بأولوية الأفضل (**A* search**) الخلية التي يكون بينها وبين الخلية المُستهدَفة أقصر مسافة محسوبة بواسطة الدالة الاستدلالية (**Heuristic Function**).

4 عَدِّل المقطع البرمجي بتغيير الوزن القُطري (Diagonal Weight) من 3 إلى 1.5. ماذا تُلاحظ؟

هل يتغير المسار الأقصر في حالتي خوارزمية البحث بأولوية الاتساع (BFS) وخوارزمية البحث بأولوية الأفضل (A* search)؟

في المتاهة **3x3**، يُختصر المسار فقط في حالة خوارزمية البحث بأولوية الأفضل.

في المتاهة **15 × 15**، يُختصر المسار في كل من خوارزمية البحث بأولوية الاتساع وخوارزمية البحث بأولوية الأفضل.

5 عَدِّل المقطع البرمجي بتبديل إحداثيات خلية البداية مع احداثيات الخلية المُستهدَفة. ماذا تُلاحظ؟

هل المسار هو نفسه كما كان سابقًا للحالات الموزونة من خوارزميتي البحث بأولوية الاتساع (BFS) والبحث بأولوية الأفضل (A* search)؟

في متاهة **3x3**، يكون المسار أطول لخوارزمية البحث بأولوية الاتساع.

بالنسبة للمتاهة **15 × 15**، يكون لكل من خوارزمية البحث بأولوية الاتساع وخوارزمية البحث بأولوية الأفضل مسارات مختلفة ولكن بنفس الطول كما كان من قبل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 1294 46

3. معالجة اللغات الطبيعية

سيتعلّم الطالب في هذه الوحدة عملية تدريب شاملة لنموذج التعلُّم الموجَّه والتعلُّم غير الموجَّه لفهم المعنى الكامن في أجزاء النصوص. وكذلك سيتعلّم كيفية استخدام تعلُّم الآلة (Machine Learning - ML) في دعم التطبيقات ذات الصلة بمعالجة اللغات الطبيعية (Natural Language Processing - NLP).

أهداف التعلُّم

بنهاية هذه الوحدة سيكون الطالب قادرًا على أن:

- يُعرِّف التعلُّم الموجَّه.
- يُدرِّب نموذج التعلُّم الموجَّه على فهم النص.
- يُعرِّف التعلُّم غير الموجَّه.
- يُدرِّب نموذج التعلُّم غير الموجَّه على فهم النص.
- يُنشئ روبوت دردشة بسيط.
- يُنتج النصوص باستخدام تقنيات توليد اللغات الطبيعية (Natural Language Generation - NLG).

الأدوات

- مفكّرة جوبيتر (Jupyter Notebook)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الأول

التعلُّم الموجَّه

استخدام التعلُّم الموجَّه لفهم النصوص

Using Supervised Learning to Understand Text

معالجة اللغات الطبيعية (Natural Language Processing – NLP) هي إحدى مجالات **الذكاء الاصطناعي** (Artificial Intelligence – AI) التي تركّز على تمكين أجهزة الحاسب لتصبح قادرة على فهم اللغات البشريّة، وتفسيرها، وإنتاجها. حيث تُعنى معالجة اللغات الطبيعية بعدد من المهام، مثل: تصنيف النصوص، وتحليل المشاعر، والترجمة الآلية، والإجابة على الأسئلة. سيركز هذا الدرس بشكل خاص على كيفية استخدام التعلُّم الموجَّه الذي يُعدُّ أحد الأنواع الرئيسة **لتعلُّم الآلة** (Machine Learning – ML) في تحقيق الفهم والتنبؤ التلقائي لخصائص النصوص.

