



# Definisi Robot

“An active artificial agent whose environment is the physical world”

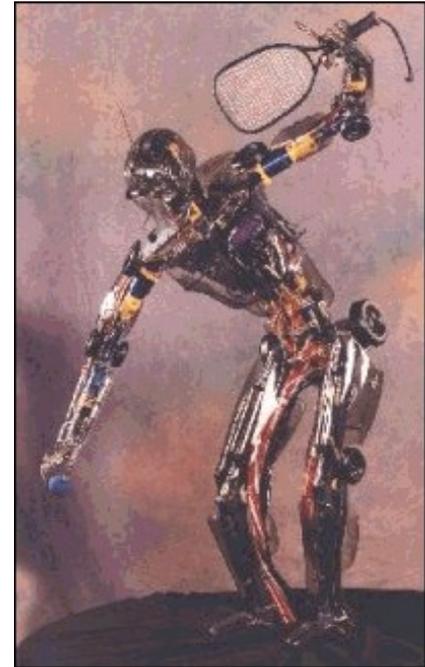
*--Russell and Norvig*

# Klasifikasi Robot Menurut :

## ■ FORM (bentuk) :

### ▶ Humanoid

1. Mirip dengan manusia
2. Lengan
3. Kaki
4. Wajah



### ✂ Animal (Hewan)

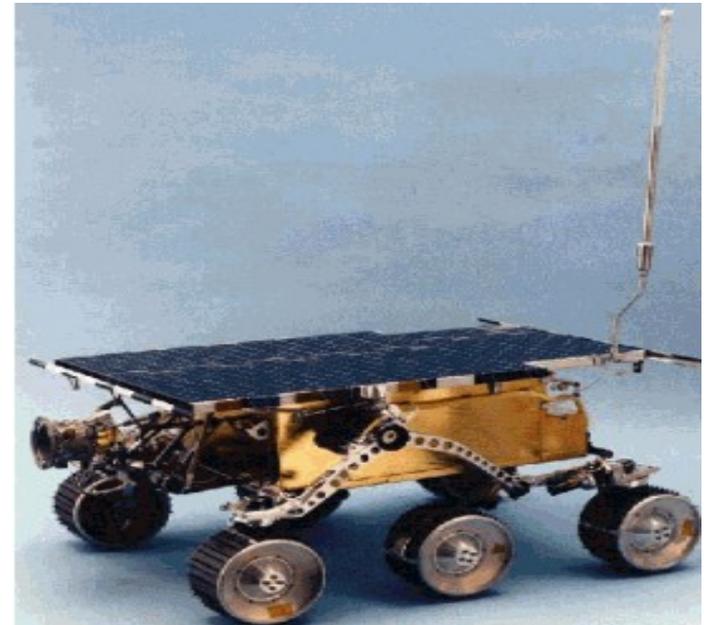
- ✂ kucing
- ✂ Ular
- ✂ Monyet
- ✂ Kecoa



# Engineering-Based

## Hasil penelitian/mesin

1. Mars Rover (Penjelajah/pengembara di Mars)
2. Factory Robots (Robot Pabrik)
3. Surveillance robots (Robot Pengawas)
4. Vacuum Cleaning, Food Service Robot



