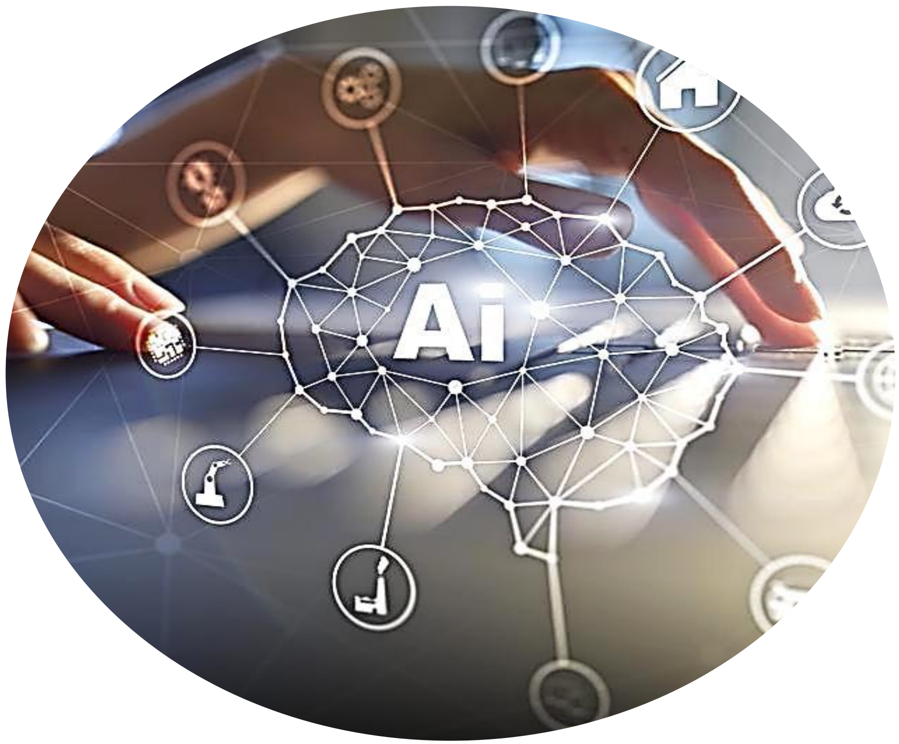
مقدمة في الذكاء الصنعي

الهندسة المعلوماتية



مدرس المقرر

د.بلال شيحا

المنطق و الذكاء الصناعي

- **مقدمة:**
- ما الفرق بين الذكاء الصنعي و البرمجة التقليدية:
- المقصود هنا هو الفرق بين تقنيات الذكاء الصنعي و برمجتها (استخدام لغات الذكاء الصنعي مثل prolog, Lisp, c++ الغرضية التوجه, clips, jess و غيرها) و البرمجة التقليدية بلغات إجرائية (C, pascal, ...). و تجدر الإشارة هنا إلى أن استخدام الحاسب (سواء كان لغات الذكاء الصنعي أو البرمجة التقليدية) يتطلب تمثيل كافة المعطيات و الأوامر بالنظام الثنائي, إلا أن من وضع لغات الذكاء الصنعي وضع نصب عينيه فلسفة مختلفة تتلخص بما يلي:

1- إن الذكاء الصنعي يعالج الرموز.

2- قد لا يكون الدخل و الخرج معروفين تماما في النظم الذكية.

3- البحث عن الحل تجريبيا.

4- التركيز على المعرفة.

5- فصل التحكم عن المعطيات , يمكن إضافة معطيات جديدة بشكل مستقل عن إضافة أدوات تحكم جديدة.

6- سهلة التحديث.

هندسة المعرفة
Knowledge Engineering

إن المعرفة هي المادة الأولية للذكاء الصنعي, و هي أعلى من المعطيات و المعلومات , إذ تتضمن الخبرة في مجال معين. على سبيل المثال تقتضي الخبرة في مجال كهرباء السيارات بفحص صلاحية بطارية السيارة أولا عند فشل تشغيل المحرك.

ما هي هندسة المعرفة:

- هي تحصيل المعرفة في مجال ما من مصادر مختلفة, و تحويلها إلى شكل يمكن استخدامه في الحاسب, و ذلك لحل مسائل كان يتطلب حلها أشخاص يمتلكون معرفة كبيرة في هذا المجال.
- يمكن أن لا تكون المسألة التي نريد حلها معرّفة تماما. فقد لا نستطيع تصميم حل منذ البداية, و قد نلجأ لتغيير المعرفة مع تغير مهام المسألة.
- قد لا يكون للمسائل حل واضح, و نتساءل هل يوجد حلول معيارية؟
- يمكن أن يكون مجال المسألة معقد جدا, و يتطلب تجميع كم كبير من المعرفة, و هذه المعرفة هي في الغالب غير دقيقة و غير معرفة تماما, و يصعب تحويلها إلى شكل حاسوبي.

