



DECSAI

Departamento de Ciencias de la Computación e I.A.

Universidad de Granada



AE en diversos entornos

Fernando Berzal, berzal@acm.org

AE en diversos entornos

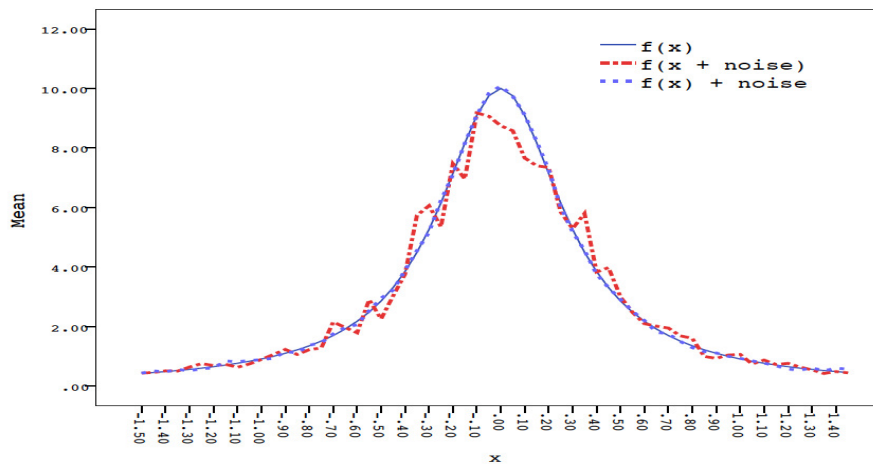


- Presencia de ruido e incertidumbre
- Entornos dinámicos (no estacionarios)
- Entornos interactivos
- Problemas de optimización multiobjetivo
- Problemas de satisfacción de restricciones
- Coevolución





Promediado de métricas de fitness



$$online = \frac{1}{T} \times \sum_{t=1}^T \frac{1}{|P(t)|} \sum_{x \in P(t)} f(x, t),$$

$$offline = \frac{1}{T} \times \sum_{t=1}^T f(\text{best}(P(t)), t).$$



Entornos dinámicos



Funciones de fitness no estacionarias

- Cambios graduales (continuos) o súbitos [switching].
- Dependientes del estado o Markovianas

e.g. Tráfico en carretera (Markoviano)
vs. Tráfico aéreo (dependiente del estado)



Entornos dinámicos



Algoritmos

Algoritmos evolutivos con memoria (para mantener un repertorio de respuestas preparadas para distintas condiciones ambientales):

- Representación diploide
- Algoritmos genéticos estructurados [SGA]

Fomento de la diversidad en la población:

- Hipermutación
- Inmigrantes aleatorios
- Operador VLS [Variable Local Search]
- Algoritmo genético termodinámico [TGA]

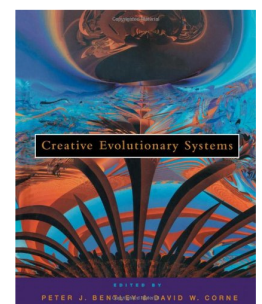
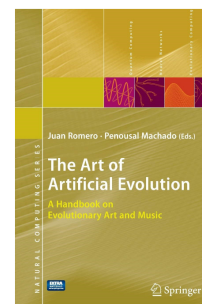
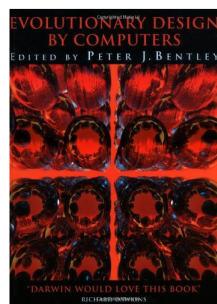


Entornos interactivos



IEAs [Interactive Evolutionary Algorithms]

El fitness de una solución proviene del juicio subjetivo de un ser humano, p.ej. estética en el arte y el diseño.



