LISP

- Contenido
  - Programación funcional y recursiva
    - Ejemplos
  - Organización de memoria
  - Funciones anónimas
  - Variables. Alcances

Programación recursiva frente a iterativa

- Programación recursiva
  - » Implementación intuitiva
  - » La traducción de la solución recursiva de un problema (caso base y caso recursivo) a código LISP es prácticamente inmediata
  - » Útil cuando hay varios niveles de anidamiento
    - – La solución para un nivel es válida para el resto.
  - » La interpretación y comprensión del código puede ser compleja.
    - – Es importante llegar a un compromiso entre la claridad de la programación y la eficiencia en la misma.
- Programación iterativa
  - » Con mapcar
  - » Con bucles (dolist, dotimes, etc.)
    - – Desaconsejado

Ejemplos de recursividad, (1)

- Contar los átomos de cualquier expresión LISP:

```
> (defun cuenta-atomos (expr)
     (cond ((null expr) 0)
           ((atom expr) 1)
           (t (+ (cuenta-atomos (first expr))
                 (cuenta-atomos (rest expr))))))

> (cuenta-atomos '(a (b c) ((d e) f)))
  6
```


Ejemplos de recursividad, (2)

- Número de sublistas de una lista

```
>(defun sublistas (expresion)
   (cond ((or (null expresion) (atom expresion))
                                0)
         (t (+ (if (atom (first expresion)) 0 1)
               (sublistas (first expresion))
               (sublistas (rest expresion))))))


> (sublistas '(a (b c) ((d e) f))) >>>
   3
```

Ejemplos de recursividad, (3)

- Producto escalar:
  - » (producto '(2 3) '(4 5)) >>> 23
  - » 2 x 4 + 3 x 5 = 23
- Versiones válidas:
  - » Versión recursiva:

```
> (defun producto (vector1 vector2)
    (if (or (null vector1) (null vector2))
      0
      (+ (* (first vector1) (first vector2))
         (producto (rest vector1) (rest vector2)))))
```

  - » Versión con mapcar

```
>(defun producto (vector1 vector2)
     (apply #'+ (mapcar #'* vector1 vector2)))
```


Ejemplos de recursividad, (4)

- Versión iterativa no recomendada del producto escalar

```
> (defun producto (vector1 vector2)
    (let ((suma 0))
       (dotimes (i (length vector1))
          (setf suma
               (+ suma (* (nth i vector1)
                          (nth i vector2)))))
        suma))
```

Ejemplos de recursividad, (5)

- Profundidad máxima de listas anidadas

```
> (defun profundidad-maxima (expresion)
     (cond ((null expresion) 0)
           ((atom expresion) 1)
           (t (+ 1
              (apply #'max
                     (mapcar #'profundidad-maxima
                               expresion))))))

>>> PROFUNDIDAD-MAXIMA
> (profundidad-maxima '(1))
>>>> 2
> (profundidad-maxima '((1 (2 (3))) 4))
>>>> 5
```


Ejemplos de recursividad, (6)

- Ejemplo del cálculo de la potencia de un número optimizada (poco amigable)

```
> (defun potencia (x n)
  ;;  "Optimizacion calculo potencia"
  (cond ((= n 0) 1)
        ((evenp n) (expt (potencia x (/ n 2)) 2)
             )
        (t (* x (potencia x (- n 1))))))

> (potencia 2 3)
  8
```

Organización de la memoria (1)

- Celdas CONS
  - » Formadas por 2 punteros: CAR y CDR
  - » La función CONS crea una celda CONS a partir de memoria libre

```
> (CONS arg1 arg2)
```

arg1: inicializa la celda CAR
arg2: inicializa la celda CDR

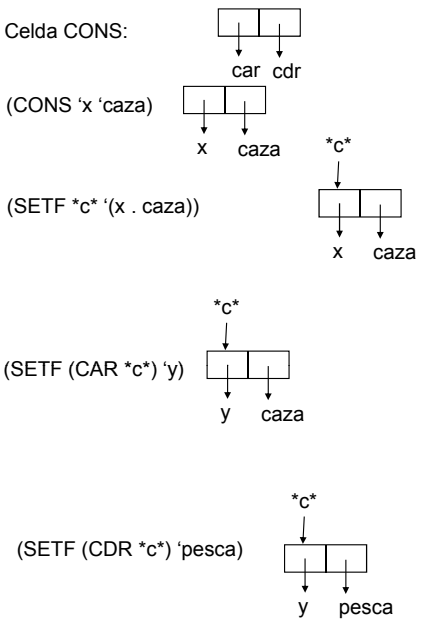
```
> (CONS 'x 'caza)
   (x . caza)
```

La notación par-punto es la utilizada por LISP para indicar los elementos apuntados por el CAR y el CDR de una celda CONS. Cuando CDR apunta a NIL, LISP simplifica esta notación no mostrando dicho elemento apuntado.

- MODIFICACIÓN DE CELDAS CONS
  - » Con `SETF`
    - arg1: dirección de puntero en memoria
    - arg2: la nueva dirección que deseamos que contenga arg1

```
> (SETF *c* '( x . caza))
   (x . caza)
> (SETF (CAR *c*) 'y)
   (y . caza)
> (SETF (CDR *c*) 'pesca)
   (y . pesca)
> *c*
   (y . pesca)
```


Organización de la memoria (2)



Organización de la memoria (3)

- Disgregación de celdas CONS
  - » Asignando NIL al CDR de la/s celda/s que deseamos disgregar
  - » Creando nuevas celdas CONS con SETF

```
>(SETF *d* '(A B C))
   (A B C)
>(SETF *d2* (CDR *d*))
   (B C)
>*d*
   (A B C)
>(SETF (CDR *d*) nil)
   nil
>(SETF *d3* (CDR *d2*))
   (C)
>(SETF (CDR *d2*) nil)
   nil
```

