



A I B O の分散型神経回路 モデルによる制御

山口、1月2006年

R. Téllez, C. Angulo and D. Pardo



Technical University of Catalonia, Spain



GREC

grup de recerca en enginyeria del coneixement

アウトライン

- インTRODクシヨN
- アーキテクチャーの説明
- Aiboロボットを使う
- まとめと今後の課題



イントロダクション

イントロダクション

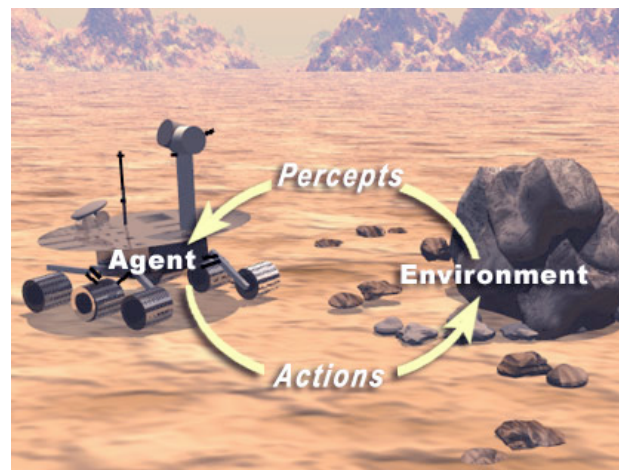
- 目的：

複雑な行動を制御する自律ロボットの
ための神経回路モデルを、進化的ロボ
ティクスの手法を使って獲得する



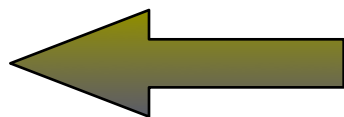
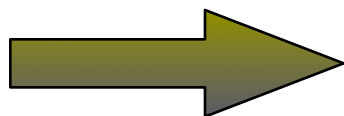
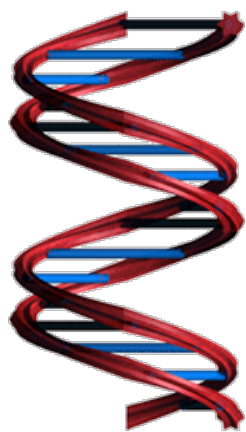
進化的ロボティクス

- 進化的ロボティクスは、自律ロボットのコントロールローラを獲得するための手法です。
- ロボットに必要とされる行動は、ロボットと環境の相互作用によって獲得されなければいけません。



進化的ロボティクス

- 進化的ロボティクスは、自然界の進化のプロセスをまねたものです。
- 進化的ロボティクスを使うと、フィットネス（適応度）に基づく選択メカニズムによって、ロボットのコントローラを獲得することができます。



