

# Visión de Robots

**Gonzalo Gismero**

Tutores:

Gonzalo Tejera, Facundo Benavides, Serrana Casella

# Agenda

- Objetivos del proyecto
- Motivaciones
- Características del problema
  - Visión por computador
  - Proceso de visión
  - Clasificación de módulos de visión en fútbol de robots
- Características de la solución
- Experimentos y Resultados
- Conclusiones

# Objetivos

- Estado del arte sobre Visión por Computador, Reconstrucción espacial y Visión cooperativa.
- Estudio e implementación de algoritmos de Visión para Fútbol de Robots.
- Estudio e implementación de algoritmos de Cooperación en Visión para Fútbol de Robots.

# Motivaciones

Construcción de un equipo de fútbol de robots que pueda competir en la liga humanoide de *RoboCup Soccer*.

Generar antecedentes de visión local cooperativa.

# **Características del problema**

# Características del problema

**Visión por computador**

# Visión por computador

Busca dotar a las máquinas del sentido de la vista.

Objetivos:

- Reconocimiento de objetos en imágenes
- Seguimiento de regiones de imágenes en una secuencia (tracking)
- Reconstrucción de una escena en un modelo interno (3D)

# Usos de Visión: Sistemas de vigilancia





# Usos de Visión: Vehículos no tripulados

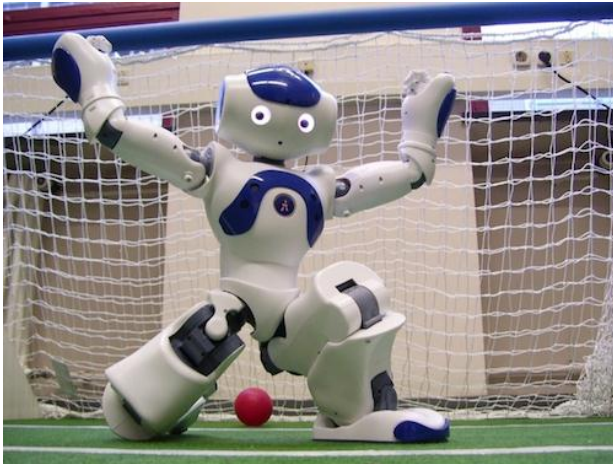


ULTra Personal Pod



Sky warrior

# Usos de Visión: Fútbol de Robots



Sony AIBO

Aldebaran NAO

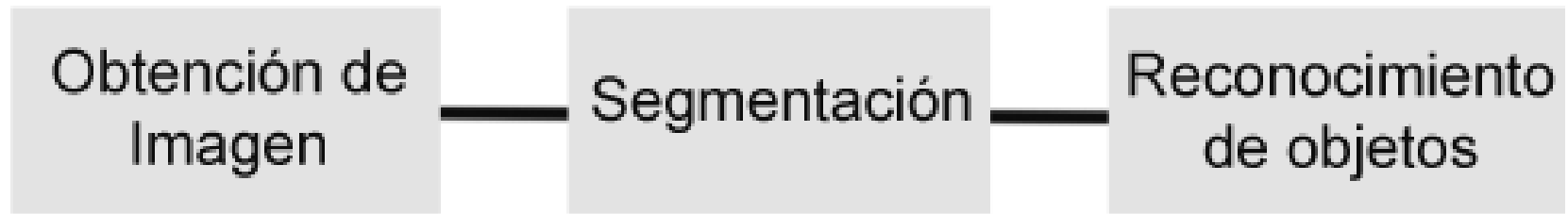


# Características del problema

**Proceso de visión**

# Proceso de visión

Etapas del proceso de visión:



# Obtención de imagen

Tarea de hardware.

Imágenes convencionales, video, imágenes termográficas, entre otras.

Considerar resolución de imagen y *fps*.

# Segmentación

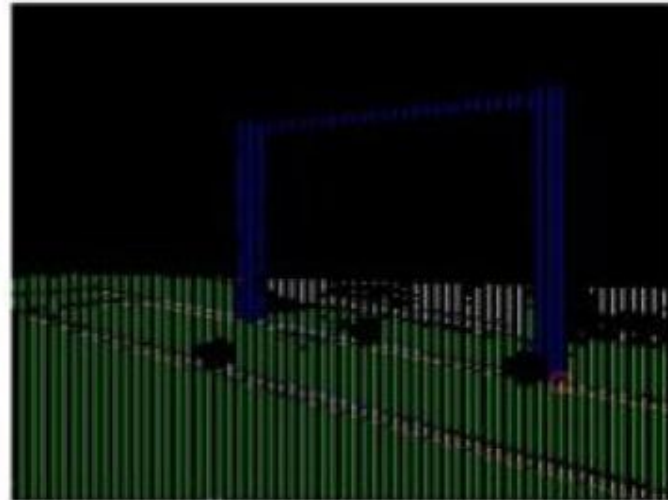
Identificación de regiones de interés.