لقد تعلّمت في الوحدة الأولى أن الذكاء الاصطناعي هو مصطلح يشملُ كلًّا من تعلُّم الآلة والتعلُّم العميق، كما يتضح في الشكل 3.1، فالذكاء الاصطناعي هو ذلك المجال الواسع من علوم الحاسب الذي يُعنى بابتكار آلات ذكية، بينما تعلُّم الآلة هو أحد فروع الذكاء الاصطناعي الذي يركّز على تصميم الخوارزميات وبِناء النماذج التي تُمكِّن الآلة من التعلُّم من البيانات دون الحاجة إلى برمجتها بشكل صريح.

شكل 3.1: فروع الذكاء الاصطناعي

التعلُّم العميق (Deep Learning):
التعلُّم العميق هو أحد أنواع تعلُّم الآلة الذي يستخدِم الشبكات العصبية العميقة للتعلُّم تلقائيًا من مجموعات كبيرة من البيانات، فهو يسمح لأجهزة الحاسب بالتعرّف على الأنماط واتخاذ القرارات بطريقة تحاكي الإنسان، عبر تصميم نماذج مُعقدة من البيانات.

تعلُّم الآلة Machine Learning

تعلُّم الآلة هو أحد فروع الذكاء الاصطناعي المعني بتطوير الخوارزميات التي تُمكِّن أجهزة الحاسب من التعلُّم من البيانات المُدخَلة، بدلًا من اتباع التعليمات البرمجية الصريحة، فهو يعمل على تدريب نماذج الحاسب للتعرُّف على الأنماط والقيام بالتنبؤات وفقًا للبيانات المُدخَلة مما يسمح للنموذج بتحسين الدقة مع مرور الوقت، وكذلك يتيح للآلة أداء مهام متعددة، مثل: التصنيف، والانحدار، والتجميع، وتقديم التوصيات دون الحاجة إلى برمجة الآلة بشكل صريح للقيام بكل مُهِمَّة على حدة. يمكن تصنيف تعلُّم الآلة إلى ثلاثة أنواع رئيسة:

التعلُّم الموجَّه (Supervised Learning) هو نوع من تعلُّم الآلة تتعلّم فيه الخوارزمية من بيانات تدريب **مُعنوَنة** (Labelled) بهدف القيام بالتنبؤات حول بيانات جديدة غير موجودة في مجموعة التدريب أو الاختبار كما هو موضَّح في الشكل 3.2، ومن الأمثلة عليه:

- **تصنيف الصور** (Image Classification)، مثل: التعرف على الكائنات في الصور.
- **كشف الاحتيال** (Fraud Detection)، مثل: تحديد المُعامَلات المالية المشبوهة.
- **تصفية البريد الإلكتروني العشوائي** (Spam Filtering)، مثل: تحديد رسائل البريد الإلكتروني غير المرغوب فيها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. في التعلُّم الموجَّه تُستخدم مجموعات البيانات المُعنوَنة لتدريب النموذج.	✓	
2. البرمجة الاتجاهية هي تقنية لتحويل البيانات من تنسيق متَّجَه رقمي إلى بيانات أولية. البرمجة الاتجاهية هي عملية التحويل من السلاسل النصية المكوَّنة من الكلمات أو العبارات (النص) إلى متَّجَه متجانس من الأرقام الحقيقية.		✓
3. تتطلب المصفوفة المتباعدة ذاكرة أقل بكثير من المصفوفة الكثيفة.	✓	
4. تُستخدم خوارزمية مُصنِّف بايز الساذج لبناء خط أنابيب التنبؤ.	✓	
5. تكرار الكلمة في المُستنَد يُعدُّ التمثيل الدقيق الوحيد لأهمية هذه الكلمة. لا يُعدُّ تكرار كلمة في المستند دومًا تمثيلًا دقيقًا لأهميتها، حيث يمكن أن يكون موضع الكلمة في المستند (في العنوان، أو في الفقرة الأولى وما إلى ذلك) أكثر دلالة.		✓

2 اشرح لماذا تتطلب المصفوفة الكثيفة مساحة من الذاكرة أكبر من المصفوفة المتباعدة.

لأنها غير فعالة من حيث استخدام الذاكرة، والسبب في ذلك أن الغالبية العظمى من المُدخَلات في هذه المصفوفة تساوي صفر.

