

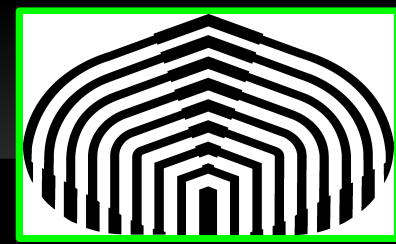
Tema II:
Algoritmos Genéticos

Esquemata y Teoría de Holland

Prof. José Cappelletto

cappelletto@usb.ve

www.labc.usb.ve/mecatronica

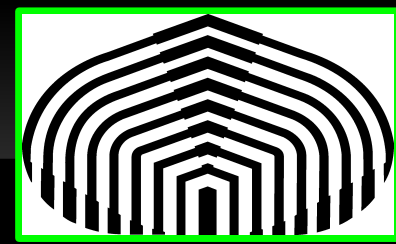


Teorema de *Schemata* de Holland (1975)

La noción de *esquemata* (o *esquemas*) fue introducido por J. Holland en “Adaptation in Natural and Artificial Systems” (1975)

Parte de la hipótesis de que los AG trabajan mediante el descubrimiento, énfasis y recombinación de *bloques constructivos* de una manera altamente paralela

La idea principal es que las mejores soluciones (*cromosomas*) tienden a estar hechas con los mejores *bloques constructivos*: combinaciones particulares de bits que le confieren un mejor fitness a cadenas que lo portan



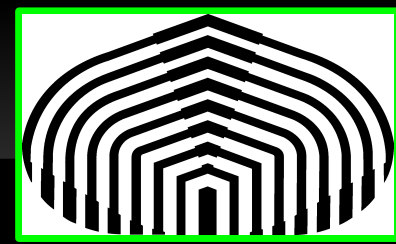
Schemata:

Plantilla que identifica un subconjunto de cadenas con similitudes en ciertas posiciones de las cadenas que codifican a los cromosomas

Se pueden representar con con una plantilla de ceros, unos y asteriscos (*don't cares*)

$H = * * 1 * * * 0 1 * *$

Valores fijos en posiciones fijas



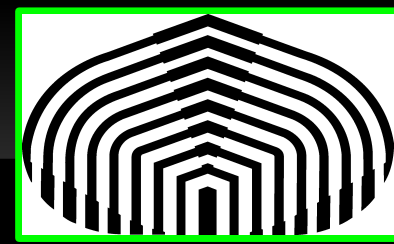
Esquema:

Poseen dos variables o valores que permiten “medir” y comparar con otros *esquemas*

