



المحاضرة الخامسة

الذكاء الصناعي

(Artificial Intelligent)

إعداد

الدكتور المهندس فراس الزين

الكلمات المفتاحية

الذكاء , المعرفة , الذكاء الصناعي , ليسب , برولوج , تمثيل , مرونة , تحكم , الشكل ,
العطف , النظامي , الحل , هورن .

*Intelligent , knowledge , , Artificial intelligent , A. I. , lisp , prolog ,
representation , flexibility , control , form , conjunction , normal ,
resolution , horn .*

تحويل الصيغ المعقدة الى الشكل العطف النظامي CNF

تتم عملية تحويل الصيغ المنطقية الى الشكل النظامي CNF , Conjunctive Normal Form , من خلال اعتماد الخطوات التالية :

1. $A \leftrightarrow B \equiv (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$
2. $A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$
3. $\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$
4. $\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$
5. $\neg\neg A \equiv A$
6. $A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$

مثال 1 :

تحويل الصيغة التالية الى الشكل النظامي CNF .

$$(A \rightarrow B) \rightarrow C$$

الحل:

$$(A \rightarrow B) \rightarrow C$$

$$\neg(A \rightarrow B) \vee C \quad \text{بحسب (2)}$$

$$\neg(\neg A \vee B) \vee C \quad \text{بحسب (3)}$$

$$(A \wedge \neg B) \vee C \quad \text{بحسب (4)}$$

$$(A \vee C) \wedge (\neg B \vee C) \quad \text{بحسب (6)}$$

مثال 2 :

تحويل الصيغة التالية الى الشكل النظامي CNF .

$$B \leftrightarrow (C \vee D)$$

الحل:

$$(B \rightarrow (C \vee D)) \wedge ((C \vee D) \rightarrow B)$$

$$(\neg B \vee C \vee D) \wedge ((\neg C \wedge \neg D) \vee B)$$

$$(\neg B \vee C \vee D) \wedge ((\neg C \vee B) \wedge (\neg D \vee B))$$

$$(\neg B \vee C \vee D) \wedge (\neg C \vee B) \wedge (\neg D \vee B)$$

مثال 3 :

ليكن لدينا الصيغة التالية $(P \supset Q) \vee (R \supset P)$ ، و المطلوب تحويلها الى شكل العطف النظامي.

الحل :

- نقوم بحذف إشارات الاقتضاء : $\neg(\neg P \vee Q) \vee (\neg R \vee P)$
- التقليل من إشارات النفي , باستخدام قوانين دومورغان : $(P \wedge \neg Q) \vee (\neg R \vee P)$
- استخدام قوانين التجميع و التوزيع : $(P \vee \neg R \vee P) \wedge (\neg Q \vee \neg R \vee P)$
- و بالاختصار نحصل على الحل : $(P \vee \neg R) \wedge (\neg Q \vee \neg R \vee P)$

الحل Resolution

تسمى عملية استنتاج تعابير جيدة التركيب من صيغ جيدة التركيب بعملية **الحل** , و يمكن القيام بعملية الحل بطرق مختلفة , منها :

1. الحل بالنقض .
2. الحل باستخدام عبارات هورن .

أولاً – الحل بالنقض

يستخدم الحل بالنقض لإثبات صحة صيغة جيدة التركيب WFF من صيغ أخرى Δ , ويتم ذلك حسب الخطوات التالية :

- تحويل كل صيغة من Δ الى الشكل CNF .
- تحويل نفي الصيغة المطلوب إثباتها الى الشكل CNF .
- تجميع العبارات الناتجة عن الخطوات السابقة في مجموعة واحدة .
- نعاود تطبيق كل الخطوات السابقة على العبارات المجمععة في هذه المجموعة حتى تصبح كل العبارات غير قابلة للحل .

مثال :

لتكن لدينا مجموعة المعارف التالية :

1. BAT_OK البطارية بحالة جيدة .
2. $\neg MOVES$ الروبوت لا يتحرك .
3. $BAT_OK \wedge LIFTABLE \supset MOVES$ البطارية بحالة جيدة و الروبوت قادر على الحمل و هذا يقتضي أن الروبوت يتحرك .

نريد أن نبرهن أن الغرض لا يمكن حمله $\neg LIFTABLE$.