3 حلِّل كيف يُستخدَم العاملان الرّياضيّان في تكرار المصطلح- تكرار المُستنَد العكسي (TF-IDF) لتحديد أهمية الكلمة في النص.

يستخدم مقياس تكرار المصطلح-تكرار المُستنَد العكسي (**TF-IDF**) صيغة رياضية بسيطة لتحديد أهمية الرموز في المُستنَد بناءً على عاملين:

- تكرار الرمز في المُستنَد، بقياس عدد مرات ظهوره في المُستنَد مقسومًا على إجمالي عدد الرموز في جميع المُستنَدات.
- تكرار المُستنَد العكسي للرمز، المحسوب بقسمة إجمالي عدد المُستنَدات في مجموعة البيانات على عدد المُستنَدات التي تحتوي على الرمز.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

4 لديك X_train_text وهي عبارة عن مصفوفة numPy تتضمن مستندًا واحدًا في كل صف. لديك كذلك مصفوفة ثانية Y_train تتضمن قيم المُستنَدات في X_train_text. أكمل المقطع البرمجي التالي بحيث يمكن استخدام تكرار المصطلح- تكرار المُستنَد العكسي (TF-IDF) لتمثيل البيانات بالمتَّجهات، وتدريب نموذج تصنيف MultinomialNB على الإصدار المُمَثَّل بالمتَّجهات، ثم تجميع أداة التمثيل بالمتَّجهات ونموذج التصنيف في خط أنابيب تنبؤ واحد:

```
from ___sklearn___.naive_bayes import MultinomialNB
from sklearn.pipeline import make_pipeline
from sklearn.feature_extraction.text import ___TfidfVectorizer___
vectorizer = ___TfidfVectorizer___(min_df=10)
vectorizer.fit(___X_train_text___) # fits the vectorizer on the training data
X_train = vectorizer.___Transform___(X_train_text) # uses the fitted vectorizer to vectorize the data
model_MNB=MultinomialNB() # a Naive Bayes Classifier
model_MNB.fit(X_train, ___Y_train___) # fits the classifier on the vectorized training data
prediction_pipeline = make_pipeline(___Vectorizer___, ___model_MNB___)
```

5 أكمل المقطع البرمجي التالي بحيث يمكنه بناء مُفسِّر نصوص النموذج المحايد المحلي القابل للتفسير والشرح (LIME) لخط أنابيب التنبؤ الذي قمت ببنائه في التمرين السابق، واستخدم المُفسِّر لتفسير التنبؤ على مثال لنص آخر.

```
from ___lime.lime_text___ import LimeTextExplainer
text_example="I really enjoyed this movie, the actors were excellent"
class_names=['neg','pos'] # creates a local explainer for explaining individual predictions
explainer = ___LimeTextExplainer___(class_names=class_names) # explains the prediction for this example
exp = explainer.___explain_instance___(text_example.lower(),prediction_pipeline.___explain_instance___,
                                       ___num_features___=10) # focuses the explainer on the 10 most influential features
print(exp.___asflpyplotflfigure ()___) # prints the words with the highest influence on the prediction
```

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021534446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثاني

التعلُّم غير الموجَّه

استخدام التعلُّم غير الموجَّه لفهم النصوص

Using Unsupervised Learning to Understand Text

التعلُّم غير الموجَّه هو نوع من تعلُّم الآلة، يستخدِم فيه النموذج بيانات غير مُعَنونة، حيثُ يُقدِّم له مجموعة من الأمثلة التي يتولى البحث فيها عن الأنماط والعلاقات بين البيانات من تلقاء نفسه. وفي سياق فهم النص، يمكن استخدام التعلُّم غير الموجَّه في تحديد الهياكل والأنماط الكامنة ضمن مجموعة بيانات المُستنَدات النصية. هناك العديد من التقنيات المختلفة التي يمكن استخدامها في التعلُّم غير الموجَّه للبيانات النصية، بما في ذلك **خوارزميات التجميع** (Clustering Algorithms)، و**تقنيات تقليص الأبعاد** (Dimensionality Reduction Techniques)، و**النماذج التوليدية** (Generative Models). تُستخدم خوارزميات التجميع لضم المُستنَدات المتشابهة معًا، بينما تُستخدم تقنيات تقليص الأبعاد لتقليص أبعاد البيانات وتحديد الخصائص الهامة. ومن ناحية أخرى، تُستخدم النماذج التوليدية لتعلُّم التوزيع الأساسي للبيانات وتوليد نص جديد مشابه لمجموعة البيانات الأصلية.