Regiones definidas a partir de:

- Algoritmos de detección de contorno
- Técnicas de agrupación en blobs

# Segmentación: Detección de contorno

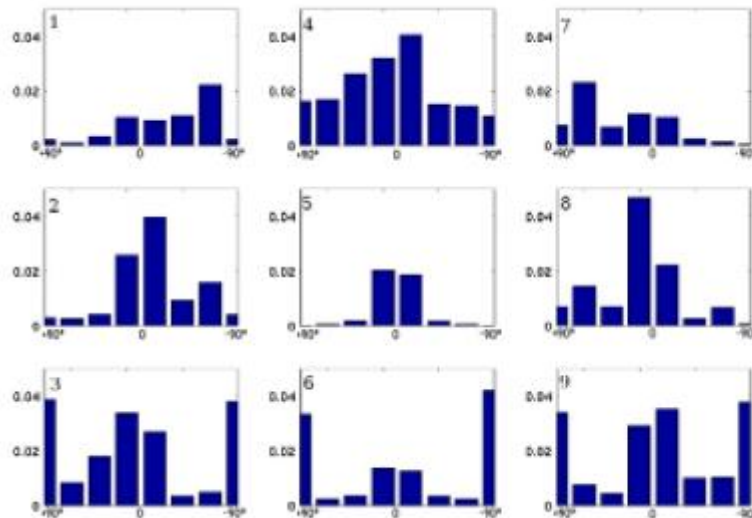
Se busca variaciones de color en la imagen.



Regiones de interés definidas a partir de histogramas de orientación

# Segmentación: Detección de contorno

Histogramas de orientación permiten definir contornos dividiendo la vista del objeto en ventanas



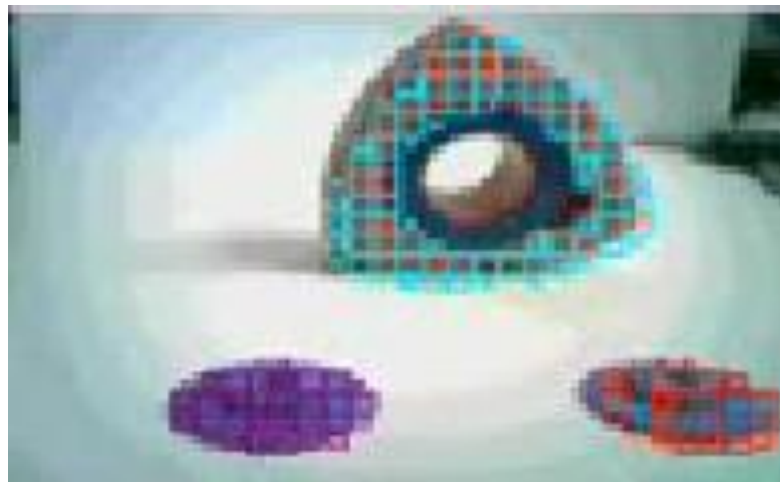


# Segmentación: Agrupación en blobs

Agrupación de píxeles contiguos con colores similares.



Region growing



Gridding

# Reconocimiento de objetos

Clasificación de objetos que componen la escena y sus características.

Técnicas de clasificación:

- *Clasificadores basados en redes neuronales*

Creación de una red neuronal capaz de realizar la clasificación

# Reconocimiento de objetos

- *Template matching*

Comparación de uno o varios patrones de un objeto en cuestión, contra el objeto que se intenta clasificar.

