

---

# Programación de drones para aplicaciones autónomas

*José María Cañas*

*jmplaza@gsync.es*



*LleidaDrone 27 septiembre 2015*

---

## Contenidos

- Robótica
- Software para robots
- Robótica aérea
- Infraestructura JdeRobot de software para drones
- Aplicaciones desarrolladas
- Conclusiones

## Introducción a la robótica

- Robótica ficción vs Robótica real
- Generar **comportamiento autónomo** en robots.  
De inteligencia a herramientas útiles.
- Multidisciplinar
- Deseos y películas sueñan, pero hay mucho progreso real
- Cantamañanas, prototipos y productos (robustez)
- *Dull, Dirty, Dangerous*

## Aplicaciones reales

- Industria automovilística
- Gestión de almacenes: Amazon
- Espacio: Spirit, Opportunity
- Entretenimiento: Aibo, NXT
- Usos militares, explosivos: PackBot
- Medicina: DaVinci
- Hogar: Roomba
- Prestige, limpieza centrales nucleares
- Envasado de alimentos



## Investigación en robótica

- Coches autónomos: GoogleCar, Apple, Renault  
Mapas, autolocalización, navegación
- Humanoides
- Interacción con personas
- Grupos de robots (RoboCup...)
- Visión en robots
- Desafíos: UrbanChallenge, DRC, MBZIRC



## Conceptos

**Autonomía** : capacidad de percibir la situación y actuar apropiadamente sin intervención externa

**Teleoperación** : Manipulación a distancia por un humano

**Acción** : orden o conjunto de ellas ejecutada por los actuadores.

**Comportamiento** : lo que un observador externo ve que está haciendo un robot. Percepción y acción integrados con un objetivo y un entorno.

## ¿Qué es un robot? Componentes



Sistema informático con:

- Sensores
- Actuadores
- Computador

Hay que **programarlo** para que consiga sus objetivos y sea sensible a la situación.

**La inteligencia reside en su software**

- **Sensores:** Miden magnitudes físicas del entorno del robot: distancias, luz, etc.
  - Lo que no está en los sensores no existe para el robot
  - El tipo de sensores dependerá de la tarea a realizar
- **Actuadores:** Dotan de capacidad de movimiento o de hacer algo
  - Un robot interacciona con el mundo a través de sus actuadores
  - Locomoción (trasladarse de un lugar a otro), manipulación (manejo de objetos)
- **Computadores, controladores.**
- **Comunicaciones** con otros robots u ordenadores: redes.
- **Interacción** con humanos: pantallas, botones, audio...