المنطق

ما هو المنطق (Logic):

هو لغة تمثيل المعلومات بهدف الحصول على نتائج أو خلاصات.

وهو استخدام الاستنتاج الرياضي لاشتقاق معرفة جديدة.

منطق الفرضيات propositional logic أقل قوة من ناحية تمثيل المعارف واكثر سهولة.

منطق المسندات Predicate Logic تمثيل قوي للمعارف المنطقية في الكثير من مسائل الذكاء الصنعي.

المنطق

نميز بين مصطلحين:

1- التركيب اللغوي(syntax): و هو الذي يعرّف بناء التعابير اللغوية المختلفة (سلسلة كلمات و رموز تشكل الجملة).

2- الدلالة اللغوية (semantic): و التي تعرّف معنى التركيب اللغوي (و هذا يعني تعريف حقيقة التركيب اللغوي في عالم ما).

و الدلالة اللغوية مسؤولة عن تحديد الموجودات في العالم الحقيقي التي تشير إليها التعابير. و بدون دلالة فإن التعابير تبقى عبارة عن ترتيب ما لكلمات مبهمة.

تمثيل المعرفة
KNOWLEDGE REPRESENTATION

من أجل حل المشكلات المعقدة التي نواجهها في الذكاء الصنعي، نحتاج إلى قدر كبير من المعرفة وبعض الآليات للتعامل مع تلك المعرفة لإيجاد حلول لمشاكل جديدة. تم استخدام مجموعة متنوعة من طرق تمثيل المعرفة (الحقائق) في برامج الذكاء الصنعي.

في جميع تمثيلات المعرفة المتنوعة ، نتعامل مع نوعين من الكيانات:

A. حقائق:

هي وقائع من العالم المتعلق بالمشكلة. و هي الأشياء التي نريد تمثيلها.

B. تمثيل الحقائق في بعض الصيغ المختارة:

في الواقع سيكون لدينا قدرة على معالجة أو التعامل مع هذه أشياء.

تمثيل المعرفة
KNOWLEDGE REPRESENTATION

- أحد التمثيلات الشائعة هي اللغة الطبيعية (خاصة الإنجليزية).
- بغض النظر عن تمثيل الحقائق التي نستخدمها في البرنامج ، قد نحتاج أيضًا إلى الاهتمام بتمثيل اللغة الإنجليزية لتلك الحقائق من أجل تسهيل الحصول على المعلومات داخل وخارج النظام.
- نحتاج إلى دوال ربط بين الجمل الإنجليزية و التمثيل الذي نستخدمه بالفعل و العودة منه إلى الجمل ثانية.

خصائص نظام تمثيل المعرفة

- يجب أن يحتوي نظام تمثيل المعرفة على الخصائص التالية:

1. كفاية التمثيل Representational Adequacy :

القدرة على تمثيل كافة أنواع المعرفة المطلوبة في هذا المجال.

1. كفاية الاستدلال Inferential Adequacy :

أيضًا ، القدرة علي معالجة البنى التمثيلية لاشتقاق بنى جديدة تتوافق مع المعرفة الجديدة المستنبطة من القديم.

1. كفاءة الاستدلال Inferential Efficiency :

القدرة على دمج معلومات إضافية في بنية المعرفة التي يمكن استخدامها لتركيز انتباه آليات الاستدلال في الاتجاه الواعد.

1. كفاءة الاكتساب Acquisitional Efficiency :

علاوة علي ذلك ، القدرة علي اكتساب معرفة جديدة بالطرق الآلية حيثما كان ذلك ممكنا بدلا من الاعتماد على التدخل البشري.

أنواع المنطق

المنطق الافتراضي Propositional logic: هو من أبسط أنواع المنطق و هو عبارة عن متتالية من الرموز يفصل بينها علامات:

الضرب المنطقي (و), الجمع المنطقي (أو), النفي المنطقي.

مثال: سقراط هو انسان← إنسان (سقراط)

أفلاطون هو انسان← إنسان (أفلاطون)

سقراط هو انسان و أفلاطون هو انسان← إنسان (سقراط) ^ إنسان (أفلاطون)

منطق المعلنات من الدرجة الأولى (المنطق من الدرجة الأولى) First order logic:

و هو عبارة عن متتالية من الرموز و من المتحولات و من العلاقات التقييمية الوجودية.