## ■ **Autonomy :**

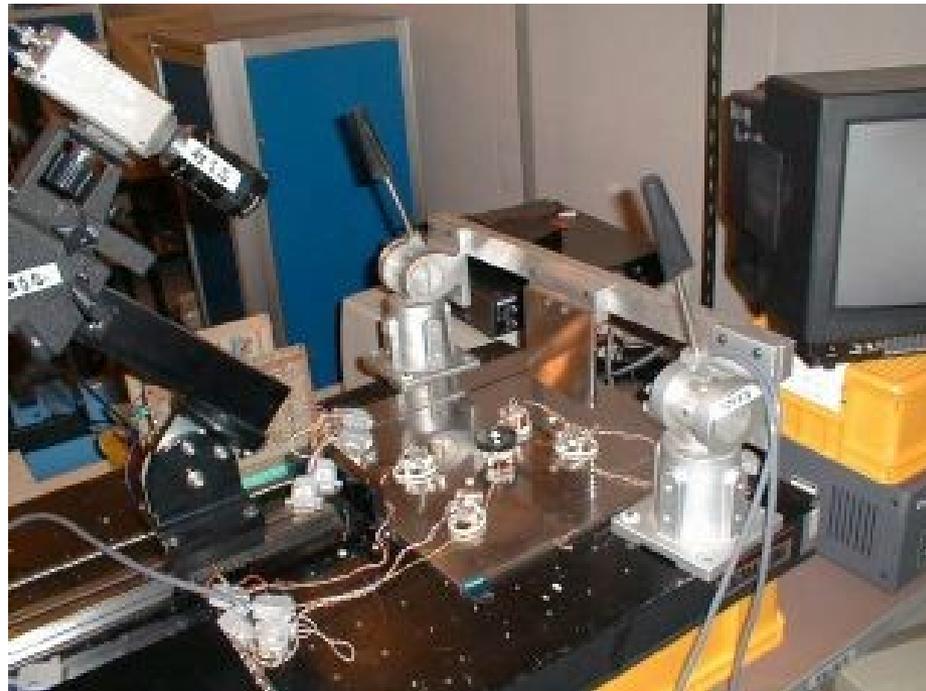
### ▶ **Fully Autonomous**

sedikit/tak membutuhkan kontrol dlm operasinya

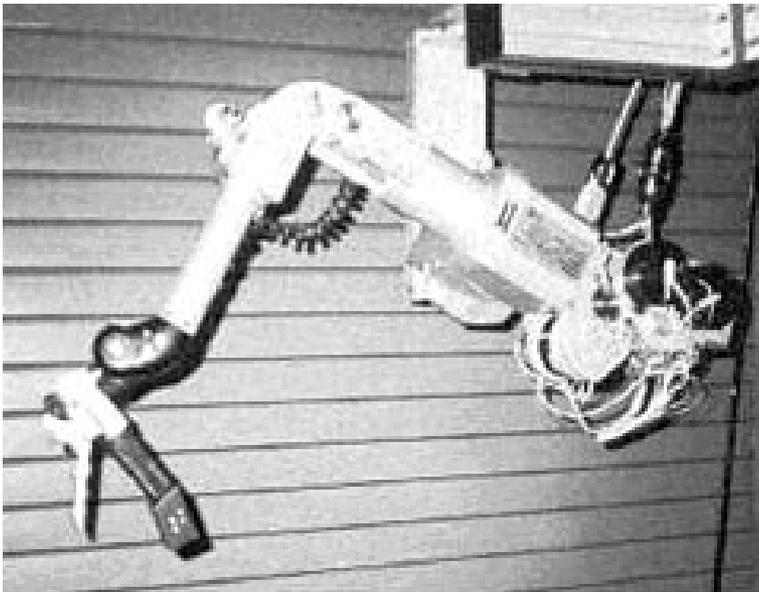
1. **Space exploration (penjelajah ruang angkasa)**
2. **Sony's Aibo**



- ▶ **Semi Autonomous**  
membutuhkan beberapa control selama operasinya
- ✂ **Some factory robot (Robot Pabrik)**



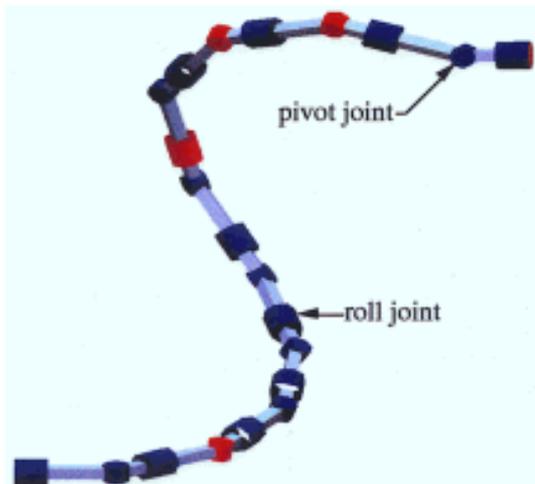
- ▶ **Non Autonomous**  
membutuhkan Kontrol penuh selama operasinya
- ▶ **Tele-robotics**



- **Kegunaan :**

- ▶ **Production (digunakan untuk melakukan proses produksi)**

1. Menyajikan makanan & minuman
2. Factory robots



**melakukan pelayanan)**

1. Vacuum cleaning
2. Exploration robot for space

► **Entertainment  
(hiburan)**

1. **Sony's Aibo**
2. **roboCoaster**



- **Interaksi dengan pengguna :**

- ▶ **Sedikit atau tidak ada interaksi**
    1. Penjelajah ruang angkasa
    2. Robot Pabrik
    3. Robot Pembersih
- ✂ **Interaction**

**(kadang2x)**

1. Pengantar makanan di Rumah sakit
2. Robot Pembersih rumah





## Banyak aksi

1. Pino
2. Kismet
3. Furby
4. Sony's Aibo



- **Learning :**

- ✂ *Full Learnable*

- Robot yang dapat belajar dari pengalaman untuk beradaptasi dengan bermacam-macam / banyak situasi baru )

- ✂ *Some Learnable*

- Robot yang dapat belajar dari pengalaman untuk beradaptasi dengan beberapa situasi baru