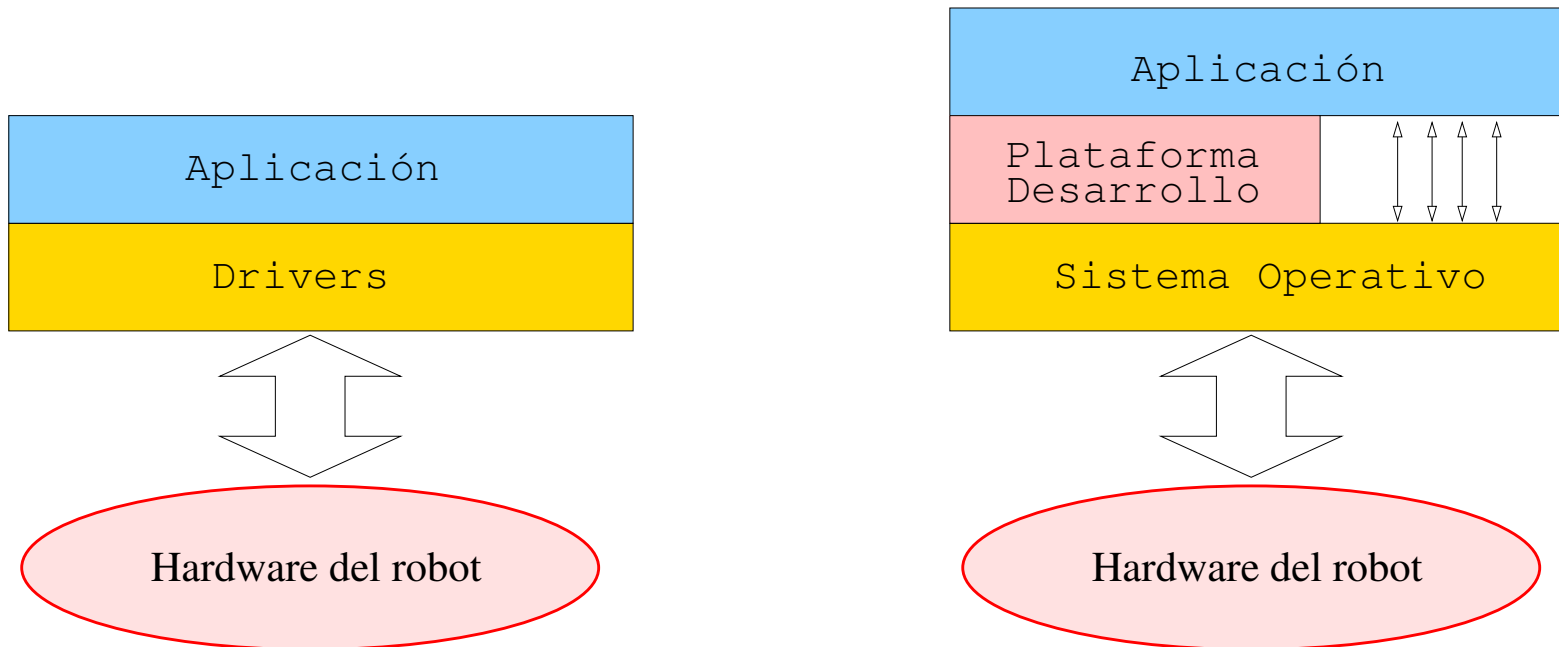
# Software para robots

- Determina el comportamiento del robot
- Establece cómo se coordinan la percepción y la actuación
- No hay una manera universalmente aceptada de programarlos
- Lenguajes: ensamblador, C, C++ (de bajo y alto nivel)
- Dispositivos hardware heterogéneos y evolución rápida
- Encapsular funcionalidad o comportamientos es difícil
- Tendencias:
  - a software orientado a componentes
  - a interfaces explícitos

## Requisitos específicos

- Vivacidad, agilidad (tiempo real)
- Multitarea (conurrencia, múltiples fuentes de actividad)
- Distribuido, comunicaciones
- Interfaz gráfica, depuración
- Expandible
- Conectado a la realidad física
- Reutilizar software es difícil, ¿empezar de cero con cada robot?