مثال: سقراط هو انسان و سقراط ميت: ميت (سقراط)

$\forall x$ إنسان (x) ⇐ ميت (x)

منطق المقترحات(الفرضيات)
Propositional Logic :

- تشكل الفرضيات ثنائية القيمة وصفا للعالم (ما هو صحيح في هذا العالم و ما هو غير صحيح)
- عندما تحوي المسألة المطروحة للحل على معارف و التي سنسميها لاحقا بقاعدة المعارف KB(Knowledge Base) و هي المعرفة حول المسألة, إذا نحن بحاجة الى لغة لها رموزها الخاصة Syntax نستطيع من خلالها جعل الحاسب قادرا على حل هذا النوع من المسائل لأن الحاسب لا يستطيع التعامل مع اللغة الطبيعية حتى الآن .
- **و من اللغات الترميزية التي اعتمد عليها العلماء لهذا الأمر هي:**
- **لغة حساب الفرضيات و تعتمد على نمذجة الفرضيات التي يمكن الحكم عليها على أنها صحيحة او خاطئة و استخدام العمليات المنطقية البسيطة**
- **لغة حساب المستندات (منطق الدرجة الأولى) التي تعالج مشاكل منطق الفرضيات و تضيف المتغيرات**

منطق المقترحات(الفرضيات)
Propositional Logic :

- نعبر عن الفرضيات (الحقائق) برموز .
- الفرضية إما صح أو خطأ *TRUE or FALSE*.
- يمكن للروابط المنطقية البوليانية Boolean connectives

أن تربط بين الفرضيات لتشكل جمل مركبة complex *sentences*.

- الجمل هي تصاريح أو مقولات تأخذ القيم *TRUE or FALSE*.

- **البنية اللغوية لمنطق الفرضيات:**

1- الثوابت constants و تأخذ . *TRUE and FALSE*

2- الرموز *(Atomic Sentence)*مثل *P* أو *Q*التي تمثل الفرضيات.

3- الروابط المنطقية Logical connectives.

4 - الصيغة جيدة التركيب WFF Well-Formed Formulas.

الروابط المنطقية
Logical connectives

∧ AND, conjunction

∨ OR, disjunction

→ Implication , conditional (If then)

↔ Equivalence , biconditional

¬ Negation (unary)

( ) parentheses (grouping)

الصيغة جيدة التركيب
Well-Formed Formulas WFF

أي ذرة هي صيغة جيدة التركيب مثلا P, R.

إذا كانت W1,W2 صيغ جيدة التركيب فان كل من الصيغ التالية كذلك هي صيغ جيدة التركيب :

- $w1 \vee w2$
- $w1 \wedge w2$
- $w1 \Rightarrow w2$
- $\neg w1$

الصيغة جيدة التركيب
Well-Formed Formulas WFF

- الصيغة هي كائن نحوي يمكن إعطاؤه معنى دلالي عن طريق التفسير. هناك استخدامان مفتاحان للصيغ هما منطق الفرضيات و منطق الاسناد.

جداول الحقيقة لهذه الروابط

P	Q	$\neg P$	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$P \Rightarrow Q$	$P \Leftrightarrow Q$
False	False	True	False	False	True	True
False	True	True	False	True	True	False
True	False	False	False	True	False	False
True	True	False	True	True	True	True

تشكيل الجمل
Sentences

- تعتبر جملة أي من التعابير True, False أو أي رمز يمثل فرضية .
- أية جملة محاطة بأقواس تعتبر أيضا جملة .
- ربط جملتين ب ∧ أو ∨ أو → أو ↔ ينتج جملة.
- نفي جملة ب (¬) يعد جملة.
- تعتبر الجملة الممثلة بمنطق القضايا صحيحة TRUE إذا وفقط إذا كانت صحيحة في جميع التفاسير وفي كل المجالات.

- مثلا الجملة :
- **If Today_Is_Saturday Then We_Have_Class**
- لا تعتمد صحة هذه الجملة على كون اليوم هو **Saturday** و إنما على صحة العلاقة التي تربط اليوم بما يليه .

أمثلة

$(P \vee Q) \Rightarrow R$

- If P or Q is true, then R is true

$P \Leftrightarrow (Q \wedge R)$

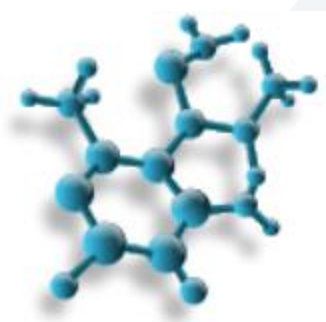
- If Q and R are both true, P must be true AND if Q or R is false then P must be false.