- *Clasificadores bayesianos*

Utilizan la probabilidad de reconocer un objeto  $X$ , dado que se senzó  $Z$

# Características del problema

**Módulos de visión en fútbol de robots**

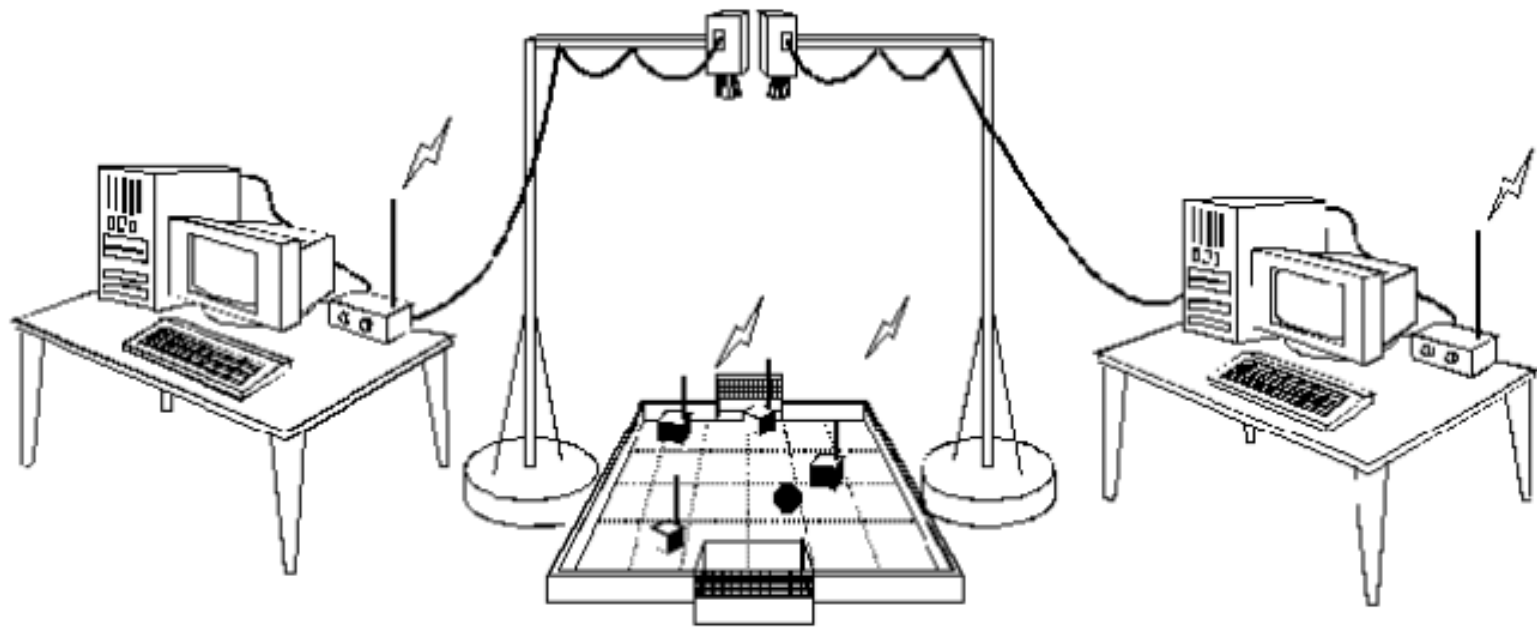
# Módulos de Visión Global

## **Visión Global**

Utiliza imágenes que contemplan la totalidad de la cancha y sus elementos desde un punto de vista estático.

Se caracterizan comúnmente por utilizar parches de colores sobre los objetos a identificar.

# Módulos de Visión Global



# Módulos de Visión Local

## **Visión Local**

Cuentan únicamente con una cámara alojada en los agentes robóticos dentro del campo.

Sin interacción con computadores externos.

# Visión Global vs Visión Local

Limitaciones de la Visión Local:

- Rango de visión
- Objetos ocultos
- Interferencia de fondo
- Cámara móvil
- Recursos compartidos



# Visión Local Multiagente

El enfoque de Visión Local Multiagente permite mitigar algunas limitaciones de la visión local, aumentando la cantidad de puntos de vista del campo.

- Mayor rango de visión.
- Información de interés aunque un robot se caiga.