- ✂ *No Learnable*

- Robot yang perlu konfigurasi baru jika berhadapan dengan situasi baru

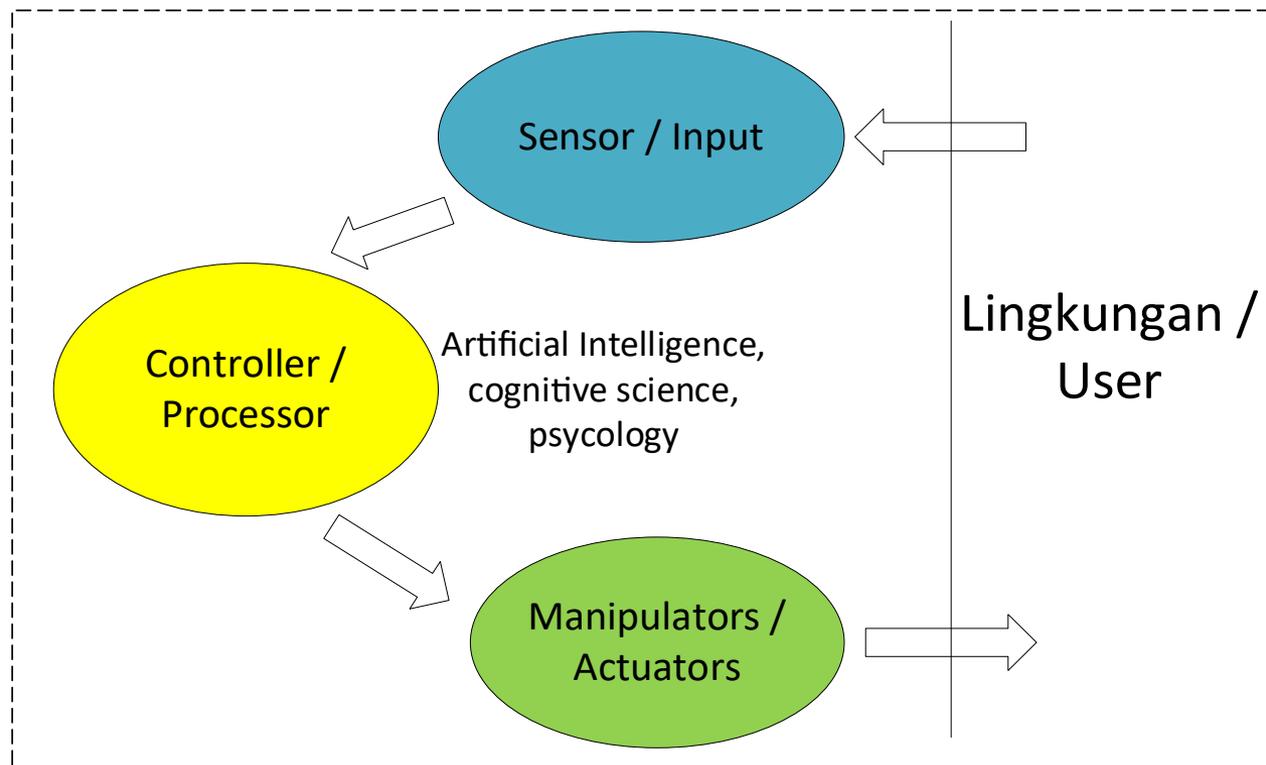


Robotika dulu digunakan pada pabrik dimana perakitan membutuhkan presisi, kecepatan, dan keandalan yang sangat tinggi sementara kebosanan dan ketidaktepatan manusia dalam melakukan hal yang berulang ini membuat produktivitas bisa keluar dari jalur yang diharapkan. Peralatan mesin yang presisi dianggap sebagai inspirasi dari perkembangan tersebut.

Dengan fleksibilitas pemrograman dan pelatihan yang disediakan oleh operator yang terampil, robot dapat melakukan tugas yang sangat kompleks seperti, tugas-tugas berulang dimana tugas tersebut dapat diubah dalam waktu singkat dengan menggunakan program yang berbeda. Mengatasi variabilitas lingkungan ini hanya bisa dicapai dengan umpan balik sensor. Hal tersebut menjadi jelas bahwa tingkat kecerdasan yang lebih tinggi diperlukan untuk mengakomodasi variabilitas dan ketidakpastian, ditambah dengan kompleksitas lingkungan dan sensor yang digunakan membuat kecerdasan buatan dibutuhkan untuk otonomi.



# ARSITEKTUR DASAR ROBOT



Arsitektur Dasar Robot (Indurkhya, B. 2003)

Berbagai pendekatan telah mulai muncul dalam mendesain, membangun, menguji, dan mengeksploitasi sistem teknologi praktis dengan kemampuan:

- Perencanaan produksi yang cerdas, manajemen sumber daya, dan penjadwalan tugas
- Pengambilan keputusan yang cerdas, penguraian tugas, pengejaran tujuan, dan reaksi untuk situasi yang tidak terduga.
- Organisasi informasi yang cerdas, pemrosesan, persepsi dan pemahaman situasi
- Perencanaan jalur cerdas untuk pemilihan rute otomatis, navigasi dan penghindaran rintangan
- *Intelligent sensor* pada lingkungan dan kondisi internal sistem
- *Intelligent learning* dari pengalaman dan instruksi.
- Kontrol cerdas dari presisi gerak, kecepatan, posisi, dan aktuasi gaya.

Karakteristik umum dari semua kemampuan sistem di atas adalah penggunaan fitur "Intelligent (cerdas)" sebagai sifat penting.

# Sistem kontrol intelligent robotic harus didasarkan pada fitur berikut:



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

- Otonomi dalam pengambilan keputusan untuk semua hirarkis tingkat control.
- Kekokohan dan kemampuan beradaptasi yang baik terhadap ketidakpastian sistem dan perubahan lingkungan.
- Kemampuan *Learning dan self organizing* dengan generalisasi pengetahuan yang diperoleh.
- Akuisisi keterampilan berdasarkan pada akuisisi keahlian dan pengalaman.
- Implementasi secara real time menggunakan arsitektur pemrosesan cepat untuk sensor fusion dan komputasi kontrol.