خوارزميات التجميع Clustering Algorithms

يمكن لخوارزميات التجميع تجميع العملاء المتشابهين استنادًا إلى السلوكيات أو الديموغرافيا، أو سجل المشتريات؛ لأغراض التسويق المُستهدَف وزيادة معدلات الاحتفاظ بالعملاء.

تقنيات تقليص الأبعاد

Dimensionality Reduction Techniques

تُستخدم تقنيات تقليص الأبعاد في ضغط الصورة لتقليل عدد وحدات البيكسل فيها، مما يساعد على تقليص حجم البيانات اللازمة لتمثيلها مع الحفاظ على خصائصها الرئيسة.

النماذج التوليدية Generative Models

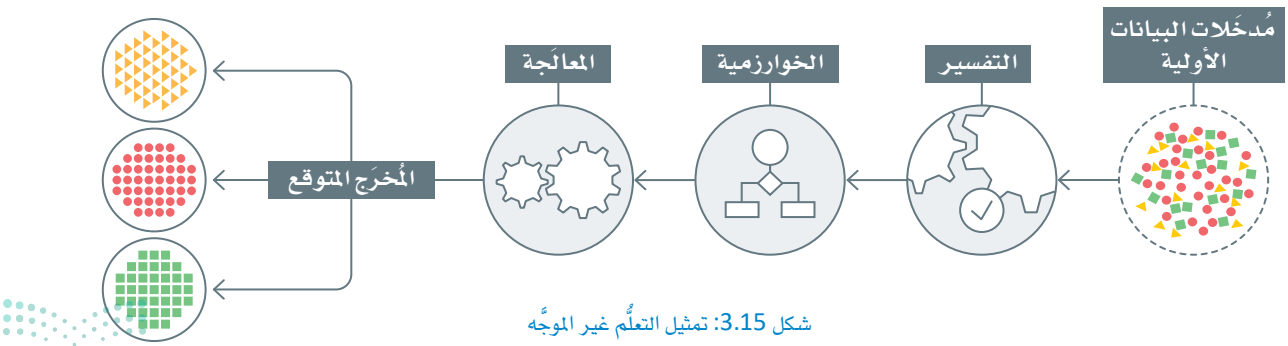
تُستخدم النماذج التوليدية في تطبيقات الكشف عن الاختلاف؛ حيث تُحدِّد الاختلافات في البيانات بتعلُّم الأنماط الطبيعية للبيانات باستخدام النموذج التوليدي.

التعلُّم غير الموجَّه (Unsupervised Learning):

في التعلُّم غير الموجَّه، يُزوَّد النموذج بكميات كبيرة من البيانات غير المُعنوَنة ويتوجب عليه البحث عن الأنماط في البيانات غير المُتراكبة من خلال الملاحظة والتجميع.

تقليص الأبعاد (Dimensionality Reduction):

تقنية تقليص الأبعاد هي إحدى تقنيات تعلُّم الآلة وتحليل البيانات المُستخدَمة لتقليص عدد الخصائص (الأبعاد) في مجموعة البيانات مع الاحتفاظ بأكبر قدر ممكن من المعلومات.



