منطق المعلنات
الإستدلال في منطق المعلنات

د. أحمد ســكاف

2007-2006

المفردات

- منطق المعلنات
- التعابير في منطق FOL
- المقيمات في منطق FOL
- خواص المقيمات في منطق FOL
- حساب المعلنات
- الدمج Unification
- الربط الامامي Forward chaining
- الربط الخلفي Backward chaining
- مبادئ الحل : أو الإستدلال التام

ميزات ومساوئ منطق العرض

- منطق الاقتراح : هو منطق إعلاني ، العناصر اللغوية تقابل حقائق
- منطق الإقتراح يعبر عن المعلومات بشكل جزئي (عكس أكثرية قواعد المعرفة)
- منطق الإقتراح تركيبي : معنى B and P يتعلق تماما بمعنى B و P
- المعنى في منطق الإقتراح لايتعلق بالإطار (عكس اللغات الطبيعية)
- قدرة التعبير لمنطق الإقتراح محدودة (عكس اللغات الطبيعية)

لماذا منطق المعلنات

منطق الإقتراح يفترض ان العالم لايحوي إلا حقائق.

كيف نمثل التعابير التالية في منطق الإقتراح ؟

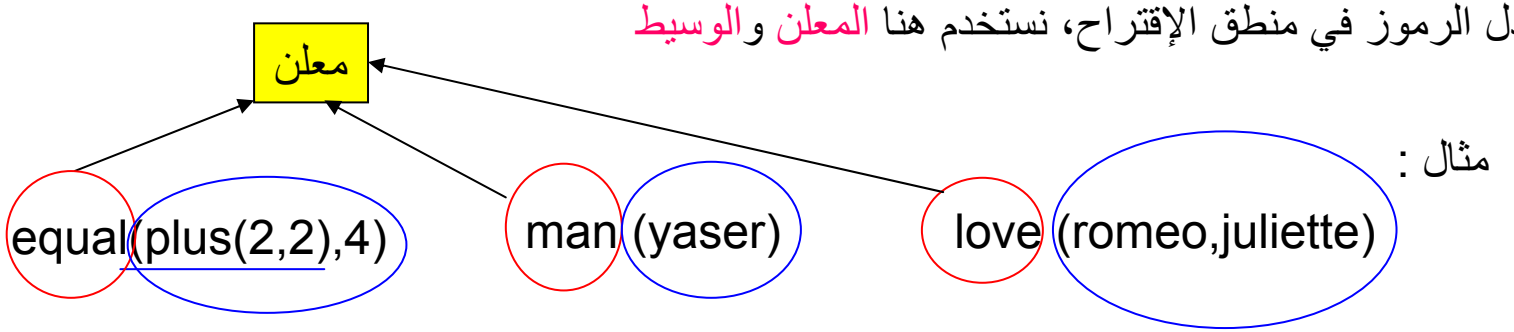
- كان عنترة عبسيا
- كل العبسيون كانوا عربا
- كل العرب كانوا إما مواليون للمنذر او غير موالين
- كل واحد موال لأحد ما
- الشعب يحاول إزاحة الحاكم الذي لا يكن له الموالاة
- عنترة حاول إزاحة المنذر
- بالنتيجة عنترة غير موال للمنذر

منطق المعلناتFOL يعامل العالم كما نعامله نحن في لغتنا المحكية . فالعالم بالنسبة له يتكون من :

- مكونات objects : بشر، حيوانات ، أعداد ، الوان.....
- خصائص Properties: احمر ، مدور، كروي.....
- علاقات Relations: جزء من، بين ، فوق، تحت، أخ-احدهم.....
- توابع Functions: اب-أحدهم ، أحسن-صديق، .....

مثال : 2+1 تساوي 3 : 1،2،3،2+1، مكونات تساوي : العلاقة +: التابع

بدل الرموز في منطق الإقتراح، نستخدم هنا المعلن والوسيط



مثال :

العناصر الاساسية للتركيب اللغوي

- Predicates man,love, brother, >,...
- Constants yaser,romeo, 4,...
- Functions sqrt, plus,...
- Variables X,Y,A,B,...

} Terms وسطاء

- Connectives $\neg, \Rightarrow, \wedge, \vee, \Leftrightarrow$
- Equality $=$
- Quantifiers $\forall, \exists$

- Atomic sentence = *predicate* (*term*$_1$,...,*term*$_n$)
  or *term1* = *term2*
- term = *function* (*term*$_1$,...,*term*$_n$)
  or *constant* or *variable*

التعبير النووي

الوسيط

مثال:

1. brother (walid,rachid)
2. > (Length(LeftLegOf(walid)), Length(LeftLegOf(rachid)))

- Complex sentences are made from atomic sentences using connectives

$\neg S$, $S_1 \wedge S_2$, $S_1 \vee S_2$, $S_1 \Rightarrow S_2$, $S_1 \Leftrightarrow S_2$,

التعابير المركبة

مثال:

