

Índice

| | |
|---|-----------|
| Prefacio | XV |
| 1. Sistemas basados en reglas | 1 |
| 1.1. Objetivos | 1 |
| 1.2. Introducción | 1 |
| 1.3. Modelo de representación procedimental | 3 |
| 1.4. Modelo de sistemas basados en reglas (SBR) | 6 |
| 1.4.1. Estructura básica | 7 |
| 1.4.2. Relaciones entre los elementos del sistema | 9 |
| 1.5. Estructura de la regla | 9 |
| 1.6. Mecanismos de inferencia | 11 |
| 1.6.1. Comparación de patrones | 12 |
| 1.6.2. Encadenamiento de reglas | 14 |
| 1.7. Control del razonamiento | 15 |
| 1.7.1. Hechos de control | 16 |
| 1.7.2. Prioridades en las reglas | 16 |
| 1.7.3. Activación de módulos | 16 |
| 2. Introducción a CLIPS | 19 |
| 2.1. Objetivos | 19 |
| 2.2. Introducción histórica a CLIPS | 19 |
| 2.3. Componentes de CLIPS | 21 |
| 2.4. Entorno de programación de CLIPS | 22 |
| 2.4.1. Entorno MS-DOS | 22 |
| 2.4.2. Entorno Windows | 22 |
| 2.5. Interfaz de menús de CLIPS | 24 |
| 2.5.1. Menú de ficheros | 24 |
| 2.5.2. Menú de edición | 25 |
| 2.5.3. Menú de buffer | 26 |
| 2.5.4. Menú de ejecución | 26 |
| 2.5.5. Menú de visualización | 28 |
| 2.5.6. Menú de ventanas | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.7. Menú de ayuda | 30 |
| 2.6. Modos de utilización de CLIPS | 30 |
| 2.7. Creación y ejecución de un programa | 31 |
| 2.8. Programa HolaMundo en CLIPS | 32 |
| 2.9. Notación BNF | 33 |
| 2.10. Elementos básicos de programación en CLIPS | 34 |
| 2.10.1. Tipos de datos en CLIPS | 34 |
| 2.10.2. Campos, valores y variables | 37 |
| 2.10.3. Funciones | 38 |
| 2.10.4. Constructores | 39 |
| 2.11. Los comentarios de código | 40 |
| 3. Hechos y variables globales | 43 |
| 3.1. Objetivos | 43 |
| 3.2. Introducción | 43 |
| 3.3. Especificación de hechos | 44 |
| 3.4. Tipos de hechos | 45 |
| 3.4.1. Hechos ordenados | 45 |
| 3.4.2. Hechos no ordenados | 47 |
| 3.5. Órdenes de manejo de hechos | 49 |
| 3.5.1. Afirmando hechos | 50 |
| 3.5.2. Visualizando hechos | 51 |
| 3.5.3. Hechos iniciales | 52 |
| 3.5.4. Reiniciando hechos | 53 |
| 3.5.5. Limpiando la base de hechos | 54 |
| 3.5.6. Eliminando hechos | 54 |
| 3.5.7. Órdenes de depuración | 56 |
| 3.6. Variables globales | 58 |
| 3.7. Ejercicios resueltos | 60 |
| 4. Hechos plantilla | 67 |
| 4.1. Objetivos | 67 |
| 4.2. Introducción | 67 |
| 4.3. Definición de una plantilla | 68 |
| 4.4. Número y tipos de campos en una plantilla | 69 |
| 4.5. Propiedades de los campos de una plantilla | 69 |
| 4.5.1. Propiedad para especificar el tipo | 70 |
| 4.5.2. Propiedad para especificar los valores permitidos | 71 |
| 4.5.3. Propiedad para especificar un rango de valores permitidos | 72 |
| 4.5.4. Propiedad para especificar la cardinalidad | 73 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5.5. Especificar los valores por defecto | 74 |
| 4.6. Órdenes de manejo de plantillas | 76 |
| 4.6.1. Listar todas las plantillas | 76 |
| 4.6.2. Mostrar una plantilla | 77 |
| 4.6.3. Borrar una plantilla | 77 |
| 4.7. Modificar y duplicar un hecho plantilla | 78 |
| 4.8. Plantillas implícitas | 79 |
| 4.9. Ejercicios resueltos | 79 |
| 5. Hechos iniciales | 85 |
| 5.1. Objetivos | 85 |
| 5.2. Introducción | 85 |
| 5.3. Definición de hechos iniciales | 86 |
| 5.4. Forma apropiada de trabajar con hechos iniciales | 87 |
| 5.5. Expresiones dinámicas en un hecho | 88 |
| 5.6. Órdenes de manejo de hechos iniciales | 89 |
| 5.6.1. Listado de todos los hechos iniciales | 89 |
| 5.6.2. Mostrar un conjunto de hechos iniciales | 89 |
| 5.6.3. Reinicio y borrado de todos los hechos iniciales | 90 |
| 5.6.4. Borrado de hechos iniciales | 90 |
| 5.7. Ejercicios resueltos | 91 |
| 6. Reglas: aspectos fundamentales | 97 |
| 6.1. Objetivos | 97 |
| 6.2. Introducción | 97 |
| 6.3. Definición de reglas | 98 |
| 6.4. Ejecución de reglas | 100 |
| 6.4.1. Conceptos básicos | 100 |
| 6.4.2. Ciclo de ejecución de reglas | 102 |
| 6.5. ECs patrón simples | 107 |
| 6.6. Comodines | 109 |
| 6.7. Variables | 112 |
| 6.8. Restricciones conectivas | 113 |
| 6.9. Restricciones predicado | 116 |
| 6.10. Restricciones de valor devuelto | 117 |
| 6.11. Sintaxis del EC patrón | 119 |
| 6.12. Captura de direcciones de hechos | 119 |
| 6.13. Ejercicios resueltos | 120 |

