

EMERGENCIA EVOLUTIVA DE GRUPOS COOPERATIVOS GUIADOS POR EL ENTORNO

Erika Suárez Valencia

Director: Ángel García Baños, Ph.D.

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación

Laboratorio de Computación Evolutiva y Vida Artificial

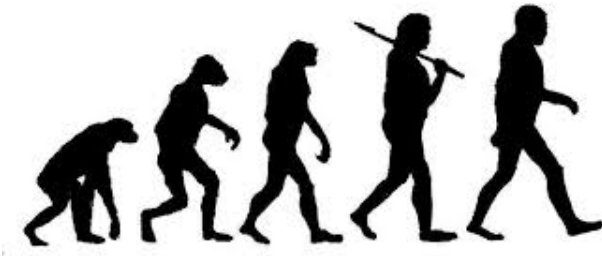
Índice

- ① Introducción
- ② Trait-Groups
- ③ Simulación de Agentes
- ④ Conclusiones
- ⑤ Trabajos futuros

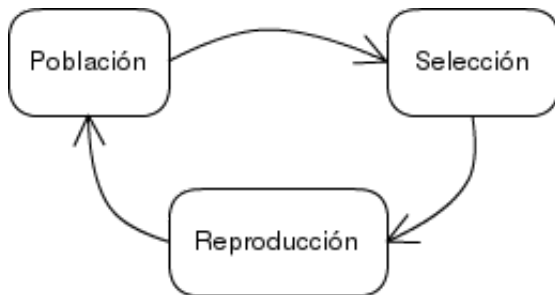
Índice

- ➊ Introducción
- ➋ Trait-Groups
- ➌ Simulación de Agentes
- ➍ Conclusiones
- ➎ Trabajos futuros

La evolución



La evolución



Objetivo General

Verificar o rechazar la hipótesis de Richard Dawkins en la que afirma que la presión selectiva no puede darse a nivel de grupo

Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre las características propias de un ambiente que favorezca la cooperación de individuos
- Plantear un modelo que incluya estas características y permita el análisis de las mismas
- Implementar un algoritmo evolutivo acorde al modelo realizado
- Analizar resultados del comportamiento del algoritmo ante diferentes entradas y diferentes configuraciones de las características

Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre las características propias de un ambiente que favorezca la cooperación de individuos
- Plantear un modelo que incluya estas características y permita el análisis de las mismas
- Implementar un algoritmo evolutivo acorde al modelo realizado
- Analizar resultados del comportamiento del algoritmo ante diferentes entradas y diferentes configuraciones de las características

Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre las características propias de un ambiente que favorezca la cooperación de individuos
- Plantear un modelo que incluya estas características y permita el análisis de las mismas
- Implementar un algoritmo evolutivo acorde al modelo realizado
- Analizar resultados del comportamiento del algoritmo ante diferentes entradas y diferentes configuraciones de las características

Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre las características propias de un ambiente que favorezca la cooperación de individuos
- Plantear un modelo que incluya estas características y permita el análisis de las mismas
- Implementar un algoritmo evolutivo acorde al modelo realizado
- Analizar resultados del comportamiento del algoritmo ante diferentes entradas y diferentes configuraciones de las características

Trabajo Realizado

Implementación del modelo de los Trait-Groups

- Propuesto por D. S. Wilson, *“A theory of group selection”*
- Utilizado por S. T. Powers et al., *“Individual selection for cooperative group formation”*

Simulación de Agentes

- J. W. Pepper and B. B. Smuts, *“A mechanism for the evolution of altruism among non-kin: Positive assortment through environmental feedback”*
- J.M. Epstein, *“Growing artificial societies”*

Índice

- ① Introducción
- ② Trait-Groups
- ③ Simulación de Agentes
- ④ Conclusiones
- ⑤ Trabajos futuros

El modelo

- El modelo es basado en dos etapas por las que pasan los individuos en su ciclo de vida. Estas etapas son claramente distinguibles en algunos insectos
- El modelo permite que sean seleccionados los rasgos que aumenten la aptitud absoluta del individuo, sin importar la aptitud relativa