進化的ロボティクスのメソッド

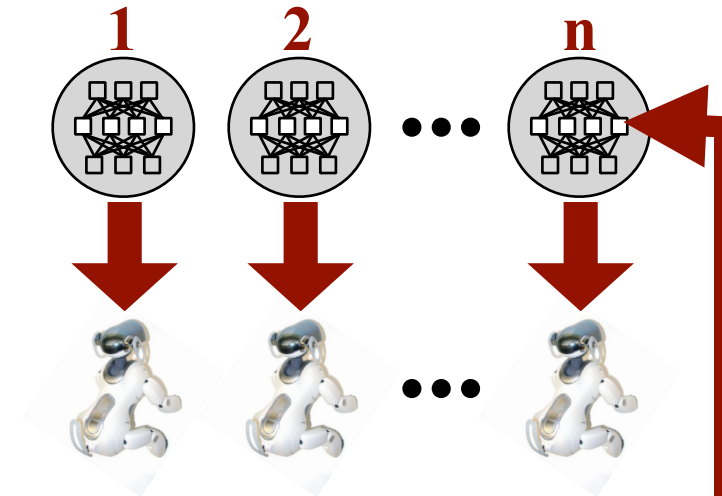
いろいろなコントローラの発生

環境内でそれらをテスト

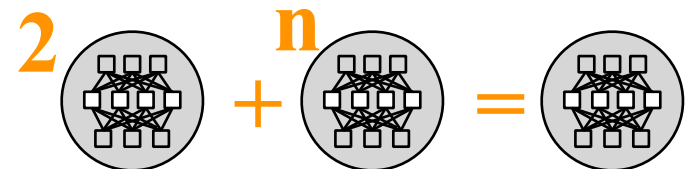
フィットネス（適応度）に基づいて、各コントローラの性能に得点をつける

成績のよいものp-個を選ぶ

望ましいコントローラがなければ、成績のよいものに似た

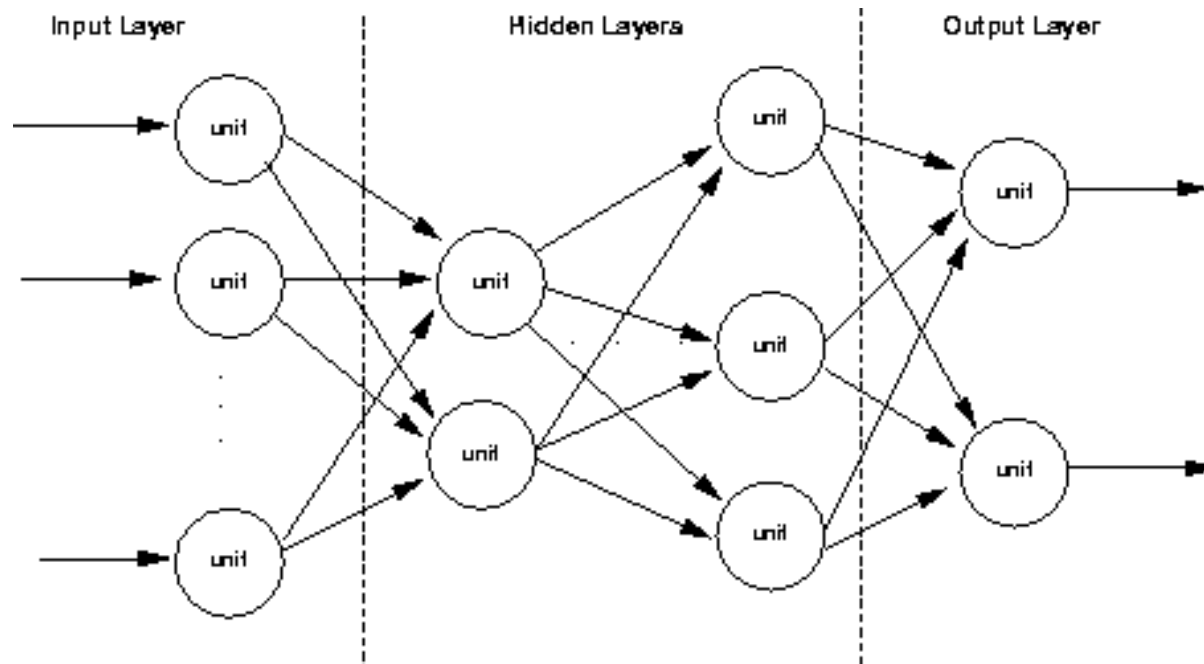


controlle r	1	2	3	4	...	n
score	12	32	6	15	...	17



ニューラル コントローラ

- コントローラには通常ニューラルネットを使います



フィットネス関数

- コントローラを評価するための値（適応度）を出力する関数。
- ロボットが解決すべき問題を数学的に定義する。
- でも、どのように問題を解決するかは決めない!



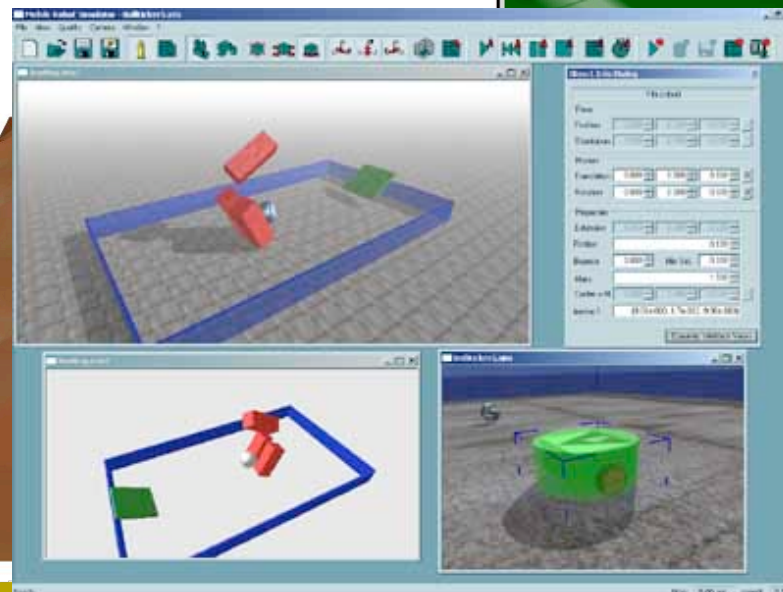
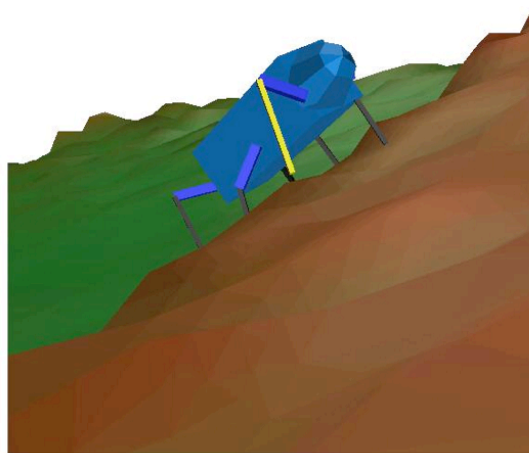
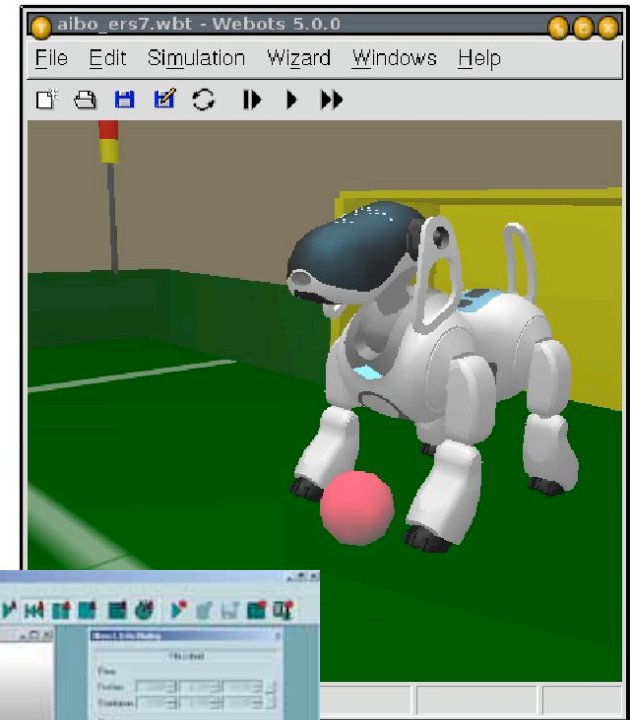
例:

ロボットが立ち上がることを習う

$$\text{フィットネス} = \begin{cases} \text{最後の高さ（転ばなかったら）} \\ 0 \quad \text{（転んだら）} \end{cases}$$

シミュレーター

- シミュレータにより、進化メカニズムの計算を高速化できる
- 本物のロボットを壊さずにすむ
- 計算結果を実際のロボットに使うには、シミュレータはとても精密に設計しないといけない



例



例 1: 肉食（おおかみ） / 草食（うさぎ） の関係 [Floreano & Mondada, 1998]



例 2: 協調的ロボティクス [Swarm-bots european project, 2005]