# Problemas a resolver

Desarrollo de un módulo de visión local multiagente

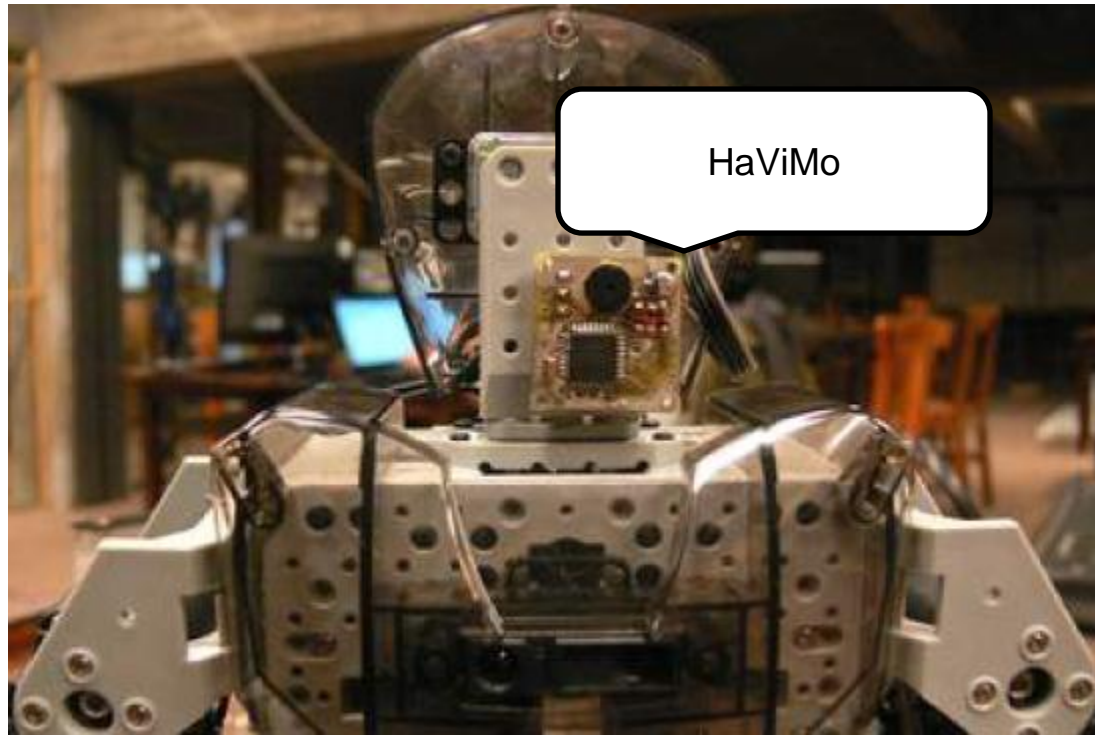
- Comunicación con hardware de cámara
- Implementación de proceso de visión
- Comunicación entre agentes
  - Autoría de mensajes
  - Transparencia entre componentes

