



Desarrollo de un prototipo de robot humanoide que busque,
encuentre y patee una pelota de forma autónoma e inteligente

Jennifer Dos Reis y Juliana León
Tutor Académico
Carolina Chang y Carolina Martínez

December 11, 2014

Índice



1 Introducción

2 Construcción

3 Experimentos y Resultados

4 Conclusiones

5 Futuros Trabajos

Índice



1 Introducción

2 Construcción

3 Experimentos y Resultados

4 Conclusiones

5 Futuros Trabajos



Introducción



- Futuro de la robótica
- Algunos ejemplos
- Competencia Robocup





Introducción

Objetivo General



Objetivo General

Diseñar y construir un robot humanoide capaz de detectar una pelota, buscarla y patearla con dirección al arco, de forma autónoma e inteligente.



Introducción

Objetivos Específicos



Objetivos Específicos

- Diseño y ensamblaje
- Instalación y configuración de los componentes
- Detección de la pelota
- Desplazamiento
- Control de caídas
- Comunicación entre controladores
- Aprendizaje por reforzamiento
- Orientación al arco

Índice



1 Introducción

2 Construcción

3 Experimentos y Resultados

4 Conclusiones

5 Futuros Trabajos



Partes del robot

Piezas



Estructura

- Con piezas de LEGO
- Desde cero
- Con el kit de piezas Bioloid



Partes del robot

Piezas

Componentes utilizados del kit Bioloid

- Motores Dynamixel
- Batería de polímero de litio
- Giroscopio





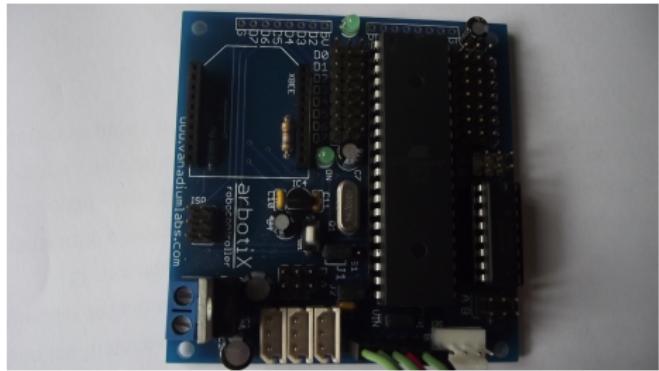
Partes del robot

Piezas



Componentes adicionales

- Tarjeta controladora Arbotix
- Raspberry Pi
- Cámara
- Micro servo motores
- chip FTDI