Sifat learning (pembelajaran) dari algoritma intelligent control dalam robotika sangat

penting untuk memastikan pencapaian kinerja robot berkualitas tinggi.



## Beberapa paradigma cerdas yang digunakan untuk menyelesaikan masalah kontrol kecerdasan dalam robotika

- AI - expert systems
- NN - neural networks
- fuzzy logic
- GA - genetic algorithms



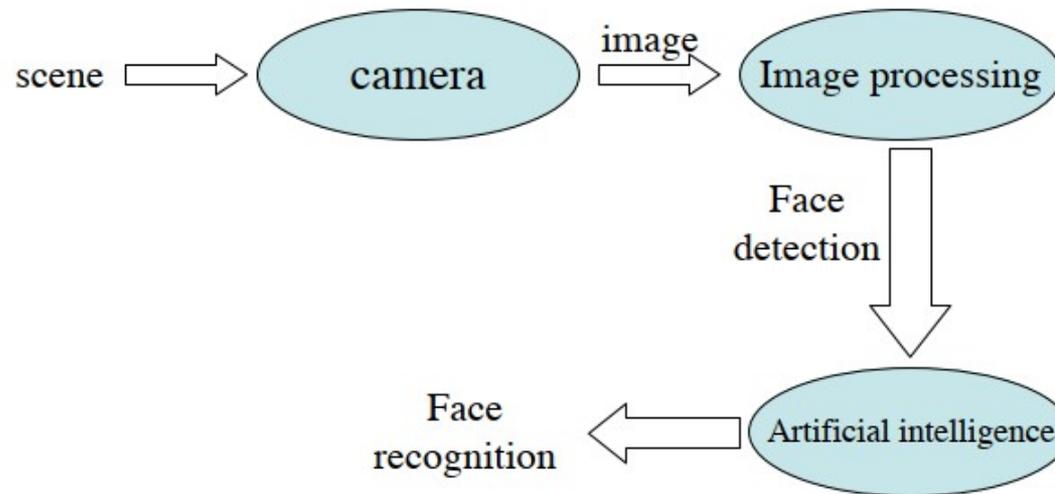
# Sensors for Human interaction

- Vision Camera
- Auditory Microphone
- Tactile Force sensor
- Olfactory (smell)
- Taste

