Calculo de Predicados

Cálculo de predicados

- uma linguagem de representação para a inteligência artificial
- Semântica formal bem definida e regras de inferência consistentes e completas

Cálculo proposicional
Símbolos e sentenças

- O primeiro passo para descrever uma linguagem é introduzir os elementos que a constituem: o seu conjunto de símbolos.

Definição

SÍMBOLOS DO CÁLCULO PROPOSICIONAL

Os *símbolos* do cálculo proposicional são os símbolos proposicionais:
P, Q, R, S, ...
os símbolos de valor verdade:
verdadeiro, falso
e os conectivos:
$\wedge, \vee, \neg, \rightarrow, \equiv$

Operadores

Operador Lógico	Símbolo	Símbolo Alternativo
Não é o caso que	$\sim$	$-$ *ou* $\neg$
E	&	. *ou* ^
Ou	$\vee$	
Se ... então	$\rightarrow$	$\supset$
Se e somente	$\leftrightarrow$	$\equiv$

Sentenças do Cálculo Proposicional

Definição

SENTENÇAS DO CÁLCULO PROPOSICIONAL

Cada símbolo proposicional e símbolo de valor verdade é uma sentença.
Por exemplo: verdadeiro, P, Q e R são sentenças.
A *negação* de uma sentença é uma sentença.
Por exemplo: $\neg$ P e $\neg$ falso são sentenças.
A *conjunção*, ou *e*, de duas sentenças é uma sentença.
Por exemplo: $P \wedge \neg P$ é uma sentença.
A *disjunção*, ou *ou*, de duas sentenças é uma sentença.
Por exemplo: $P \vee \neg P$ é uma sentença.
A *implicação* de uma sentença a partir de outra é uma sentença.
Por exemplo: $P \rightarrow Q$ é uma sentença.
A *equivalência* de duas sentenças é uma sentença.
Por exemplo: $P \vee Q \equiv R$ é uma sentença.
As sentenças válidas também são chamadas de *fórmulas bem formadas* ou *FBFs*.

Cálculo de predicados

- Em $P \wedge Q$, P e Q são chamados de *membros da conjunção.*
- Em $P \vee Q$, P e Q são chamados de *membros da disjunção.*
- Em $P \rightarrow Q$, P é a *premissa* ou *antecedente,* e Q é a *conclusão* ou *consequente.*
- Em sentenças do cálculo proposicional, os símbolos ( ) e [ ] são usados para agrupar símbolos em subexpressões e, assim, controlar a sua ordem de avaliação e significado.

Semântica do calculo proposicional

- Interpretar um conjunto de proposições, atribuindo valor verdade para cada símbolo proposicional
- Valor da negação: **¬ P**
  - Se P for V logo ¬ P é F
  - Se P for F logo ¬ P é V
- Valor da conjunção **∧**
  - V somente quando ambos os termos forem verdade, caso contrario o valor é V
- Valor da Disjunção **∨**
  - F somente quando ambos os termos da disjunção tiverem valor verdade F

Tabela Verdade

P	¬ P
V	F
F	V

P	¬ P	¬ ¬ P	¬ ¬ ¬ P
V	F	V	F
F	V	F	V

P	Q	P∧Q
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

P	Q	P∨Q
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Semântica do calculo proposicional

- Implicação →, é F somente quando a premissa, ou o símbolo antes da implicação, for V e o valor verdade do consequente ou símbolos após a implicação for F. Caso contrario ele é V
  - P → Q
- Equivalência ≡
  - V somente quando ambas as expressões tiverem o mesmo valor verdade para todas as interpretações possíveis, do contrário valor é F

Tabela Verdade

- Demonstrando equivalência de P→Q e ¬P∨Q

P	Q	¬P	¬P∨Q	P⇒Q	(¬P∨Q)=(P⇒Q)
V	V	F	V	V	V
V	F	F	F	F	V
F	V	V	V	V	V
F	F	V	V	V	V

Problema

- Interprete a letra sentencial ‘C’ como ‘Está chovendo’ e a letra ‘N’ como ‘Está nevando’, expresse a forma de cada sentença na notação do cálculo proposicional:

a) Está chovendo
b) Não está chovendo.
c) Está chovendo ou nevando.
d) Está chovendo e nevando.
e) Está chovendo, mas não está nevando.
f) Não é o caso que está chovendo e nevando.
g) Se não está chovendo, então está nevando.
h) Não é o caso que se está chovendo então está nevando
i) Não é o caso que se está nevando então está chovendo
j) Está chovendo se e somente se não está nevando
k) Não é o caso que está chovendo ou nevando
l) Se está nevando e chovendo, então está nevando
m) Se não está chovendo, então não é o caso que está nevando e chovendo
n) Ou está chovendo, ou está nevando e chovendo.
o) Ou está chovendo e nevando, ou está nevando mas não está chovendo