主な問題

- 複雑な行動を獲得できない！



提案する方法

必要条件

- この問題を解決するための、制御システムの持つべき特徴は以下の通りです。

- * 一般的

- * 分散処理

- * スケーラブル

- * 反応行動をとれる

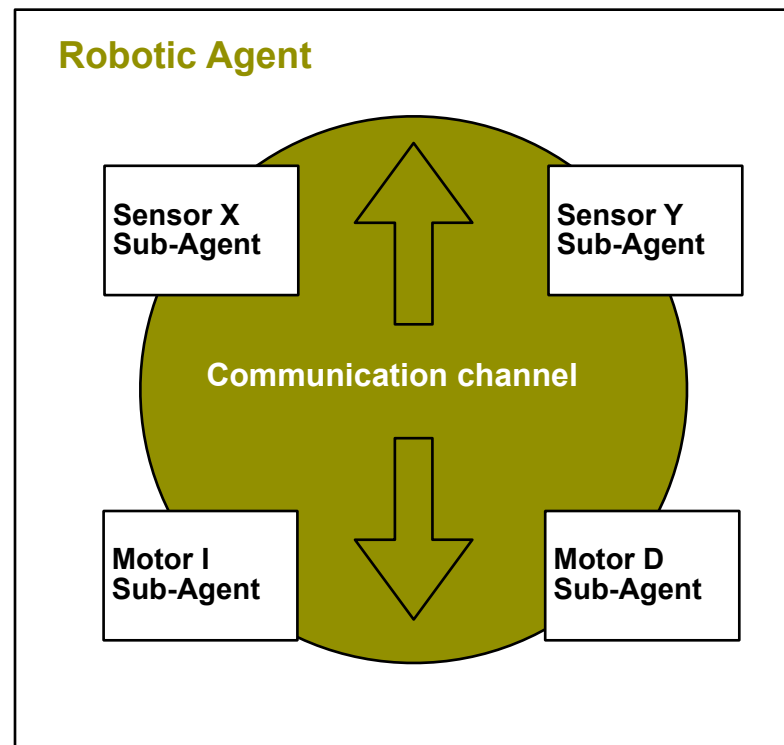
- * 単純

- * 階層性のある行動をとれる

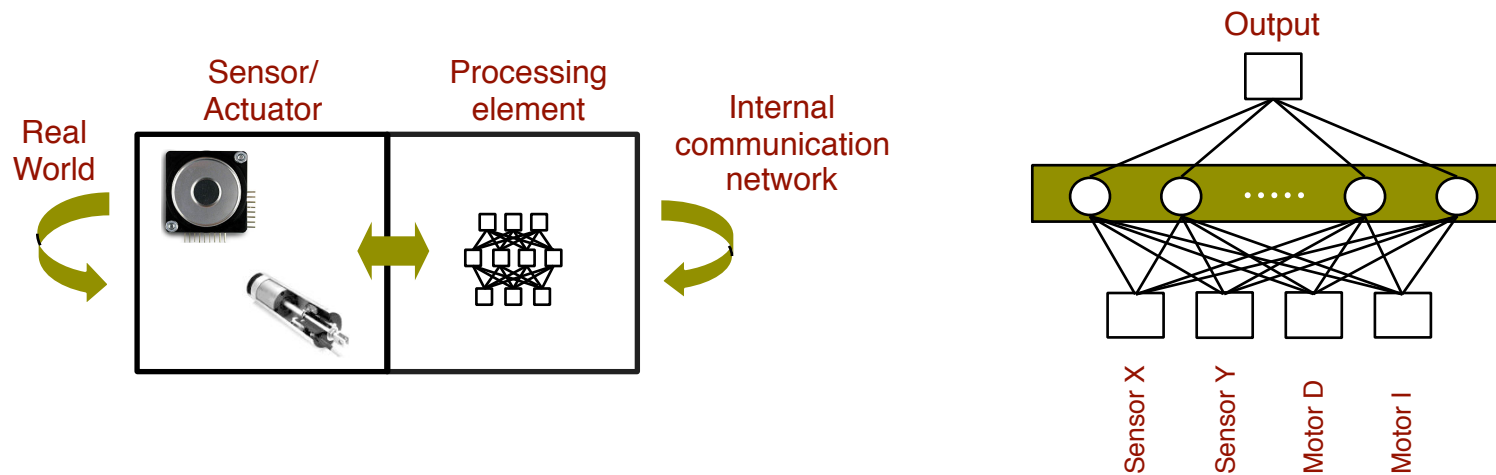
- * モジュラー構造

アーキテクチャーの説明

- 制御されるロボットシステム全体をエージェントとよぶ
- ロボットエージェントはサブエージェントに分割される
- ロボットの各センサー・アクチュエータ用のサブエージェントを用いる
- サブエージェントは通信路によって互いに通信する



