



تطبيقات الذكاء الاصطناعي

التقنيات الأساسية للذكاء الاصطناعي

إعداد:

د. مجدي عريقات

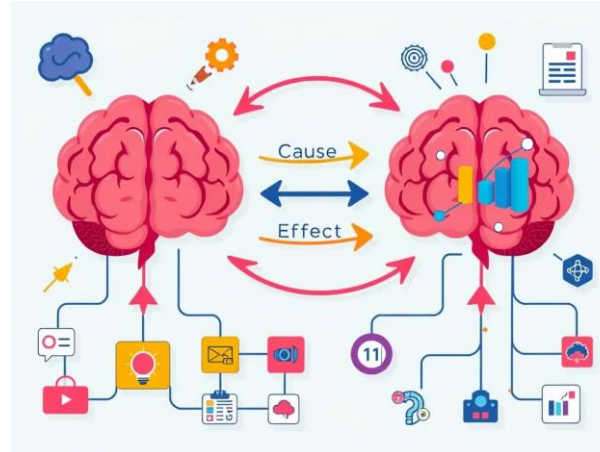
م. رندة الدلة

م. علا الطيطي

م. يسرى أبو رميلة

الموضوعات

- تمثيل المعرفة والاستدلال Knowledge Representation and Reasoning
- مقدمة في التعلم الآلي Introduction to Machine Learning
- البيانات في الذكاء الاصطناعي AI Data
- أشجار القرار وتصنيف البيانات Decision Trees and Data Classification
- الشبكات العصبية والتعلم العميق Neural Networks and Deep Learning



تمثيل المعرفة والاستدلال

➤ تمثيل المعرفة (Knowledge Representation)؛ هو أحد الركائز الأساسية في هندسة الذكاء الاصطناعي، إذ يهدف إلى بناء نماذج معرفية تمكن الأنظمة الحاسوبية من تخزين وفهم وتفسير المعرفة البشرية بصورة قابلة للتشغيل الآلي والاستنتاج المنطقي. أما الاستدلال (Reasoning) فهو آلية استخلاص معلومات جديدة من حقائق وقواعد معطاة.

➤ أهميته: يلعب دوراً حاسماً في أنظمة الذكاء الاصطناعي لأنه يسمح لأجهزة الكمبيوتر:

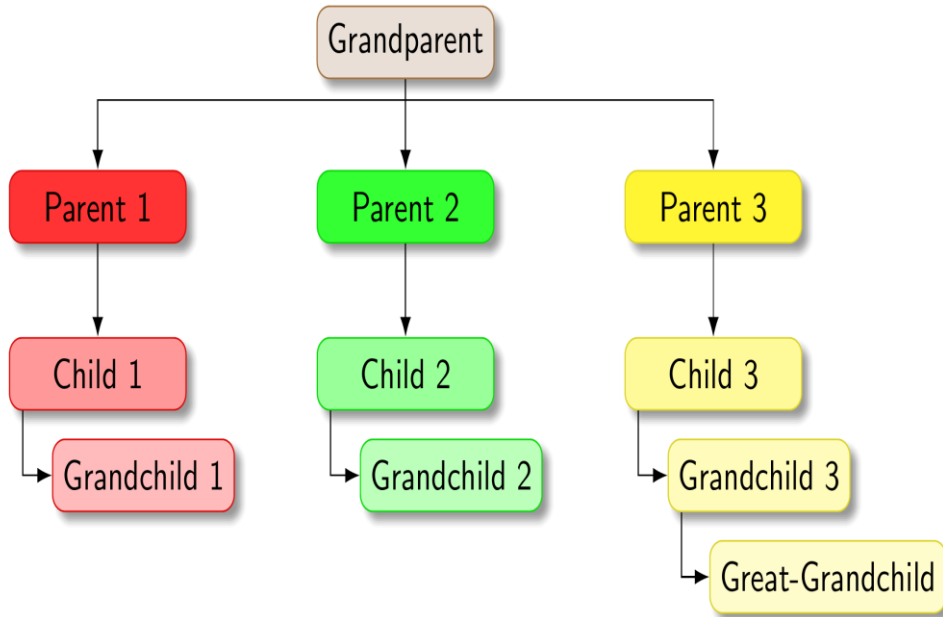
- تخزين المعرفة بطريقة منظمة
- استرجاعها بكفاءة
- الاستدلال عليها لاستخلاص حقائق جديدة أو اتخاذ قرارات
- التعلم والتحديث عند ورود معطيات جديدة.