$\neg P \Rightarrow (Q \Rightarrow R)$

- If P is false, then If Q is true R must be true

Propositional logic

- في منطق الفرضيات ، تسمى الفرضيات الأساسية الفرضيات البدائية. لا يمكن للقضايا (للفرضيات) البدائية أن تتحلل. المقترحات (الفرضيات) التي يمكن أن تتحلل هي مقترحات مركبة. يمكن الإشارة إلى الفرضيات البدائية ببعض الرموز ، وتسمى هذه الرموز بالصيغ الذرية. من الصيغ الذرية يمكننا بناء مقترحات مركبة مختلفة.



الصيغ جيدة التكوين
Well-formed formula (wff)

- تسمى الصيغ المنطقية السابقة بالصيغ جيدة التكوين.
- على غرار العوامل المستخدمة في العمليات الحسابية ، فإن الرموز المنطقية لها أيضًا أولويات.
- يمكننا أيضًا استخدام الأقواس عند الالتباس.

الانتقال من اللغة الطبيعية الى منطق الفرضيات

- ليكن لدينا الفرضيتين التاليتين:
- الأولى: إذا كان يسقط الثلج فإنه ستغلق المدرسة

If it snows, then the school is closed

و الثانية: الثلج يسقط

it snows

فإذا كانت الفرضية الثانية صحيحة, عندها نستطيع الاستنتاج أن فرضية ستغلق المدرسة

The school should close

هي أيضا صحيحة

يقدم منطق الفرضيات الحل التالي:

تمثل كل جملة برمز و نربط هذه الرموز بعناصر الربط, ليصبح المثال السابق على الشكل التالي:

إذا كانت P تمثل الجملة it snows و Q تمثل التعبير the school is closed

الانتقال من اللغة الطبيعية الى منطق الفرضيات

P تمثل it snows و Q تمثل the school is closed

عندها يمكننا التعبير عن المضمون السابق كما يلي:

$[[P \to Q] \wedge P] \to Q$

or $P \to Q$

P

Q

لتحويل جملة باللغة الطبيعية إلى الصيغة الرمزية نعيد تشكيل التصريحات التي بين يدينا باستخدام جمل يمكن تمييزها و يمكن نسبها إلى الفرضيات الرمزية باستخدام أدوات الربط المستخدمة في منطق الفرضيات

(not, and, or, if_then, if_and_only_if)

الانتقال من اللغة الطبيعية الى منطق الفرضيات

و من ثم نقوم باستبدال هذه التصريحات برموز:

مثال :

ليكن لدينا التصريحات التالية:

P الفرضية التي تقول it is snowing

Q الفرضية التي تقول i will go to the beach

R الفرضية التي تقول I have time

فإذا كان لدينا العبارة التالية

I will go to the beach if it is not snowing

فإننا نعيد تشكيلها كما يلي:

If it is not snowing i will go to the beach

و نبدل التصريحين بالرمزين P و Q و نحصل على العلاقة $\neg P \rightarrow Q$

الانتقال من اللغة الطبيعية الى منطق الفرضيات

و بشكل مشابه يمكننا صياغة الجملة التالية:

If it is not snowing and I have time only if i will go to the beach

إلى الشكل:

If it is not snowing and I have time, then i will go to the beach

و يمكننا ترجمتها لنحصل على العلاقة:

$(\neg P \wedge R) \rightarrow Q$

الاستنتاج المنطقي هو عملية استخلاص الاستنتاجات من المقدمات (الفرضيات) باستخدام قواعد الاستنتاج. تعتبر قواعد الاستنتاج حصيلة خبرة قرون من الاستنتاجات البشرية المنطقية و التي أصبحت تعرف اليوم بالاستنتاج المنطقي.

الانتقال من اللغة الطبيعية الى منطق الفرضيات

أمثلة على PL:

P = “It is hot”
Q = “It is humid”
R = “It is raining”

- $(P \wedge Q) \rightarrow R$
  “If it is hot and humid, then it is raining”
- $Q \rightarrow P$
  “If it is humid, then it is hot”
- Q
  “It is humid.”
- A better way:
  $(Ho \wedge Hu) \rightarrow R$
  Ho = “It is hot”
  Hu = “It is humid”
  R = “It is raining”

الدلالة اللغوية لمنطق الفرضيات PL Semantic

في الصيغ المنطقية لا نهتم بالمعنى الأصلي لكل فرضية, بل نهتم بالعلاقة المنطقية بين الفرضيات.

و التركيز يكون على معرفة فيما إذا كانت الصيغة المنطقية صح أو خطأ عندما تعطى قيم الصيغ الذرية المحتواة في هذه الصيغة.