| | |
|---|------------|
| 7. Reglas: elementos avanzados | 129 |
| 7.1. Introducción | 129 |
| 7.2. <i>EC test</i> | 129 |
| 7.3. <i>EC or</i> | 130 |
| 7.4. <i>EC and</i> | 132 |
| 7.5. <i>EC not</i> | 133 |
| 7.6. <i>EC exists</i> | 136 |
| 7.7. <i>EC forall</i> | 137 |
| 7.8. <i>EC logical</i> | 139 |
| 7.9. Prioridades | 143 |
| 7.10. Órdenes relacionadas | 144 |
| 7.11. Ejercicios resueltos | 145 |
| | |
| 8. Funciones | 157 |
| 8.1. Objetivos | 157 |
| 8.2. Introducción | 157 |
| 8.3. Definición de funciones convencionales | 158 |
| 8.4. Definición de funciones genéricas | 160 |
| 8.4.1. Índices | 164 |
| 8.4.2. Restricciones de los parámetros | 164 |
| 8.4.3. El parámetro multicampo | 166 |
| 8.5. Ejecución genérica | 168 |
| 8.6. Funciones convencionales y funciones genéricas | 169 |
| 8.7. Órdenes relacionadas | 170 |
| 8.8. Ejercicios resueltos | 171 |
| | |
| 9. Módulos | 179 |
| 9.1. Objetivos | 179 |
| 9.2. Introducción | 179 |
| 9.3. Definición de módulos | 180 |
| 9.4. Especificación de módulos | 181 |
| 9.5. Importación y exportación | 184 |
| | |
| 10. Control del razonamiento | 189 |
| 10.1. Objetivos | 189 |
| 10.2. Introducción | 189 |
| 10.3. Hechos de control | 190 |
| 10.4. Prioridades | 196 |
| 10.5. Módulos | 200 |
| 10.6. Ejercicios resueltos | 210 |