تمثيل المعرفة والاستدلال- مثال

مثال توضيحي على تمثيل المعرفة والاستدلال في العلاقات العائلية:

تُعرض الكيانات (الجد، الوالد، الابن، الحفيد...) على هيئة طبقات مرتّبة، وتمثل الأسهم العلاقة من أب لابن.

يسهّل هذا الترتيب قراءة المعلومات وتتبع الروابط عبر الأجيال (من الجد إلى الابن إلى الحفيد فالحفيد). تنظم المعلومات بهذه الطريقة ببسّط الإجابة عن الأسئلة (من هو الجد/الحفيد؟) ويُمْكِن نظام الذكاء الاصطناعي من الاستدلال الآلي بدقة وسهولة.

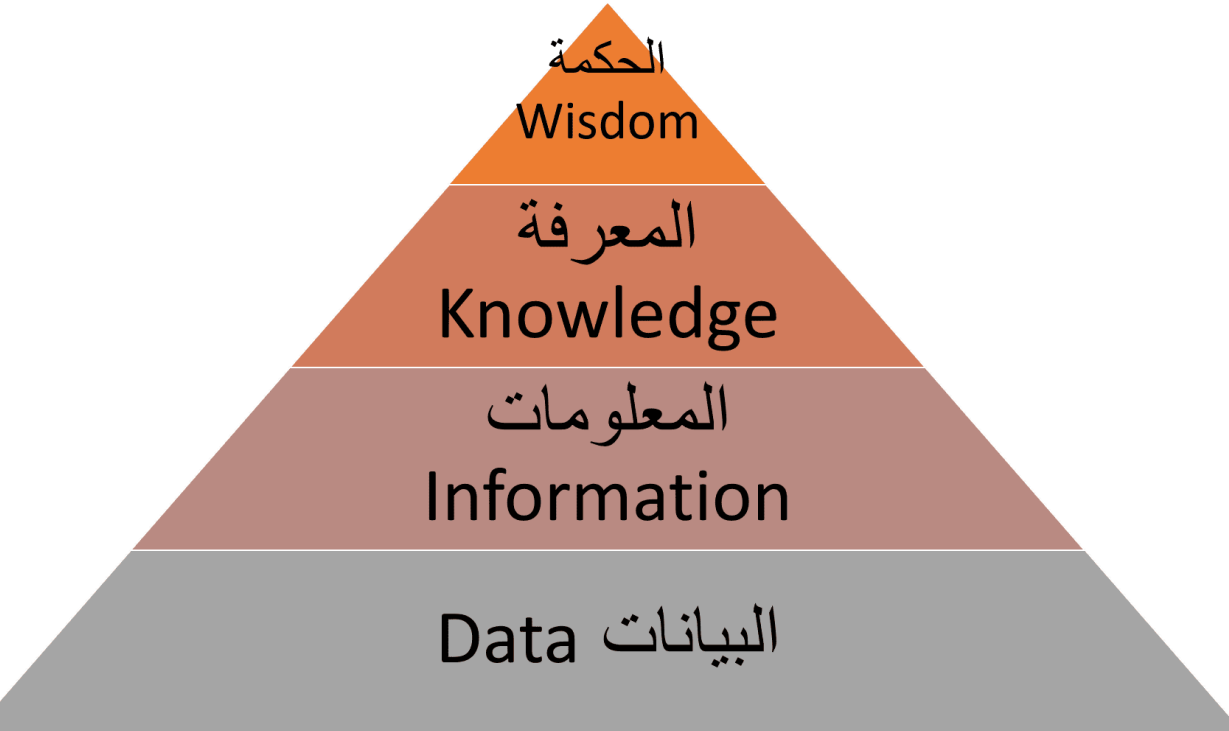


الترتيب في الشجرة = تمثيل المعرفة، وتطبيق القواعد عليها = الاستدلال الذي يُنتج حقائق جديدة تلقائيًا.

تمثيل المعرفة والاستدلال-عناصر التمثيل المعرفي

الأشياء (Object)	• الكيانات في العالم الحقيقي أو الرقمي (سيارة، طالب، ملف).
الخصائص (Properties)	• صفات تصف الشيء (اللون، الحجم، العمر).
الفئات (Classes)	• مجموعات تشترك في خصائص (طيور، مركبات، أمراض).
العلاقات (Relations)	• روابط بين الكيانات (جزء-من، أب-لـ، يعمل-في).
المواقف (States)	• حالة أو سياق لحظي يجمع عدة كيانات وعلاقات.
الأحداث (Events)	• تغييرات تحدث بزمان ومكان محددين (حجز، شراء، اصطدام).