# **Características de la solución desarrollada**

# Bioid



# HaViMo 1.5

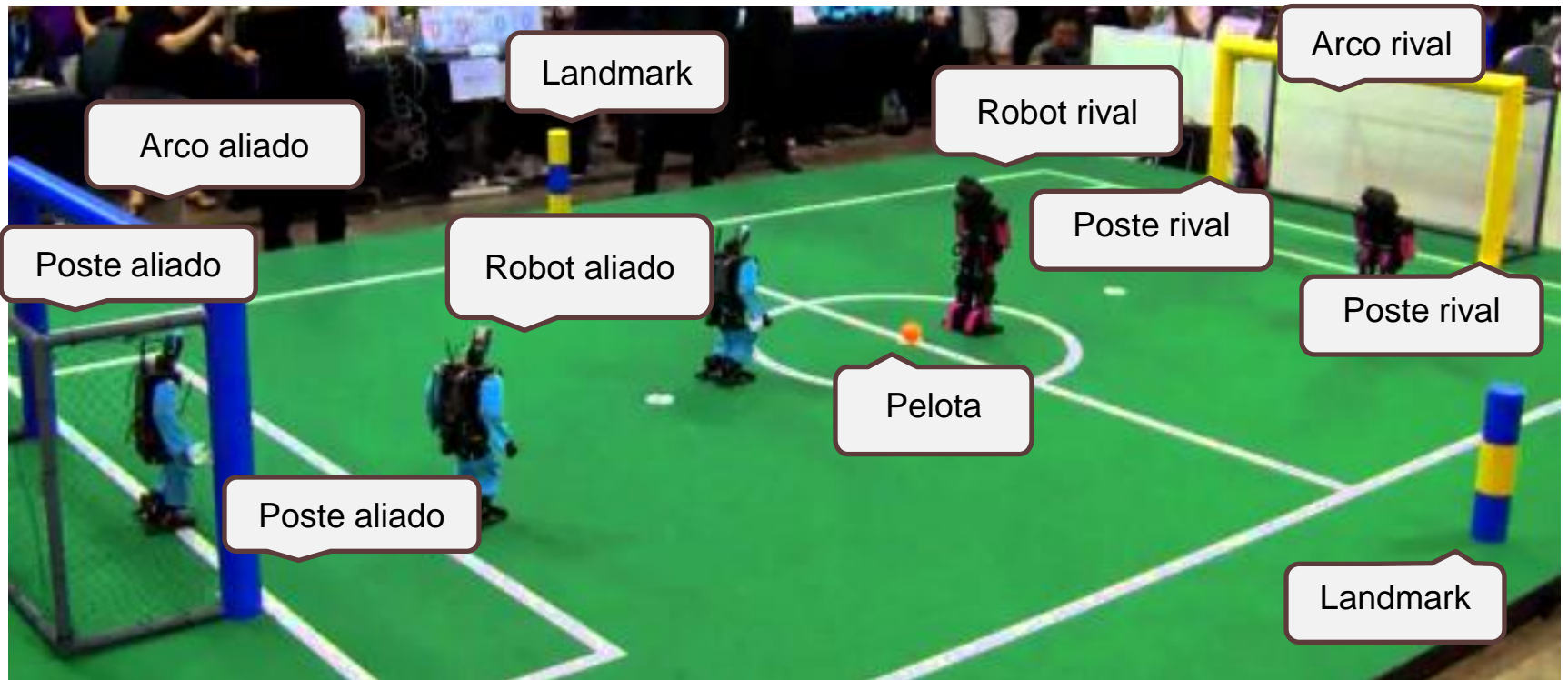


# HaViMo 1.5

Agrupación en blobs, a partir de *Region growing*



# Objetos reconocidos



# Implementación en capas

- Dividiendo las principales funcionalidades:
  - Acceso a cámara
  - Proceso de Visión
  - Comunicación de Visión

Permite modularización, facilitando el mantenimiento. Permite paralelizar la implementación y reutilizar componentes.



# Reconocimiento genérico de robots

Clasificador bayesiano, aplicado para casos de robots humanoides.

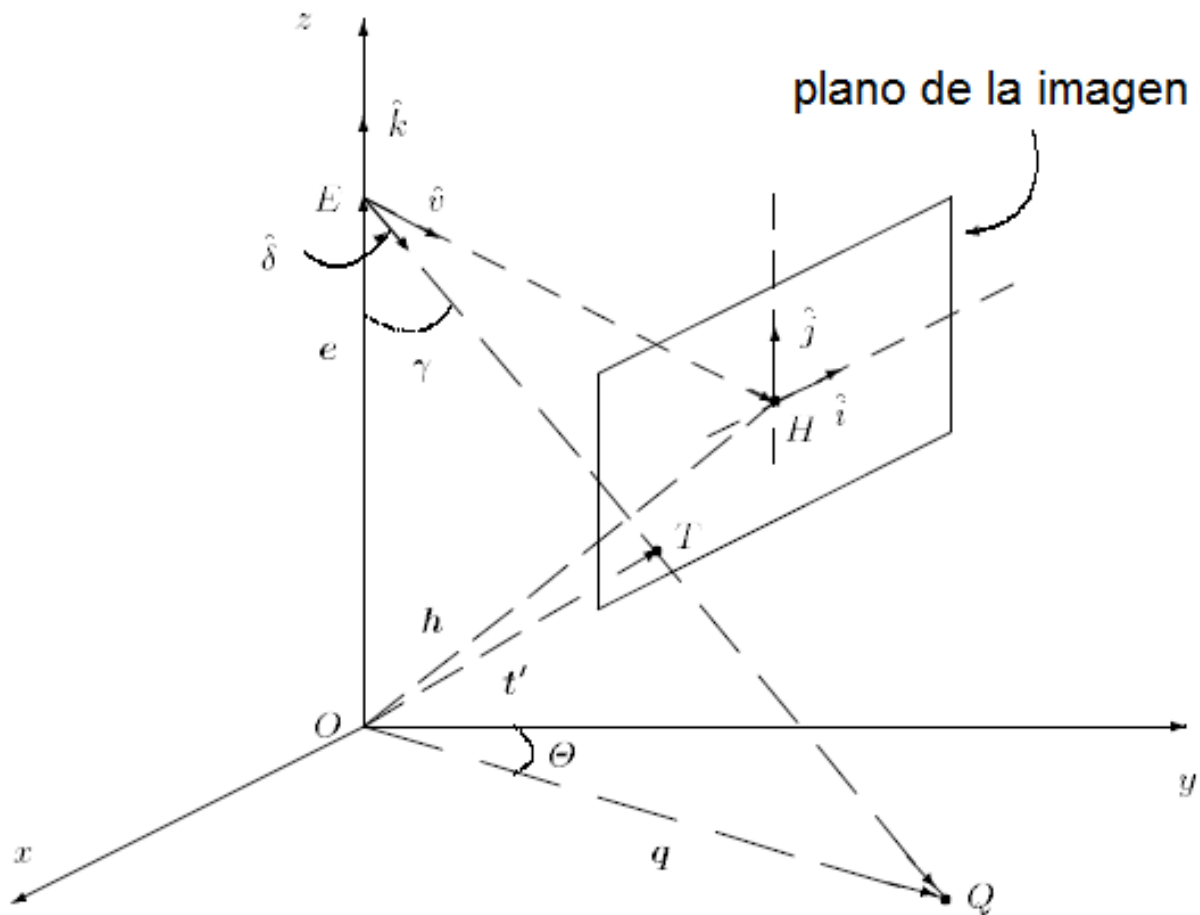


# Extracción de distancia y ángulo

A partir del uso de un modelo vectorial, se obtienen las coordenadas polares de los objetos, con origen el robot.