アーキテクチャーの説明



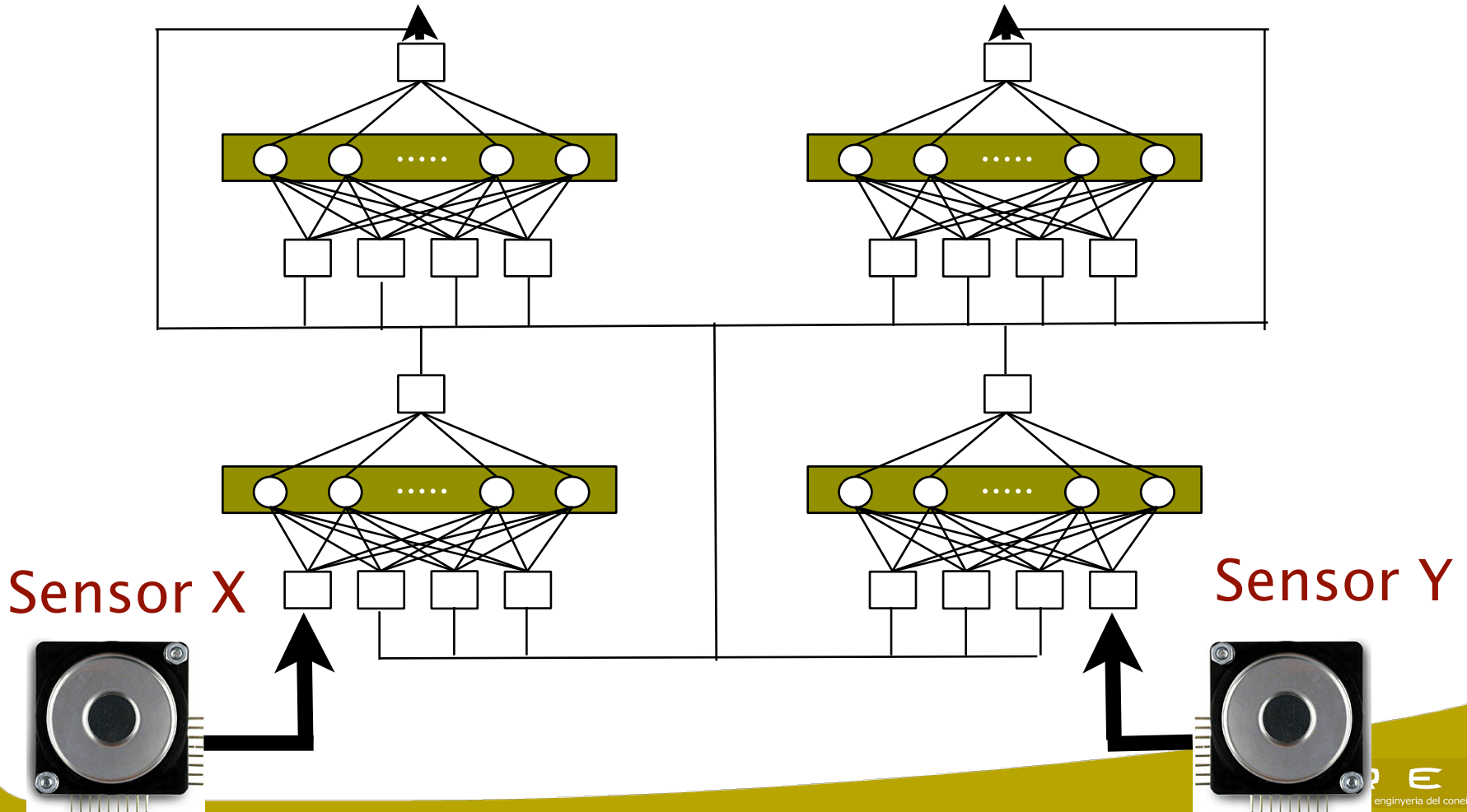
- 各サブエージェントは、知的ハードウェアユニット (IHU) によって実現される。
- IHUs はセンサー、アクチュエータ、そして単純な実行ユニットによって構成される。
- IHUs はロボットの内部世界を実世界に適応させるように学習する。

アーキテクチャーの説明

Motor 1



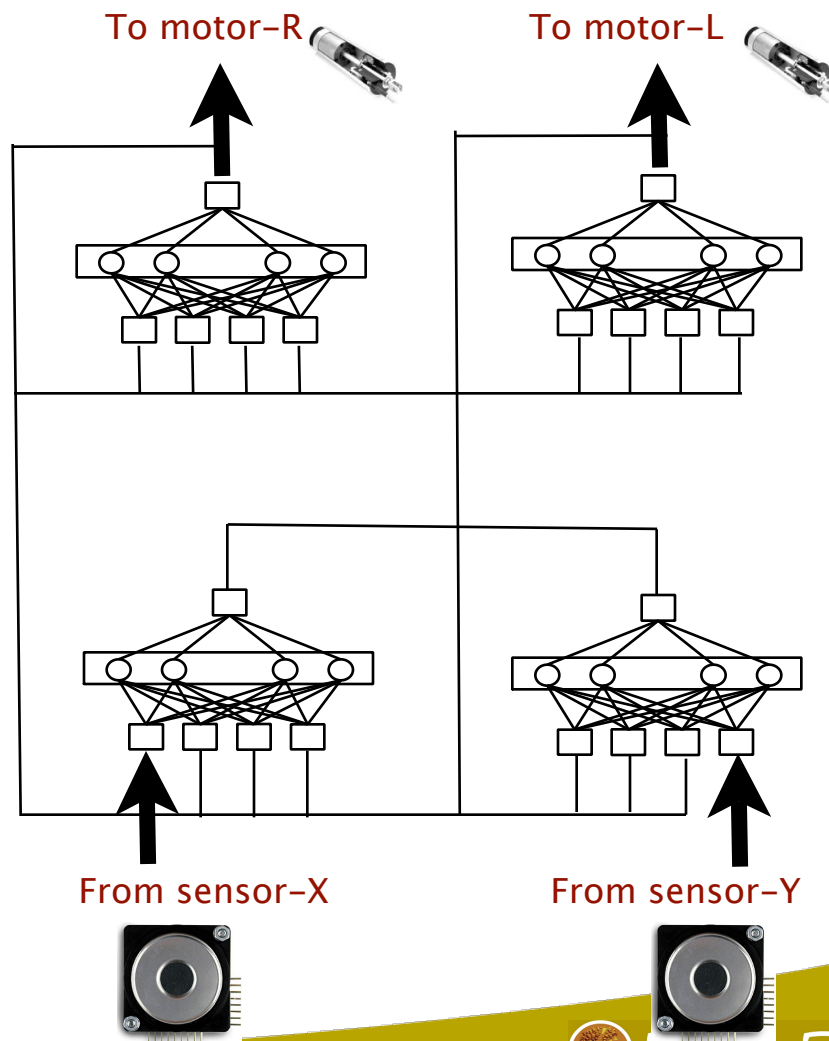
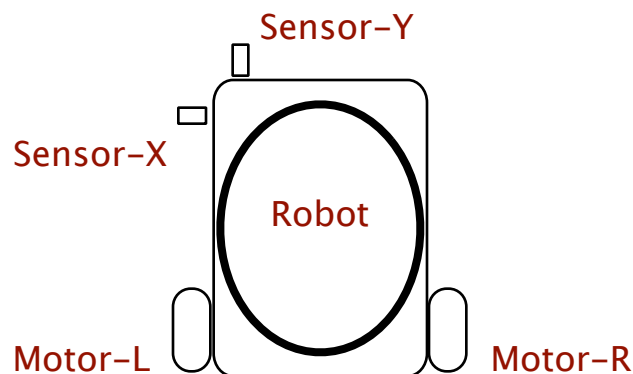
Motor 2