تمثيل المعرفة والاستدلال- الفرق بين المعرفة والذكاء



في قاعدة الهرم التسلسلي توجد البيانات (Data)، وهي الأرقام والقياسات والنصوص وغيرها من القيم الخام غير المفسّرة. عند تنظيم هذه البيانات ووضعها في سياق مفهوم تصبح معلومات (Information)، أي توصيف لما حدث. بعد ذلك، من خلال تحليل هذه المعلومات وفهم العلاقات والأنماط والأسباب، نحصل على معرفة (Knowledge)، وهي الفهم الأعمق الذي يمكن الاعتماد عليه لاتخاذ قرارات. في قمة الهرم تأتي الحكمة (Wisdom)، وهي القدرة على اختيار الفعل الأنسب استنادًا إلى المعرفة، والخبرة، وتقدير العواقب. وبذلك ينتقل النظام الذكي من مجرد امتلاك بيانات، إلى تفسيرها، ثم فهمها، ثم استعمالها بذكاء.

تمثيل المعرفة والاستدلال- تقنيات تمثيل المعرفة في الذكاء الاصطناعي

من تقنيات تمثيل المعرفة



تمثيل المعرفة والاستدلال- منطق القضايا

منطق القضايا (propositional logic): هو نظام صوري لتمثيل العبارات التي تكون إما صادقة أو كاذبة، مع استخدام روابط منطقية لتكوين عبارات مركبة ثم تحليل صدقها.

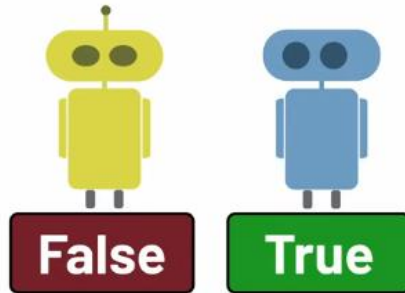
مكوناته الأساسية

١. قضية (Fact): جملة خبرية لها قيمة صدق أو كذب، مثل: P : تمطر اليوم.
٢. روابط منطقية (Logical operators): النفي (Negation) $\neg$ ، العطف (Conjunction) $\wedge$ ، الفصل (Disjunction) $\vee$ ، الشرط (Conditional) $\rightarrow$ ، التكافؤ (Equivalence) $\leftrightarrow$.
٣. جداول الصدق (Truth table): طريقة منهجية لحساب صدق الصيغ المركبة بناءً على صدق مكوناتها.

تمثيل المعرفة والاستدلال- منطق القضايا/ القضية

P

الروبوت أزرق



مثال على هذا النوع من المنطق نمثل حقيقة أو قضية «الروبوت أزرق» بالرمز P هذه القضية ليس لها درجات وسط، فهي إما صحيحة (True) أو خاطئة (False). إذا كان الروبوت لونه أزرق فعلاً، نقول إن $P = \text{True}$ وإذا لم يكن أزرق، فإن $P = \text{False}$ بهذا الأسلوب يمكن للآلة التعامل مع الحقائق كقضايا منطقية ثنائية، ثم استخدام هذه القضايا لاحقاً للاستنتاج واتخاذ القرار.

تمثيل المعرفة والاستدلال- منطق القضايا/ روابط منطقية

جدول الصدق / Truth table

P	$\neg P$
False	True
True	False



١. نفي القضية / Negation

P	الروبوت أزرق
$\neg P$	الروبوت ليس أزرق

إذا كانت لدينا قضية P مثل "الروبوت أزرق"، فيمكننا تكوين القضية المنفية $\neg P$ والتي تعبر عن عكسها: "الروبوت ليس أزرق". النفي لا يضيف معلومة جديدة، بل يقلب قيمة الصدق. يوضح جدول الصدق (Truth table) على الجهة اليسرى أن قيمة $\neg P$ تكون True إذا كانت P هي False، وتكون False إذا كانت P هي True. أي أن النفي دائماً يعكس الحقيقة: ما هو صادق يصبح كاذب، وما هو كاذب يصبح صادق. هذه الفكرة أساسية لأن كل التفكير المنطقي في الذكاء الاصطناعي يبنى على التعامل مع قضايا من هذا النوع وقلبها أو تركيبها للوصول إلى استنتاجات.

