

Universidade do Minho

2006/07	1.º Semestre 2.º Semestre Anual <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
DISCIPLINA Métodos de Programação I (530307) CURSO LESI	DOCENTE J.N. Oliveira – 406006

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.09.12 3.ª-feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	Apresentação da disciplina. Equipa docente. Programa da disciplina e seu enquadramento no plano de estudos. Teoria e método em programação. Arquitectura do “software”. Composicionalidade. Breve introdução à Programação funcional. Regime de avaliação. Bibliografia. Informação electrónica sobre a disciplina: URL: http://www.di.uminho.pt/~jno/html/mp1.html . O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.09.15 6.ª-feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	Análise de requisitos e sua captação funcional. Exemplo: gestão de listas de chamadas num telemóvel. Concepção composicional e reutilização. Representação de funções por diagramas. Domínio e codomínio de uma função. Setas $A \xrightarrow{f} B$. Notação funcional com ou sem variáveis. <i>Início do estudo dos combinadores de programas funcionais:</i> A composição $f \cdot g$ como combinador elementar de funções. Associatividade da composição: $f \cdot (g \cdot h) = (f \cdot g) \cdot h$ (2.8). Função identidade id . O polimorfismo de id e a propriedade $f \cdot id = id \cdot f = f$ e seu diagramas comutativo (2.10). Breves comentários sobre o <i>polimorfismo</i> de id . O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.09.19 3.ª-feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.):</i> O combinador $\langle f, g \rangle$ e o produto $A \times B$ (analogia com “struct” em C) e suas projecções. O combinador $[f, g]$ e o coproduto $A + B$ (analogia com “union” em C) e suas injecções. Propriedades de fusão- \times (2.24) e fusão- $+$ (2.40). O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 09.09.22 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p><i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.):</i> Propriedades universais de $\langle f, g \rangle$ (2.55) e de $[f, g]$ (2.57). Propriedades de reflexão-\times (2.30) e reflexão-$+$ (2.39). Propriedades de cancelamento-\times (2.20) e cancelamento-$+$ (2.38). Os combinadores $f \times g$ e $f + g$.</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.09.26 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p><i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.):</i> Apresentação da extensão <code>Mpi.hs</code> ao <code>Prelude.hs</code> do Haskell.</p> <p>Introdução à noção de isomorfismo entre tipos de dados. Motivação: a função $swap = \langle \pi_2, \pi_1 \rangle$, sua propriedade involutiva ($swap \cdot swap = id$) e o isomorfismo $A \times B \cong B \times A$.</p> <p>Funções bijectivas ou isomorfismos. Funções conversas. Síntese do isomorfismo <i>undistr</i> (2.49) que testemunha $(A \times B) + (A \times C) \cong A \times (B + C)$.</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.09.29 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p><i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.):</i> Lei da troca (2.47). Diagrama da lei da troca. Propriedades de absorção-$\times, +$ (2.25,2.41). Propriedades functoriais do produto (2.28,2.29) e do coproduto (2.42,2.43). Introdução à representação de predicados por guardas (2.60). Combinador condicional de McCarthy (2.59). Enunciado das leis de fusão do condicional de McCarthy (2.61,2.63):</p> $f \cdot (p \rightarrow g, h) = p \rightarrow f \cdot g, f \cdot h$ $(p \rightarrow f, g) \cdot h = (p \cdot h) \rightarrow (f \cdot h), (g \cdot h)$ <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.10.03 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p><i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.)</i> : Tipos elementares genéricos: 0, 1 e 2 (resp. <code>Void</code>, <code>()</code> e <code>Bool</code> em HASKELL). Seus isomorfismos: $A \times 1 \cong 1$, $A + 0 \cong 0$, $A \times 0 \cong 0$, etc. A função $! : A \rightarrow 1$. Funções constantes. O combinador \underline{c}. Propriedades. Polimorfismo da função constante: $\underline{c} = \underline{c} \cdot f$.