# Sensation, perception, cognition



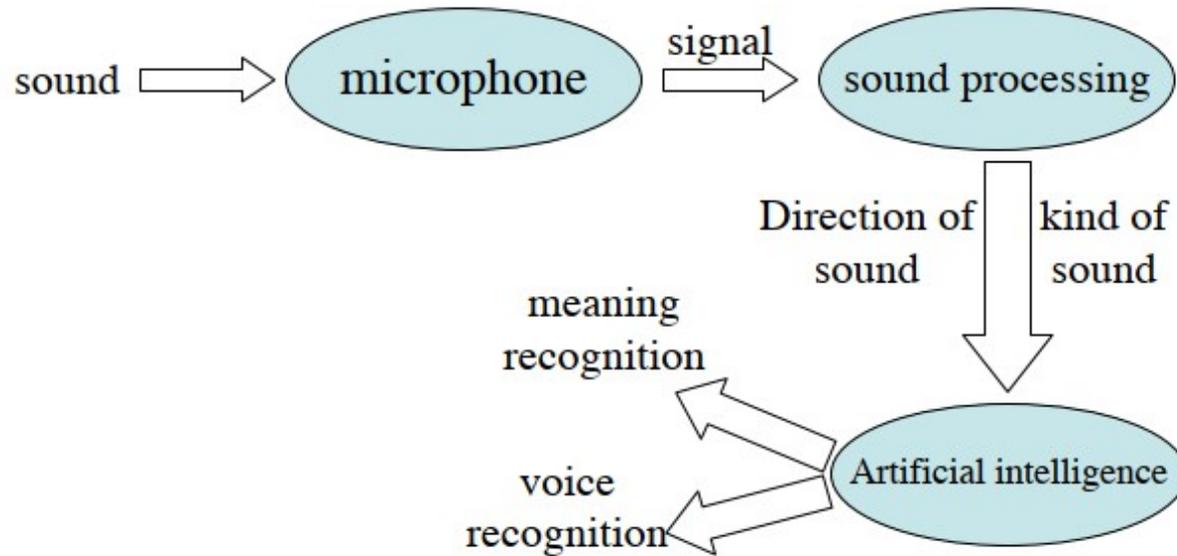
UNIVERSITAS  
GADJAH MADA



# Sensation, perception, cognition

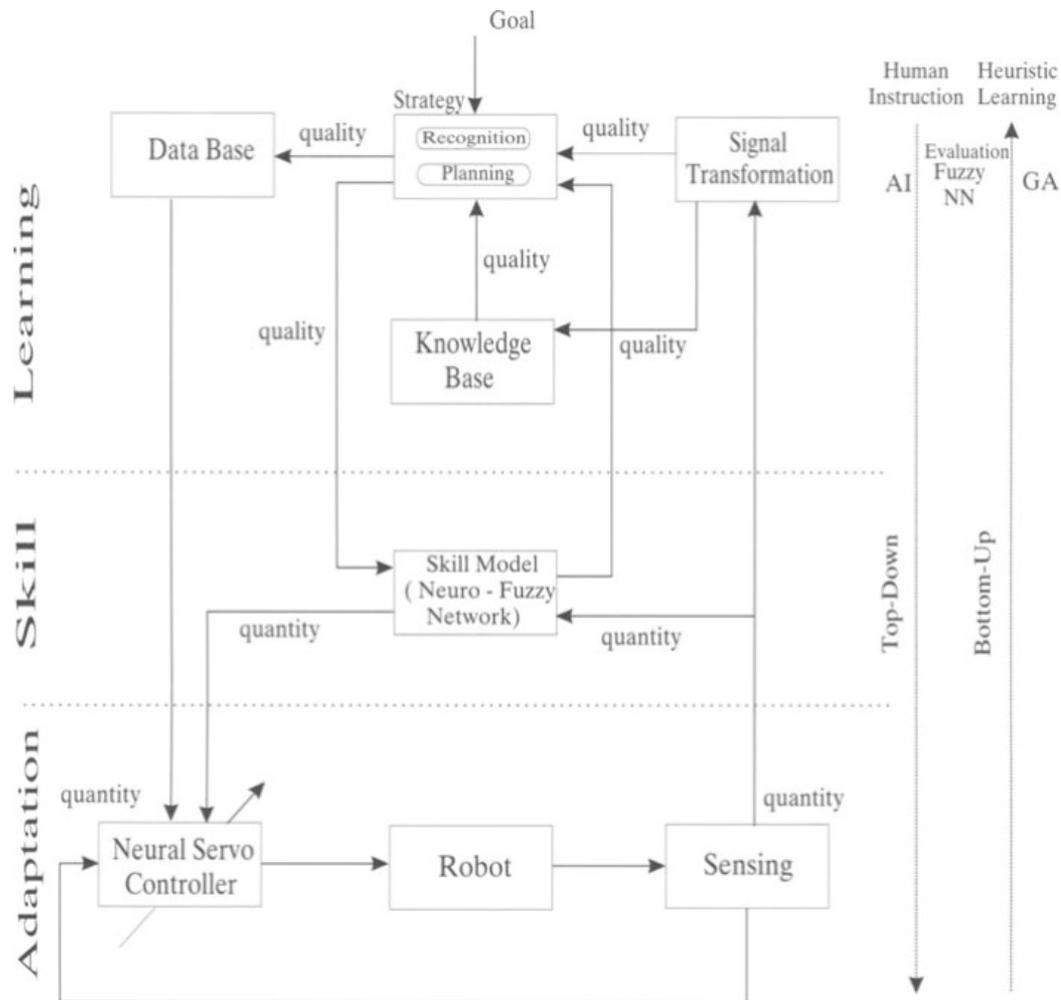


UNIVERSITAS  
GADJAH MADA





# Hirarki Sistem Intelligent Robotic



Hierarchical intelligent robotic systems

# Learning Pada Robot



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

Jika robot bisa belajar, maka mereka tidak harus diprogram untuk tugas tertentu

Contoh Learning Pada robot:

- Mengenal wajah seseorang
- Mempelajari rute (navigasi)
- Belajar mengaitkan suara dengan benda
- Mempelajari arti instruksi verbal
- Mempelajari perilaku tertentu:
  - Belajar berjalan
  - Belajar menari



# Learning Pada Robot

- Perubahan dalam parameter internal dari robot menghasilkan respon perilaku terhadap lingkungan.
- Pengalaman masa lalu digunakan untuk mengubah parameter-parameter internal.
-



# Tipe-tipe Adaptasi

- Behavioral adaptation  
Perilaku individu disesuaikan untuk meningkatkan performans.
- Sensor adaptation  
Sistem persepsi menjadi lebih selaras dengan lingkungan.
- Evolutionary adaptation  
Keturunan berubah berdasarkan keberhasilan atau kegagalan pendahulu mereka



# Mode dari Learning

- Memperkenalkan pengetahuan baru (fakta, perilaku, aturan) ke dalam sistem.
- Generalisasi konsep dari berbagai contoh.
- Mengkhususkan konsep yang sesuai dengan contoh tertentu.
- Mengatur ulang atau merestrukturisasi informasi untuk meningkatkan efisiensi.
- Membuat atau menemukan konsep baru.
- Buat dan meningkatkan model dari benda-benda di sekitar lingkungan untuk membuat prediksi yang lebih baik.
- Memanfaatkan pengalaman masa lalu



# Mekanisme Learning..

- Reinforcement learning

Rewards/punishment digunakan untuk menyesuaikan parameter numeric dalam kontroler.

- Neural Network

Arsitektur khusus berdasarkan struktur otak digunakan untuk mengatur bobot numerik di kontroler.

- Genetic algorithms

Operator berbasis genetika seperti crossover dan mutasi digunakan pada populasi dari kontroler untuk mempelajari lebih lanjut strategi kontrol yang efisien.