Partes del robot

Ensamblaje



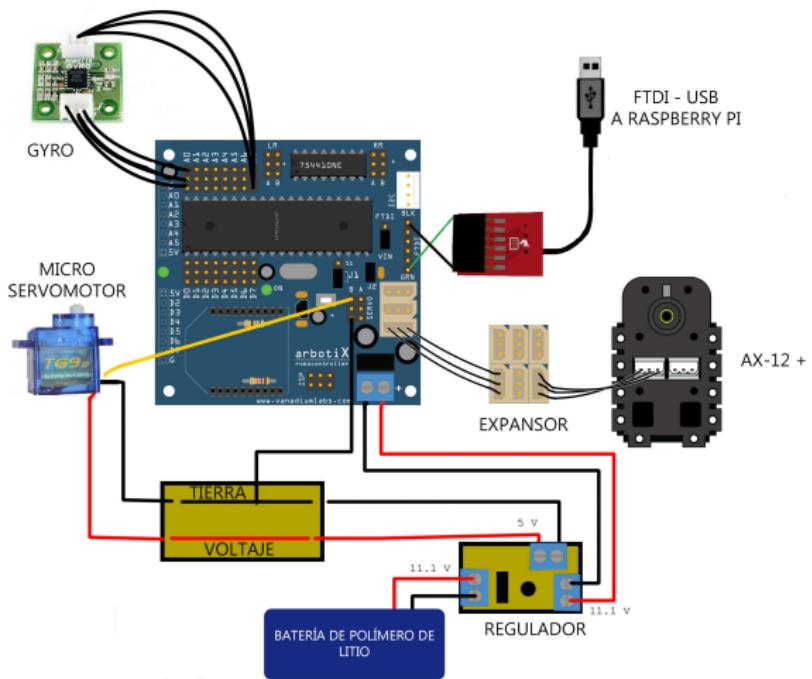
Modelo del robot

- Modelo tipo B del manual



Partes del robot

Conexiones





Detección de la pelota



Obtención de la imagen

- Dificultades
- Solución

Procesamiento de la imagen

- De BGR a HSV
- Segmentación de regiones por color
- Filtros

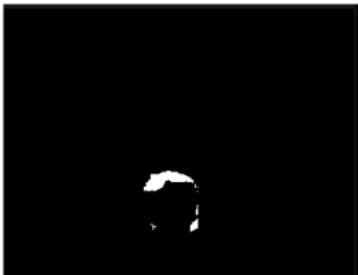


Detección de la pelota

Filtros: Ejemplo 1



(a) Original



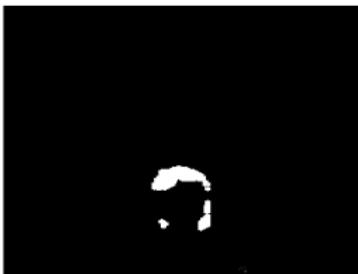
(c) Con erosión(1)



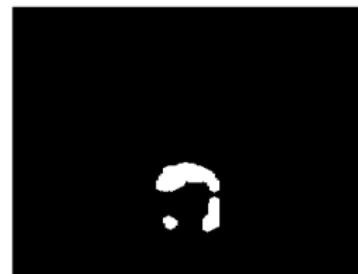
(e) Con dilatación(2)



(b) Umbralizada



(d) Con dilatación(1)



(f) Con erosión (2)

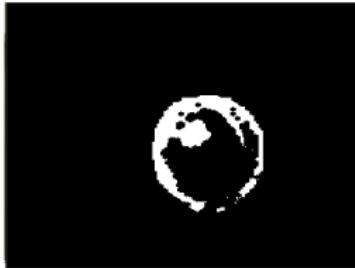


Detección de la pelota

Filtros: Ejemplo 2



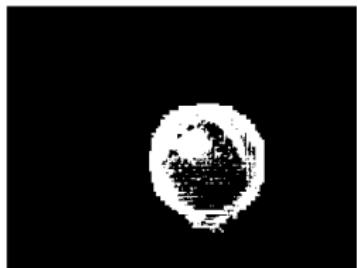
(a) Original



(c) Con erosión(1)



(e) Con dilatación(2)



(b) Umbralizada



(d) Con dilatación(1)



(f) Con erosión(2)

Movimiento de las extremidades



Acciones de movimiento

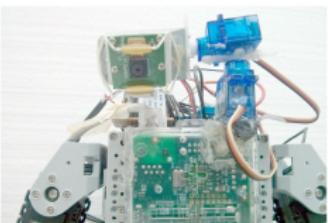
- Caminar hacia adelante
- Girar a la izquierda
- Girar a la derecha
- Levantarse desde la posición boca abajo
- Levantarse desde la posición boca arriba
- Patear con la pierna izquierda
- Patear con la pierna derecha