TÉCNICAS

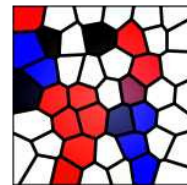
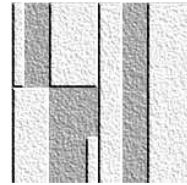
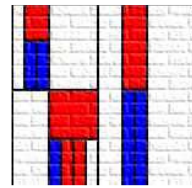
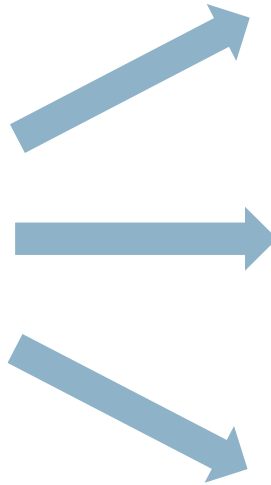
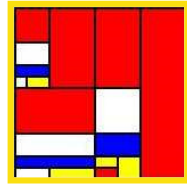
- Selección interactiva, a.k.a. selección subjetiva/estética & **surrogate fitness** para reducir la necesidad de interacción.
- Interacción en el proceso de variación, p.ej. los peores individuos mutan más.



Entornos interactivos



Arte evolutivo



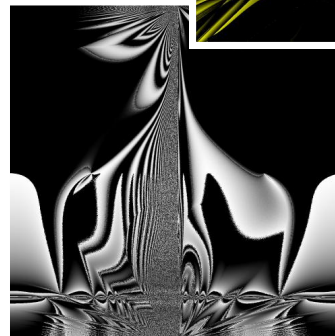
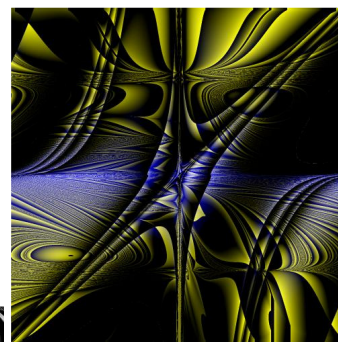
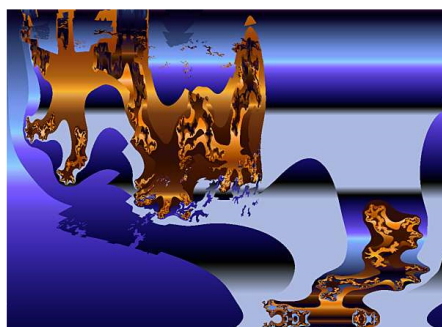
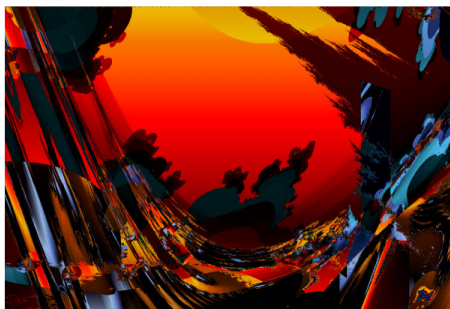
Mondriaan Evolver
cromosoma = imagen + efecto