تدعى عملية تحديد فيما إذا كانت الصيغة المنطقية صح أو خطأ اعتمادا على كون الصيغ الذرية صح أو خطأ بالتفسير interpretation .

- إذا أعطيت قيم الذرات في تفسير interpretation ما. فيمكن استخدام جدول الحقيقة لحساب قيمة أي صيغة wff في هذا التفسير. يعطي جدول الحقيقة دلالة (معنى) الروابط في حساب الفرضيات.

- For example, for the formula $P \land Q \Rightarrow R$, we can interpret it using the truth table.
- Here, we have used the following fact:

$$P \land Q \Rightarrow R$$
$$= \neg(P \land Q) \lor R$$

P	Q	R	$P \land Q \Rightarrow R$
T	T	T	T
T	T	F	F
T	F	T	T
T	F	F	T
F	T	T	T
F	T	F	T
F	F	T	T
F	F	F	T

- نستطيع القول عن صيغتين WFF أنهما متكافئتان إذا و فقط إذا كانت لهما القيم الحقيقة نفسها من أجل كل التفاسير و هذا ما ندعوه التكافؤ او توافق الهوية.
- قائمة محددات الهوية : List of Identities

1. $P \Leftrightarrow (P \vee P)$ ----- idempotence of $\vee$
2. $P \Leftrightarrow (P \wedge P)$ ----- idempotence of $\wedge$
3. $(P \vee Q) \Leftrightarrow (Q \vee P)$ ----- commutativity of $\vee$
4. $(P \wedge Q) \Leftrightarrow (Q \wedge P)$ ----- commutativity of $\wedge$
5. $[(P \vee Q) \vee R] \Leftrightarrow [P \vee (Q \vee R)]$ ----- associativity of $\vee$
6. $[(P \wedge Q) \wedge R] \Leftrightarrow [P \wedge (Q \wedge R)]$ ----- associativity of $\wedge$
7. $\neg(P \vee Q) \Leftrightarrow (\neg P \wedge \neg Q)$ ----- DeMorgan's Law
8. $\neg(P \wedge Q) \Leftrightarrow (\neg P \vee \neg Q)$ ----- DeMorgan's Law
9. $[P \wedge (Q \vee R] \Leftrightarrow [(P \wedge Q) \vee (P \wedge R)]$ ----- distributivity of $\wedge$ over $\vee$
10. $[P \vee (Q \wedge R] \Leftrightarrow [(P \vee Q) \wedge (P \vee R)]$ ----- distributivity of $\vee$ over $\wedge$
11. $(P \vee \text{True}) \Leftrightarrow \text{True}$
12. $(P \wedge \text{False}) \Leftrightarrow \text{False}$

13. $(P \vee False) \Leftrightarrow P$
14. $(P \wedge True) \Leftrightarrow P$
15. $(P \vee \neg P) \Leftrightarrow True$
16. $(P \wedge \neg P) \Leftrightarrow False$
17. $P \Leftrightarrow \neg(\neg P)$ ----- double negation
18. $(P \rightarrow Q) \Leftrightarrow (\neg P \vee Q)$ ----- implication
19. $(P \leftrightarrow Q) \Leftrightarrow [(P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow P)]$----- equivalence
20. $[(P \wedge Q) \rightarrow R] \Leftrightarrow [P \rightarrow (Q \rightarrow R)]$ ----- exportation
21. $[(P \rightarrow Q) \wedge (P \rightarrow \neg Q)] \Leftrightarrow \neg P$ ----- absurdity
22. $(P \rightarrow Q) \Leftrightarrow (\neg Q \rightarrow \neg P)$ ----- contrapositive

أمثلة على ماتمثله هذه الفرضيات لغويا : **Examples**

1. $P \Leftrightarrow (P \vee P)$ ----- idempotence of $\vee$

مثال على هذه الفرضية قولنا أن "Tom is happy." تكافئ قولنا "Tom is happy or Tom is happy". وهي والمقولة التالية مقولات بديهية واستعمالها شبه معدوم في حياتنا اليومية إلا أنها مفيدة عند دراستنا عمليات الاستنتاج وخصوصاً عند استخدام الرموز.

2. $P \Leftrightarrow (P \wedge P)$ ----- idempotence of $\wedge$

شبيهة بالمقولة السابقة1 .

3. $(P \vee Q) \Leftrightarrow (Q \vee P)$ ----- commutativity of $\vee$

مثال على هذه الفرضية قولنا "Tom is rich or (Tom is) famous." تكافئ قولنا "Tom is famous or (Tom is) rich". .