شكل 3.15: تمثيل التعلُّم غير الموجَّه

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. في التعلُّم غير الموجَّه تُستخدم مجموعات البيانات المُعنوَنة لتدريب النموذج.		✓
في التعلُّم غير الموجَّه تُستخدم مجموعات البيانات غير المُعنوَنة لتدريب النموذج.		
2. يتطلب التعلُّم غير الموجَّه البرمجة الاتجاهية للبيانات.	✓	
3. تمثيلات ترميز الجُمل ثنائية الاتجاه من المحولات (SBERT) تُعدُّ أفضل من تكرار المصطلح-تكرار المستند العكسي (TF-IDF) للبرمجة الاتجاهية للكلمات.	✓	
4. يَتبع التجميع التكتلي منهجية التصميم من أعلى إلى أسفل لتحديد العناقيد.		✓
يَتبع التجميع التكتلي منهجية التصميم من أسفل إلى أعلى لتحديد العناقيد.		
5. تمثيلات ترميز الجُمل ثنائية الاتجاه من المحولات (SBERT) مُدرَّبة للتنبؤ بما إذا كانت جملتان مختلفتين دلاليًا.		✓
تمثيلات ترميز الجمل ثنائية الاتجاه من المحولات مدربة للتنبؤ بالكلمات بناء على سياق الجُمل الواردة فيها.		

2

استعرِض بعض التطبيقات التي يُستخدم فيها تقليص الأبعاد، وصِف التقنيات المُستخدَمة فيه.

- تحديد الخصائص.
- تحويل الخصائص.
- التعلُّم المتشعِّب.

تلميح: يمكنك توجيه الطلبة للرجوع إلى الجدول 3.3 في كتاب الطالب عند الحاجة.

3

اشرح وظائف البرمجة الاتجاهية لقياس تكرار المصطلح-تكرار المستند العكسي (TF-IDF).

البرمجة الاتجاهية لتكرار المصطلح -تكرار المستند العكسي (**TF-IDF**) تستند إلى حساب تكرار الكلمات ومعالجتها عبر المُستنَدات في مجموعة البيانات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

4 لديك مصفوفة numPy تدعى 'Docs' تتضمن مستندًا نصيًّا واحدًا في كل صف. لديك كذلك مصفوفة labels تتضمن قيم كل مستند في Docs. أكمل المقطع البرمجي التالي بحيث تستخدِم نموذج تمثيلات ترميز الجُمل ثنائية الاتجاه من المحولات (SBERT) المُدرَّب مُسبقًا لحساب تضمينات كل الوثائق في Docs، ثم استخدم أداة TSNEVisualizer تضمين المجاور العشوائي الموزَّع على شكل T لتصوير التضمينات في الفضاء ثنائي الأبعاد، باستخدام لون مختلف لكل واحد من القيم الأربعة المحتملة:

```
from sentence_transformers import SentenceTransformer
from yellowbrick.text import TSNEVisualizer model = SentenceTransformer('all-MiniLM-L6-v2') # loads the pre-trained model.
docs_emb = model.TSNEVisualizer(Docs) # embeds the docs
tsne = colors(fit=['blue','green','red','yellow'])
tsne.text_tfidf(bbc_labels, labels)
tsne.show();
```

5 أكمل المقطع البرمجي التالي بحيث تَستخدِم نموذج الكلمة إلى المتَّجَه (Word2Vec) لاستبدال كل كلمة في إحدى الجُمل بأخرى تكون أكثر شبهًا بها:

```
import gensim.downloader as api
import re
model_wv = api.load('word2vec-google-news-300')
old_sentence='My name is John and I like basketball.'
new_sentence=''
for word in re.findall(r'\b\w\w+\b',old_sentence.lower()):
    replacement=model_wv.most_similar(positive=['apple'], topn=1)[0]
    new_sentence+= replacement
sentence=new_sentence.strip()
```

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 1446

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الدرس الثالث

توليد النص

توليد اللغات الطبيعية Natural Language Generation (NLG)