$o(H)$: Orden del esquema
bits fijos en el *esquema*

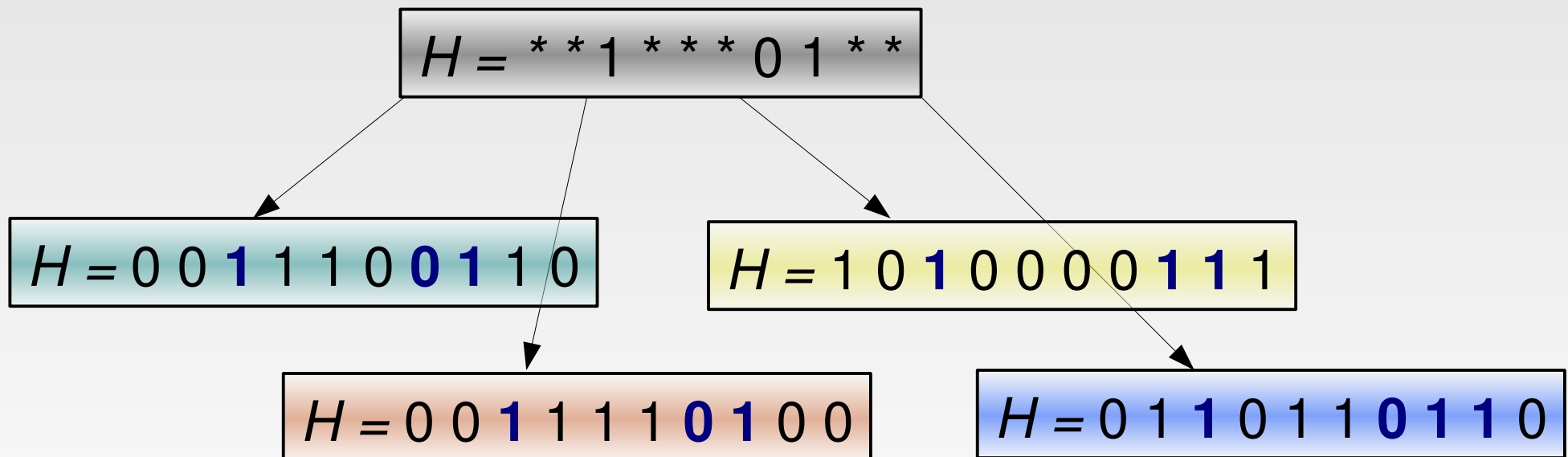


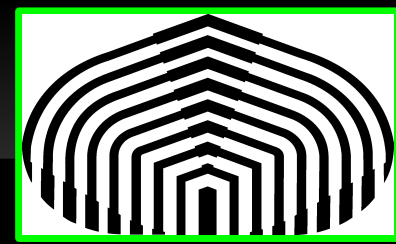
$d(H)$ ó l : Longitud del esquema
distancia (# bits) entre el 1er y el ultimo bit fijo del *esquema*



Esquema:

De un *esquema*, como en cualquier plantilla, pueden derivar multiples instancias que contengan dicho *esquema*

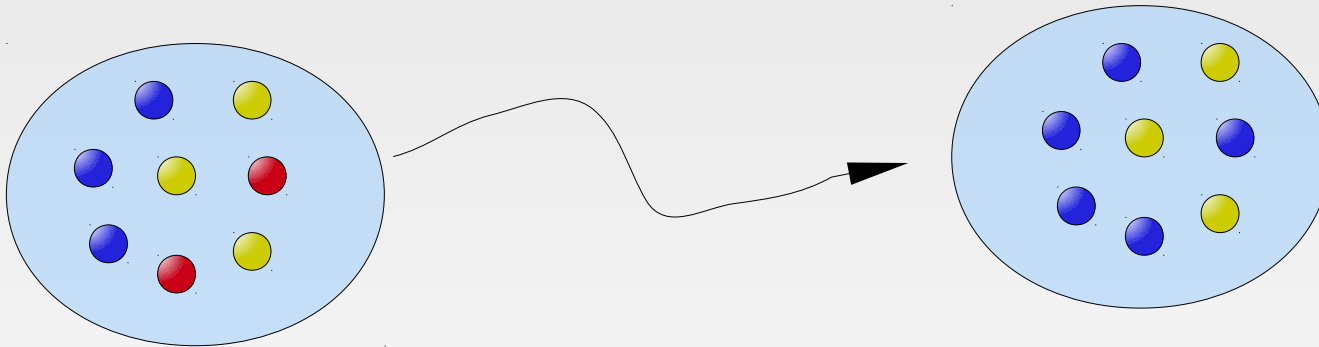




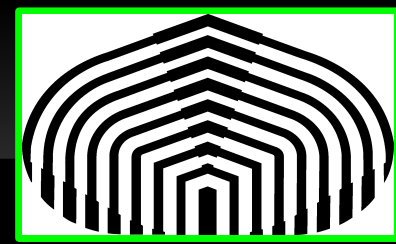
Evolución de un esquema en la población:

Sea $m(H,t)$ el número de instancias de H dentro de la población en un instante de tiempo t

Sea $\hat{u}(H,T)$ el fitness promedio de las instancias de H



Se desea calcular $E(m(H,t+1))$, el valor esperado de instancias de H en la siguiente generación



Evolución de un esquema en la población:

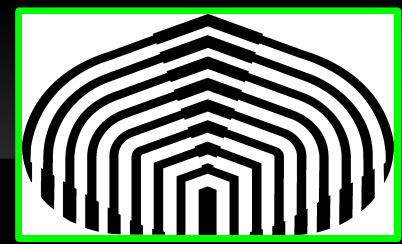
Sea x una instancia de H .