تمثيل المعرفة والاستدلال - منطق القضايا / روابط منطقية

جدول الصدق / Truth table

P	Q	$P \wedge Q$
False	False	False
False	True	False
True	False	False
True	True	True

٢. العطف / And / Conjunction

P الروبوت أزرق Q الروبوت له هوائي

				
$P \wedge Q$	False	False	False	True

إذا كان لدينا قضيتان:

" P : الروبوت أزرق "

" Q : الروبوت له هوائي ".

العطف $P \wedge Q$ يكون صادقاً (True) فقط إذا كانت كلتا الجملتين صحيحتين معاً في نفس الوقت. أما إذا كانت إحداها كاذبة أو كلتاها كاذبتين، فالنتيجة تكون كاذبة (False) جدول الصدق يبين هذا بوضوح: الحالة الوحيدة التي يحصل فيها True للعطف هي عندما تكون P و Q كلتاها True.

تمثيل المعرفة والاستدلال - منطق القضايا / روابط منطقية

جدول الصدق / Truth table

P	Q	$P \vee Q$
False	False	False
False	True	True
True	False	True
True	True	True

٢. الفصل / Disjunction

P الروبوت أزرق Q الروبوت له هوائي

				
$P \vee Q$	False	True	True	True

إذا كان لدينا قضيتان:

" P : الروبوت أزرق"

" Q : الروبوت له هوائي".

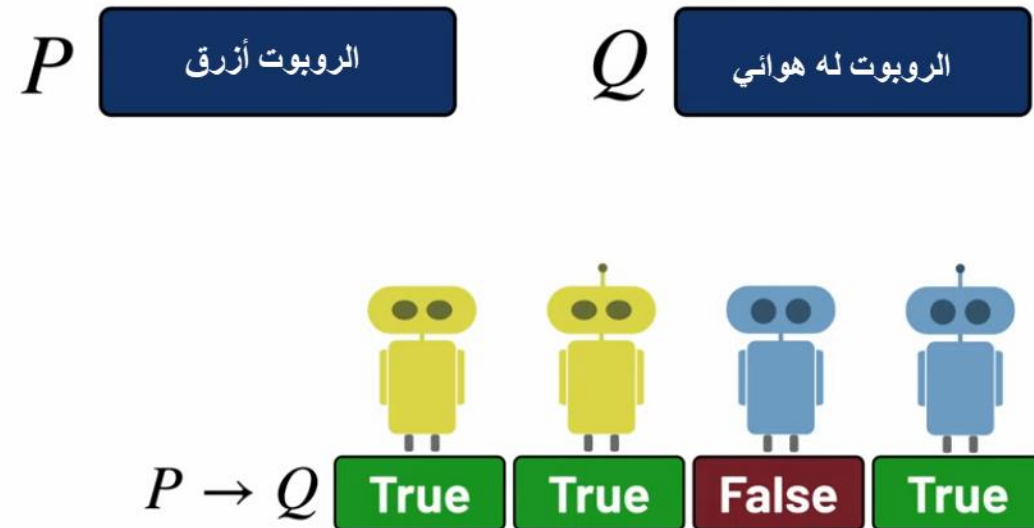
الفصل يكون صادقًا (True) إذا كانت إحدى القضيتين صحيحة أو كليهما صحيحتين. يكون كاذبًا (False) فقط في الحالة الوحيدة التي تكون فيها كل من P و Q معًا كاذبتين. جدول الصدق يوضح ذلك: نرى أن $P \vee Q$ يعطي True في كل الصفوف ما عدا الصف الأول، حيث كل من P و Q يساوي False

تمثيل المعرفة والاستدلال- منطق القضايا/ روابط منطقية

جدول الصدق / Truth table

P	Q	$P \rightarrow Q$
False	False	True
False	True	True
True	False	False
True	True	True

٣. الشرط / Conditional Statements



في الرابط الشرطي (Conditional Statement) الذي نرمز له بـ $P \rightarrow Q$ ، ويُقرأ: "إذا كانت P صحيحة، إذن Q صحيحة". هنا P هي الجملة "الروبوت أزرق"، و Q هي "الروبوت له هوائي". قيمة العبارة الشرطية تكون كاذبة فقط في الحالة التي تكون فيها P صادقة و Q كاذبة (يعني وعدنا بشيء ولم يتحقق). في جميع الحالات الأخرى، حتى لو كانت P أصلاً غير صحيحة، تعتبر العبارة الشرطية صادقة. يوضح جدول الصدق على اليسار هذا السلوك: الصف الوحيد الذي يعطي False هو عندما تكون $P=True$ و $Q=False$.