Es necesario conocer la altura de la cámara, así como su orientación respecto al plano del piso y al frente del robot.

# Modelo vectorial



$E$  = posición de la cámara

$T$  = pto. en plano de la imagen

$Q$  = proyección de  $T$  en el plano del suelo

# Nivel de Semejanza

Se asigna un nivel de semejanza a los objetos reconocidos.

Permite que módulos superiores accedan al estimativo de la variación entre el modelo interno del objeto y la disposición de las regiones de interés que lo componen.

# Cooperación en Visión

*CDPS: Cooperative distributed problem solving*

*Task Sharing* propone la distribución de tareas que solucionan partes del problema.

*Result Sharing* propone la distribución de información entre los distintos agentes.

# Cooperación en Visión

*Result Sharing*, comunicando los resultados de visión local a los demás aliados.

Componentes superiores pueden acceder a la visión procesada por aliados

# Comunicación transparente

Comunicación transparente a otros módulos, a partir de un componente que regula el acceso al hardware de comunicación.

Permite identificar mensajes de visión sin alterar mensajes de otros componentes.

# Protocolo de comunicación

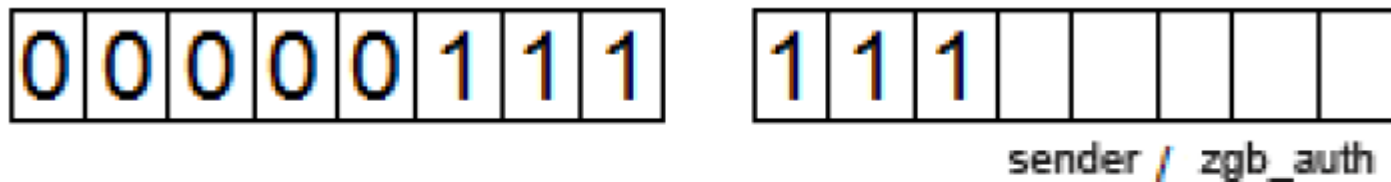
La información recabada localmente es transmitida en broadcast a los demás robots.

Broadcast, frente comunicación punto a punto permite no desaprovechar mensajes específicos para agentes.

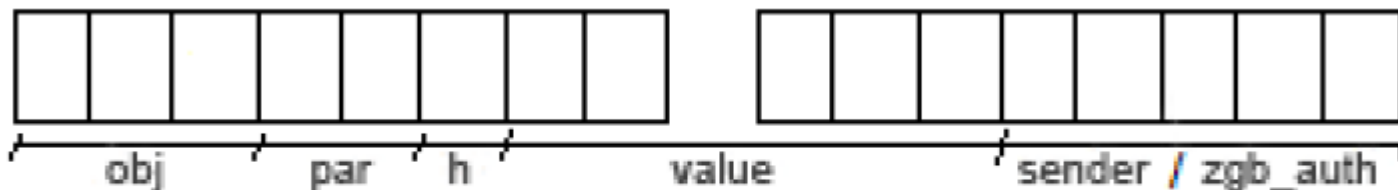


# Protocolo de comunicación

Mensaje de control RESET, seguido de mensajes BROADCAST.



Mensaje RESET



Mensaje BROADCAST

# Propiedades deseables

- Configurable

La solución puede ser configurada para otras disposiciones de elementos, cancha y hardware de cámara.

- Extensible

La implementación es fácilmente extensible. Protocolo de comunicación contempla objetos y parámetros extra.

