

# 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

Septiembre 17 de 2013

# Índice

- 1 Introducción
- 2 Objetivos
  - Objetivo General
  - Objetivos Específicos
- 3 Trabajo Realizado
  - Trait-Groups
  - Simulación de Agentes

# Introducción

- La teoría de Richard Dawkins plantea que la presión selectiva en el proceso evolutivo se ejerce únicamente sobre los genes. Esto explica el altruismo que ocurre solo entre individuos emparentados, ya que los genes son lo suficientemente longevos para ser beneficiarios de la selección de un individuo.
- Por otra parte, otros científicos argumentan que hay características tales como una población espacialmente estructurada que favorecen la selección de los individuos cooperadores.
- En este trabajo se buscará un modelo en el que las características del ambiente “forcen a los individuos a cooperar”

# Introducción



# 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 (Grupos de Rasgos) propuesto por D. S. Wilson, *"A theory of group selection"*.

- También utilizado por S. T. Powers et al., *"Individual selection for cooperative group formation"*.

## Simulación de Agentes

Basada en los trabajos de:

- 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"*.

# Trabajo Realizado

Implementación del modelo de los Trait-Groups (Grupos de Rasgos) propuesto por D. S. Wilson, *"A theory of group selection"*.

- También utilizado por S. T. Powers et al., *"Individual selection for cooperative group formation"*.

## Simulación de Agentes

Basada en los trabajos de:

- 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"*.

# Selección individual vs Selección de grupo

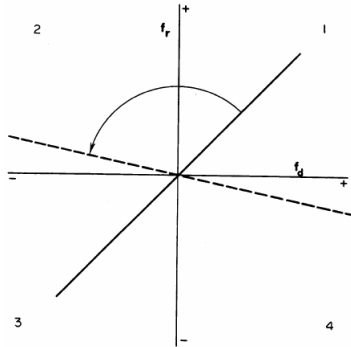


Figura : Aptitud del donante ( $f_d$ ) vs aptitud del receptor ( $f_r$ ).

# Fundamentos

- 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 objetivo principal es forzar el sistema para que la selección individual lleve a la selección de grupo.

# Fundamentos

- 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 objetivo principal es forzar el sistema para que la selección individual lleve a la selección de grupo.

## El modelo

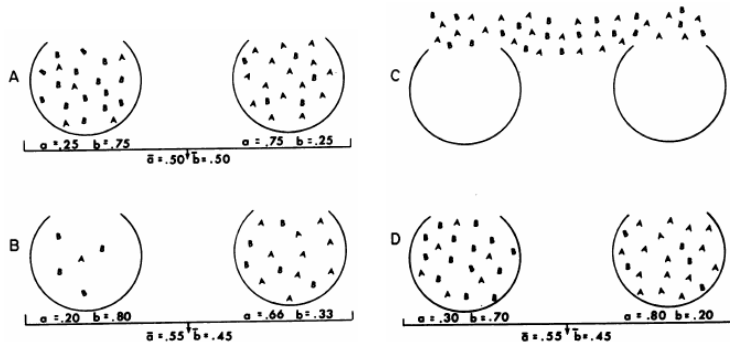


Figura : Ilustración del funcionamiento del modelo

## Variante S. T. Powers et al.

- El objetivo es alcanzar de forma evolutiva algunas de las características que favorecen la selección de grupo. Tal como una población espacialmente estructurada.
- 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



## Variante S. T. Powers et al.

- El objetivo es alcanzar de forma evolutiva algunas de las características que favorecen la selección de grupo. Tal como una población espacialmente estructurada.
- 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

## Variante S. T. Powers et al.

- El objetivo es alcanzar de forma evolutiva algunas de las características que favorecen la selección de grupo. Tal como una población espacialmente estructurada.
- 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

## Variante S. T. Powers et al.

- El objetivo es alcanzar de forma evolutiva algunas de las características que favorecen la selección de grupo. Tal como una población espacialmente estructurada.
- 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

## Variante S. T. Powers et al.

- El objetivo es alcanzar de forma evolutiva algunas de las características que favorecen la selección de grupo. Tal como una población espacialmente estructurada.
- 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

## Variante S. T. Powers et al.

- El objetivo es alcanzar de forma evolutiva algunas de las características que favorecen la selección de grupo. Tal como una población espacialmente estructurada.
- 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