تمثيل المعرفة والاستدلال - منطق القضايا / روابط منطقية

جدول الصدق / Truth table

٣. الشرط / مثال آخر توضيحي:

P	Q	$P \rightarrow Q$
False	False	True
False	True	True
True	False	False
True	True	True

P : عيد ميلادي
 Q : سأكل كعكة

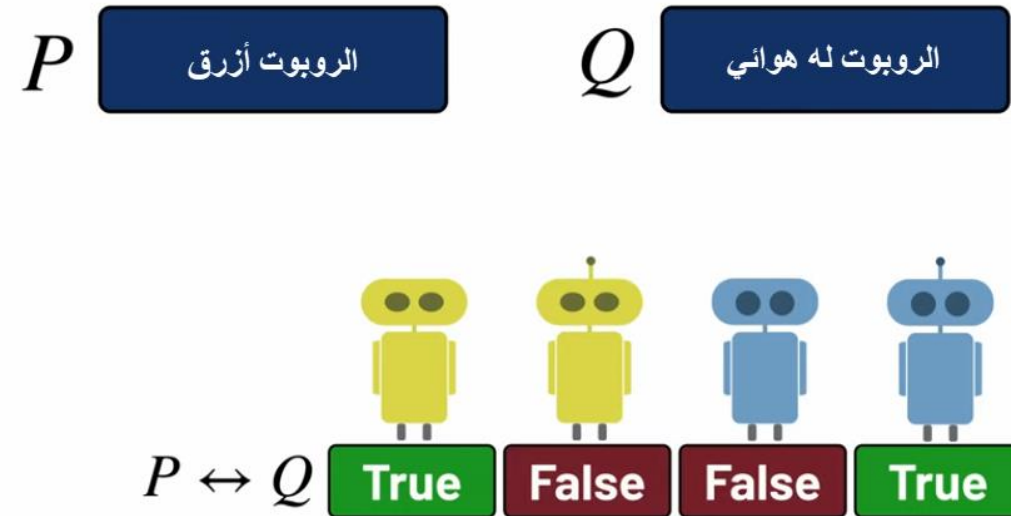
- عندما ليس عيد ميلادي ولم أكل كعكة، ما زال الشرط صحيحًا.
- عندما ليس عيد ميلادي وأكلت كعكة، لا مشكلة؛ الشرط لا يُخالف.
- عندما هو عيد ميلادي وأكلت كعكة، وُفي بالوعد.
- عيد ميلادي ولم أكل كعكة، هنا خالفنا ما وعدناه في الشرط.

تمثيل المعرفة والاستدلال - منطق القضايا / روابط منطقية

جدول الصدق / Truth table

P	Q	$P \leftrightarrow Q$
False	False	True
False	True	False
True	False	False
True	True	True

٤. التكافؤ / Equivalence



الفكرة في رابط التكافؤ (Equivalence) هي أن العبارتين P و Q تُعتبران "متكافئتين" إذا كان لهما نفس قيمة الصدق بالضبط. في المثال:
" P : الروبوت أزرق"
" Q : الروبوت له هوائي".

قيمة $P \leftrightarrow Q$ تكون صادقة (True) إذا كانت العبارتان كلاًهما True أو كلاًهما False، وتكون كاذبة (False) إذا كانت واحدة True والأخرى False.

تمثيل المعرفة والاستدلال- القواعد الإنتاجية

القواعد الإنتاجية (Production Rules): طريقة عملية لتمثيل المعرفة بصيغة إذا (شرط) فإن (نتيجة) داخل نظام خبير، تستخدم لخرن معرفة الاختصاصيين على شكل قواعد سهلة القراءة والتعديل.