4. $(P \wedge Q) \Leftrightarrow (Q \wedge P)$ ----- commutativity of $\wedge$

مثال على هذه الفرضية قولنا "Tom is rich and (Tom is) famous." تكافئ قولنا "Tom is famous and (Tom is) rich". .

5. $[(P \vee Q) \vee R] \Leftrightarrow [P \vee (Q \vee R)]$ ----- associativity of $\vee$

مثال على هذه الفرضية قولنا " Tom is rich or (Tom is) famous, or he is also happy." تكافئ قولنا " Tom is rich, or he is also famous or (he is) happy ".

6. $[(P \wedge Q) \wedge R] \Leftrightarrow [P \wedge (Q \wedge R)]$ ----- associativity of $\wedge$

Similar to 5. above.

7. $\neg(P \vee Q) \Leftrightarrow (\neg P \wedge \neg Q)$ ----- DeMorgan's Law

For example, "It is not the case that Tom is rich or famous." is true if and only if "Tom is not rich and he is not famous."

8. $\neg(P \wedge Q) \Leftrightarrow (\neg P \vee \neg Q)$ ----- DeMorgan's Law

For example, "It is not the case that Tom is rich and famous." is true if and only if "Tom is not rich or he is not famous."

9. $[P \wedge (Q \vee R] \Leftrightarrow [(P \wedge Q) \vee (P \wedge R)]$ ----- distributivity of $\wedge$ over $\vee$

What this says is, for example, that "Tom is rich, and he is famous or (he is) happy." is equivalent to "Tom is rich and (he is) famous, or Tom is rich and (he is) happy".

10. $[P \vee (Q \wedge R] \Leftrightarrow [(P \vee Q) \wedge (P \vee R)]$ ----- distributivity of $\vee$ over $\wedge$

Similarly to 9. above, what this says is, for example, that "Tom is rich, or he is famous and (he is) happy." is equivalent to "Tom is rich or (he is) famous, and Tom is rich or (he is) happy".

11. $(P \vee True) \Leftrightarrow True$. Here True is a proposition that is always true. Thus the proposition $(P \vee True)$ is always true regardless of what P is.
This and the next three identities, like identities 1 and 2, are rarely used, if ever, in everyday life. However, these are useful when manipulating propositions in reasoning in symbolic form.

12. $(P \wedge False) \Leftrightarrow False$

13. $(P \vee False) \Leftrightarrow P$

14. $(P \wedge True) \Leftrightarrow P$

15. $(P \vee \neg P) \Leftrightarrow True$
What this says is that a statement such as "Tom is 6 foot tall or he is not 6 foot tall." is always true.

16. $(P \wedge \neg P) \Leftrightarrow False$
What this says is that a statement such as "Tom is 6 foot tall and he is not 6 foot tall." is always false.

17. $P \Leftrightarrow \neg(\neg P)$ ----- double negation
What this says is, for example, that "It is not the case that Tom is not 6 foot tall." is equivalent to "Tom is 6 foot tall."

18. $(P \rightarrow Q) \Leftrightarrow (\neg P \vee Q)$ ----- implication

For example, the statement "If I win the lottery, I will give you a million dollars." is not true, that is, I am lying, if I win the lottery and don't give you a million dollars. It is true in all the other cases. Similarly, the statement "I don't win the lottery or I give you a million dollars." is false, if I win the lottery and don't give you a million dollars. It is true in all the other cases. Thus these two statements are logically equivalent.

19. $(P \leftrightarrow Q) \Leftrightarrow [(P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow P)]$----- equivalence

What this says is, for example, that "Tom is happy if and only if he is healthy." is logically equivalent to ""if Tom is happy then he is healthy, and if Tom is healthy he is happy."

20. $[(P \wedge Q) \rightarrow R] \Leftrightarrow [P \rightarrow (Q \rightarrow R)]$ ----- exportation

For example, "If Tom is healthy, then if he is rich, then he is happy." is logically equivalent to "If Tom is healthy and rich, then he is happy."

21. $[(P \rightarrow Q) \wedge (P \rightarrow \neg Q)] \Leftrightarrow \neg P$ ----- absurdity

For example, if "If Tom is guilty then he must have been in that room." and "If Tom is guilty then he could not have been in that room." are both true, then there must be something wrong about the assumption that Tom is guilty.

22. $(P \rightarrow Q) \Leftrightarrow (\neg Q \rightarrow \neg P)$ ----- contrapositive

For example, "If Tom is healthy, then he is happy." is logically equivalent to "If Tom is not happy, he is not healthy."