Respostas

a) C
b) ~C
c) C ∨ N
d) C ∧ N
e) C ∧ ~N
f) ~(C ∧ N)
g) ~C→N
h) ~(C→N)
i) ~(N→C)
j) C↔~N
k) ~(C ∨ N) ~C ∧ ~N
l) (N ∧ C) → N
m) ~C → ~(N ∧ C)
n) C ∨ (N ∧ C)
o) (C ∧ N) ∨ (N ∧ ~C)

Cálculo de predicados – Sintaxe Dos Predicados

- No cálculo proposicional, cada símbolo atômico (P, Q etc.) denota uma proposição individual única.
  - Não há como acessar os componentes de uma asserção individual.
  - O cálculo de predicados proporciona essa capacidade.
- O cálculo de predicados permite, também, que as expressões contenham variáveis, que nos permitem criar asserções gerais sobre classes de entidades.

13

Sintaxe dos predicados e das sentenças

- Alfabeto que compõe os símbolos do cálculo de predicado é:
  1. O conjunto de letras, tanto minúsculas quanto maiúsculas.
  2. O conjunto de dígitos, 0, 1,..., 9.
  3. Caractere de sublinhado
- *Símbolos* no cálculo de predicados começam com uma letra e são seguidos por uma sequência quer desses caracteres válidos.
- Entre os caracteres válidos do alfabeto de símbolos do cálculo de predicados se incluem

a R 6 9 p _ z

14

Cálculo de Predicados

- Exemplos de caracteres não incluídos no alfabeto:

% @ / &

- Entre os símbolos válidos do cálculo de predicados, estão incluídos:

George fogo3 tom_e_jerry bill XXXX amigos_de

- Exemplos de cadeias que não são símbolos válidos:

3jack nenhum espaço é permitido ab%cd **71 pato!!!

15

Sintaxe dos predicados e das sentenças

- Os parênteses "( )", as vírgulas "," e os pontos "." são usados apenas para construir expressões bem formadas, e não denotam objetos ou relações do mundo. Esses símbolos são chamados de *impróprios*.
- Os símbolos do cálculo de predicados podem representar *variáveis, constantes, funções* ou *predicados*.
- Uma *expressão funcional* é um símbolo funcional seguido de seus argumentos.
  - Os argumentos são elementos do domínio da função; o número de argumentos é igual à aridade da função.
  - Os argumentos se encontram entre parênteses, separados por vírgulas.

16

Expressão Funcional

- Expressão funcional é um símbolo funcional seguido de argumentos
- Argumentos são elementos do domínio da função
  - Exemplo:
    - f(X,Y)
    - pai(david)
    - Preço(bananas)
- Numero de argumentos é igual numero de elementos do domínio

17

Simbolos e termos

- Simbolos de verdade
  - Verdadeior e falso (reservados)
- Simbolos de constante
  - Expressões simbólicas que têm como primeiro caractere uma letra minúscula
- Simbolos de variável
  - São expressões simbólicas que começam com uma letra maiuscula
- Simbolos de função
  - Expressões simbólicas que indica o número de elementos do domínio que são mapeados para cada elemento do contradomínio

18

Predicados e Sentenças atômicas

- Símbolos de predicados são símbolos que começam com uma letra minúscula
- Predicados têm um inteiro positivo associado referido como número de argumentos (aridade) do predicado
  - Com mesmo nome, mas com diferentes aridades, são considerados distintos
- Valores verdade, verdadeiro e falso, são sentenças atômicas

19

Quantificadores

- Quantificadores de variáveis ∀ e ∃.
  - Restringem o significado de uma sentença que contém uma variável
  - ∀ é uma sentença é verdadeira para todos os valores da variável
  - ∃ indica que a sentença é verdadeira para pelo menos um valor
- Quantificador universal ∀ e quantificador existencial ∃.

20

Cálculo de predicados

- Sendo P, Q e R expressões proposicionais

$\neg(\neg P) \equiv P$
$(P \vee Q) \equiv (\neg P \rightarrow Q)$
a lei da contrapositiva: $(P \rightarrow Q) \equiv (\neg Q \rightarrow \neg P)$
a lei de "de Morgan": $\neg(P \vee Q) \equiv (\neg P \wedge \neg Q)$ e $\neg(P \wedge Q) \equiv (\neg P \vee \neg Q)$
as leis comutativas: $(P \wedge Q) \equiv (Q \wedge P)$ e $(P \vee Q) \equiv (Q \vee P)$
a lei associativa: $((P \wedge Q) \wedge R) \equiv (P \wedge (Q \wedge R))$
a lei associativa: $((P \vee Q) \vee R) \equiv (P \vee (Q \vee R))$
a lei distributiva: $P \vee (Q \wedge R) \equiv (P \vee Q) \wedge (P \vee R)$
a lei distributiva: $P \wedge (Q \vee R) \equiv (P \wedge Q) \vee (P \wedge R)$

21

Interprete a letra sentencial

22