

Lógica Computacional

Apresentação da Disciplina

Introdução

Inferência

Linguagem Natural e Linguagens de 1ª Ordem

Domínios de Aplicação

Introdução à Cadeira

Objectivos da Disciplina

A disciplina de Lógica Computacional, é uma unidade curricular obrigatória da LEI (2º ano, 1º semestre), com 6 unidades de crédito ECTS.

Na disciplina é feita uma introdução à **Lógica Proposicional e à Lógica de Predicados de primeira ordem**, focada nas noções de linguagem formal e de argumentação bem como da sua formalização em sistemas de dedução, sendo estudados 2 desses sistemas (dedução natural e resolução).

Livro de Texto principal

Language Proof and Logic (2nd edition).

Dave Barker-Plummer, Jon Barwise and John Etchemendy.

CSLI Publications, 2011.

Página da cadeira

ssdi.di.fct.unl.pt/lc

Lógica Computacional - Introdução

- Inteligência e Raciocínio
- Raciocínio e Pensamento Simbólico
- Símbolos e Linguagem
- Linguagens Simbólicas
 - Linguagem Natural – Português, Francês, Inglês, ...
 - Linguagem da Matemática (números, operações, funções, relações, ...)
 - Linguagens de Programação (Máquina, Assembler, Java, C, Prolog, ...)

Automatização do Raciocínio

- Inferência

- A partir de premissas (factos ou hipóteses) tirar conclusões

- Qual a validade da conclusão?

- O que significa validade?

- Tipos de Inferência

- Dedução
- Indução
- Abdução
- Indução Estrutural

Automatização do Raciocínio

Dedução

As bolas da caixa são todas pretas
Esta bola saiu da caixa
∴ Esta bola é preta

Abdução

As bolas da caixa são todas pretas
Esta bola é preta
∴ Esta bola saiu da caixa

Indução

Esta bola saiu da caixa e é preta
Esta outra também
E esta ainda
...
∴ Todas as bolas da caixa são pretas
∴ Todas as bolas pretas são da caixa

Indução Estrutural

Esta bola saiu da caixa e é preta
A cor de cada bola é igual à anterior
∴ Todas as bolas da caixa são pretas

Linguagem Natural

- Ambiguidade e Expressividade
 - A Maria é alta - A casa é alta
 - A Maria saltou à corda. Ela era muito velha.
- Quem desambigua?
 - Seres inteligentes com muito conhecimento de contexto
- Automatização do Raciocínio
 - Linguagens menos ambíguas
 - Menos Expressividade
 - Maior facilidade em encadear os raciocínios

Linguagens de 1ª Ordem

- Linguagens de 1ª Ordem
 - Constantes
 - Predicados
 - Funções

- Exemplos
 - Linguagem Natural (restringida)
 - Aritmética
 - Teoria de Conjuntos
 - O Mundo de Tarski

Linguagens de 1ª Ordem

Começamos com frases/proposições **simples**. Estas frases traduzem-se numa **fórmula de 1ª ordem com um só predicado**.

- A Maria é alta. O João conhece o pai do Pedro.
 - Constantes: {joão, maria, pedro}
 - Predicados: {Alta/1, Conhece/2}
 - Funções: {pai/1}

A Maria é alta
Alta(maria)

O João conhece o pai do Pedro
Conhece(joão,pai(pedro))

Mas

- A Maria conhece um amigo do João
 - Requer uma representação mais complexa – “amigos há muitos”

Nota: Para cada domínio de aplicação, deverá ser escolhida uma **assinatura**, que é o conjunto das constantes, funções e predicados a utilizar.

Regras de Tradução

- Constantes denotam “objectos”.
- Uma constante denota um só objecto. Um objecto pode ser denotado por 0 ou mais constantes.
- Funções denotam objectos. Os seus argumentos são constantes ou outras funções.
- **Nota:** Uma constante é uma função sem argumentos.
- Uma função com os seus argumentos não pode denotar dois objectos.
 - pai(joão) ok mas amigo(joão) ko
- A ordem dos argumentos (em predicados e funções) **não** é arbitrária.
 - A caneta que o Rui deu ao Nuno vs. a caneta que o Nuno deu ao Rui
o caneta(rui, nuno) vs. caneta(nuno, rui)
- **Convenção:** Constantes e funções começam com minúsculas.

Regras de Tradução

- Predicados correspondem
 - a propriedades de objectos
 - o A Maria é alta Alta(maria)
 - ou relações entre objectos
 - o A Maria conhece o Pedro. Conhece(maria, pedro)
 - o A Maria viu o Pedro na aula Ver(maria, pedro, aula)
- **Convenção:** Predicados começam com maiúsculas.
- A ordem dos argumentos em predicados **não** é arbitrária.
 - O Rui é mais alto que o Abel vs. O Abel é mais alto que o Rui
 - o MaisAlto(rui, abel) vs. MaisAlto(abel, rui)
- Em **lógica de 1ª ordem**, os argumentos de predicados são funções ou constantes, mas **NUNCA** outros predicados
 - O Rui pensa que o Jorge conhece a Sara
 - o Pensa(rui, Conhece(jorge,sara)) - **Não** é fórmula de 1ª ordem

A Linguagem da Aritmética

Assinatura:

- Constantes: Números Naturais
 - $SF_0 = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$
- Funções : Operações aritméticas
 - Unárias $SF_1 = \{-, +, !\}$
 - Binárias $SF_2 = \{+, -, *, /, ^, \text{mod}\}$
- Predicados: Relações de ordem
 - Binárias $SP_2 = \{=, \neq, <, >, \leq, \geq, \}$
- Exemplos:
 - $\geq(4, 3)$ cuja forma infixa é mais comum $4 \geq 3$
 - $>(+ (4, 1), 6)$ cuja forma infixa é mais comum $(4 + 1) > 6$
 - $=(+(! (5)), *(5, !(4)))$ ou usando as forma infixa, prefixa e posfixa $+5! = 5 * 4!$

A Linguagem da Teoria de Conjuntos

Assinatura:

- Constantes: Arbitrárias – vamos assumir apenas os números naturais e letras minúsculas para denotarem conjuntos
 - $SF_0 = \{0,1,2,3, \dots\} \cup \{a,b,c,d\}$
- Predicados: Relações de pertença e de igualdade
 - Binárias $SP_2 = \{=, \in\}$
- **Nota:** Há mais predicados (inclusão) mas não são necessários, podem ser definidos.
- Exemplos:
 - $1 \in a$ $2 \in a$ $1 \in b$ $2 \in b$ $3 \in b$
 - $a = b$ $1 = a$

A Linguagem Tarski (Mundo dos Blocos)

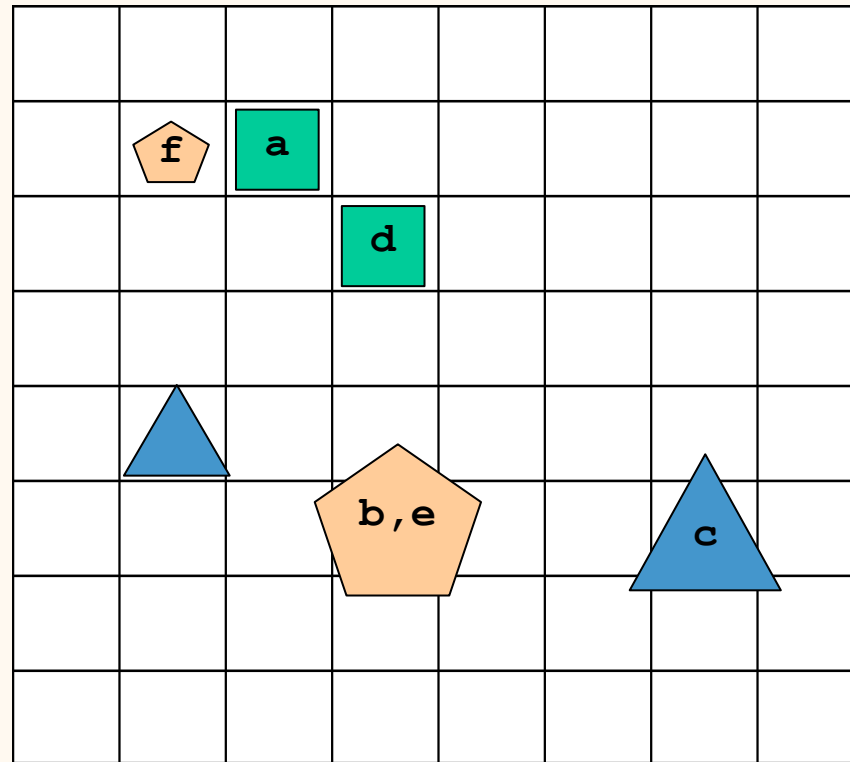
Assinatura:

- Constantes: nomes que se podem dar a blocos
 - $SF_0 = \{a, b, c, d, \dots\}$
- Predicados Unários: Propriedades de tamanho e tipo dos blocos.
 - $SP_1 = \{ \text{Cube, Tet, Dodec, Small, Medium, Large} \}$
- Predicados Binários: Igualdade e Relações de tamanho, tipo, posição entre blocos
 - $SP_2 = \{ =, \text{Larger, Smaller, SameSize, SameShape, FrontOf, BackOf, SameRow, LeftOf, RightOf, SameCol, Adjoins} \}$
- Predicados Ternários: Bloco entre 2 blocos (os 3 blocos alinhados)
 - $SP_3 = \{ \text{Between} \},$

Exemplos

- Tet(c)
- **Dodec(a)**
- Large(b)
- Medium(d)
- **Larger(a,c)**
- SameShape(a,d)
- **SameSize(c,f)**
- FrontOf(c,a)
- SameRow(b,c)
- LeftOf(b,c)
- **SameCol(b,c)**
- Adjoins(a,f)
- **Adjoins(a,d)**
- Between(d,a,c)
- Between(d,c,a)
- **Between(a,d,c)**
- $b = e$
- $a = d$

Um Mundo de Blocos (em 2D)



Aplicações à Informática

- Bases de Dados
 - Modelação
- Inteligência Artificial
 - Representação do Conhecimento
 - Raciocínio Automático
- Linguagens (e Modelos) de Programação
 - Semântica das Linguagens
 - Verificação de Propriedades de Programas
 - Linguagens de Programação em Lógica

Avaliação de Conhecimentos

Página da Cadeira: ssdi.di.fct.unl.pt/lc

Avaliação Contínua

- 4 mini-testes (todos com peso 25% - duração 1 hora)
 - 18 de Outubro[†]: capítulos 1 – 4 Datas sujeitas a alterações
 - 8 de Novembro[†]: capítulos 5 – 9
 - 29 de Novembro: capítulos 9 -13
 - 18 de Dezembro[†]: capítulos 15 – 18 (partes)

[†] Datas sujeitas a alterações

- Exame de Recurso

- Data e Hora a anunciar
- Não requer equivalência