التفكير بالصيغ المنطقية
Reasoning with logic formulas

- يمكن إجراء الاستدلال أو التفكير الرسمي (المنهجي) اعتمادا على صيغ منطق الفرضيات.
- نعني هنا بالرسمي (المنهجي) إنه بالإمكان إجراء التفكير اعتمادا على الرموز بدون اعتبار المعنى الفيزيائي للصيغ الذرية.
- التفكير الرسمي (المنهجي) يسمح للآلة الحاسبة باتخاذ القرار أسرع من الإنسان.

التفكير بالصيغ المنطقية
Reasoning with logic formulas

- حل مسائل الذكاء الصنعي يحتاج بداية الى ترميزها بطريقة يمكن للحاسب أن يفهمها و هنا يمكن اختيار منطق الفرضيات (المقترحات أو القضايا) Propositional Logic او منطق المستندات (المعلنات) Predicate Logic مثلا...
- و يجب اختيار الفرضيات المناسبة و ترميزها لنحصل على قاعدة المعرفة الخاصة بالمسألة المطروحة(يمكن للفرضية ان تأخذ القيمة صح أو خطأ), و من ثم يمكن حل المسألة بأحد الطريقتين: الاستتباع Entailment او الاستنتاج Inference

Reasoning with logic formulas

1- الطريقة الأولى وتدعى Entailment أي الاستتباع ونرمز لها ب ⊨ حيث يتم وضع مقدمات المسألة في الطرف الأيسر والنتيجة المراد برهانها في الطرف الأيمن

2- الطريقة الثانية وتدعى Inference أي الاستدلال أو الاستنتاج ونرمز لها ب ⊢

الاستتباع
Entailment

في طريقة الاستتباع تكون الفرضيات المطروحة ولتكن A تستتبع النتيجة المراد برهان صحتها ولتكن B أي :

$$A \models B$$

و تعتمد أنه في حال كانت A صحيحة فذلك يعني أن B حتماً صحيحة ، أما إذا كانت A خاطئة فلا يمكن الحكم على B أنها صحيحة أم خاطئة.

ولبرهان المسألة بطريقة الاستتباع نستخدم جدول الحقيقة Truth Table

مسألة(1)

- لدينا ذراع روبوت ويعتمد عملها على إيجاد الكتلة القابلة للحمل والقيام بحملها وتملك هذه الذراع حساسين أحدهما للبطارية والآخر للحركة ، ولكن لا يوجد في الذراع ما يمكنها من وزن الكتلة، ولدينا ما يلي :
- في الحالة العامة : عندما تكون البطارية مشحونة والكتلة قابلة للحمل فإن الذراع تتحرك.
- و في حالة خاصة وجدنا أن البطارية مشحونة والذراع لا تتحرك والمطلوب:
- برهان أن الكتلة غير قابلة للحمل.

مسألة (1)

الحل :

أولاً : نقوم بنمذجة المسألة :

- BAT_OK: و هو ترميز للفرضية (البطارية مشحونة) وسنختصر هذا الرمز(B)
- LIFTABLE: و هو ترميز للفرضية (الكتلة قابلة للحمل) وسنختصر هذا الرمز (L)
- MOVES: و هو ترميز للفرضية (الذراع تتحرك) وسنختصر هذا الرمز (M)

- وهذه الفرضيات تشكل حقائق facts
- نلاحظ وجود ثلاثة رموز للفرضيات أي أ ن جدول الحقيقة سيكون مؤلفاً من 2^3سطر
- لدينا أيضاً الحالة العامة وترميزها $L \wedge B \Rightarrow M$ وهي تشكل القاعدة "Rule"وهي دوماً صحيحة ومن المستحيل أن تكون خاطئة بالتالي نكون قد حصلنا على قاعدة المعارف الخاصة بالمسألة والتي تشكل عالم المسألة

مسألة (1)

- ثانياً : نبدأ بالبرهان :
- إن المطلوب هو برهان نتيجة الحالة الخاصة وسيكون ذلك معتمداً على الحالة العامة والفرضيات اللازمة وذلك على

$$\text{فرضيّات الحالة الخاصة} \begin{cases} 1\text{-} & B \\ 2\text{-} & \neg M \end{cases} \qquad \vDash \qquad \neg L \; \} \text{ الهدف}$$

$$\text{القاعدة العامة} \; \{ \; 3\text{-} \; B \wedge L \Rightarrow M$$

- وبالتالي من خلال طريقة الاستنباع والتي تعتمد كما ذكرنا أنه كلما كانت الفرضيات 1 و 2 و 3 صحيحة معاً فذلك يؤد ي لأن تكون النتيجة صحيحة أي أننا نحصل على حالة استنباع عندما تكون النتيجة صحيحة اعتماداً على الفرضيات الصحيحة و إلا فإنه لا توجد حالة استنباع وهذا ما سنجده من خلال الجدول :