# **Experimentos y Resultados**

# Verificación del modelo vectorial

- Cubo a 116cm, -4 grados.
- Pruebas:
  - 1) pan 0 grados, tilt 0 grados
  - 2) pan 0 grados, tilt 6 grados
  - 3) pan 0 grados, tilt -10 grados
  - 4) pan 0 grados, tilt 3 grados
  - 5) pan 30 grados, tilt 0 grados
  - 6) pan 16 grados, tilt 0 grados
  - 7) pan 25 grados, tilt 36 grados
  - 8) pan 25 grados, tilt -36 grados

# Verificación del modelo vectorial

Prueba	Dist. detectada	Áng. detectado	Máx error dist.	Máx error áng.	Desv Estándar dist.	Desv Estándar áng.
1	115 cm	-4 grados	3 cm	1 grado	0.86 cm	0.17 grados
2	120 cm	-4 grados	8,5 cm	0 grado	3.1 cm	0 grados
3	115 cm	-3,5 grados	2 cm	1 grado	0.95 cm	0.5 grados
4	118 cm	-4 grados	5 cm	0 grado	2.0 cm	0 grados
5	113 cm	-4 grados	3 cm	0 grado	0 cm	0 grados
6	119 cm	-4 grados	3 cm	0 grado	0 cm	0 grados
7	120 cm	-4 grados	6 cm	0 grado	0.34 cm	0 grados
8	120 cm	-4 grados	6 cm	0 grado	0.28 cm	0 grados

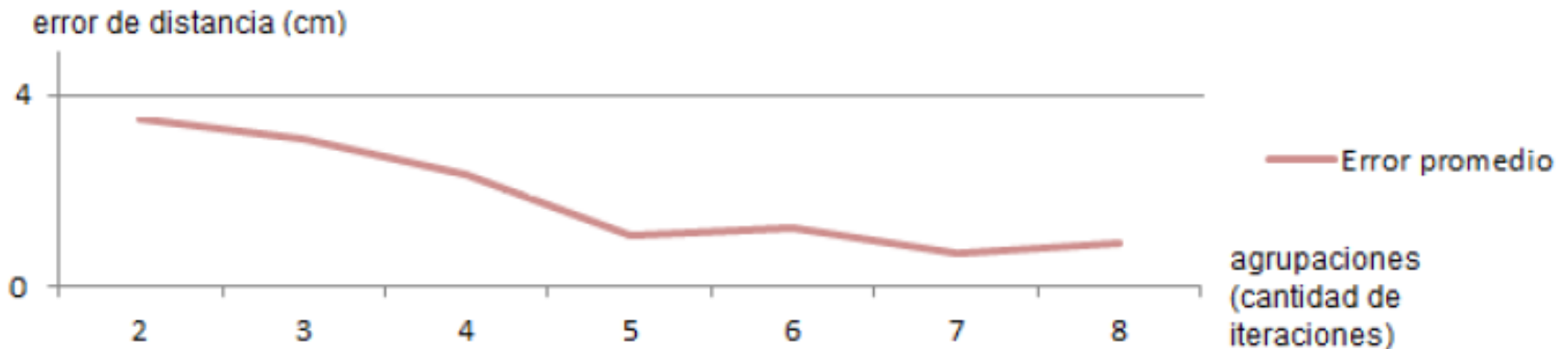
El cálculo del ángulo es robusto.

Resulta sensato no utilizar valores unitarios, sino el promedio de varias iteraciones mitigando posibles situaciones de ruido.

# Verificación del modelo vectorial

Identificación de la cantidad ideal de iteraciones a agrupar.

Agrupar únicamente cuando es de interés conocer la distancia con mayor exactitud.



Promedio de error según agrupaciones para las distintas pruebas

# Identificación de objetos estáticos

- 1 rival a 126 cm, 7.4 grados izquierda
- 1 pelota a 89 cm, 18.3 grados derecha

Objeto	Distancia	Ángulo	% de detección	Distancia detectada	Ángulo detectado
Rival	126 cm	+ 7.4	73%	122 cm	+ 6.9
Pelota	89 cm	- 18.3	82.5%	86.2 cm	- 19.3

- 1 landmark a 134.5 cm, 11 grados izquierda

Objeto	Distancia	Ángulo	% de detección	Distancia detectada	Ángulo detectado
<i>Landmark</i>	134.5 cm	+ 11	53%	130.9 cm	+ 11

# Identificación de objetos estáticos

- 1 arco a 224 cm, 5 grados izquierda

Objeto	Distancia	Ángulo	% de detección	Distancia detectada	Ángulo detectado
Arco	224 cm	+ 5	39%	250 cm	+ 1