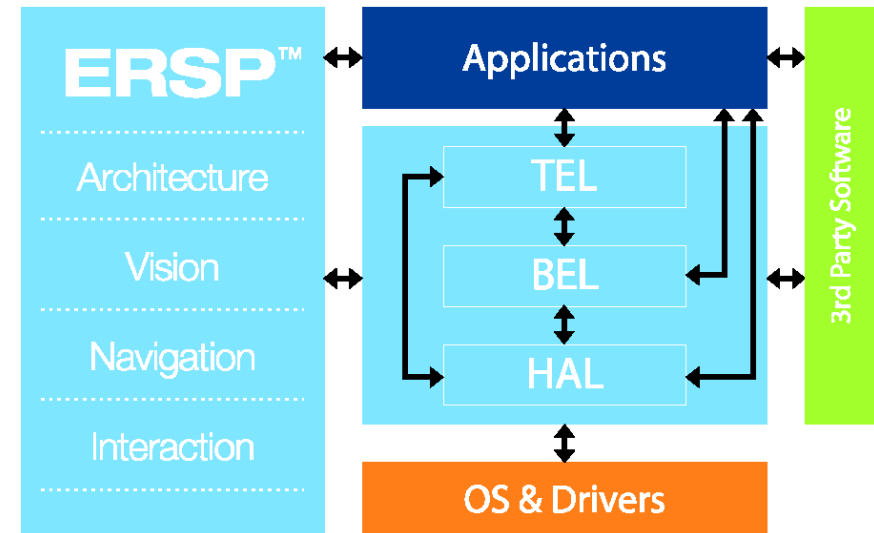
## Sistemas operativos y plataformas



- Procesadores empotrados (robots pequeños) o PC (medianos-grandes).
- Sistemas operativos: dedicados o generalistas
- *Middleware* para simplificar la creación de aplicaciones robóticas

## ¿Qué proporciona una plataforma sw para robots?

- Abstracción del hardware (HAL)
- Arquitectura software
- Funcionalidades de uso común
- Arquitectura cognitiva



- Comerciales, investigación, software libre
- Ingeniería software: orientación a objetos, distribución
- ROS, JdeRobot, Orca, Carmen, OROCOS, ERSP, Player/Stage, Clarity, etc.

## Simuladores

- Madurar algoritmos
- Comodidad trabajar sin robot
- Las caídas no duelen
- Mundo, sensores y actuadores
- OpenGL (OGRE) para imágenes
- Motor físico: ODE  
(*Open Dynamics Engine*)
- Gazebo, Stage, Webots, Microsoft Robotics Studio



## Robótica aérea

- UAV, RPA, drones, robots que vuelan
- Ámbito militar: dianas, espionaje
- Abaratamiento de costes, móviles
- Explosión de usos civiles
- Fabricantes: 3D Robotics, Parrot, SenseFly, Erle
- Legislación va por detrás



## Aplicaciones de robótica aérea

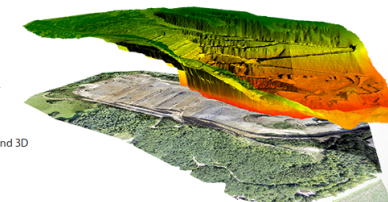
- Ámbito militar
- Vigilancia fronteras, policía
- Agricultura
- Audiovisuales
- Ocio
- Topografía, minería
- Inspección industrial



Postflight  
Terra 3D  
Powered by PIX4D

Postflight Terra 3D  
Professional photogrammetry  
software

Transform your eBee's aerial imagery into 2D orthomosaics and 3D models, with centimetre-level accuracy, in just a few clicks.



## Investigación con drones

- Logística
  - Google Wing
  - Amazon Prime Air
  - DHL parcelcopter
- Intel Astec Firefly
- ETH Zurich





## Ventajas y desventajas

### PROS

- Barato
- Otro punto de vista
- Llega a zonas de difícil acceso o peligrosas
- Contingente

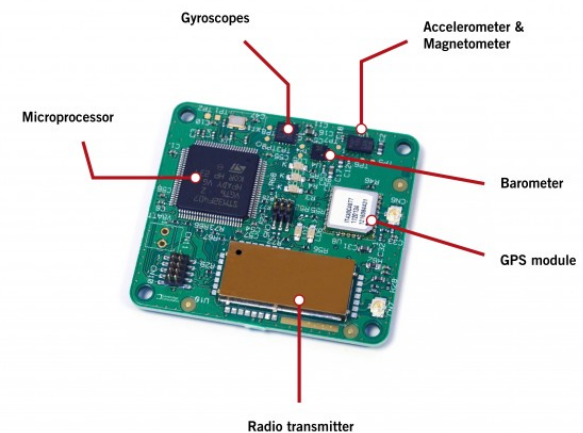
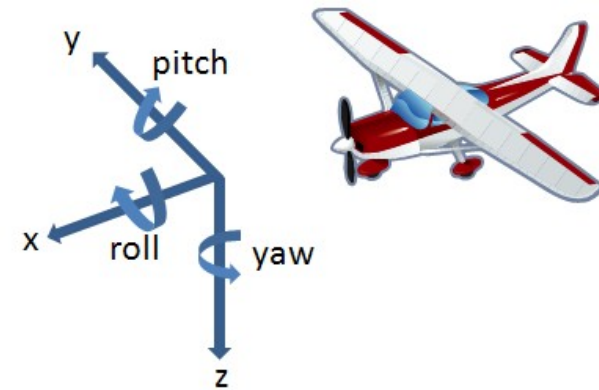
### CONS