# Mekanisme Learning..cont

- Case-based learning

Contoh interaksi masa lalu dengan lingkungan diindeks dan disimpan dalam basis kasus. Kasus yang paling relevan diambil dan diadaptasi sesuai kebutuhan untuk bertindak dalam situasi saat ini.

- Inductive learning

Seperangkat contoh pelatihan digunakan untuk menggeneralisasi atau kontroler khusus.

- Explanation-based learning

Pengetahuan khusus domain digunakan untuk memandu proses Learning (pembelajaran).



# Numeric vs. Symbolic Learning

- Numeric learning

Bobot atau nilai numerik dari parameter disesuaikan dalam learning (pembelajaran). Misalnya: neural network dan metode statistik lainnya.

- Symbolic learning

Nilai numerik (jika ada) dikaitkan dengan simbol. Hasil pembelajaran dalam struktur simbol baru : asosiasi konsep, aturan-aturan produksi, dll.



# Inductive vs. Deductive Learning

- Inductive learning

Generalisasi dari contoh, percobaan, dll. berdasarkan pengalaman.

- Deductive learning

Menggunakan alasan logis untuk menghasilkan lebih banyak konsep yang efisien. Biasanya berbentuk pengaturan ulang pengetahuan internal.

# Incremental vs. Batch Learning



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

- Incremental learning

Belajar sambil jalan. Learning terjadi seperti robot berinteraksi dengan dunia. Terus menerus dan online learning.

- Batch learning

Sejumlah besar contoh pelatihan adalah disediakan pada robot untuk learning. Robot melakukan pembelajaran sebelum ke dunia nyata. Off-line learning.



# Supervised vs. Unsupervised Learning

- Supervised learning

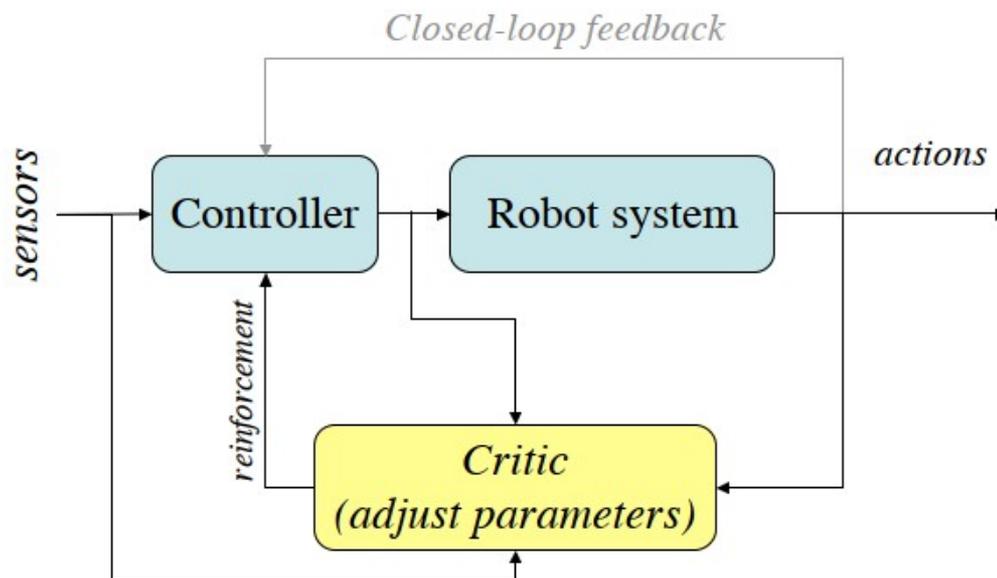
Kriteria kesuksesan atau tujuan telah ditetapkan sebelumnya. Itu bisa disediakan oleh pengajar atau yang sudah ditentukan sebelumnya didalam system.

- Unsupervised learning

Tidak ada gagasan status tujuan sasaran yang ditetapkan sebelumnya



# Reinforcement Learning



Reinforcement Learning (Indurkha, B. 2003)



# Terminologi Reinforcement Learning

- States (S):
  - Set of states the robot can be in
- Actions (A):
  - Set of actions that the robot can take
- Transition Function (T):  $T(s(t-1), a(t-1)) \rightarrow s_t$ 
  - (States  $\times$  Actions)  $\rightarrow$  States
- Reward or Utility Function (R):  $R(s, a) \rightarrow r$ 
  - (States  $\times$  Actions)  $\rightarrow$  Payoff
- Policy (P):  $P(s(t-1)) \rightarrow a(t-1)$ 
  - States  $\rightarrow$  Actions



# Kontrol berbasis perilaku dengan Banyak sensor

- Sensor Fission (saluran persepsi)
  - Setiap sensor mengontrol perilaku yang berbeda
- Sensor Fusion
  - Informasi dari berbagai sensor digabungkan untuk mengendalikan satu perilaku
- Sensor Fashion (urutan persepsi)
  - Sensor berbeda bergiliran mengendalikan aspek perilaku berbeda pada waktu yang berbeda.