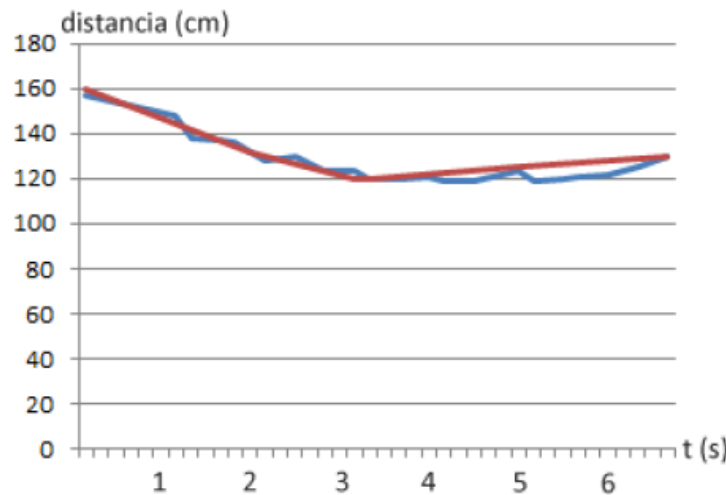
- 1 poste a 92 cm, 0 grados

Objeto	Distancia	Ángulo	% de detección	Distancia detectada	Ángulo detectado
Poste	92 cm	0	88%	94 cm	- 0.5

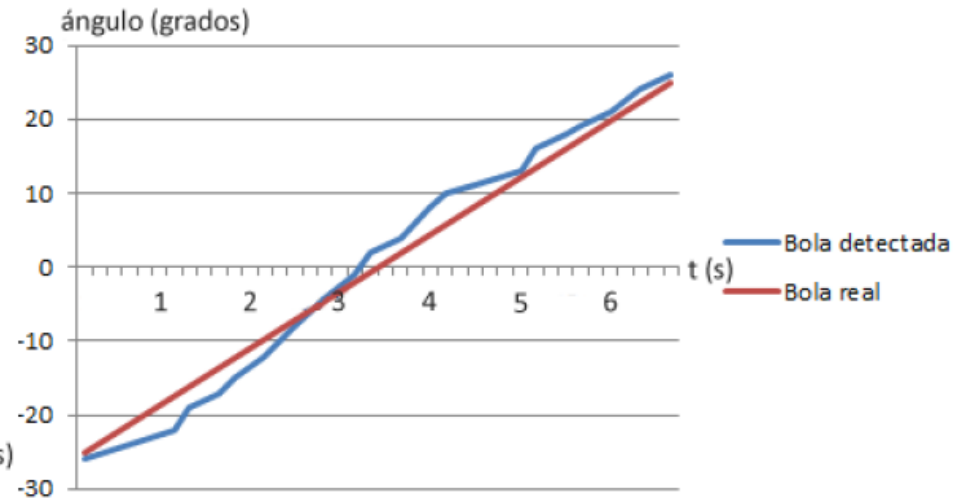


# Pelota en movimiento

Prueba realizada con el agente estático, observando una pelota durante su trayectoria.



Distancia a pelota



Ángulo a pelota

# Umbral de reconocimiento

- Pelota: cota máxima 3 metros
- Landmark: cota máxima 2.5 metros
- Robot: cota máxima 2.5 metros
- Arco:
  - cota máxima 4.3 metros
  - cota mínima 1.8 arco completo, 1.2 travesaño y poste
- Poste: cota máxima 2.5 metros

# Conclusiones

# Conclusiones

- Visión local en desventaja respecto a Visión global.

Limitaciones de rango de visión, mayor ruido de fondo, mayor consumo de recursos.

# Conclusiones

- Segmentación por hardware de HaViMo condiciona al módulo de visión.

Alivina carga algorítmica.

Baja calidad de representación de objetos.

No se tiene acceso a la imagen.

# Conclusiones

- Modelo vectorial preciso, si las entradas son correctas

Cálculo de ángulo robusto. Error de distancia y ángulo aumentan a mayor distancia.

Aumenta el error en la caminata, si se considera constante la orientación de la cámara.

# Conclusiones

- Nivel de identificación mayor a 70% para la mayoría de los objetos.

Pelota y poste con detección mayor a 80%.

Deteccion de arco menor a 40%

# Conclusiones

- Solución no depende de la forma del robot

Únicamente requiere:

- Hardware de cámara compatible
- Hardware de comunicación compatible
- Poder obtener orientación y altura de cámara



# Conclusiones

- Objetivos del proyecto

Se cumplieron los objetivos del proyecto.  
Bajo nivel de cooperación.

# Trabajo a futuro

- Mejora de hardware de cámara
  - HaViMo 2.0 realiza agrupación en blobs, definiendo regiones por *region growing* y por *gridding*.
- Mejorar identificación de arco
  - Clasificador bayesiano para identificar el arco

# Trabajo a futuro

- Desarrollo de componente de Localización:
  - Localización por Monte Carlo.
- Aumentar nivel de cooperación:
  - Interpolación de objetos no identificados a partir de mensajes recibidos.

**¿Preguntas?**