- Escasa autonomía
- Poca tolerancia al mal tiempo
- No llevan grandes pesos
- Se pueden abatir o robar
- Colisiones, caídas?

## Hardware para drones

### SENSORES

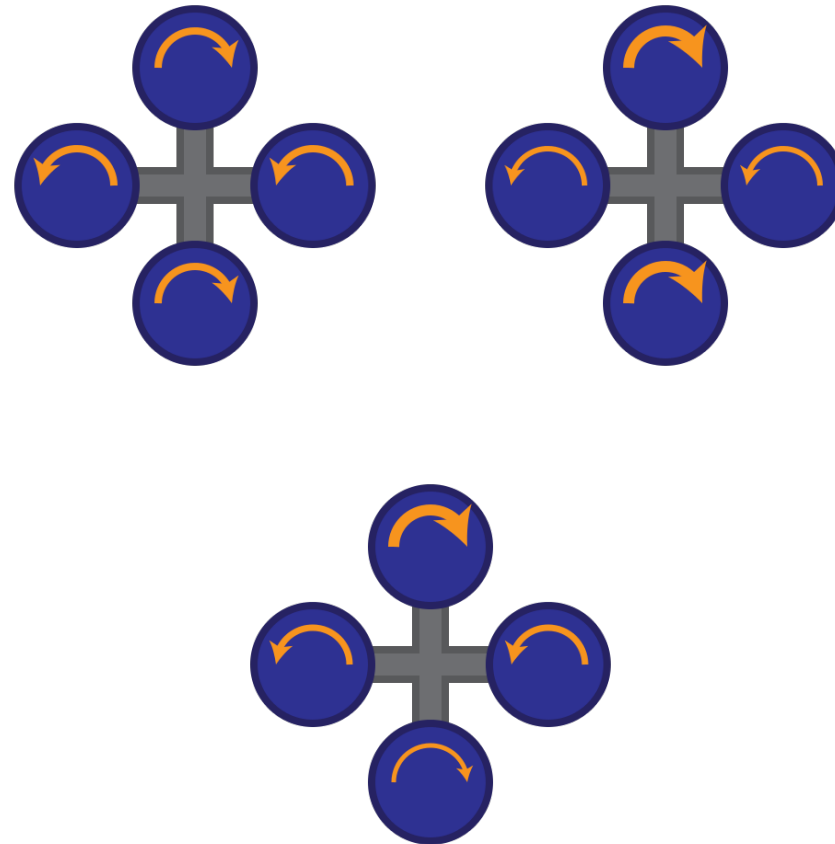
- GPS
- IMU
- Cámaras: HD, infrarrojas
- Brújula
- Barómetro