アーキテクチャーの例

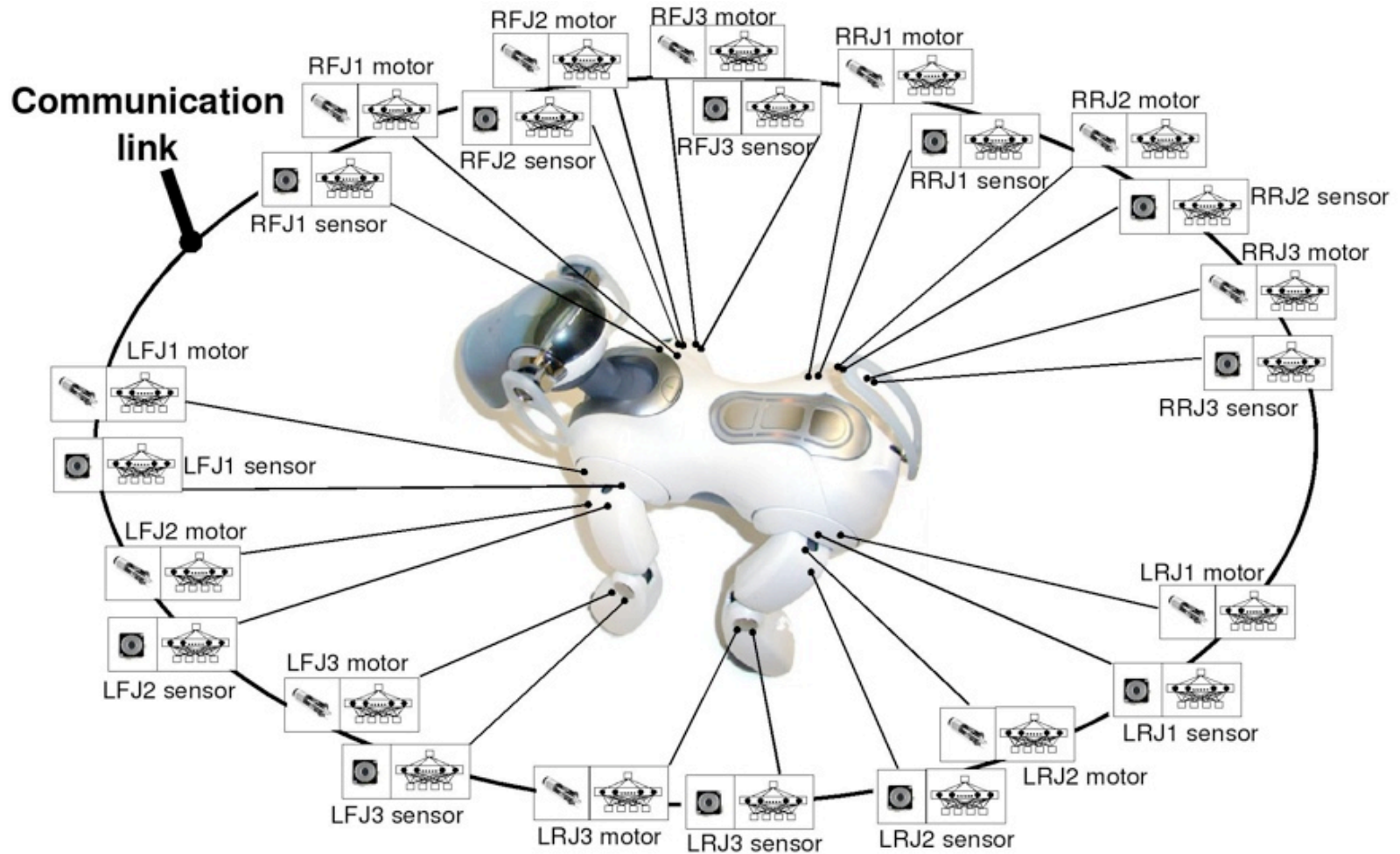
単純なロボット制御の問題：円軌道

中心にある物体



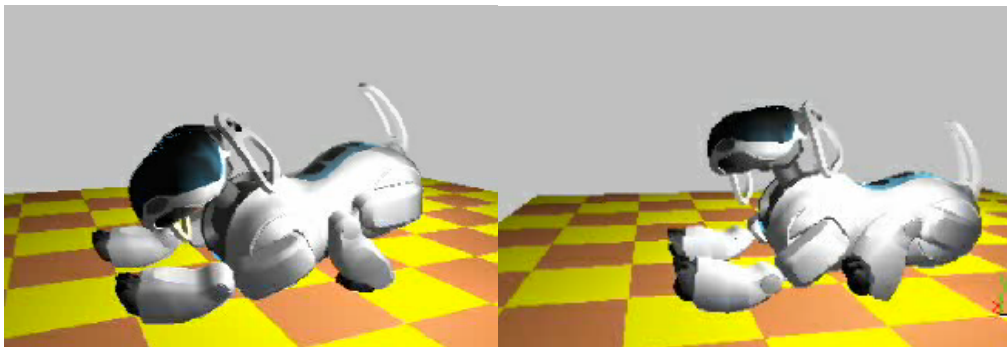
応用

Aibo分散処理コントローラ



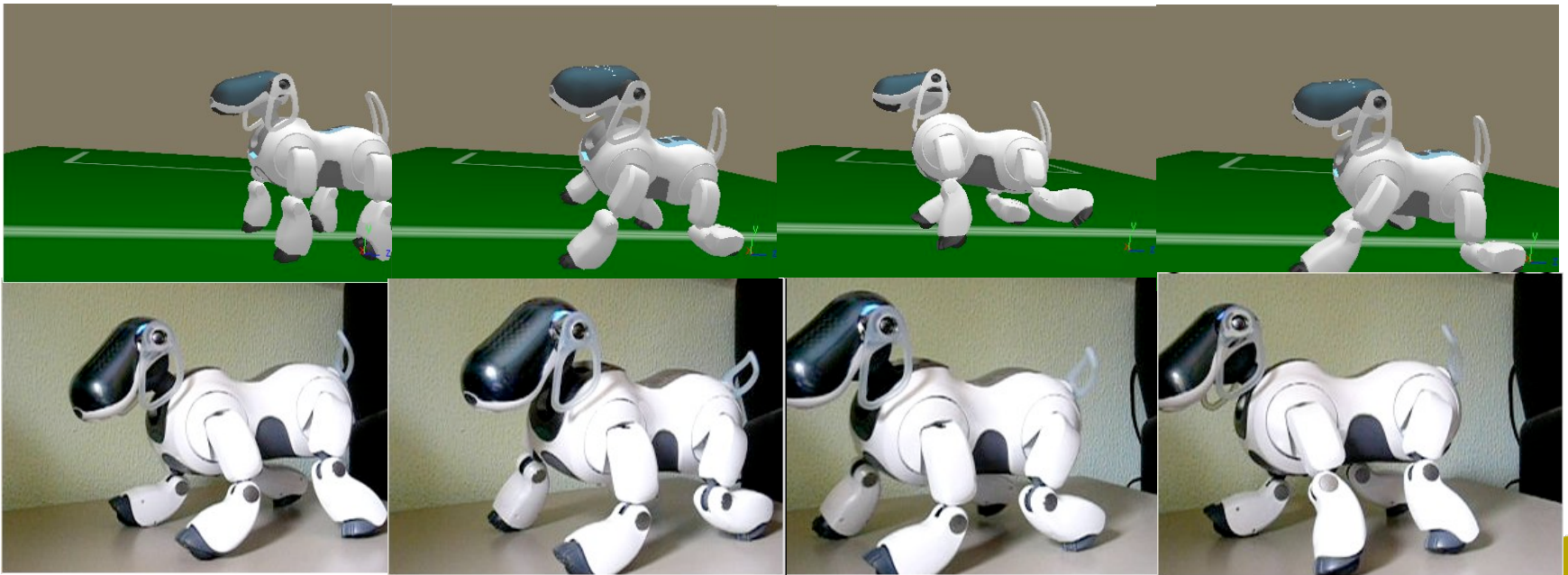
例：複雑な協調動作

- ロボットは寝てる状態から立つことを覚えなければならない
- コントローラはフィードフォワードネットワークを用いた24のサブエージェントによって構成される
- シミュレータと実際のロボットでテスト