If <condition> then <action>

- IF the 'traffic light' is 'green'
THEN the action is go
- IF the 'traffic light' is 'red'
THEN the action is stop

تمثيل المعرفة والاستدلال- القواعد الإنتاجية

علاقات شرطية بالقواعد:

If **<condition>** And/ or/ >/ </ ==/ **<condition>** then **<action>**

المجال	مثال على القاعدة
الطب	إنفلونزا THEN → سعال AND حمى IF
الزراعة	نقص نيتروجين THEN → أوراق النبات صفراء IF
التعليم الذكي	قدّم شرحاً إضافياً THEN → الطالب أخطأ مرتين في نفس السؤال IF
الأمن السيبراني	قفل الحساب THEN → IF login_failed > 3

```
IF patient.has_fever and patient.has_cough:  
    diagnosis = "Influenza"
```

مثال بصيغة برمجية :

تمثيل المعرفة والاستدلال- تقنيات تمثيل المعرفة في الذكاء الاصطناعي

مزايا وعيوب الانظمة القائمة على القواعد والمنطق

المزايا	العيوب
يمكنها اتخاذ القرارات وحلّ المشكلات بسرعة وبدقة أفضل من البشر، خاصةً عندما يتعلّق الأمر بالمهام التي تتطلب قدرًا كبيرًا من المعرفة أو البيانات.	تعمل هذه الأنظمة بكفاءة، طالما كانت مُدخلات المعرفة والقواعد جيّدة، وقد لا تستطيع التعامل مع المواقف التي تقع خارج نطاق خبراتها.
تعمل هذه الأنظمة باستمرار، دون تعبٍ أو أخطاء قد تؤثر أحيانًا في اتخاذ القرار البشري.	لا يمكنها التعلّم أو التكيف بالطريقة نفسها مثل البشر، وهذا يجعلها أقلّ قابليّة للتطبيق على الأحداث المتغيّرة، حيث تتغيّر مُدخلات البيانات والمنطق كثيرًا بمرور الوقت.

تمثيل المعرفة والاستدلال - الاستدلال

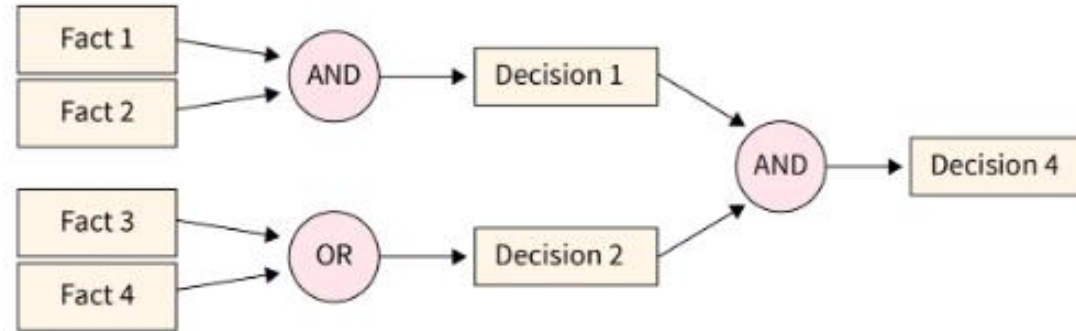
آلية الاستدلال (Inference mechanism) : العملية/الخوارزمية التي تطبق المنطق أو القواعد على الحقائق لتوليد حقائق جديدة. يتم من خلاله استخراج نتائج تلقائيًا (من تسلسل تطبيق المنطق والقواعد) — أمامي أو خلفي.

أنماط أساسية:

- **استدلال أمامي (Forward Chaining) :** يبدأ من الحقائق ويُفعّل القواعد وصولاً لنتائج.
- **استدلال خلفي (Backward Chaining) :** يبدأ من هدف ويبحث عمّا يثبتته من قواعد وحقائق.

تمثيل المعرفة والاستدلال- الاستدلال/ التسلسل الأمامي

التسلسل الأمامي (Forward Chaining) هو استراتيجية استدلال قائمة على البيانات في الذكاء الاصطناعي. يبدأ بالحقائق المعروفة، ثم يُطبّق قواعد لتوليد حقائق جديدة أو الوصول إلى نتيجة. تستمر العملية حتى لا يمكن استنتاج أي حقائق جديدة أو تحقيق هدف. يُستخدم هذا النهج غالبًا في أنظمة الخبراء لمهام مثل استكشاف الأخطاء وإصلاحها والتشخيص.



تمثيل المعرفة والاستدلال - الاستدلال / التسلسل الأمامي

خصائص التسلسل الأمامي:

- مُوجَّه بالبيانات: يبدأ الاستدلال من البيانات المتاحة (الحقائق) ويسعى نحو هدف مُحدَّد.
- النهج التصاعدي: يُبنى المعرفة من الحقائق، ويتقدم تدريجيًا نحو الاستنتاجات.
- احتمالية وجود قواعد غير ذات صلة: قد يستكشف التسلسل الأمامي قواعد لا تُسهم في الحل النهائي، مما يجعله أقل كفاءة في بعض الحالات.