El modelo

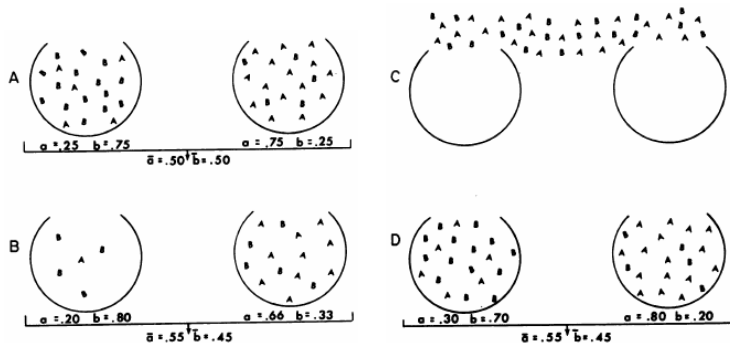


Figura 1 : Ilustración del funcionamiento del modelo

¹Tomado de: A theory of group selection, D. S. Wilson

Variante S. T. Powers et al.

- El objetivo es alcanzar de forma evolutiva las características que favorecen la selección de grupo.
- Variables a calcular:
 - Egoísta o cooperador
 - Grupo grande o pequeño
- Grupos pequeños de cooperadores son favorecido después de varias generaciones
- Grupos grandes de egoístas son favorecidos al principio y decae rápidamente

Configuración

- Cromosoma:
Sólo un gen, un número aleatorio entre 0 y 1 que determina si el individuo es altruista ($< 0,5$) o egoísta ($\geq 0,5$)
- Función de aptitud:

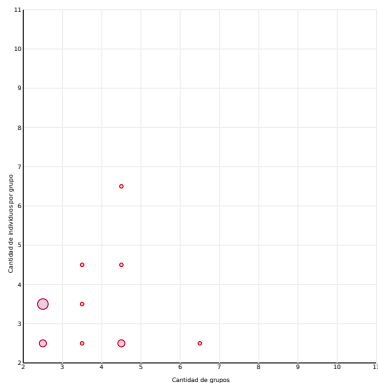
	Coopera	Traiciona
Coopera	3,3	0,5
Traiciona	5,0	1,1

- Selección por torneo

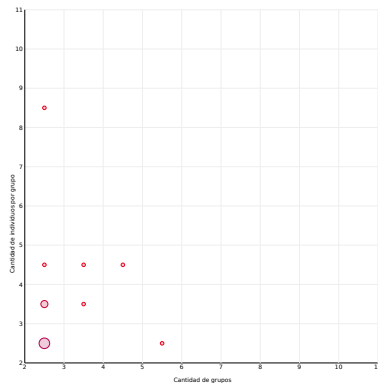
Pruebas

- Parámetros:
 - Cantidad de generaciones: 100, 1000 y 10000
 - Tasa de mutación: 0%, 1% y 10%
 - Al encuentro de dos desertores: muere uno, mueren los dos
- Ejecuciones:
 - Cantidad de grupos: 2 - 10
 - Tamaño de cada grupo: 2 -10
 - Ejecuciones: 10, 100, 1000

Matando un desertor: Resultados I



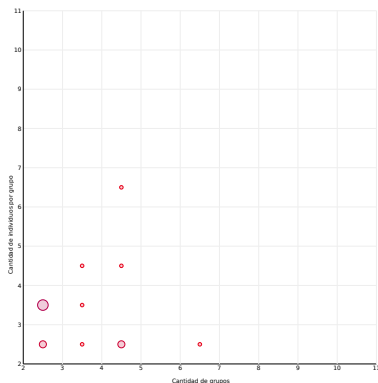
(a) 100 generaciones



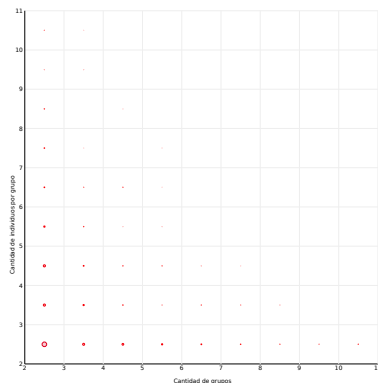
(b) 10000 generaciones

Figura 2 : 10 ejecuciones, 0% mutación.