Movimiento de la cámara



(a) Arriba-Derecha



(c) Arriba-Medio



(e) Arriba-Izquierda



(b) Abajo-Derecha



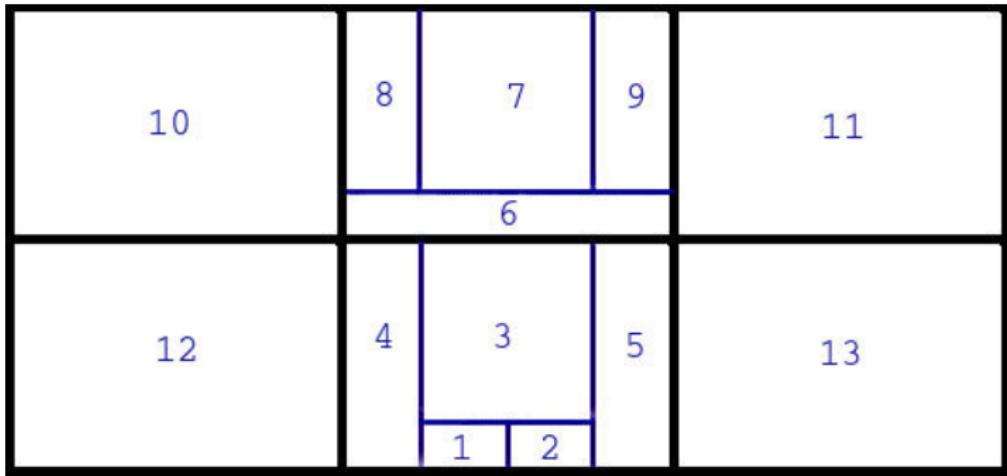
(d) Abajo-Medio



(f) Abajo-Izquierda



Representación del mundo



Comunicación Arbotx - Raspberry Pi



- Herramienta: ROS (Robot Operating System)
- Paradigma Cliente/Servidor
- Comunicación bidireccional y síncrona



Aprendizaje



Motivación

- Aprendizaje por reforzamiento
- Aprendizaje-Q

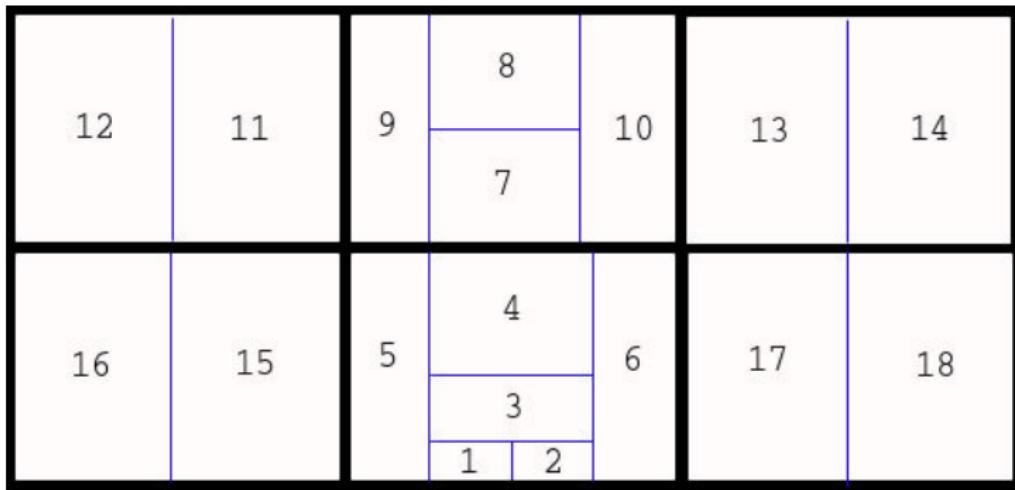
Modelo del problema

- Estados
- Acciones
- Recompensas



Modelo del problema

Estados





Modelo del problema

Acciones

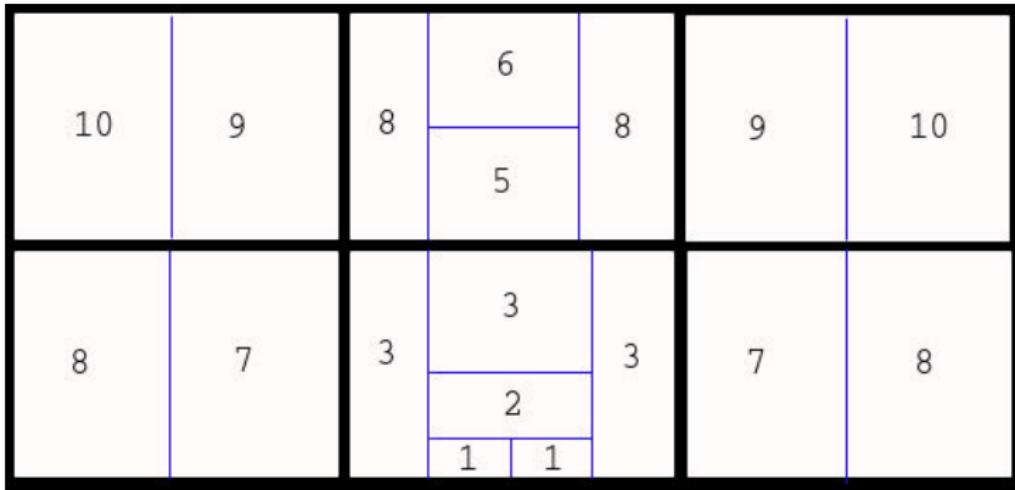
- Caminar un paso hacia adelante
- Caminar dos pasos hacia adelante
- Caminar cuatro pasos hacia adelante
- Girar a la izquierda
- Girar doble a la izquierda
- Girar a la derecha
- Girar doble a la derecha



