# Robotique Évolutionnaire & Biologie

Simon

30 août 2012

#### Robotique Évolutionnaire & Biologie

Simon

Préambule

Evolution "Embarquée"

processus évolutifs naturels?

Modèles des processus évolutifs naturels ?

Références

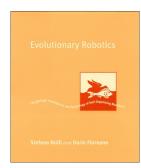


Figure: Nolfi and Floreano (2000)

ALEBER-JE SMITH
Introduction
to Evolutionary
Computing

Figure: Eiben and Smith (2003)

Algoritmique Évolutionaire 1970 : Holland (1975)

Robotique Évolutionnaire 1990 : Nolfi and Floreano (2000)

→ utiliser Darwin pour concevoir des systèmes artificiel

Figure: Exemple d'algorithme génétique (source : wikipedia)

Robotique Évolutionnaire & Biologie

Simon

#### Préambule

Évolution "Embarquée"

processus évolutif naturels?



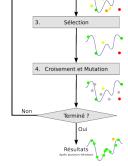
Population de base

Évaluation

Modèles des processus évolutifs naturels?



Figure: extrait de Floreano and Mondada (1994)



----

Evolutionary Robotics Simulated **Embodied** Trials Trials (e.g., Sims, 1994) Serial Parallel Trials Trials (e.g., Floreano and Mondada, 1994) Centralized Distributed FΑ EΑ Embodied (no known examples)

In natural evolution the adaptative mechanism is completely decentralized and distributed: evaluation is implicit and reproduction is carried out autonomously by the agents in the population

(Watson et al., 2002, p. 2)

Figure: Différentes approches d'ER. Image reprise de Watson et al. (2002)

### Solution

Watson et al. (2002) : pour surpasser les pbs  $\to$  Algorithme distribué sur un ensemble de robots (Alife-like cf. Ray (1991), open-ended evolution).

Evolution

#### Robotique Évolutionnaire & Biologie

#### Simon

Préambule

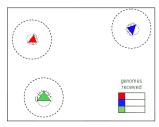
Evolution "Embarquée"

Modèles des processus évolutifs naturels?

Références

De nombreuses études et exemples, notamment : Bredèche et al. (2011) Évolution "Environment Driven".

## L'algorithme «mEDEA»



- Chaque agent contient :
  - un génome actif, utilisé pour contrôler l'agent,
  - Une liste des génomes reçus, utilisée pour stocker les génomes reçus pendant une génération,
- À chaque pas de temps, chaque agent :
  - émet des copies dont son génome actif,
  - stocke les génomes reçus des agents voisins.
- À la fin d'une génération, chaque agent :
  - "oublie" son génome actif,
  - choisit au hasard un génome parmis les génomes de sa liste de génomes reçus comme nouveau génome actif et le mute légèrement,
  - vide sa liste des génomes reçus.

Robotique Évolutionnaire & Biologie

Simon

Préambule

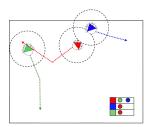
Évolution "Embarquée"

> Modèles des processus évolutifs naturels?

References

- Chaque agent contient :
  - un génome actif, utilisé pour contrôler l'agent,
  - Une liste des génomes reçus, utilisée pour stocker les génomes reçus pendant une génération,
- À chaque pas de temps, chaque agent :
  - émet des copies dont son génome actif,
  - stocke les génomes reçus des agents voisins.
- À la fin d'une génération, chaque agent :
  - "oublie" son génome actif,
  - choisit au hasard un génome parmis les génomes de sa liste de génomes reçus comme nouveau génome actif et le mute légèrement,
  - vide sa liste des génomes reçus.

## L'algorithme «mEDEA»



- Chaque agent contient :
  - un génome actif, utilisé pour contrôler l'agent,
  - Une liste des génomes reçus, utilisée pour stocker les génomes reçus pendant une génération,
- À chaque pas de temps, chaque agent :
  - émet des copies dont son génome actif,
  - stocke les génomes reçus des agents voisins.
- À la fin d'une génération, chaque agent :
  - "oublie" son génome actif,
  - choisit au hasard un génome parmis les génomes de sa liste de génomes reçus comme nouveau génome actif et le mute légèrement,
  - vide sa liste des génomes reçus.

#### Robotique Évolutionnaire & Biologie

#### Simon

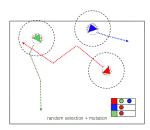
Préambule

Évolution "Embarquée"

Modèles des processus évolutifs naturels?

References

## L'algorithme «mEDEA»



- Chaque agent contient :
  - un génome actif, utilisé pour contrôler l'agent,
  - Une liste des génomes reçus, utilisée pour stocker les génomes reçus pendant une génération,
- À chaque pas de temps, chaque agent :
  - émet des copies dont son génome actif,
  - stocke les génomes reçus des agents voisins.
- À la fin d'une génération, chaque agent :
  - "oublie" son génome actif,
  - choisit au hasard un génome parmis les génomes de sa liste de génomes reçus comme nouveau génome actif et le mute légèrement,
  - vide sa liste des génomes reçus.

#### Robotique Évolutionnaire & Biologie

#### Simon

Préambule

Évolution "Embarquée"

> Modèles des processus évolutifs naturels?

Keterences

# Travaux précédents

Robotique Évolutionnaire & Biologie

Simon

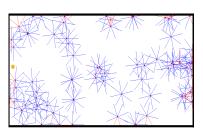
Préambule

Evolution
"Embarquée"

Modèles des

naturels?

processus évolutifs





- ▶ Robuste aux changements environnementaux [PPSN2010],
- ► Fonctionne sur robots réels [MCMDS2011],
- Émergence de l'altruisme [ECAL2011],
- Émergence de concensus [MCMDS2011].

Références

### Questions

- Valeur épsitémique de ces études?
- Modèles pour comprendre les mécanismes évolutifs tels qu'ils existent en biologie?

### **Pistes**

- Argument par analogie,
- Expériences de pensée,
- Approche sémantique des théories,
- ▶ Vie artificielle (alife as opaque thought experiment),

Eiben, A. and Smith, J. (2003). *Introduction to Evolutionary Computing*. Natural Computing Series. Springer.

Floreano, D. and Mondada, F. (1994). Automatic creation of an autonomous agent: genetic evolution of a neural-network driven robot. In *Proceedings* of the third international conference on Simulation of adaptive behavior: from animals to animats 3: from animals to animats 3, SAB94, pages 421–430, Cambridge, MA, USA. MIT Press.

Holland, J. H. (1975). Adaptation in natural and artificial system: an introduction with application to biology, control and artificial intelligence. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press,.

Nolfi, S. and Floreano, D. (2000). Evolutionary Robotics: The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.

Ray, T. S. (1991). An approach to the synthesis of life. In C. Langton, C. Taylor, J. D. Farmer, S. Rasmussen, editor, Artificial Life II, Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, volume vol. XI, pages 371–408. Addison-Wesley, Redwood City, CA.

Watson, R. A., Ficici, S. G., and Pollack, J. B. (2002). Embodied Evolution: Distributing an evolutionary algorithm in a population of robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 39(1):1–18.

Robotique Évolutionnaire & Biologie

Simon

Préambule

Evolution "Embarquée

processus évolutifs naturels?