- 感覚系と運動系の典型的な協調
- フィットネス関数（最終的な高さ）に基づいて動作獲得



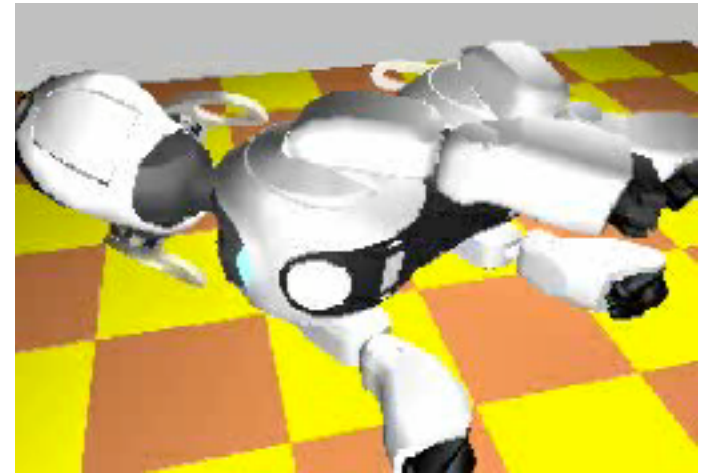
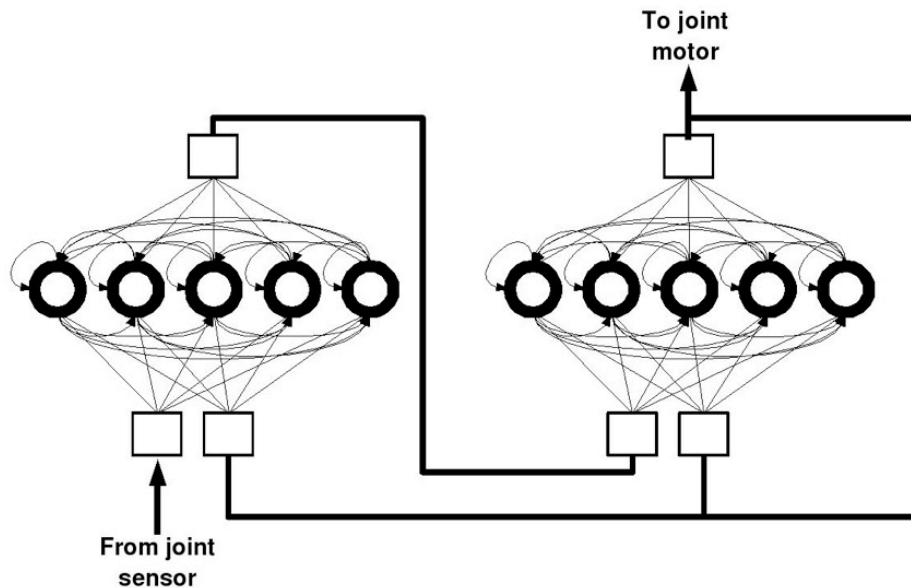
歩行の学習

- ロボットは24のサブエージェントの協調により、歩くことを学習しなければならない
- 困難なタスク: コントローラはロボットのダイナミクスを獲得しなければならない。これまでと同様の構成だが、リカレントニューラルネット (CTRNNs) を利用。
- 各段階において、異なるフィットネス関数を使って獲得