# Behavior-based architecture

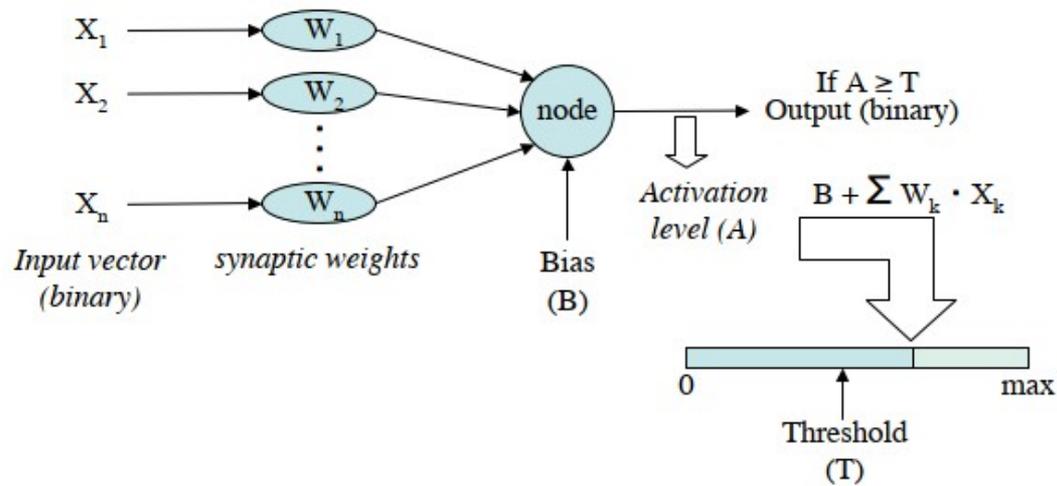


*Design for a behavior-based mobile robot  
(adapted from Fig 25.10 in AIMA)*



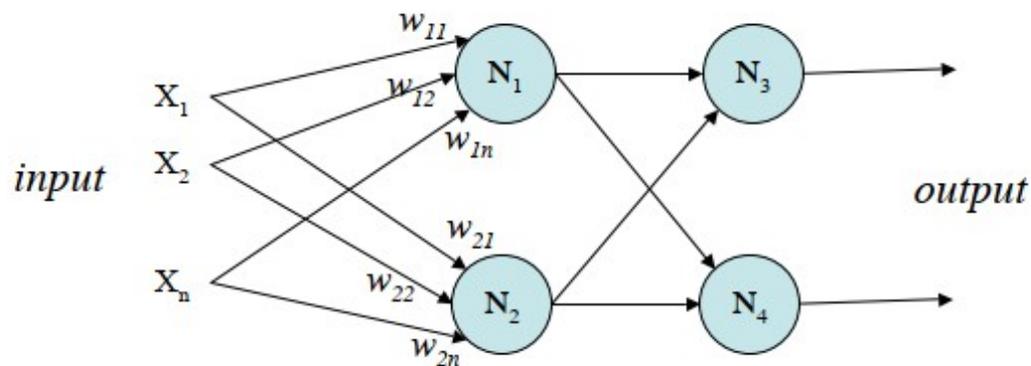
# Neural Networks

## *Basic computational unit*





# Neural Networks...cont





# Learning with neural network

- Sesuaikan bobot sinaptik antara neuron:
  - Tingkatkan bobot antar neuron yang keduanya aktif ketika output sudah benar
  - Kurangi bobot antara neuron itu keduanya aktif ketika output salah
- Hebbian training algorithm

$$w_{ij} \underset{\substack{\text{after} \\ \text{update}}}{(t+1)} = w_{ij} \underset{\substack{\text{before} \\ \text{update}}}{(t)} + \mu \times \underset{\substack{\text{learning} \\ \text{rate}}}{o_i} \underset{\substack{\text{output}}}{o_j}$$

## Neural Learning: Algorithm



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

- Berikan contoh positif atau negatif
- Verifikasi output jaringan: benar atau salah
- Jika salah, berikan output yang benar
- Perbarui bobot sinaptik untuk mengurangi kesalahan antara output yang diamati dan output yang benar
- Ulangi proses ini sampai kinerja memuaskan tercapai (mis. konvergensi)

# Desain Robot Berbasis Biologi: Bio-Robot

Hewan memiliki sistem saraf yang sederhana, tetapi mereka bergerak dengan cukup efisien lingkungan.

- Kecoa sangat bagus dan pejalan kaki cepat
- Kadal dapat memanjat tembok dengan mudah
- Kepiting bisa pergi ke darat dan di air
- Monyet dapat bergerak dengan cepat dengan berayun di cabang pohon



# Cognitive robotics

Tujuannya adalah merancang robot yang sepertinya memiliki perasaan dan emosi.

- Untuk memberi manusia persahabatan dan hiburan (mis. robot peliharaan).
- Tidak ada gunanya memiliki perasaan atau emosi dalam robot pabrik, robot eksplorasi ruang angkasa, dll.
- Motivasi ekonomis untuk robot hiburan  
→ Banyak minat dalam robotika kognitif.