## ACTUADORES

- Sistemas de vuelo
- Dirigible
- Ala fija
- Hélices: 2,4,6,8

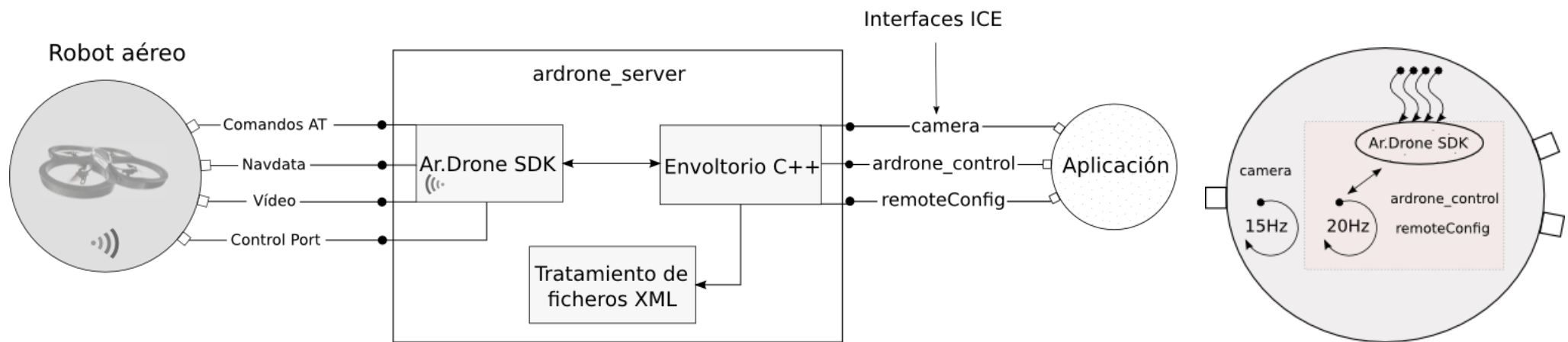
## COMUNICACIONES



# Infraestructura JdeRobot para software de drones

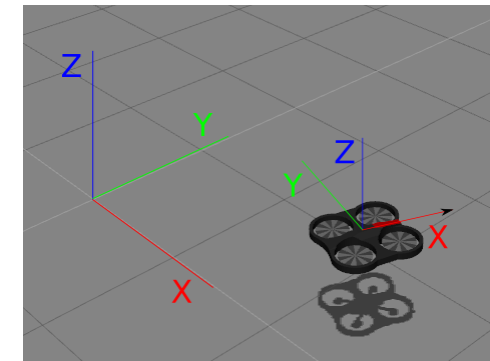
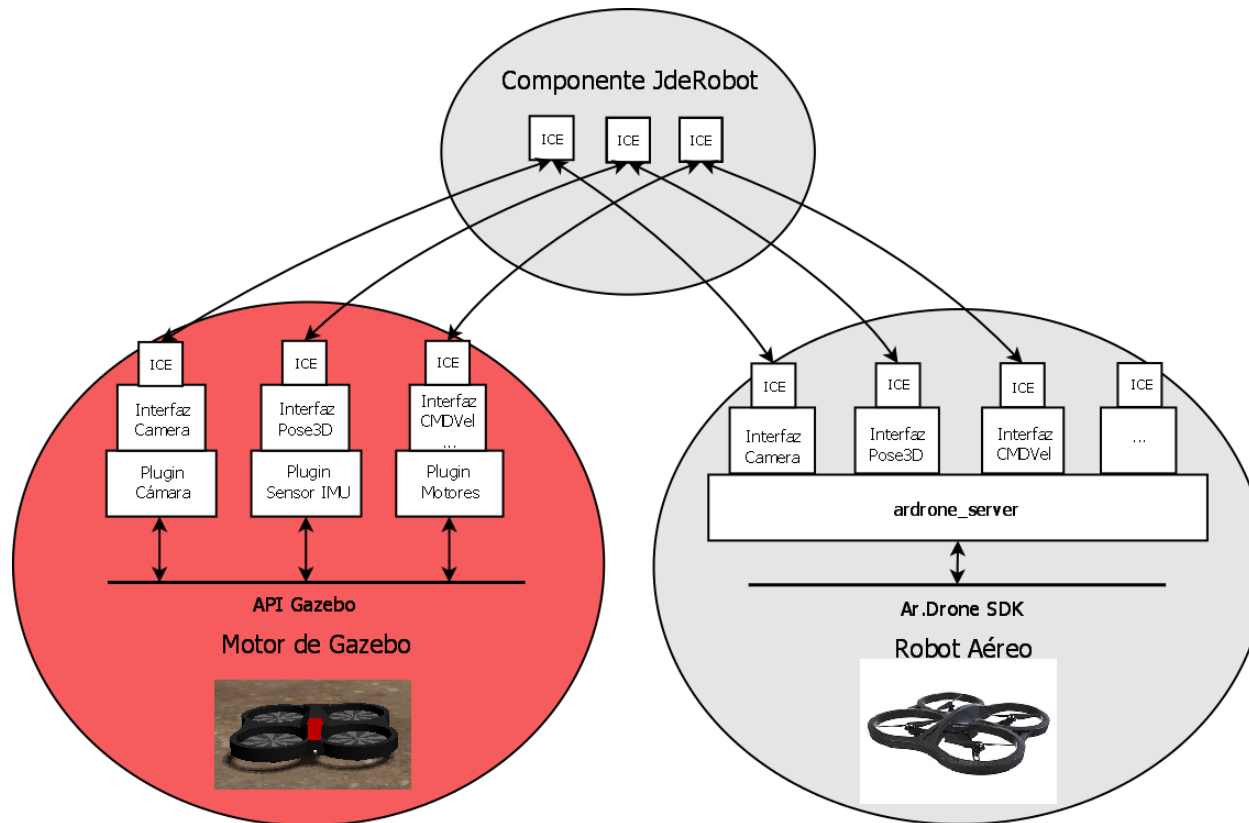
- Plataforma JdeRobot, software libre, [jderobot.org](http://jderobot.org)
- Componentes distribuidos, multilenguaje (C++,Python...)
- Interfaces explícitos ICE
- **ArDroneServer**: acceso a sensores y sistema básico de control
- **Plugins de Gazebo-5**: idem, simulado
- **Uav-viewer**: teleoperación y ver sensores
- Control en drones: bajo nivel (motores), intermedio y alto nivel (rutas)