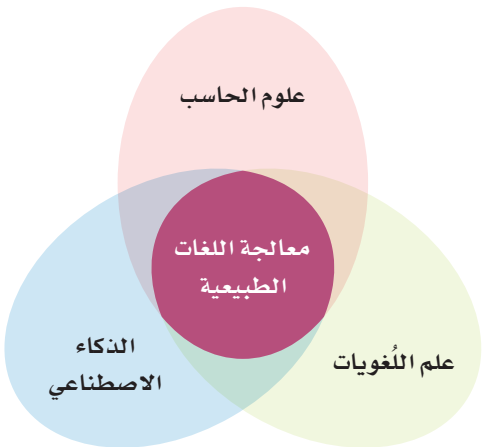
توليد اللغات الطبيعية (NLG) هو أحد فروع **معالجة اللغات الطبيعية** (NLP) التي تركِّز على توليد النصوص البشرية باستخدام خوارزميات الحاسب. الهدف من **توليد اللغات الطبيعية** (NLG) هو توليد اللغات المكتوبة أو المنطوقة بصورة طبيعية ومفهومة للبشر دون الحاجة إلى تدخل بشري. توجد العديد من المنهجيات المختلفة لتوليد اللغات الطبيعية مثل: المنهجيات المُستنِدة إلى القوالب، والمُستنِدة إلى القواعد، والمُستنِدة إلى تعلُّم الآلة.

معالجة اللغات الطبيعية (Natural Language Processing-NLP):

معالجة اللغات الطبيعية (NLP) هو أحد فروع الذكاء الاصطناعي الذي يمنح أجهزة الحاسب القدرة على محاكاة اللغات البشرية الطبيعية.

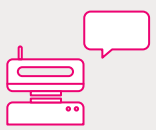
توليد اللغات الطبيعية (Natural Language Generation-NLG):

توليد اللغات الطبيعية (NLG) هي عملية توليد النصوص البشرية باستخدام **الذكاء الاصطناعي** (AI).



شكل 3.25: مُخطَّط فِنّ (Venn) لمعالجة اللغات الطبيعية (NLP)

جدول 3.4: تأثير توليد اللغات الطبيعية

	يُستخدم **توليد اللغات الطبيعية** (NLG) لتوليد المقالات والتقارير الإخبارية، والمحتوى المكتوب آليًا مما يوفّر الوقت، ويساعد الأشخاص في التركيز على المهام الإبداعية أو المهام عالية المستوى.
	يمكن الاستفادة من ذلك في تحسين كفاءة وفعالية روبوت الدردشة لخدمة العملاء وتمكينه من تقديم ردود طبيعية ومفيدة لأسئلتهم واستفساراتهم.
	يمكن الاستفادة من **توليد اللغات الطبيعية** (NLG) في تحسين إمكانية الوصول لذوي الإعاقة أو لذوي الحواجز اللغوية، بتمكينهم من التواصل مع الآلات بطريقة طبيعية وبديهية تناسبهم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

يمكن تقديم إجابات إضافية من قبل الطلبة

تمرينات

1

حدِّد الجملة الصحيحة والجملة الخاطئة فيما يلي:	صحيحة	خاطئة
1. توليد اللغات الطبيعية المبنيّ على تعلُّم الآلة يتطلب مجموعات كبيرة من بيانات التدريب والموارد الحسابية.	✓	
2. الفعل هو نوع من وسوم أقسام الكلام (POS).	✓	
3. في تحليل بِناء الجُمل لتوليد اللغات الطبيعية المبنيّ على القوالب، يُستخدَم التحليل بصورة منفصلة عن وسوم أقسام الكلام (POS).		✓
4. المجتمَعات هي عناقيد العُقد التي تُمثِّل الكلمات المختلفة دلاليًا.		✓
5. يصبح روبوت الدردشة أكثر ذكاءً كلما ازداد عدد مستويات الأسئلة والأجوبة المُضافة إلى قاعدة المعرفة.	✓	

يُستخدم تحليل بناء الجمل عادة إلى جانب وسوم أقسام الكلام.

المجتمعات هي عناقيد من العُقد التي تُمثِّل الكلمات المتشابهة دلاليًا.