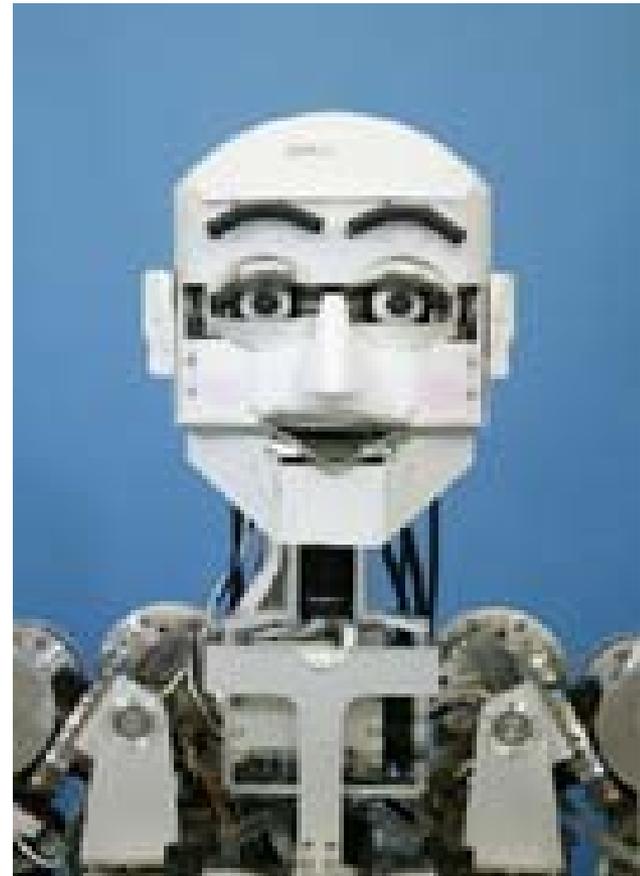
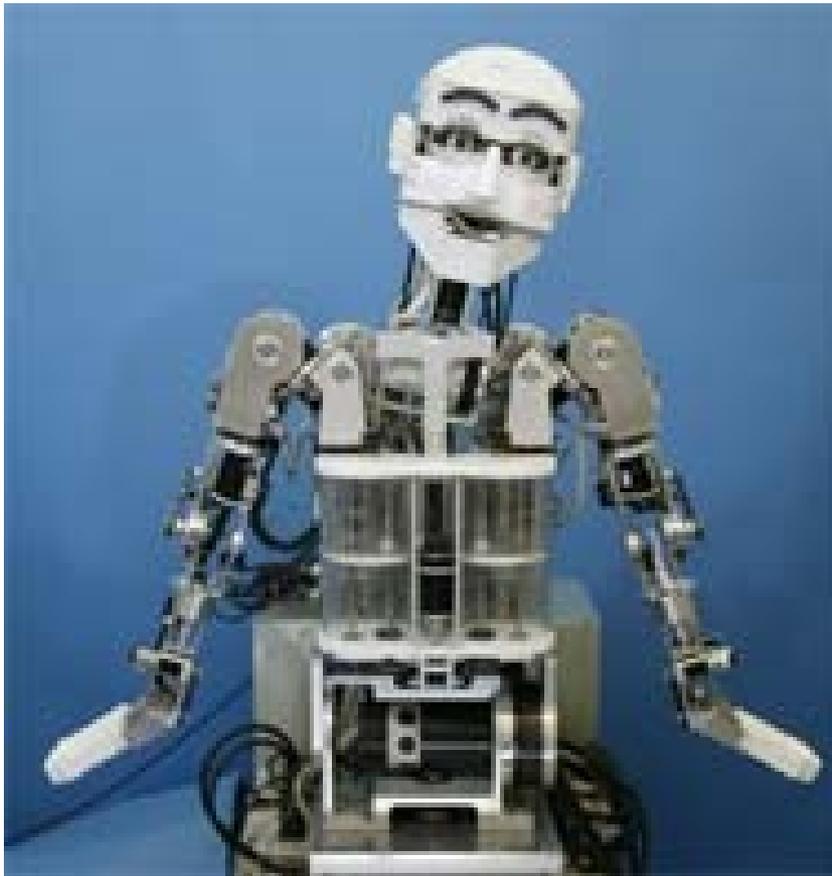


UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

## Sumber Informasi

- [https://cfo.university/uploads/class-resources/Get\\_Ready\\_for\\_Artificial\\_Intelligence-Dave\\_Sackett\\_for\\_CFO.University.pptx](https://cfo.university/uploads/class-resources/Get_Ready_for_Artificial_Intelligence-Dave_Sackett_for_CFO.University.pptx)[http://ranger.uta.edu/~huber/cse4392\\_SmartHome/Lectures/Robotics.ppt](http://ranger.uta.edu/~huber/cse4392_SmartHome/Lectures/Robotics.ppt)<https://mbhs.edu/~lpiper/Robotics03/presentation.ppt><http://www.cs.loyola.edu/~lawrie/CS484/F07/lecture/484-2.ppt>
- Indurkha, B. Introduction to Robotics
- Katic D, Vukabratovic M, Intelligent Control of Robotic system

# Contoh Cognitive Robot : Ekspresi Robot WE-4R oleh waseda university



Ku Bahagia



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

# Terimakasih