Matando un desertor: Resultados II



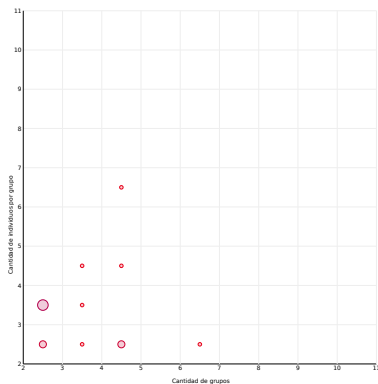
(a) 10 ejecuciones



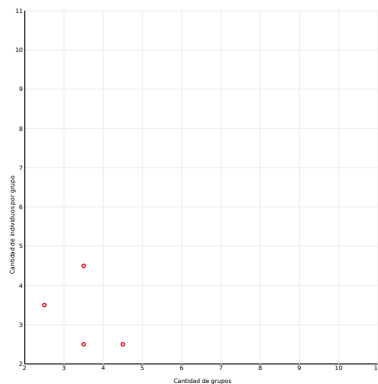
(b) 1000 ejecuciones

Figura 3 : 100 generaciones, 0% mutación.

Matando un desertor: Resultados III



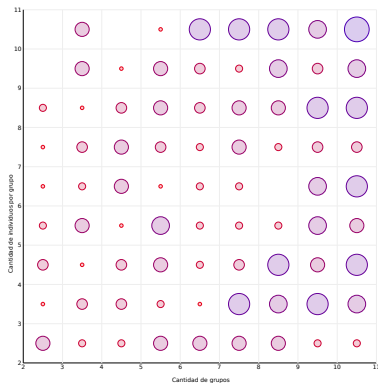
(a) 0% mutación



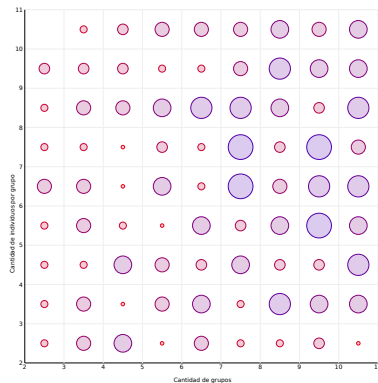
(b) 1% mutación

Figura 4 : 10 ejecuciones, 100 generaciones.

Matando dos desertores: Resultados I



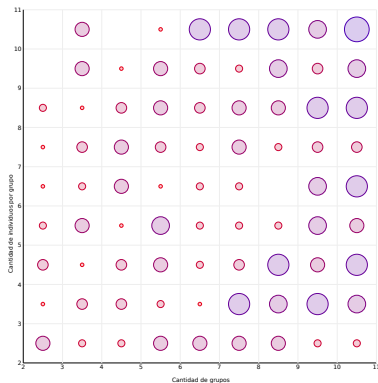
(a) 100 generaciones



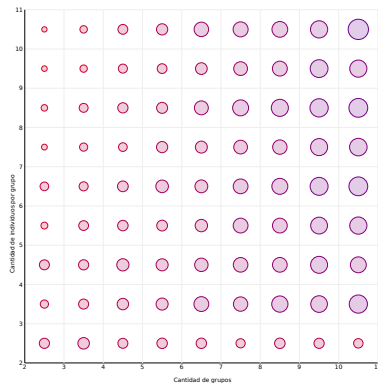
(b) 10000 generaciones

Figura 5 : 10 ejecuciones, 0% mutación y matando dos desertores.

Matando dos desertores: Resultados II



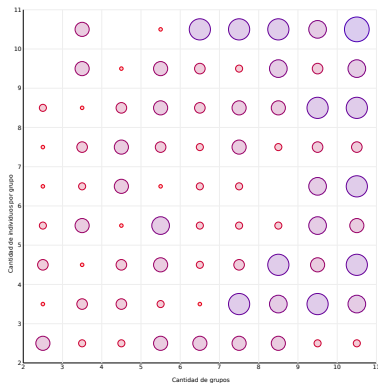
(a) 10 ejecuciones



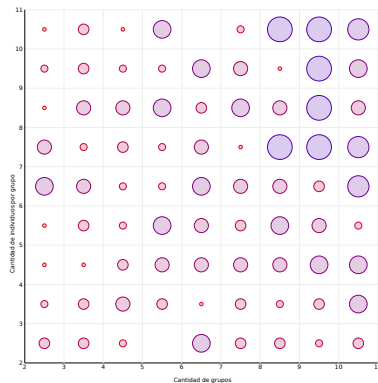
(b) 1000 ejecuciones

Figura 6 : 100 generaciones, 0% mutación.