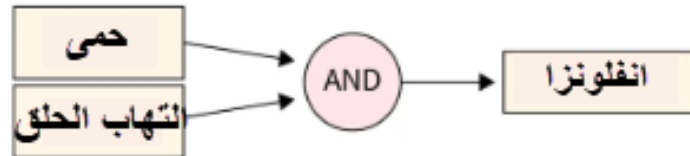
تمثيل المعرفة والاستدلال- الاستدلال/ التسلسل الأمامي

مثال:

لنفترض وجود نظام تشخيص طبي يهدف إلى تحديد ما إذا كان المريض مصابًا بالإنفلونزا. يبدأ النظام بالحقائق المعروفة:

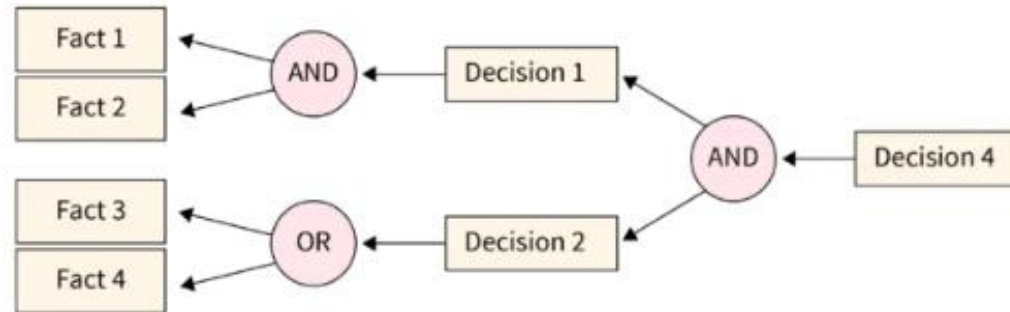
- الحقيقة ١ (Fact 1): المريض يعاني من الحمى.
- الحقيقة ٢ (Fact 2): المريض يعاني من التهاب في الحلق.
- القاعدة (Rule): إذا كان المريض يعاني من الحمى والتهاب في الحلق، فقد يكون مصابًا بالإنفلونزا.

يطبق النظام هذه القاعدة، مما يؤدي إلى استنتاج أن المريض قد يكون مصابًا بالإنفلونزا.



تمثيل المعرفة والاستدلال - الاستدلال / التسلسل العكسي

التسلسل العكسي (Backward Chaining) هو استراتيجية استدلال قائمة على الأهداف، تُستخدم في الذكاء الاصطناعي. يبدأ بهدف أو فرضية، ثم يعمل بشكل عكسي لتحديد ما إذا كانت الحقائق المتاحة تدعم الهدف. تستمر العملية بتقسيم الهدف بشكل متكرر إلى أهداف فرعية أصغر حتى يتم التحقق من جميع الحقائق أو عدم العثور على أي بيانات داعمة.



تمثيل المعرفة والاستدلال - الاستدلال / التسلسل العكسي

خصائص التسلسل العكسي:

- مُوجَّه نحو الهدف: يبدأ الاستدلال بهدف مُراد، ويبحث عن أدلة تدعمه.
- النهج التنازلي: يبدأ النظام من الهدف، ثم يعود للبحث عن الحقائق ذات الصلة.
- احتمالية وجود حلقات لا نهائية: إذا لم يُعالج التسلسل العكسي بشكل صحيح، فقد يعلق في حلقات أثناء البحث عن أدلة تدعم الهدف.

تمثيل المعرفة والاستدلال- الاستدلال/ التسلسل العكسي

مثال:

لنفترض أن نظام التشخيص الطبي يهدف إلى تحديد ما إذا كان المريض مصابًا بالإنفلونزا.

الأهداف:

- التحقق من إصابة المريض بالحمى.
 - التحقق من إصابة المريض بالتهاب في الحلق.
- يعمل النظام بشكل عكسي من الهدف (الإنفلونزا) ويتحقق من تطابق أعراض المريض (الحمى والتهاب الحلق). إذا تم التحقق من جميع الأهداف الفرعية، يستنتج النظام أن المريض مصاب على الأرجح بالإنفلونزا.