## ArDroneServer



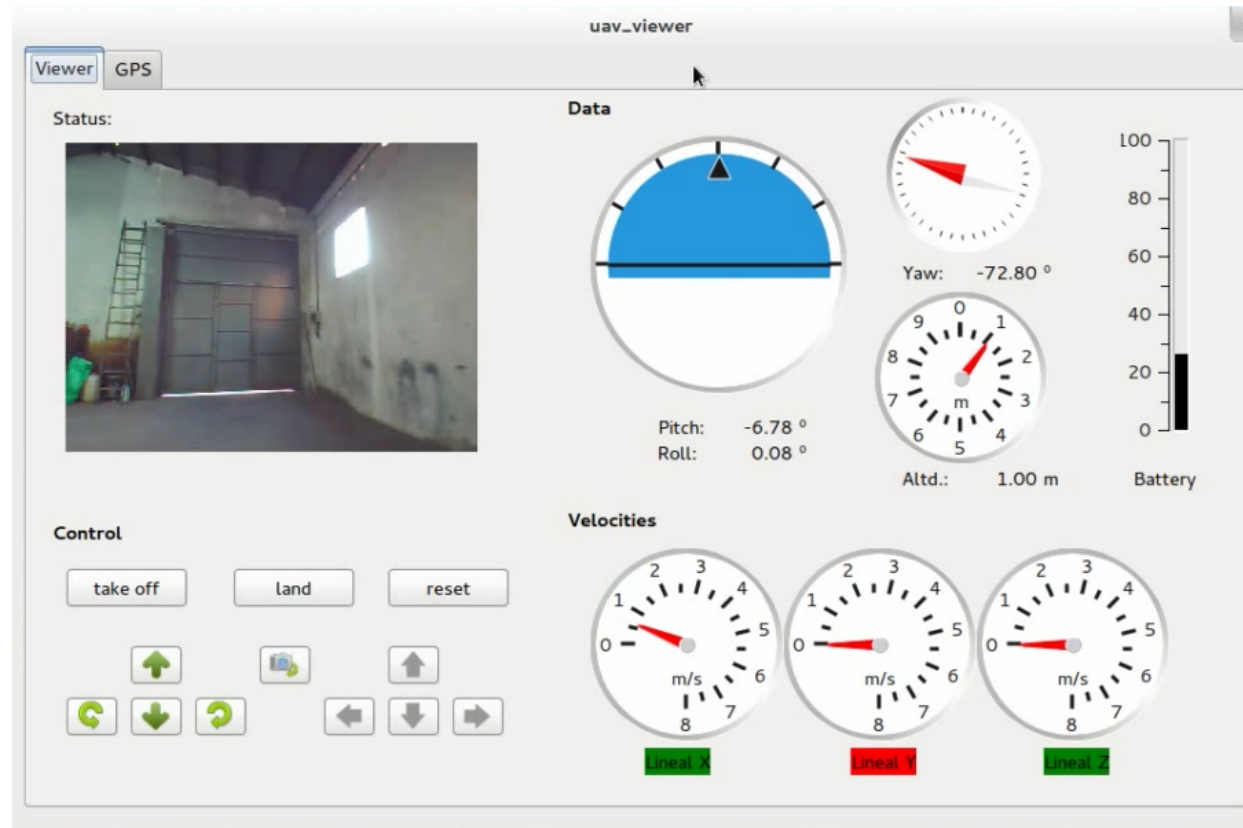
- Varios hilos, rápido, minimizar retardos
- Envuelve software del fabricante Parrot