Matando dos desertores: Resultados III



(a) 0% mutación



(b) 1% mutación

Figura 7 : 10 ejecuciones, 100 generaciones.

Índice

- ① Introducción
- ② Trait-Groups
- ③ Simulación de Agentes**
- ④ Conclusiones
- ⑤ Trabajos futuros

El modelo

- Alternativa a la expansión de los cooperadores por “*inclusive fitness*”
- Las acciones de los individuos disminuyen la calidad del ambiente en el que se encuentran
- *Positive Assortment*: Agrupación espacial de individuos similares

Agentes

Plantas

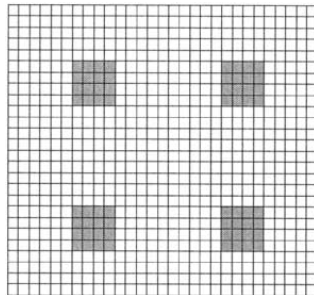
- Crecimiento: $\Delta S = RS \frac{K-S}{K}$
- Energía inicial aleatoria: $(0, K]$

Animales

- Costo metabólico por unidad de tiempo
- Desplazamiento entre las 8 celdas adyacentes
- Porcentaje de alimentación 50% o 99%

Ambiente

Parameter	Value
Time steps per run	10000
Plants:	
Patch width (cells)	4
Gap width (cells)	10
Minimum number of plants	1000
Logistic growth rate R	0.2
Maximum size (energy)	10
Foragers:	
Total population size	80
Frequency of restrained foragers (%)	50
Metabolic rate (energy units per time step)	2
Feeding restraint (% uneaten)	1 or 50



²Tomado de: A mechanism for the evolution of altruism among non-kin: Positive assortment through environmental feedback, J. W. Pepper and B. B. Smuts

Análisis

Assortment (Segmentación): Desviación de la similitud genética entre parches observada con respecto la esperada bajo aleatoriedad

$$r_a = r - r_s = \beta(G_W, G_A) - \frac{g-1}{N-1}$$

r_s : similitud genética esperada bajo aleatoriedad

r : similitud genética observada (en la ejecución del modelo)

r_a : similitud genética debida al *assortment*

β : Coeficiente de regresión

G_W : Genotipo promedio del grupo

G_A : Genotipo del actor

g : Cantidad de grupos

N : tamaño total de la población

Críticas

- Los agentes animales no mueren, se reproducen ni mutan
- Los agentes animales no son afectados de ninguna forma por no alimentarse, por lo tanto el costo metabólico por unidad de tiempo no tiene ningún funcionamiento
- Entre las conclusiones del modelo se afirma que los genes cooperadores se difunden en la población. Esto es incorrecto, ya que la población no varía y por ende no evoluciona

Modificaciones

Ambiente

- Composición de la población aleatoria

Animales

- Porcentaje de alimentación (0% - 100%)
- Reserva de energía
- Reproducción (aptitud: reserva de energía)
- Mutación (1%)
- Muerte (cuando no hay energía suficiente para el costo metabólico)

Resultados I

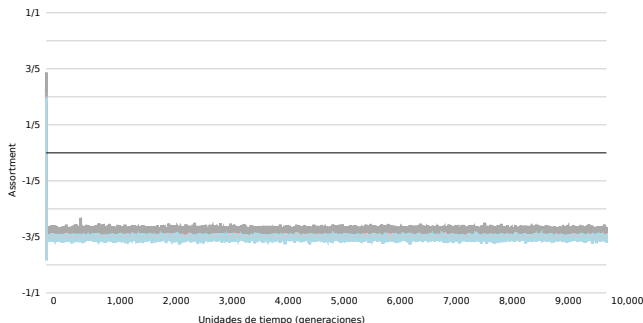


Figura 8 : Medición del *assortment* cuando la población de animales evoluciona.