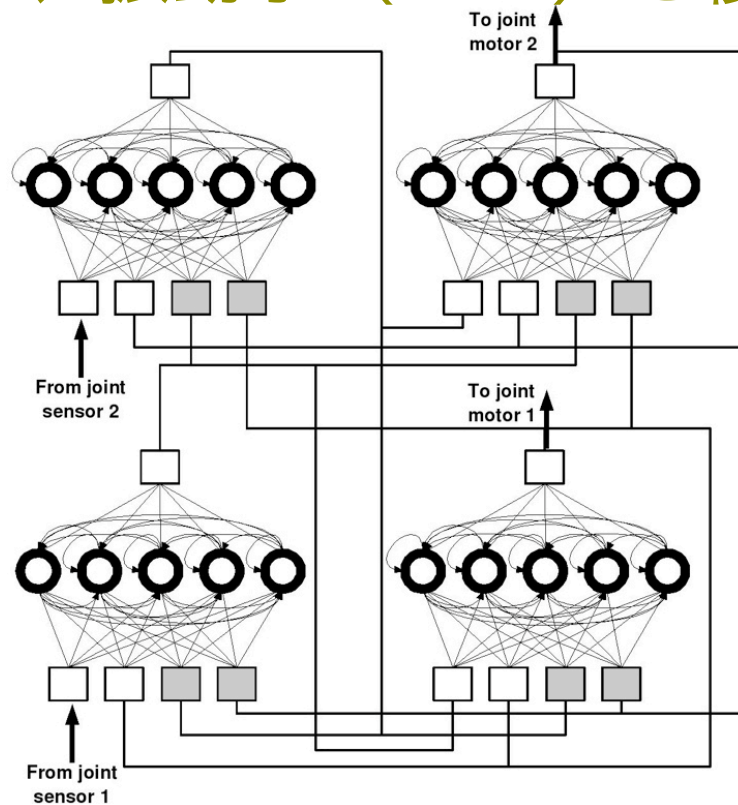
歩行の学習

- 一番目：一本の足を周期的に動かすことを学習する
- 生物学の概念であるCPGをソフトウェアで作る



歩行の学習

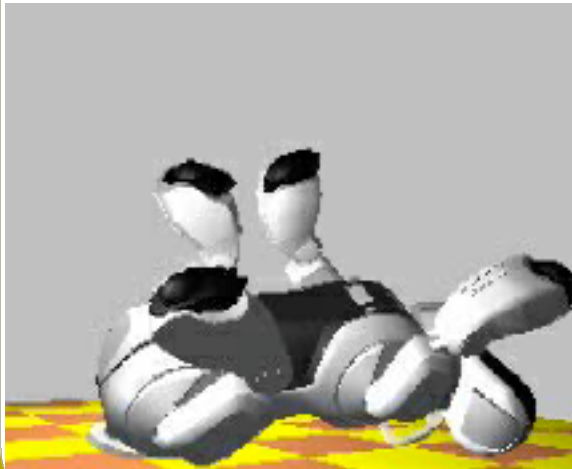
- 逆位相で振動するもう一方の足の2つの関節用に、振動子（CPG）を複製する。



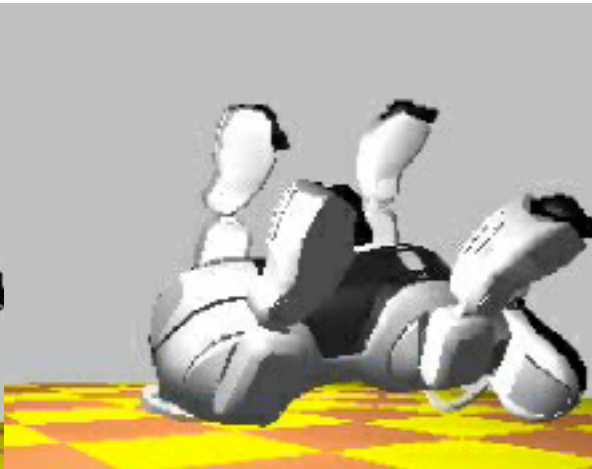
歩行の学習

- 次に、二つのCPG結合系の複製を後足用に作る
- 同じ手順を、3種類の関節 (J1-J2-J3)に対して行う

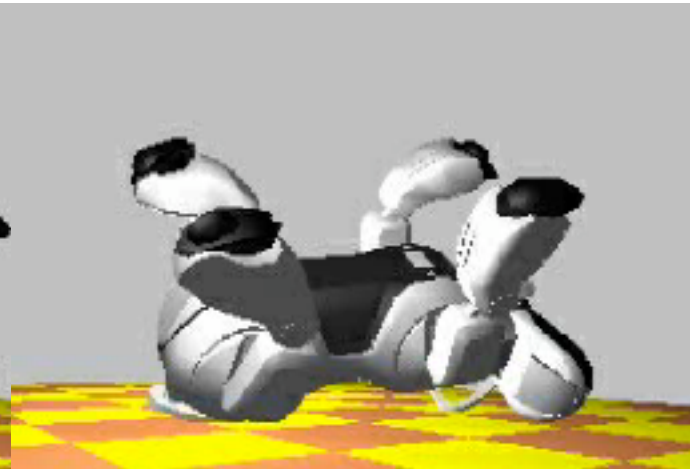
J1 joint type



J2 joint type

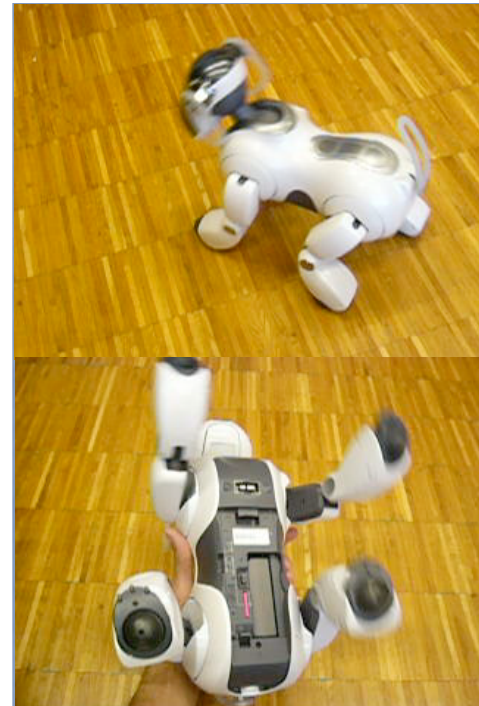