Modelo del problema

Recompensas

$$R(s, a, s') = \frac{d(s) - d(s')}{10} \quad (1)$$





Aprendizaje



Elección de la acción

$$P(a_i|s) = \frac{k^{Q(s,a_i)}}{\sum_j k^{Q(s,a_j)}} \quad (2)$$

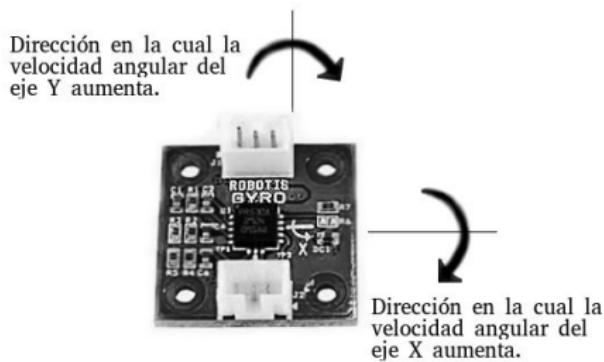
Actualización de Q(s,a)

$$Q(s, a) = r + \gamma \max_{a'} Q(\delta(s, a), a') \quad (3)$$



Detección de caídas

- Velocidad angular (-300,300)
- Error estable (-80,100)



Orientación al arco



7	6	2	1	3	4	5
---	---	---	---	---	---	---

Índice



- 1 Introducción
- 2 Construcción
- 3 Experimentos y Resultados
- 4 Conclusiones
- 5 Futuros Trabajos



Experimentos Simples



De movimiento individual

Los movimientos individuales son:

- Caminar un paso hacia adelante
- Caminar dos pasos hacia adelante
- Caminar cuatro pasos hacia adelante
- Girar hacia la derecha
- Girar doble a la derecha
- Girar hacia la izquierda
- Girar doble a la izquierda
- Patada con la pierna derecha
- Patada con la pierna izquierda



Experimentos Simples



De movimiento

Se realizaron 50 ejecuciones de cada movimiento simple

Movimiento	Cantidad de pruebas	Correctas	Fallidas	Con recuperación
1	50	100%	0%	NA
2	50	98%	2%	0%
3	50	100%	0%	NA
4	50	100%	0%	NA
5	50	100%	0%	NA
6	50	100%	0%	NA
7	50	100%	0%	NA
8	50	98%	0%	2%
9	50	100%	0%	NA



Experimentos Simples



De movimiento compuesto

Los movimientos elegidos son :

- Caminar hacia adelante y patear con la pierna derecha
- Caminar hacia adelante y patear con la pierna izquierda
- Caminar hacia adelante, girar hacia la derecha y patear con la pierna derecha
- Caminar hacia adelante, girar hacia la derecha, patear con la pierna izquierda
- Caminar hacia adelante, girar hacia la izquierda y patear con la derecha



Experimentos Simples



- Caminar hacia adelante, girar hacia la izquierda y patear con la pierna izquierda
- Girar hacia la izquierda y patear con la pierna derecha
- Girar hacia la derecha y patear con la izquierda
- Girar hacia la derecha y patear con la pierna derecha
- Girar hacia la izquierda y patear con la pierna izquierda



Experimentos Simples



De movimiento compuesto

Se realizaron 30 ejecuciones de cada movimiento compuesto

Combinación	Cantidad de pruebas	Correctas	Fallidas	Con recuperación
1	30	96.7%	3.3%	0%
2	30	100%	0%	NA
3	30	100%	0%	NA
4	30	100%	0%	NA
5	30	96.7%	3.3%	0%
6	30	100%	0%	NA
7	30	100%	0%	NA
8	30	100%	0%	NA
9	30	100%	0%	NA
10	30	100%	0%	NA