Entornos interactivos



Arte evolutivo



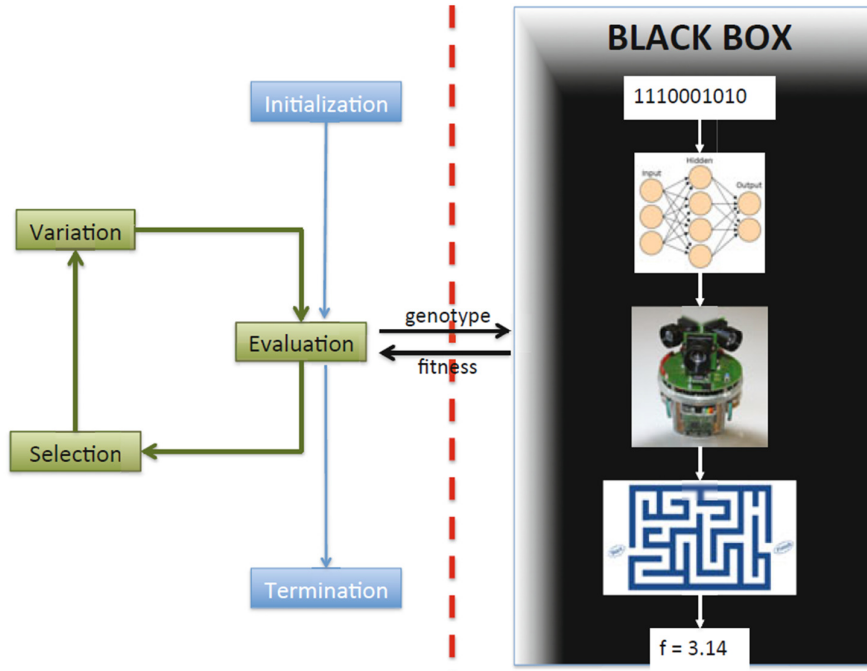
Darwin meets Dali

**Evolutionary Art
in PostScript**

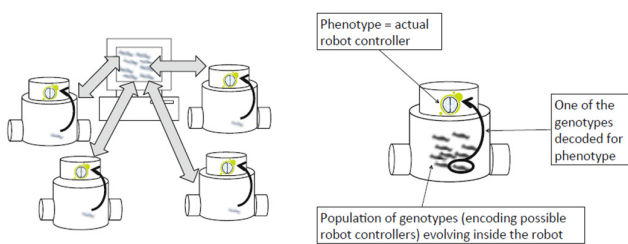
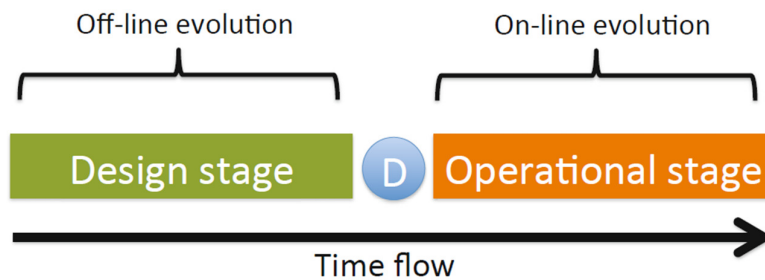




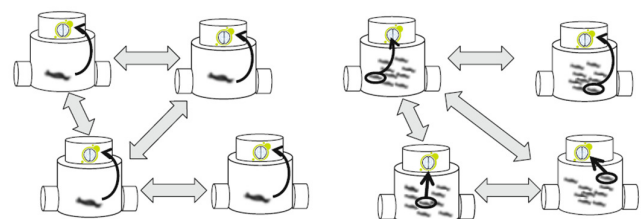
Robótica evolutiva [evolutionary robotics]



Robótica evolutiva [evolutionary robotics]