| | |
|--|------------|
| 11. Programación orientada a objetos con CLIPS | 215 |
| 11.1. Objetivos | 215 |
| 11.2. Introducción | 215 |
| 11.2.1. Características específicas de COOL | 216 |
| 11.2.2. Sistema de clases predefinidas en Clips | 217 |
| 11.3. Definición de clases | 217 |
| 11.4. Los campos y las facetas | 220 |
| 11.4.1. Tipo de un campo | 221 |
| 11.4.2. Valor por defecto | 221 |
| 11.4.3. Almacenamiento | 221 |
| 11.4.4. Acceso | 222 |
| 11.4.5. Herencia | 222 |
| 11.4.6. Fuente | 222 |
| 11.4.7. Comparación de patrones | 223 |
| 11.4.8. Visibilidad | 223 |
| 11.4.9. Creación de gestores de acceso | 223 |
| 11.4.10. Faceta “para actualizar” | 224 |
| 11.4.11. Restricciones de los campos | 224 |
| 11.5. El constructor <i>defmessage-handler</i> | 224 |
| 11.5.1. Gestores de mensajes predefinidos | 226 |
| 11.5.2. Demonios | 227 |
| 11.5.3. Envío de mensajes | 228 |
| 11.6. Manipulación de instancias | 229 |
| 11.6.1. Creación de <i>instancias</i> | 230 |
| 11.6.2. Borrado de <i>instancias</i> | 231 |
| 11.6.3. Lectura de campos | 232 |
| 11.6.4. Modificación de <i>instancias</i> | 232 |
| 11.6.5. Reinicialización de <i>instancias</i> | 232 |
| 11.6.6. Duplicando <i>instancias</i> | 232 |
| 11.6.7. Sobre la comparación de patrones en las reglas | 233 |
| 11.7. Conjuntos de <i>instancias</i> | 234 |
| 11.7.1. Definición de conjunto de <i>instancias</i> | 236 |
| 11.7.2. Funciones de consulta sobre conjuntos de <i>instancias</i> | 236 |
| 11.7.3. Acciones sobre conjuntos de <i>instancias</i> | 237 |
| 11.8. Ejercicios resueltos | 238 |
| 12. Funciones definidas por el sistema | 245 |
| 12.1. Objetivos | 245 |
| 12.2. Funciones predicado | 245 |
| 12.2.1. Tipo número | 245 |

| | |
|--|-----|
| 12.2.2. Tipo número real | 246 |
| 12.2.3. Tipo número entero | 246 |
| 12.2.4. Tipo lexema | 246 |
| 12.2.5. Tipo cadena | 246 |
| 12.2.6. Tipo símbolo | 246 |
| 12.2.7. Números pares | 247 |
| 12.2.8. Números impares | 247 |
| 12.2.9. Valores multicampo | 247 |
| 12.2.10. Direcciones externas | 247 |
| 12.2.11. Igualdad | 248 |
| 12.2.12. Desigualdad | 248 |
| 12.2.13. Igualdad de números | 249 |
| 12.2.14. Desigualdad de números | 249 |
| 12.2.15. Mayor que | 250 |
| 12.2.16. Mayor o igual que | 250 |
| 12.2.17. Menor que | 251 |
| 12.2.18. Menor o igual que | 251 |
| 12.2.19. Conjunción lógica | 252 |
| 12.2.20. Disyunción lógica | 252 |
| 12.2.21. Negación lógica | 252 |
| 12.3. Funciones multicampo | 252 |
| 12.3.1. Creación de valores multicampo | 253 |
| 12.3.2. Número de valores de un multicampo | 253 |
| 12.3.3. Especificación de un elemento | 253 |
| 12.3.4. Búsqueda de un elemento | 254 |
| 12.3.5. Comparación de valores multicampo | 254 |
| 12.3.6. Borrado de campos | 255 |
| 12.3.7. Valores multicampo a partir de cadenas | 256 |
| 12.3.8. Cadenas a partir de valores multicampo | 256 |
| 12.3.9. Subsecuencia de un valor multicampo | 257 |
| 12.3.10. Sustitución de campos en un valor multicampo | 257 |
| 12.3.11. Inserción de campos en un valor multicampo | 258 |
| 12.3.12. Primer campo de un valor multicampo | 258 |
| 12.3.13. Resto de campos de un valor multicampo | 259 |
| 12.4. Funciones de Cadena | 259 |
| 12.4.1. Concatenación de cadenas | 259 |
| 12.4.2. Concatenación de símbolos | 259 |
| 12.4.3. Obtención de una subcadena | 260 |
| 12.4.4. Búsqueda de una subcadena | 260 |
| 12.4.5. Evaluación de una función dentro de una cadena | 261 |