</p> <p>O tipo de dados $1 + A$ (“apontador” para valores de tipo A) e sua utilização para a modelação de listas ligadas. A equação $L \cong 1 + A \times L$ (3.40). Breve discussão sobre a sua “resolução em ordem a L”.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.10.06 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p><i>Introdução aos tipos de dados indutivos</i> : Noção de estratégia indutiva. Transformada “pointfree” aplicada a funções recursivas. Interpretação das declarações <code>data</code> do Haskell. A álgebra <i>in</i> e sua inversa <i>out</i>.</p> <p>Tipos de dados recursivos vistos como equações. Expressões polinomiais de tipo. “Resolução” da equação (em L) $L \cong 1 + A \times L$ (3.40). A solução A^* (3.9). Observação do tipo L. Noção de <i>catamorfismo</i> de tipo L e sua analogia com o combinador <code>fold</code>.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.10.10 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p>Continuação da aula anterior. Propriedade universal do catamorfismo de listas:</p> $k = \llbracket g \rrbracket \Leftrightarrow k \cdot in = g \cdot Fk \quad (1)$ <p>onde $Fk = id + id \times k$ e <i>in</i>, <i>out</i> foram deduzidas na aula anterior. Dedução, a partir da lei anterior, das propriedades de reflexão e cancelamento-cata:</p> $\llbracket in \rrbracket = id \quad (2)$ $\llbracket g \rrbracket \cdot in = g \cdot F \llbracket g \rrbracket \quad (3)$ <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.10.13 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Estudo dos tipos indutivos (cont.)</i> : Derivação da lei de fusão-cata: $f \cdot (g) = (\beta) \quad \text{if} \quad f \cdot g = \beta \cdot F f \quad (4)$ Exemplo de aplicação: estudo da fusão <i>countIf p = length · filter p</i> O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.10.17 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	Continuação da aula anterior. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.10.20 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	Conclusão do estudo do exemplo da aula anterior. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.10.24 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	Dedução da lei de fusão de recursividade múltipla — vulg. lei de Fokkinga (3.74) — e do seu corolário “banana-split” (3.76). Exemplo de aplicação: função de cálculo da média de uma lista de inteiros. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.10.27 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	Noção de <i>anamorfismo</i> de um tipo e sua analogia com combinadores de tipo <i>unfold</i> . Noção de <i>hilomorfismo</i> e princípio da <i>hilo-factorização</i> algorítmica. Anamorfismos de listas. Exemplo: a função factorial. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.10.31 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	Apresentação do módulo <code>RList.hs</code> . Estudo da triologia <i>cata-ana-hilo</i> associada ao tipo <code>RList</code> . Exemplo introdutório: função factorial. O algoritmo de cálculo do quadrado de um número visto como hilomorfismo sobre a estrutura <code>RList a</code> . O algoritmo de ordenação por inserção simples <code>iSort</code> visto como hilomorfismo sobre a estrutura <code>RList a</code> . O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.11.03 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Apresentação do módulo BTree.hs</i> : Estudo da triologia <i>cata-ana-hilo</i> associada ao tipo <code>BTree</code> . Exemplo: o hilomorfismo <code>qSort</code> ('quick sort'). Estudo do hilomorfismo <code>hanoi</code> (torres de Hanói). O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.11.07 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Apresentação do módulo LTree.hs</i> : Estudo da triologia <i>cata-ana-hilo</i> associada ao tipo <code>LTree</code> . O hilomorfismo <code>mSort</code> ('merge sort') e sua comparação com <code>iSort</code> e <code>qSort</code> como exmplo de transferência de carga algorítmica entre os genes de um hilomorfismo. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.11.10 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Apresentação do módulo LTree.hs</i> : Exemplos: os hilomorfismos <code>dfac</code> (<i>duplo factorial</i>) e <code>fib</code> (<i>série de Fibonacci</i>). O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.11.14 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Noções de functor e bifunctor</i> : Introdução ao conceito de <i>functor de tipo</i> ('type functor'). Síntese de <code>fmap</code> para o tipo <code>LTree</code> como um catamorfismo. Repetição do exercício anterior para <code>BTree</code> . Generalização: noção de functor. Propriedades functoriais — preservação da identidade (3.44) e da composição (3.45). O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.11.17 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p><i>Parametrização e polimorfismo</i> : Exemplos simples de functor: functor identidade e functor constante.</p> <p>Functores em HASKELL: a class <code>Functor</code> e o operador <code>fmap</code>. Papel dos funtores na parametrização e polimorfismo. Propriedade natural de uma função polimórfica ϕ (2.54):</p> $ \begin{array}{ccc} A & & F A \xleftarrow{\phi} G A \\ f \downarrow & & \downarrow F f \quad \downarrow G f \\ B & & F B \xleftarrow{\phi} G B \end{array} \quad (F f) \cdot \phi = \phi \cdot (G f) $ <p>Noção de bi-functor. Propriedades (3.46,3.47). Bi-funtores em HASKELL: a class <code>BiFunctor</code> e o operador <code>bmap</code>. Exemplos: bifuntores produto e coproduto. Funtores polinomiais.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO																																
Teórica 06.11.21 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p><i>Parametrização e polimorfismo (conclusão)</i> : Definição genérica de um tipo indutivo de dados. Noção de <i>functor de base</i>. Operadores <code>fmap</code> vs catamorfismos: Politipismo da definição $T a \cong B(a, T a)$ de um tipo indutivo genérico paramétrico. Noção de <i>functor de tipo</i> e sua formulação genérica como o catamorfismo $T f \stackrel{\text{def}}{=} (in \cdot B(f, id))$ (3.66).</p> <p>Classificação algorítmica. Catálogo de tipos polinomiais indutivos (3.68). Quadro sinóptico dos principais algoritmos analisados e estudados ao longo da disciplina:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Classe</th> <th>B(A,X)</th> <th>Serialização</th> <th>Ordenação</th> <th>Inversão</th> <th>Factorial</th> <th>Quadrado</th> <th>Outros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>RList</i></td> <td>$1 + A \times X$</td> <td><i>cRList2h</i></td> <td><i>iSort</i></td> <td><i>invl</i></td> <td><i>fac</i></td> <td><i>sq</i></td> <td><i>look</i></td> </tr> <tr> <td><i>BTree</i></td> <td>$1 + A \times X^2$</td> <td><i>in/pré/pós</i></td> <td><i>qSort</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><i>hanoi, traces</i></td> </tr> <tr> <td><i>LTree</i></td> <td>$A + X^2$</td> <td><i>tips</i></td> <td><i>mSort</i></td> <td><i>invLTree</i></td> <td><i>dfac</i></td> <td><i>dsq</i></td> <td><i>fib</i></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>	Classe	B(A,X)	Serialização	Ordenação	Inversão	Factorial	Quadrado	Outros	<i>RList</i>	$1 + A \times X$	<i>cRList2h</i>	<i>iSort</i>	<i>invl</i>	<i>fac</i>	<i>sq</i>	<i>look</i>	<i>BTree</i>	$1 + A \times X^2$	<i>in/pré/pós</i>	<i>qSort</i>				<i>hanoi, traces</i>	<i>LTree</i>	$A + X^2$	<i>tips</i>	<i>mSort</i>	<i>invLTree</i>	<i>dfac</i>	<i>dsq</i>	<i>fib</i>
Classe	B(A,X)	Serialização	Ordenação	Inversão	Factorial	Quadrado	Outros																										
<i>RList</i>	$1 + A \times X$	<i>cRList2h</i>	<i>iSort</i>	<i>invl</i>	<i>fac</i>	<i>sq</i>	<i>look</i>																										
<i>BTree</i>	$1 + A \times X^2$	<i>in/pré/pós</i>	<i>qSort</i>				<i>hanoi, traces</i>																										
<i>LTree</i>	$A + X^2$	<i>tips</i>	<i>mSort</i>	<i>invLTree</i>	<i>dfac</i>	<i>dsq</i>	<i>fib</i>																										