Evolución centralizada



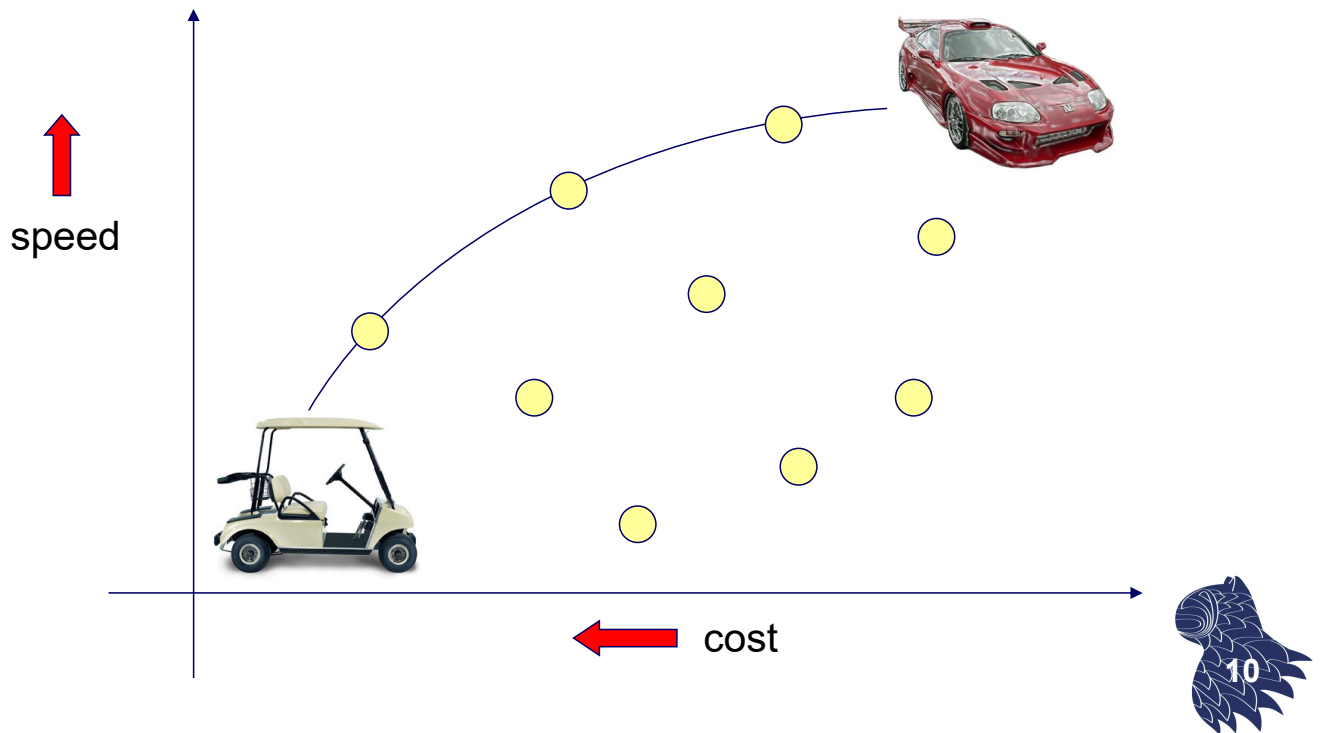
Evolución distribuida



Optimización multiobjetivo



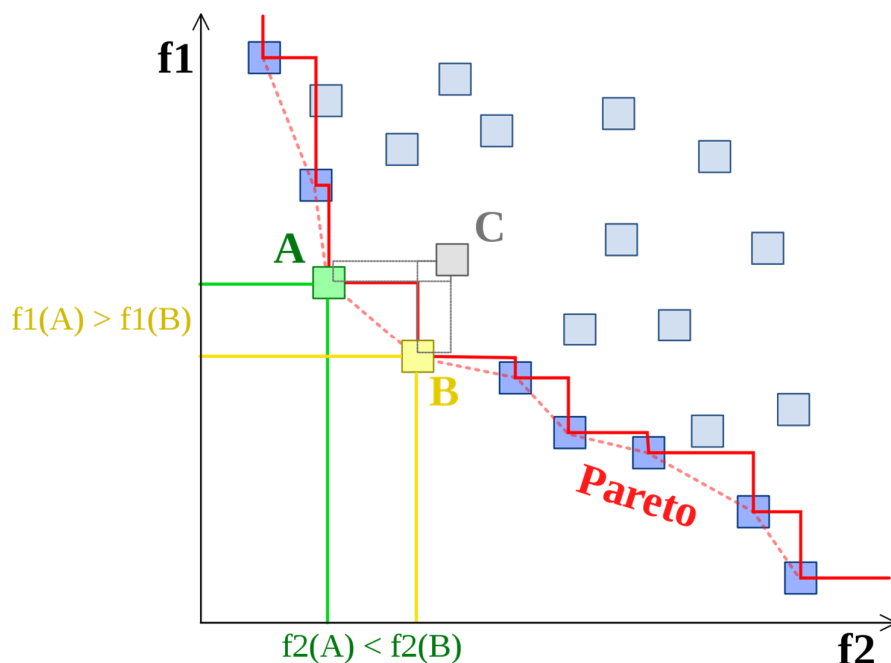
MOEAs [MultiObjective Evolutionary Algorithms]



Optimización multiobjetivo



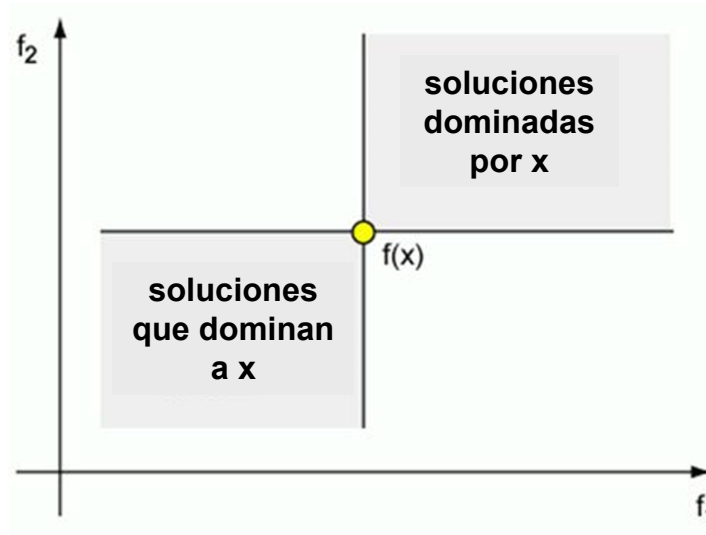
MOEAs [MultiObjective Evolutionary Algorithms] Frontera de Pareto