Resultados II

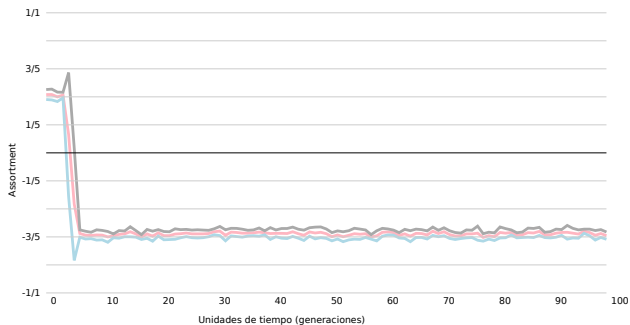


Figura 9 : Medición del *assortment* cuando la población de animales evoluciona.

Índice

- ① Introducción
- ② Trait-Groups
- ③ Simulación de Agentes
- ④ Conclusiones
- ⑤ Trabajos futuros

Conclusiones I

- El modelo no es completamente robusto, dado que al modificar detalles de implementación que aparentan tener poca importancia, los resultados cambian bruscamente
- Bajo la condición de matar solo un desertor al encuentro de dos de ellos, los resultados son coherentes con los trabajos en la literatura, donde se evidencia que los grupos pequeños son los que permiten el crecimiento de los individuos altruistas
- Al variar la mutación los resultados se ven ligeramente afectados con respecto a la cantidad de casos exitosos, lo cual ocurre porque la mutación es más destructiva para la cooperación, dado que, para que se dé, se requieren dos individuos cooperadores

Conclusiones II

- El ambiente presentado en el modelo original no favorece la cooperación, por el contrario es altamente destructivo
- La afirmación del trabajo original, que los genes cooperadores se difunden en la población, es incorrecta, ya que la población no cambia
- La similitud hecha con el modelo de los *trait-groups* es incorrecta, pues los parches son muy pequeños y al estar tan separados no ocurren migraciones de individuos entre ellos, de manera que es un ejemplo de múltiples ambientes insulares

Conclusiones III

- Del primer modelo se puede deducir que un ambiente que favorece la evolución de los individuos altruistas, y por lo tanto de los grupos, tiene como característica principal una población espacialmente estructurada
- El modelo de los *trait-groups* sí favorece la difusión de individuos altruistas en la población. Sin embargo, hay que tener cuidado en la representación de la depredación al momento de implementarlo, ya que el modelo depende principalmente de esta característica

Conclusiones IV

- Al realizar un modelo que represente el modelo de los *trait-groups* de una forma práctica se debe tener cuidado con la sutil diferencia entre representar un ambiente que permita la migración de individuos entre grupos, y la representación de varios ambientes insulares
- Los resultados de ambos trabajos evidencian que en algunos casos las características favorecidas por la presión selectiva obedecen a la teoría tradicional de selección individual, pero bajo algunas propiedades ambientales los resultados concuerdan con teorías que plantean la selección a niveles superiores. De manera que la teoría de Dawkins no se puede rechazar completamente

Índice

- ① Introducción
- ② Trait-Groups
- ③ Simulación de Agentes
- ④ Conclusiones
- ⑤ Trabajos futuros**

Trabajos futuros I

- Buscar otros tipos de estructuras de poblaciones, además de la distribución propuesta por los *trait-groups*, que favorezcan la evolución del altruismo
- Buscar otras características propias del ambiente y no de los individuos, que permitan la difusión de genes altruistas en la población, además de las poblaciones espacialmente estructuradas

Trabajos futuros II

- Suavizar el parámetro que controla la cantidad de individuos desertores que mueren en un encuentro en el modelo de los *trait-groups*, de manera que se pueda encontrar hasta que punto el modelo permite la difusión de individuos altruistas en la población
- Realizar un *framework* que permita:
 - Llevar el modelo de los *trait-groups* a situaciones más prácticas en otros campos, como la economía
 - Comparar los resultados de varias implementaciones del modelo

¡ Muchas
Gracias !