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.11.24 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p>Propriedade universal (3.57) de um catamorfismo ($\lceil f \rceil$) do tipo genérico $T a \cong B(a, T a)$ e suas derivadas: cancelamento-cata (3.59) e reflexão-cata (3.58). As lei genéricas de fusão-cata (3.61) e absorção-cata (3.67).</p> <p><i>Introdução à composição funcional monádica</i> : Motivação: funções parciais e sua composição.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.11.28 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Não houve aula devido à participação do docente em reunião científica internacional</i> O DOCENTE _____

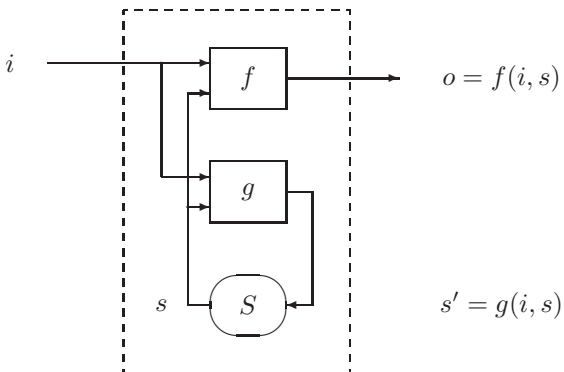
AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.12.01 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Feriado nacional</i> O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.12.05 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<p><i>Composição funcional monádica</i> : Multi-funções (funções que dão listas como resultado) e sua composição. Definição da composição $f \bullet g$ em ambos os casos (4.1,4.3). Generalização: funtores que são mónadas. Composição monádica (4.4) em geral:</p> $f \bullet g \stackrel{\text{def}}{=} \mu \cdot F f \cdot g$ <pre> F(F C) ←^{F f} F B ←^g A μ ⋮ v F C ←^f B </pre> <p>Os operadores μ e u e seus axiomas (4.5,4.6).</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.12.08 6. ^a -feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Feriado nacional</i> O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 06.11.12 3. ^a -feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)	<i>Não houve aula devido à participação do docente em reunião científica internacional</i> O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 06.12.15 6.^a-feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)</p>	<p>Mónadas versus funtores. Mónadas em HASKELL— a class <code>Monad</code> e os operadores <code>return</code> e <code>(>>=)</code> (4.16). O operador <code>(>>)</code> e a notação <code>do</code> (4.18). Exemplos: listas e <code>Maybe</code>. Notação em compreensão (4.21). Uso da notação-<code>do</code> para exprimir propriedades, eg.</p> $\mu(\mu x) = x >> \mu \quad (5)$ <p>equivalente a (4.5) e</p> $\mu(\text{return } x) = x >> \text{return} = x \quad (6)$ <p>equivalente a (4.6). O facto</p> $\text{do } \{ a \leftarrow x ; \text{return}(f a) \} = (F f) x \quad (7)$ <p>válido para toda a mónada F.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 05.12.19 3.^a-feira, 09h00-10h00 Sala CP1-A5 (LESI)</p>	<p><i>A mónada de estado e suas transformações</i> : Noção de serviço em informática. Automação de serviços. Exemplos: uma caixa multibanco; uma base de dados; um <i>stack</i>. Noção de estado interno (base de dados) de um serviço. A função de transição de um autómato determinístico vista como um “split” de duas funções, uma (g) que altera o estado interno (s) e outra (f) que devolve o resultado:</p>  <p>A mónada de (transição de) estado</p> $\text{ST } A = S \longrightarrow (A \times S) \quad (8)$ <p>e sua utilização para modelar a transição de estado de um autómato, por exemplo (v.s.f.f.)</p>

<i>(cont.)</i>	$pop() = \langle head, tail \rangle \quad (\text{para estados não vazios}) \quad (9)$ $push\ n = \langle \underline{ok}, (n :) \rangle \quad (10)$ <p>Preenchimento do questionário de avaliação da disciplina.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>
----------------	---

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 06.12.22 6.^a-feira, 16h00-17h00 Sala CP1-A5 (LESI)</p>	<p>Previsto</p> <p>Componentes da mónada de estado:</p> $u\ a = \langle \underline{a}, id \rangle \quad (11)$ $\mu\ \langle f, g \rangle = f' \cdot g \quad \text{onde } f'\ s = (f\ s)s \quad (12)$ <p>Estudo do ficheiro <code>SMonad.hs</code> do material pedagógico. Combinação de mónadas: transformadores de mónadas. Mónada de estado transformada por outra mónada M:</p> $STM\ A = S \longrightarrow M(A \times S) \quad (13)$ <p>Exemplo: computações com estado e IO: modelo típico de um autómato determinístico interativo (ficheiro <code>SIMonad.hs</code> do material pedagógico). Projecto de software “por camadas”: a camada puramente funcional, a camada reactiva e a camada interactiva. Exemplo de aplicação: serviço de gestão de listas de chamadas num telemóvel (ficheiro <code>mobile.hs</code> do material pedagógico). Epílogo: explicação da versão de μ que consta do ficheiro <code>Mpi.hs</code> — μ definida em termos de <i>bind</i>,</p> $\mu = (>>=id) \quad (14)$ <p>cf.</p> $\begin{aligned} \mu\ x &= x >>= id \\ &= \{ (4.16) \} \\ &= (\mu \cdot F\ id)x \\ &= \{ (3.44) \} \\ &= (\mu \cdot id)x \\ &= \{ (2.10) \} \\ &= \mu\ x \end{aligned}$ <p style="text-align: right;"><i>(v.s.f.f.)</i></p>

<p><i>(cont.)</i></p>	<p>Síntese final. Revisão dos sumários. Articulação da disciplina com outras que se lhe seguem no plano de estudos. Encerramento da disciplina.</p> <p>O DOCENTE _____</p>
-----------------------	--