MOEAs [MultiObjective Evolutionary Algorithms]

Dominancia



MOEAs [MultiObjective Evolutionary Algorithms]

Estrategias

- Basado en preferencias (se transforma el problema en un problema de optimización estándar), p.ej. media ponderada de los distintos objetivos.
- Técnicas multiobjetivo (se mantienen múltiples soluciones que ofrecen distintos "trade-offs"), p.ej. función de fitness basada en dominancia, con elitismo/memoria para recordar las soluciones no dominadas que se hayan encontrado.





MOEAs [MultiObjective Evolutionary Algorithms] Algoritmos

Original:

- VEGA [Vector-Evaluated Genetic Algorithm]

No elitistas:

- MOGA [MultiObjective Genetic Algorithm]
- NSGA [Nondominated Sorting Genetic Algorithm]
- NPGA [Niched Pareto Genetic Algorithm]



MOEAs [MultiObjective Evolutionary Algorithms] Algoritmos

Elitistas:

- NSGA-II
- SPEA [Strength Pareto Evolutionary Algorithm]
- PAES [Pareto Archived Evolutionary Strategy]

Basados en descomposiciones:

- MOEA/D

...

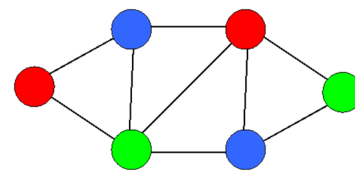


Satisfacción de restricciones



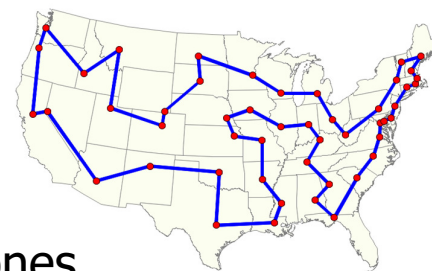
Enfoque indirecto

- Se añade una penalización a la función de fitness.



Enfoques directos

- **Representación especializada**, p.ej. permutación para el TSP
- **Mecanismos de reparación** (soluciones no factibles se convierten en soluciones factibles).
- **Función de decodificación** (cualquier genotipo se convierte en un fenotipo factible), p.ej. problema de la mochila (se descarta cualquier elemento que sobrepase la capacidad de la mochila).



Satisfacción de restricciones



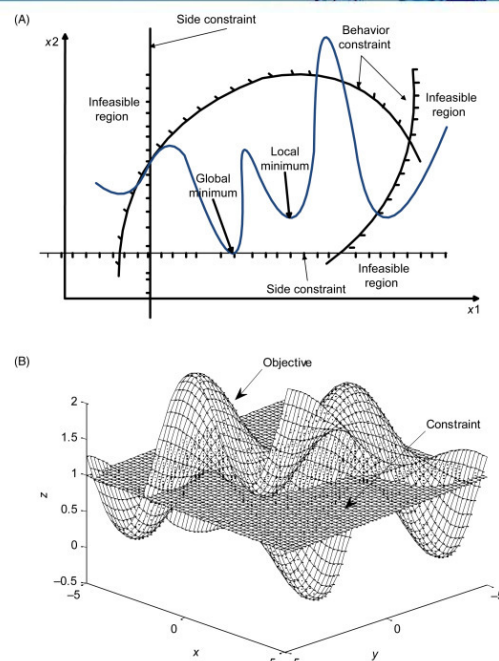
Algoritmos

Enfoque indirecto

- **SAW**
[Stepwise Adaptation of Weights]

Enfoque directo

- **GENOCOP**: Coevolutionary Algorithm for Numerical Optimization Problems with Nonlinear Constraints.