1. brother(walid,rachid) $\Rightarrow$ brother (rachid,walid)
2. >(1,2) $\vee$ ≤ (1,2)
3. >(1,2) $\wedge \neg$ >(1,2)

المساواة (التطابق)

- $term_1 = term_2$ is true under a given interpretation if and only if $term_1$ and $term_2$ refer to the same object

مثال تعريف العلاقة الأخوية:

$$\forall x,y\ brothers\ (x,y) \Leftrightarrow [\neg(x = y) \wedge \exists m,f \neg (m = f) \wedge Parent(m,x) \wedge Parent(f,x) \wedge Parent(m,y) \wedge Parent(f,y)]$$

التركيب اللغوي للتعابير في FOL :

Sentence	Atomic sentence Sentence Connective Sentence Quantifier Variable……Sentence ¬ Sentence (Sentence)
Atomic Sentence	Predicate(term,…….) Term=term
Term	Function(term,…..) Constant Variable
Connective	⇒ ∧ ∨ ⇔
Quantifier	∀ ∃
Constant	a b c yaser
Variable	A B X
Predicate	Man, part_of
Function	Mother

تفيد المقيمات في التعبير عن خواص مجموعة من المكونات دون الحاجة لذكر كل واحد منها بالتحديد

التقييم العام أو مهما يكن Universal quantification

- ∀<*variables*> <*sentence*>
- Everyone at FMEE is smart:
- ∀x At(x,fmee) ⇒ Smart(x)
- ∀x *P* is true in a model *m* iff *P* is true with *x* being each possible object in the model: equivalent to the conjunction of instantiations of *P*

At(yaser,fmee) ⇒ Smart(yaser)
∧ At(ayman,fmee) ⇒ Smart(ayman)
∧ At(anas,fmee) ⇒ Smart(anas)
∧ ...

∀x At(x,fmee) ∧ Smart(x)

ملاحظات :

- السهم ⇒ (يؤدي) هو أداة الوصل الرئيسية مع ∀
- لا تستخدم ∧ كأداة وصل رئيسية مع ∀ :

Existential quantification التقييم الوجودي

- ∃<*variables*> <*sentence*>
- Someone at FMEE is smart:
- ∃*x* At(x,fmee) ∧ Smart(x)
- ∃*x P* is true in a model *m* iff *P* is true with *x* being some possible object in the model : equivalent to the disjunction of instantiations of *P*

  At(yaser,fmee) ∧ Smart(yaser)
  ∨ At(ayman,fmee) ∧ Smart(ayman)
  ∨ At(anas,fmee) ∧ Smart(anas)
  ∨ ...

ملاحظات :

- الجمع المنطقي ∧ هو أداة الوصل الرئيسية مع ∃
- لا تستخدم ⇒ كأداة وصل رئيسية مع ∃ :

∃ x At(x,fmee) ⇒ Smart(x)

قواعد دومورغان

$$\neg(P \vee S) \equiv \neg P \wedge \neg S$$
$$\neg(P \wedge S) \equiv \neg P \vee \neg S$$
$$\neg(\neg P \vee \neg S) \equiv P \wedge S$$
$$\neg(\neg P \vee \neg S) \equiv P \vee S$$
$$\forall x \neg S \equiv \neg \exists x S$$
$$\neg \forall x S \equiv \exists x \neg S$$
$$\forall x S \equiv \neg \exists x \neg S$$
$$\exists x S \equiv \neg \forall x \neg S$$

$\forall x \neg$ Likes(x,IceCream) $\quad \neg \exists x$ Likes(x,IceCream)
$\neg \forall x$ Likes(x,IceCream) $\quad \exists x \neg$Likes(x,IceCream)
$\forall x$ Likes(x,IceCream) $\quad \neg \exists x \neg$Likes(x,IceCream)
$\exists x$ Likes(x, IceCream) $\quad \neg \forall x \neg$Likes(x, IceCream)

كل الناس لاتحب البوظة.....لايوجد شخص يحب البوظة
ليس كل الناس تحب البوظة.....يوجد شخص لايحب البوظة
كل الناس تحب البوظة .....لايوجد شخص لايحب البوظة
يوجد شخص يحب البوظة .....ليس كل اناس لاتحب البوظة

بعض الخواص

- $\forall x \; \forall y$ is the same as $\forall y \; \forall x$
- $\exists x \; \exists y$ is the same as $\exists y \; \exists x$

- $\exists x \; \forall y$ is not the same as $\forall y \; \exists x$ لاتبديلي
- $\exists x \; \forall y$ Loves(x,y) يوجد شخص يحب كل الناس
- $\forall y \; \exists x$ Loves(x,y) كل الناس محبوبين من قبل شخص واحد على الأقل

$\exists x \; (\forall y$ Loves(x,y)) " أحد ما يملك خاصية أنه " يحب كل الناس
$\forall y \; (\exists x$ Loves(x,y)) "يوجد أحد ما يحبهم" أنه كل الناس يملكون خاصية