- cada vez que el CDR de una celda se apunta a NIL, el resto de celdas CONS que estaban apuntadas por dicha celda quedan ocupando memoria y no se pueden reutilizar.
  - » Tratar de optimizar las asignación de memoria evitando el uso abusivo de variables globales
  - » Recuperar la memoria usada e inservible (garbage collection)

Organización de la memoria (4)

- Garbage Collection
  - » Analizamos el siguiente ejemplo:

```
>(SETF *e* '(dato1 dato2 dato3))
    (dato1 dato2 dato3)
>(SETF *e* '(dato4 dato5 dato6))
    (dato4 dato5 dato6)
>*e*
    (dato4 dato5 dato6)
```

- La memoria utilizada en la primera asignación de `SETF` (una serie de datos) queda ligada a la lista inicial y no es accesible
- *Se* denomina *basura* (*garbage*) a los objetos usados que ocupan memoria y no pueden volver a ser utilizados.

  En el caso anterior, son basura:

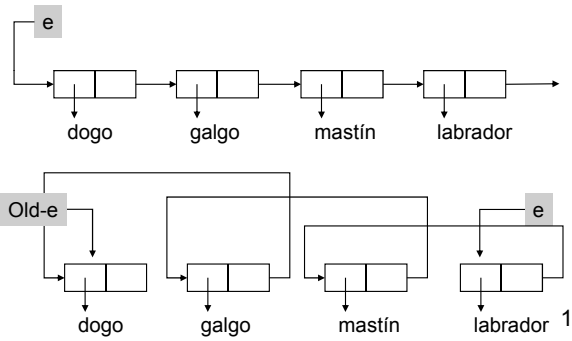
```
(dato1 dato2 dato3)
```

Operaciones destructivas

- Consideremos el siguiente ejemplo

```
>(SETF e '(dogo galgo mastín labrador))
    (dogo galgo mastín labrador)
>(SETF old-e e)
    (dogo galgo mastín labrador)
>(SETF e (NREVERSE old-e))
    (labrador mastín galgo dogo)
>e
    (labrador mastín galgo dogo)
>old-e
    (dogo)
```

- `NREVERSE` destruye la lista `old-e`, reasignando punteros con el fin de no generar basura. Al concluir, ambas listas comparten la última celda



Funciones anónimas

- Orígenes
  - » Deriva de la notación usada por Whitehead y Russell de los *Principia Mathematica*
  - » Aplicada por vez primera por Alonzo Church en 1941 en su definición del *cálculo lambda* del que deriva LISP.
    - – ^x(x + x) (evolución de x-circunflejo)
    - – Λx(x + x) (evolución de ^ a Λ)
    - – λx(x + x) (evolución de Λ a λ)
    - – (lambda (x) (+ x x)) (McCarthy 1958)
- Utilización
  - » Mediante la notación `#'`
  - » `(funcall #'(lambda (x) (+ x x)))`

Ejemplos de aplicación

- Problema: "Dada la lista (1 2 3), obtener sus cuadrados"
- Solución 1

```
> (defun n-square (n) (expt n 2))
> (defun square-iterate (list)
   (if (null list)
        nil
       (cons (n-square (car list))
             (square-iterate (cdr list)))))

> (square-iterate '(1 2 3))
(1 4 9)
```

- Solución 2

```
> (mapcar #'(lambda (x)
            (expt x 2)) '(1 2 3))
(1 4 9)
```

- Solución 3

```
> (mapcar #'n-square '(1 2 3))
(1 4 9)
```


Evaluación

- Mediante
  - » `Eval`: en desuso

```
>(eval '(+ 1 2 3 4))
 10
```

  - » `Funcall`: se aplica sobre una lista de argumentos simples

```
>(funcall #'+ 1 2 3 4)
 10
```

  - » `Apply`: se aplica sobre una lista de uno o más argumentos el último de los cuales debe ser una lista

```
>(apply #'+ 1 2 '(3 4))
 10
>(apply #'+ '(1 2 3 4))
 10
```

Alcance léxico (*lexical scope*)

- Este término hace referencia al conjunto de reglas necesarias para determinar, sin ambigüedad, la ligadura asociada a las variables utilizadas en un fragmento de código.
- Un símbolo hace referencia a la variable que posee dicho nombre en el contexto en el que dicho símbolo aparece

```
>(let ((x 10)) (defun foo () x))
>(let ((x 20)) (foo))
  10
```

- Cada vez que se efectúa una ligadura entre variables se determina un *cierre léxico* para la misma. Dicha variable es *visible* dentro del cierre léxico que le corresponda.

```
> (defun main (z)
    (ejemplo-de-alcance z 3))

> (defun ejemplo-de-alcance (x y)
    (append (let ((x (car x)))
              (list x y))
            x
            z))
```

z es lexicamente invisible

Tipos de variables

- A la vista de los alcances léxico y dinámico comentados anteriormente diferenciamos los siguientes tipos de variables:
- Locales
  - » Su alcance es el del contexto en que se definen
  - » implícitamente poseen alcance léxico
- Globales
  - » Se definen con `setf` (usar `defparameter` en archivos de código fuente)
  - » Son visibles en cualquier lugar
  - » Por convenio se denotan entre asteriscos
- Libres
  - » Se denomina a aquellas variables que se definen fuera de la función que las referencia (x en el ejemplo)

```
> (setf fn (let ((i 3))
                #'(lambda (x) (+ x i))))
> (funcall fn 2)
 5
```

- Se pueden declarar (`declare` para local, `declaim` para global), tipos (`type`) de variables con propósitos de eficiencia de compilación (ver Graham 13.3).