Coevolución



La evolución de una solución depende del contexto.

p.ej. LCS tipo Michigan
Juegos con adversario



Coadaptación cooperativa

a.k.a. mutualismo / simbiosis

Varias especies, cada una representando una parte del problema, cooperan para resolver el problema original.

Coadaptación competitiva

a.k.a. predación / parasitismo

Los individuos compiten entre sí para mejorar su fitness



Coevolución



Implementación algorítmica

- Estrategias de emparejamiento [partnering strategies]: cómo se empareja una solución de una población con otras para evaluar su fitness.
- Incorporación de historia en la evaluación (e.g. buenas soluciones frente a las que se evalúan los candidatos periódicamente).

p.ej.

LTFE [LifeTime Fitness Evaluation],
media móvil de los últimos N (N=20) encuentros.

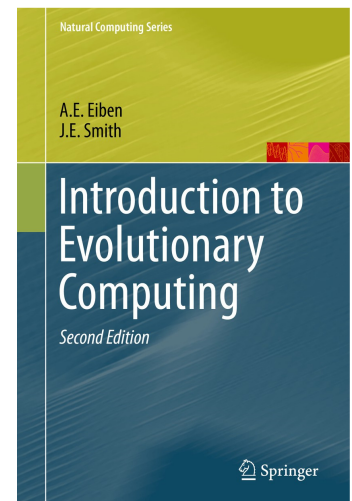


Bibliografía



Lecturas recomendadas

- A.E. Eiben & J.E. Smith:
Introduction to Evolutionary Computing
Springer, 2nd edition, 2015
ISBN 3662448734
<http://www.evolutionarycomputation.org/>



Part III: Advanced Topics

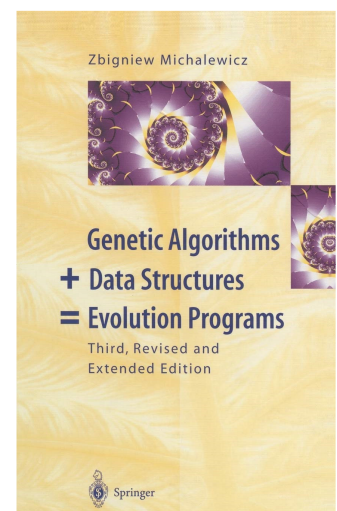


Bibliografía



Bibliografía complementaria

- Zbigniew Michalewicz:
Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs
Springer, 3rd edition, 1998.
ISBN 3540606769

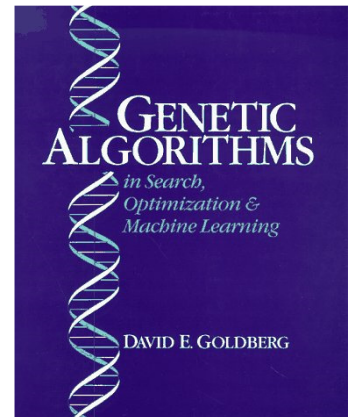
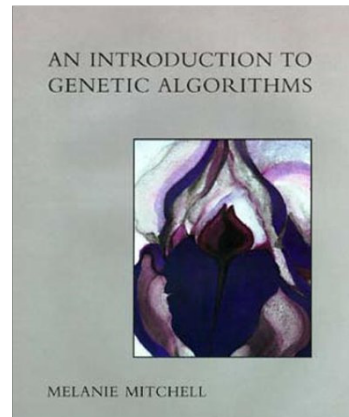


Bibliografía



Bibliografía complementaria

- Melanie Mitchell:
An Introduction to Genetic Algorithms
MIT Press, 1996.
ISBN 0262133164



- David E. Goldberg:
Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning.
Addison-Wesley, 1989.
ISBN 0201157675

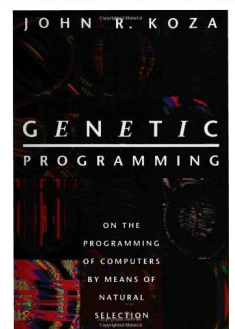


Bibliografía



Bibliografía complementaria

- John R. Koza:
**Genetic Programming:
On the Programming of Computers
by Means of Natural Selection.**
MIT Press, 1992.
ISBN 0-262-11170-5



- John R. Koza:
**Genetic Programming II:
Automatic Discovery of Reusable Programs**
MIT Press, 1994.
ISBN 0-262-11189-6