# Implementación

## Matriz de pago:

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

## Parámetros y ejecuciones:

Cantidad de grupos: 2-10	Individuos por grupo: 2-10
Generaciones dentro del grupo	Mezclas
100	100
1000	100
1000	1000

# Implementación

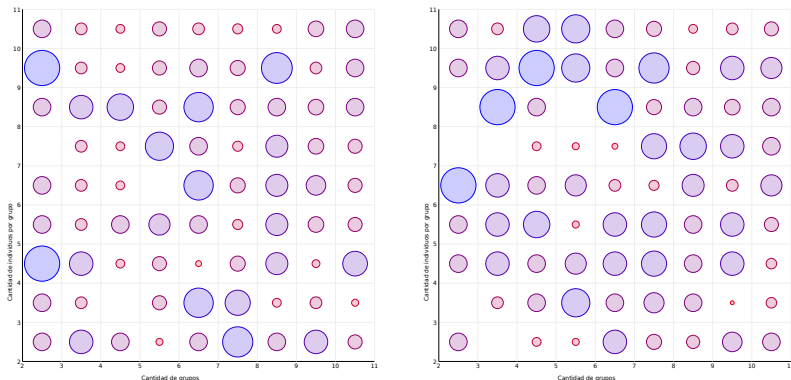
## Matriz de pago:

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

## Parámetros y ejecuciones:

Cantidad de grupos: 2-10	Individuos por grupo: 2-10
Generaciones dentro del grupo	Mezclas
100	100
1000	100
1000	1000

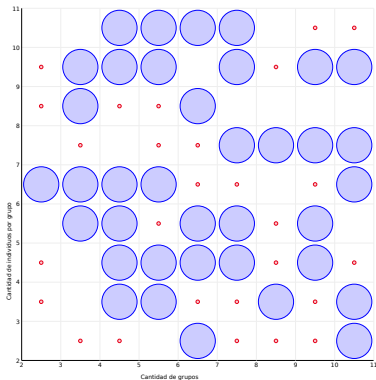
# Resultados



**Figura :** Proporción de individuos cooperadores en la primera y ultima generación



# Resultados



**Figura :** Comparación de las proporciones de cooperadores al inicio y al final

# Modelo J. W. Pepper y B. B. Smuts

## Objetivos

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

# Modelo J. W. Pepper y B. B. Smuts

## Objetivos

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

# Modelo J. W. Pepper y B. B. Smuts

## Objetivos

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

# Modelo J. W. Pepper y B. B. Smuts

## Los agentes

### Plantas

- Crecimiento:  $\Delta S = RS \frac{K-S}{K}$
- Energía inicial aleatoria entre 0 y K.

### Animales

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

# Modelo J. W. Pepper y B. B. Smuts

## Los agentes

### Plantas

- Crecimiento:  $\Delta S = RS \frac{K-S}{K}$
- Energía inicial aleatoria entre 0 y K.

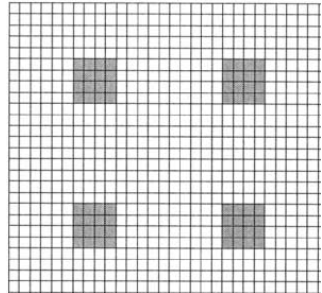
### Animales

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

## Modelo J. W. Pepper y B. B. Smuts

## El 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



Cuadro : Parámetros estándar

# Modelo J. W. Pepper y B. B. Smuts

## Análisis

“El conjunto mas pequeño de individuos cuya aptitud depende de los rasgos de los demás miembros del grupo”

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

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

$\beta$  = Coeficiente de regresión de similitud de Hamilton



# Modelo J. W. Pepper y B. B. Smuts

## Análisis

“El conjunto mas pequeño de individuos cuya aptitud depende de los rasgos de los demás miembros del grupo”

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

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

$\beta$  = Coeficiente de regresión de similitud de Hamilton

# Modelo J. W. Pepper y B. B. Smuts

## Resultados

### Resultados bajo los parámetros estándar

Ejecuciones:	10
Media:	0.045
Desviación:	0.008
Equilibrio (U. de tiempo):	1000

# Implementación

## Características

Las modificaciones realizadas al modelo de J. W. Pepper y B. B. Smuts fueron basadas en trabajo de J.M. Epstein, expuestas en el libro *“Growing artificial societies”*.

### Animales

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