| | |
|---|-----|
| 12.4.6. Evaluación de un constructor dentro de una cadena | 261 |
| 12.4.7. Conversión a mayúsculas | 262 |
| 12.4.8. Conversión a minúsculas | 262 |
| 12.4.9. Comparación de cadenas | 263 |
| 12.4.10. Longitud de una cadena | 263 |
| 12.4.11. Conversión de cadena a símbolo | 263 |
| 12.5. El sistema de E/S de CLIPS | 264 |
| 12.5.1. Nombres lógicos | 264 |
| 12.5.2. Apertura de un fichero | 264 |
| 12.5.3. Cierre de un fichero | 266 |
| 12.5.4. Escritura | 267 |
| 12.5.5. Lectura de campos | 267 |
| 12.5.6. Lectura de líneas | 268 |
| 12.5.7. Salida formateada | 269 |
| 12.5.8. Cambio de nombre de un fichero | 271 |
| 12.5.9. Borrado de un fichero | 272 |
| 12.6. Funciones matemáticas | 272 |
| 12.6.1. Suma | 273 |
| 12.6.2. Diferencia | 273 |
| 12.6.3. Producto | 274 |
| 12.6.4. División | 274 |
| 12.6.5. División entera | 275 |
| 12.6.6. Máximo valor numérico | 275 |
| 12.6.7. Mínimo valor numérico | 276 |
| 12.6.8. Valor absoluto | 276 |
| 12.6.9. Conversión a real | 276 |
| 12.6.10. Conversión a entero | 277 |
| 12.6.11. Funciones trigonométricas | 277 |
| 12.6.12. Conversión de grados a grados decimales | 278 |
| 12.6.13. Conversión de grados a radianes | 279 |
| 12.6.14. Conversión de grados decimales a grados | 279 |
| 12.6.15. Conversión de radianes a grados | 279 |
| 12.6.16. El número π | 280 |
| 12.6.17. Raíz cuadrada | 280 |
| 12.6.18. Potencia | 280 |
| 12.6.19. Exponenciación | 281 |
| 12.6.20. Logaritmo neperiano | 281 |
| 12.6.21. Logaritmo decimal | 281 |
| 12.6.22. Redondeo | 282 |
| 12.6.23. Módulo | 282 |

| | |
|---|------------|
| 12.7. Funciones procedimentales | 283 |
| 12.7.1. Asignación | 283 |
| 12.7.2. Sentencia condicional <i>si</i> | 284 |
| 12.7.3. Sentencia condicional por casos | 285 |
| 12.7.4. Bucle <i>mientras</i> | 286 |
| 12.7.5. Bucle <i>para</i> | 286 |
| 12.7.6. Función <i>progn</i> | 287 |
| 12.7.7. Función <i>progn\$</i> | 288 |
| 12.7.8. Función <i>return</i> | 288 |
| 12.7.9. Función <i>break</i> | 289 |
| 12.8. Funciones definidas por COOL | 290 |
| 12.8.1. Predicado superclase | 290 |
| 12.8.2. Predicado subclase | 290 |
| 12.8.3. Lista de superclases | 290 |
| 12.8.4. Lista de subclases | 291 |
| 12.8.5. Clase de una <i>instancia</i> | 291 |
| 12.8.6. Nombre de una <i>instancia</i> | 291 |
| 13. Problemas resueltos | 293 |
| 13.1. Objetivos | 293 |
| 13.2. Clasificación de gemas | 293 |
| 13.2.1. Solución 1 | 293 |
| 13.2.2. Solución 2 | 295 |
| 13.2.3. Solución 3 | 297 |
| 13.3. Mundo de bloques 1 | 301 |
| 13.4. Mundo de bloques 2 | 305 |
| 13.5. Préstamos bibliotecarios | 309 |
| 13.6. Operaciones de conjunto | 313 |
| Bibliografía | 317 |
| Índice de figuras | 319 |
| Índice de tablas | 321 |
| Índice temático | 323 |