Experimentos Simples



De movimiento compuesto

Se realizaron 50 ejecuciones de cada prueba de enfoque

	Cantidad de Pruebas	Correctas
A 50 cm	50	100%
A 80 cm	50	100%
No pelota	50	100%



Experimentos

Compuestos



Comportamiento integrados

- Caso I :Pelota a los pies de Junny
- Caso II: Pelota a 50 cm en linea recta
- Caso III: Pelota 50 cm en linea recta y 50 cm a la izquierda
- Caso IV: Pelota 50 cm en linea recta y 50 cm a la derecha

	Cantidad de pruebas realizadas	Correctas	Con fallas recuperadas	Fallidas	Tiempo Promedio
Caso I	10	90%	10%	0%	30 s
Caso II	10	70%	10%	20%	2m 12s
Caso III	10	80%	0%	20%	3m 29s
Caso IV	10	90%	0%	10%	4m 48s



Experimentos

Aprendizaje

Ajuste

- Pruebas con variaciones en los parametros
- $K = 3\gamma = 0.1$ con el 100% de aciertos

	Cantidad	Correctas	Fallidas
$K = 1\gamma = 0.1$	20	80%	20%
$K = 2\gamma = 0.1$	20	80%	20%
$K = 2\gamma = 0.7$	20	60%	40%
$K = 3\gamma = 0.1$	20	90%	10%
$K = 3\gamma = 0.7$	20	80%	20%
$K = 5\gamma = 0.1$	20	80%	20%
$K = 5\gamma = 0.7$	20	70%	30%

Figure : Resultados de los distintos parámetros con aprendizaje



Experimentos

Aprendizaje



Comparación

Se compararon las pruebas con los casos de pruebas integradas

	Caso II	Caso III	Caso IV
Correctas con aprendizaje	100%	100%	100%
Correctas sin aprendizaje	70%	80%	90%
Fallidas con aprendizaje	0%	0%	0%
Fallidas sin aprendizaje	20%	20%	10%
Recuperadas con aprendizaje	NA	NA	NA
Recuperadas sin aprendizaje	10%	0%	0%
Tiempo promedio con aprendizaje	2m 35 s	5m 38s	4m 14s
Tiempo promedio sin aprendizaje	2m 12s	3m 29 s	4m 48s



Experimentos



Completos

Los experimentos con el comportamiento completo incluyendo orientación al arco y el aprendizaje por reforzamiento con un resultado de 40 % de fallo, 6.6 % Tiros al arco y 53 % Goles marcados

Índice



1 Introducción

2 Construcción

3 Experimentos y Resultados

4 Conclusiones

5 Futuros Trabajos



Conclusiones



Puntos relevantes

- 99.6 % de aciertos en simples
- 96 % en compuestos realizados correctamente
- 100 % en la detección de la pelota
- 70 % en caso II y 90% en casos I y IV
- 100 % en aprendizaje y un 0.72 en eficiencia
- 53 % con orientación al arco
- Integración de todos los componentes
- Incursión en robótica (humanoide)
- Económico

Índice



1 Introducción

2 Construcción

3 Experimentos y Resultados

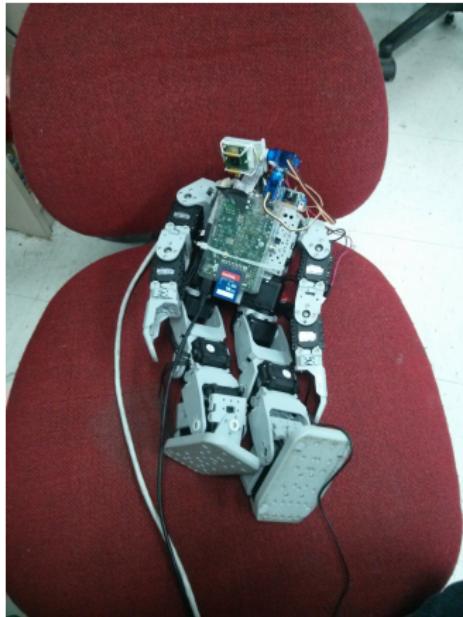
4 Conclusiones

5 Futuros Trabajos

Trabajos Futuros



- Aumentar acciones y regiones
- Caderas
- Motores distintos
- Aprendizaje para:
 - Detección de pelota
 - Predicción
 - Tipo de patada
 - Compañero



PREGUNTAS