الحل :

نحول العبارة رقم (3) الى الشكل النظامي CNF , بذلك نتخلص من الاقتضاء فتصبح كما يلي :

$$4. \neg BAT_OK \vee \neg LIFTABLE \vee MOVES$$

نقوم بنفي الصيغة المراد برهانها , و بذلك نحصل على ما يلي :

$$5. LIFTABLE$$

نطبق الحل , أي نجتمع , على العبارات (4) و (5) , نحصل على ما يلي :

$$6. \neg BAT_OK \vee MOVES$$

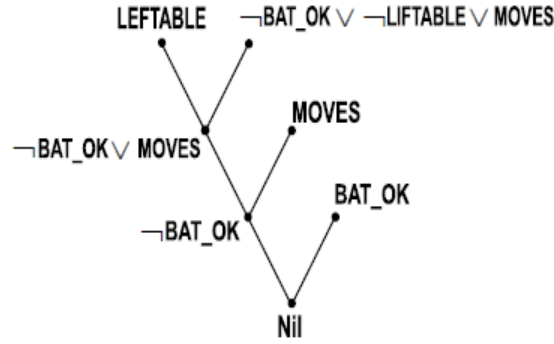
نطبق الحل , أي نجتمع , على العبارات (2) و (6) , نحصل على ما يلي :

$$7. \neg BAT_OK$$

نطبق الحل , أي نجتمع , على العبارات (1) و (7) , نحصل على ما يلي :

Nil

الشكل التالي , يوضح الحل :



ثانيا – الحل باستخدام عبارات هورن .

تعتبر عبارات هورن من الأشكال المهمة للعبارات المستخدمة في تطبيقات الذكاء الصناعي حيث تشكل عبارات هورن أساس لغة البرمجة المنطقية Prolog .

تسمى العبارات التي تحوي حرفيا موجبا واحدا على الأكثر بعبارات هورن , نسبة الى العالم ألفرد هورن (Alfred Horn) الذي طرح هذا الشكل من العبارات بهدف التقليل من عمليات الحل (Resolution) المراد تطبيقها و بالتالي تخفيف التعقيد الحسابي .

مثال :

حول العبارة التالية $Q \Rightarrow p_1 \wedge p_2 \wedge p_3 \dots \wedge p_n$ الى شكل عبارة هورن .

الحل :

$$\neg p_1 \vee \neg p_2 \vee \neg p_3 \dots \vee \neg p_n \vee Q$$

لعبارات هورن ثلاثة أنواع هي :

1. العبارة الوحيدة التي تحوي ذرة وحيدة وندعوها حقيقة Fact. (مثل P و Q)
2. الاقتضاء (و الذي ندعوه عادة قاعدة Rule).
تتألف مقدمته من عطف حرفيات موجبة ونتيجته من حرفي موجب وحيد.
مثل $P \wedge Q \supset R$
3. مجموعة من الحرفيات السالبة والمكتوبة على شكل اقتضاء مقدمته تتألف من عطف حرفيات
مطلوب إثباتها تتألف من عطف حرفيات موجبة. مثل $P \wedge Q \supset$

مثال 1 :

حول العبارة التالية $p \wedge Q \wedge R \rightarrow T \vee S$ الى شكل عبارة هورن .

الحل :

لتصبح العبارة السابقة قابلة للتحويل الى شكل عبارات هورن لابد من أن يكون الطرف الأيمن للعبارة مؤلف من حرفي واحد موجب على الأكثر .

ولهذا نكتب العبارة السابقة على الشكل التالي :

$$p \wedge Q \wedge R \rightarrow T$$

$$p \wedge Q \wedge R \rightarrow S$$

حصلنا على عبارات جديدة مكافئة للعبارة السابقة , و هي قابلة للتحويل الى شكل عبارة هورن , كما في المثال السابق .

مثال 2 :

حول العبارة التالية $S \vee T \rightarrow X$ الى شكل عبارة هورن .

الحل :

لتصبح العبارة السابقة قابلة للتحويل الى شكل عبارات هورن لابد من أن يكون الطرف الأيسر يحوي حرفيات بينها عطف .

ولهذا نكتب العبارة السابقة على الشكل التالي :

$$S \rightarrow X$$

$$T \rightarrow X$$

حصلنا على عبارات جديدة مكافئة للعبارة السابقة , و هي قابلة للتحويل الى شكل عبارة هورن , كما في المثال السابق .