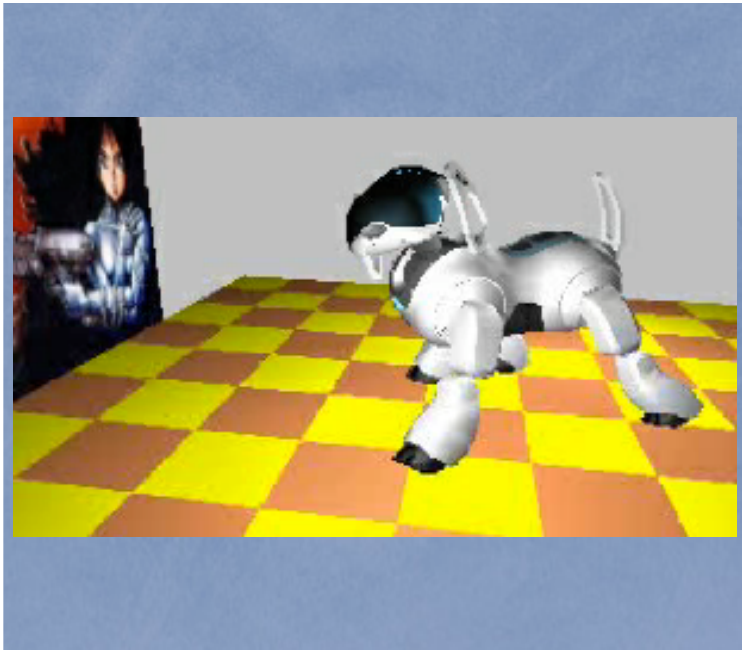


J3 joint type



歩行の学習

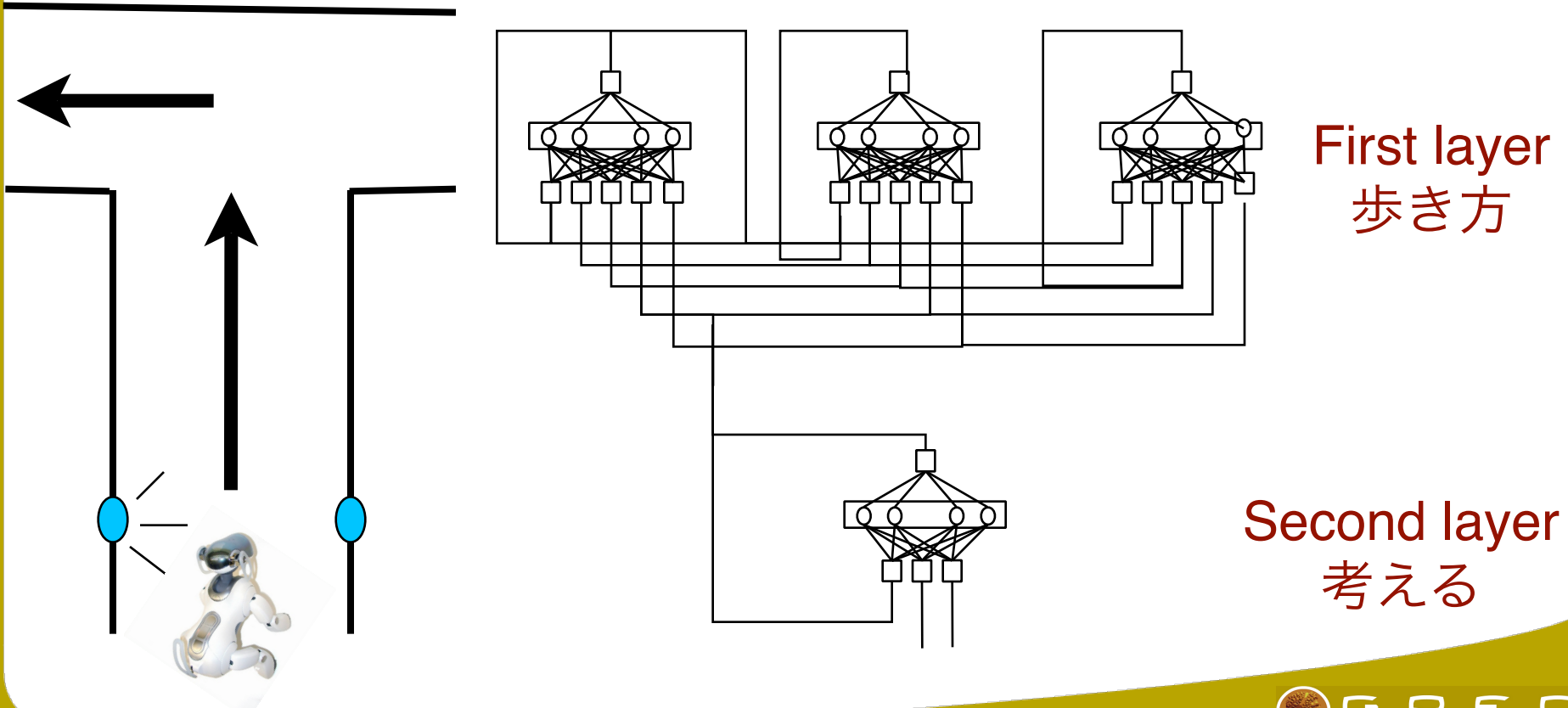
- 最後に、全体が協調して動くように全てのレイヤーを結合させ、そしてフィットネス関数を歩行距離にする。



まとめと今後の課題

今後の課題

既（すで）に歩行を可能としているAibo (ANNsの一次層) を使って, T型迷路を曲がることのできるコントローラを作る



まとめ

- 進化的ロボティクスは、自律ロボットの学習のための優れた方法だが、複雑な行動の学習ができなかった。
- 私たちは、モジュラー構造のコントローラを使って、この問題を解く方法を提案した。
- また、複雑なロボット制御に提案した方法を適用できることを示した。

質問？

詳しくは www.ouroboros.org を御覧下さい