مسألة (1)

<table>
<tr><th>B</th><th>L</th><th>M</th><th>$\neg M$</th><th>الفرضية 3</th><th>$1 \wedge 2 \wedge 3$</th><th>$\neg L$</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td rowspan="4">لا يوجد استتباع</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td rowspan="3">لا يوجد استتباع</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
</table>

مسألة (1)

- إذاً لبرهان الاستتباع في هذه المسألة فإننا نهتم فقط بالسطر الخامس من الجدول لنجد أن العلاقة1∧2∧3 (والتي تم وضعها كدخل للجدول استناداً للاستتباع) صحيحة مما يستتبع أن تكون النتيجة L ¬ صحيحة ، وبالتالي يوجد استتباع في مسألتنا فنكون بذلك أتممنا البرهان.

ملاحظة :

العمود الخامس في الجدول والذي يعبّر عن العلاقة $B \wedge L \Rightarrow M$ قمنا باستنتاجه اعتماداً على ما يلي :

تذكّر في مادة الجبر العام العلاقة :

$$p \Rightarrow q \equiv \neg p \vee q$$

إذاً :

$$B \wedge L \Rightarrow M \equiv \neg(B \wedge L) \vee M$$

$$\equiv (\neg B \vee \neg L) \vee M \equiv \neg B \vee \neg L \vee M$$

نُسمّي الشكل النهائي بالشكل النّظامي وسنتحدث عنه لاحقاً .

p	q	$P \Rightarrow q \equiv \neg P \vee Q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

الاستدلال (الاستنتاج)
Inference

إن منهج الاستتباع هو المنهج الأساسي الذي يتم الانتقال منه لمنهج الاستدلال ويعتمد الاستتباع كما ذكرنا على جدول الحقيقة والذي يعتمد على المنطق بذلك فإنه يمكننا من الوصول لبراهين صحيحة.

ولكن لو كانت المسألة تحتوي عدداً كبيراً من الفرضيات والمتحولات عندها فإنه من المستحيل الاعتماد على جدول الحقيقة في البرهان لذلك سننتقل للطريقة الثانية وهي الاستدلال Inference و التي تتدرج ضمنها الخوارزميتين التاليتين :

- Forward: تعتمد على الانطلاق من مقدمات المسألة وتطبيق القواعد عليها وصولاً لبرهان النتيجة التي نهدف للوصول إليها.
- Backward: تعتمد على الانطلاق من نفي الهدف (أي نفي النتيجة التي نريد الوصول إليها) ثم التراجع باستخدام مقدمات المسألة وتطبيق القواعد عليها وصولاً للحصول على تناقض أي أننا سنحصل على فرضية صحيحة ويكون بنفس الوقت نفيها صحيح.

الاستدلال (الاستنتاج)
Inference

- ملاحظة : ندعو القواعد التي نعتمد عليها أثناء البرهان عند استخدام الخوارزميتين السابقتين بالمسلمات وهي تمثل قواعد الاستدلال Rules Of Inference و يمكننا برهان هذه القواعد من خلال جدول الحقيقة.

Inference Rules قواعد الاستنتاج

- هنالك العديد من النماذج التي يمكن أن نطلق عليها قواعد الاستنتاج في منطق الفرضيات.
- تصف هذه النماذج كيفية استخراج معرفة جديدة من معارف معروفة مسبقاً ممثلة بمنطق الفرضيات.
- لبعض النماذج أسماء شائعة .

رموز قواعد الاستنتاج

- ننطلق في المنطق من مقدمات Premises ونصل إلى نتائج conclusion.

- نمثل ذلك كما يلي:

- *premise* $\vdash$ *conclusion*

قواعد الاستنتاج

RULE	PREMISE	CONCLUSION
Modus Ponens	$A, A \rightarrow B$	B
And Introduction	A, B	$A \wedge B$
And Elimination	$A \wedge B$	A
Double Negation	$\neg\neg A$	A
Unit Resolution	$A \vee B, \neg B$	A
Resolution	$A \vee B, \neg B \vee C$	$A \vee C$

قواعد الاستنتاج

Modus Ponens:	$x \Rightarrow y,\ x \vdash y$
And-Introduction:	$x_1, x_2, \ldots x_n \vdash x_1 \wedge x_2 \wedge \ldots \wedge x_n$
And Elimination:	$x_1 \wedge x_2 \wedge \ldots \wedge x_n \vdash x_i$
Or-Introduction:	$x \vdash x \vee y \vee z \vee ..$
Double-Negation Elimination:	$\neg\neg x \vdash x$
Unit Resolution:	$x \vee y, \neg x \vdash y$