Si la selección es proporcional al fitness de H (en función del fitness promedio de la población $\bar{f}(t)$), entonces el número de copias esperadas de x tiende a

$$N_x = f(x) / \bar{f}(t)$$

$f(x)$: *fitness de la instancia de H*

$\bar{f}(t)$: *fitness promedio de toda la población*



Evolución de un esquema en la población:

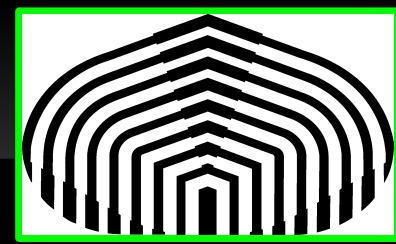
Asumiendo que x existe en un tiempo t dentro de la población P , e ignorando los efectos de cruce y mutación, tenemos:

$$E(m(H, t+1)) = \sum \frac{f(x)}{\bar{f}(t)} \quad \text{con } x \in H$$

$$E(m(H, t+1)) = \left(\frac{\hat{u}(H, t)}{\bar{f}(t)} \right) m(H, t)$$

ya que por definición se tiene que:

$$\hat{u}(H, t) = \frac{\sum f(x)}{m(H, t)}$$



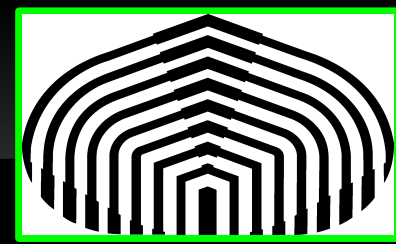
Efecto del Cruce

El *cruce* y *mutación* pueden destruir un esquema H , reduciendo el número de instancias de la siguiente generación. Un esquema H sobrevivirá si uno de los hijos hereda una instancia de H

Sea P_c la probabilidad de cruce en 1 punto del cromosoma. La cota inferior de la probabilidad de supervivencia $Sc(H)$ es:

$$Sc(H) \geq 1 - P_c \left(\frac{d(H)}{l-1} \right) \quad d(H): \text{largo del esquema}$$

L: # de bits en el cromosoma

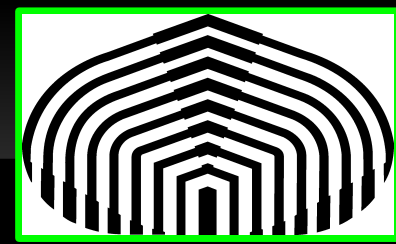


Efecto de la Mutación

Sea P_m la probabilidad de mutación puntual de 1 bit dentro del cromosoma x . La probabilidad de supervivencia del *esquema* $S_m(H)$ viene dada por:

$$S_m(H) = (1 - P_m)^{o(H)}$$

$o(H)$: orden del esquema

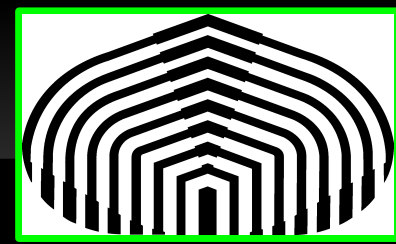


Teorema de Esquema de Holland

Si a la ecuación de valor esperado $E(H, t+1)$ le adicionamos el efecto de *cruce* y *mutación* obtenemos lo siguiente:

$$E(m(H, t+1)) \geq \frac{\hat{u}(H, t)}{\bar{f}(t)} m(H, t) Sc(H) Sm(H)$$

$$E(m(H, t+1)) \geq \frac{\hat{u}(H, t)}{\bar{f}(t)} m(H, t) \left(1 - Pc \frac{d(H)}{l-1}\right) [(1 - Pm)^{o(H)}]$$



Teorema de Esquema de Holland

Describe el crecimiento de un esquema de una generación a otra.

¿Cómo puede aumentar el número de instancias de H ?

- ✓ $\hat{u}(H,t) > \bar{f}(t)$ Fitness mayor a la media de la población
- ✓ $d(H)$: Longitud reducida
- ✓ $o(H)$: Orden reducido