2 قارن بين المنهجيات المختلفة لتوليد اللغات الطبيعية (NLG).

- توليد اللغات الطبيعية المبني على القوالب: يتضمن استخدام قوالب مُحدَّدة مُسبقًا تحدد بنية ومحتوى النص المتولِّد، حيث تُزوَّد هذه القوالب بمعلومات مُحدَّدة لتوليد النص النهائي.
- توليد اللغات الطبيعية المبني على الاختيار: يتضمن تحديد مجموعة فرعية من الجُمل أو الفقرات لإنشاء ملخّص للنصّ الأصلي الأكبر حجمًا.
- توليد اللغات الطبيعية المبني على القواعد: يَستخدِم مجموعة من القواعد المُحدَّدة مُسبقًا لتوليد النص، وقد تحدِّد هذه القواعد طريقة تجميع الكلمات والعبارات لتشكيل الجُمل، أو كيفية اختيار الكلمات وفقًا للسياق المُستخدَمة فيه.
- توليد اللغات الطبيعية المبني على تعلُّم الآلة: يتضمن تدريب نموذج تعلُّم الآلة على مجموعة كبيرة من بيانات النصوص البشرية، حيث يتعلّم النموذج أنماط النصّ وبنيته، ومن ثَمّ يمكنه توليد النص الجديد الذي يشبه النص البشري في الأسلوب والمحتوى.

3 حدِّد ثلاث تطبيقات مختلفة لتوليد اللغات الطبيعية (NLG).

تلميح: وجِّه الطلبة للرجوع إلى الجدول 3.4 في كتاب الطالب عند الحاجة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021894446

4 أكمل المقطع البرمجي التالي حتى تقبل الدالة build_graph() مفردات مُحدَّدة من الكلمات ونموذج الكلمة إلى المتَّجَه (Word2Vec) المُدرَّب لرسم مُخطَّط ذي عُقدة واحدة لكل كلمة في المفردات المُحدَّدة. يجب أن يحتوي المُخطَّط على حافة بين عُقدتين إذا كان تشابه نموذج الكلمة إلى المتَّجَه (Word2Vec) أكبر من مستوى التشابه المُعطى، ويجب ألا تكون هناك أوزان على الحواف.

```
from ___itertools___ import combinations # tool used to create combinations
import networkx as nx # python library for processing graphs
def build_graph(vocab:set, # set of unique words
                model_wv, # Word2Vec model
                similarity_threshold:float
               ):
    pairs=combinations(vocab,___2___) # gets all possible pairs of words in the vocabulary
    G=nx.___Graph()___ # makes a new graph
    for w1,w2 in pairs: # for every pair of words w1,w2
        sim=model_wv.___similarity___(w1, w2)# gets the similarity between the two words
        if ___sim > similarity_threshold:___
            G.___add_edge___(w1,w2)
    return G
```

وزارة التعليم
Ministry of Education
2024 - 1446

5 أكمل المقطع البرمجي التالي حتى تَستخدِم الدالة get_max_sim() نموذج تمثيلات ترميز الجُمل ثنائية الاتجاه من المحولات (SBERT) للمقارنة بين جُملة مُحدَّدة my_sentence وكل الجُمل الواردة في قائمة أخرى من الجُمل L. يجب أن تُعيد الدالة الجُملة ذات مُؤشر التشابه الأعلى من L1 إلى my_sentence.

```
from sentence_transformers import SentenceTransformer, util
from itertools import combinations # tool used to create combinations
model_sbert = SentenceTransformer('all-MiniLM-L6-v2')
def get_max_sim(L1,my_sentence):
    # embeds my_sentence
    my_embedding = model_sbert,encode([my_sentence], convert_to_tensor=True)
    # embeds the sentences from L2
    L_embeddings = model_sbert.encode(L, convert_to_tensor=True)
    similarity_scores = util.cos_sim(my_embedding, L_embedding)
    winner_index=np.argmax(similarity_scores[0])
    return L1[winner_index]
```

وزارة التعليم
Ministry of Education
2021 1446