حساب المعلنات من الدرجة الأولى :

يقيم الوسطاء (التي تمثل أشياء) ولا **يقيم المعلنات و لا التوابع**

يتطلب حسابها منطق من درجة أعلى

$$\begin{cases} Marred(father(X), mother(Y)) \\ \forall x,y\ (x=y) \Leftrightarrow (\forall p\ p(x) \Leftrightarrow p(y)) \\ \forall f,g\ (f=g) \Leftrightarrow (\forall x\ f(x) \Leftrightarrow g(y)) \end{cases}$$

- كل التعابير في اللغة الطبيعية يمكن ان تمثل في منطق المعلنات
- هناك أكثر من إمكانية (شكل) لتمثيل تعبير محكي بتعبير منطقي

أمثلة

Mother of Zaid is marred with father of Zaid

$Marred(father(Zaid), mother(Zaid))$

Zaid lives in yellow house

1. $lives(Zaid, house) \wedge color(house, yellow)$
2. $\exists x\ house(x) \wedge color(x,yellow) \wedge lives(zaid,x)$

If Zaid has the car, then the car is green

1. $Has(Zaid, car) \Rightarrow color(car,green)$
2. $\exists x\ car(x) \wedge has(zaid,x) \Rightarrow color(x,green)$

Some person likes the scorpion

1. $\exists x\ (person(x) \wedge like(x,scorpion)$
2. $\exists x\ \forall y\ (person(x) \wedge scorpion(y) \Rightarrow like(x,y)$

all students pass exams

1. $\forall x\ student(X) \Rightarrow pass_exams(X)$
2. $\forall X\ (student(X) \Rightarrow \exists Y\ exam\ (Y) \wedge pass\ (X,Y))$

الإستنتاج في منطق FOL

مقدمات :

- if X is a parent of Y, then X older then Y
- If X is mother of Y, then X is a parent of Y
- Fatima is mother of Samira

نتائج :

- Fatima is older then Samira

الترجمة إلى FOL:

- $\forall X \forall Y$ parent(X,Y) $\Rightarrow$ older(X,Y)
- $\forall X \forall Y$ mother(X,Y) $\Rightarrow$ parent(X,Y)
- Mother(fatima, samira)

older(fatima, samira)

نحصل على الاستدلال انطلاقا من الحقائق و الوقائع و بعمليات التحويل اللغوي

قواعد الإستدلال Inference rules

$$\frac{\alpha \Rightarrow \beta,\ \alpha}{\beta}$$ Modus ponens
صيغة تأكيد

$$\frac{\neg\neg\alpha}{\alpha}$$ حذف النفي المزدوج

$$\frac{\alpha_1 \wedge \alpha_2 \wedge \ldots \wedge \alpha_n}{\alpha_i}$$ حذف الجمع المنطقي

$$\frac{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n}{\alpha_1 \wedge \alpha_2 \wedge \ldots \wedge \alpha_n}$$ إدخال الجمع المنطقي

$$\frac{\alpha_i}{\alpha_1 \vee \alpha_2 \vee \ldots \vee \alpha_n}$$ إدخال الطرح المنطقي

$$\frac{\alpha \vee \beta,\ \neg\beta \vee \gamma}{\alpha \vee \gamma}$$ الإقرار Resolution

$$\frac{\alpha \vee \beta, \neg\beta}{\alpha}$$

Unit Resolution

Inference rules for FOL قواعد الإستدلال لـ

Universal instantiation (UI) المثيل العام قاعدة جديدة

- Every instantiation of a universally quantified sentence is entailed by it:

$$\frac{\forall x\ \alpha}{\text{Subst}(\{x/k\}, \alpha)}$$

تعبير

نبدل كل المتغيرات X بالثوابت k

for any variable *x* and constant symbol k

- E.g., $\forall x\ King(x) \wedge Greedy(x) \Rightarrow Evil(x)$ yields:

  $King(John) \wedge Greedy(John) \Rightarrow Evil(John)$

  $King(Richard) \wedge Greedy(Richard) \Rightarrow Evil(Richard)$

  $King(Father(John)) \wedge Greedy(Father(John)) \Rightarrow Evil(Father(John))$

قاعدة جديدة المثيل الوجودي Existential instantiation (EI)

- For any sentence α, variable x, and constant symbol *k* that does not appear elsewhere in the knowledge base:

$$\frac{\exists x\ \alpha}{\text{Subst}(\{x/k\}, \alpha)}$$

- E.g., $\exists x\ Crown(x) \wedge OnHead(x, John)$ yields:

$$Crown(C_1) \wedge OnHead(C_1, John)$$

قاعدة جديدة إدخال التقييم الوجودي Existential Intoduction

- For any sentence α, variable x (does not exist in α) , and constant symbol *k* that appears in α :

$$\frac{\alpha}{\exists x \ \text{Subst}(\{k/x\}, \alpha)}$$

- E.g., Likes (Yasser, IceCream) yields:

$\exists x$ Likes (x, IceCream)