## Soporte en Gazebo5



- Mismos interfaces que driver real
- Varios plugins

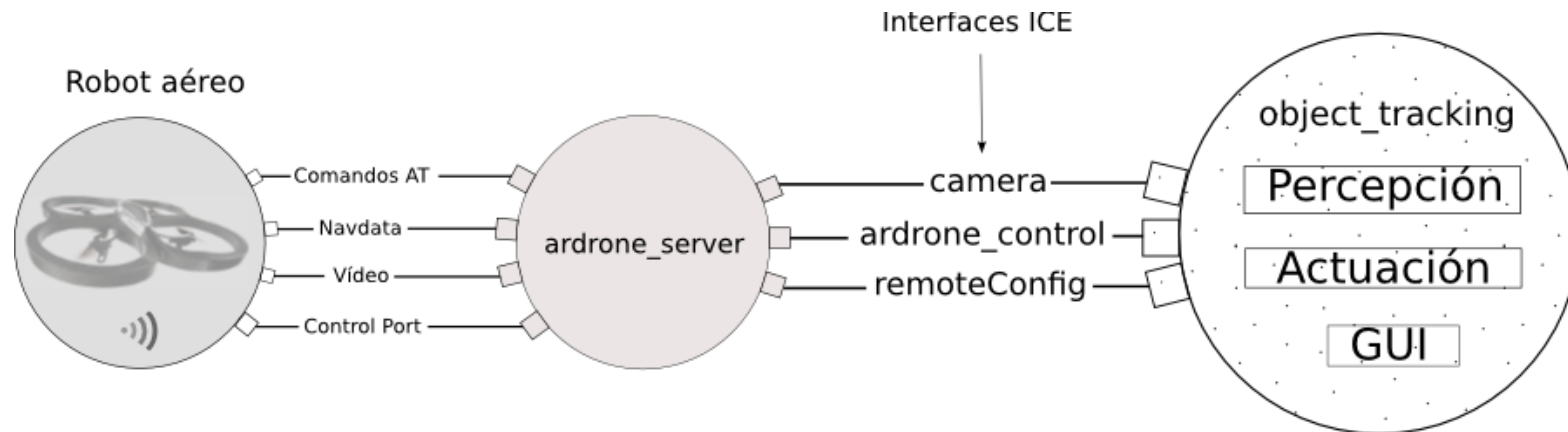
## Herramienta UAV-Viewer



- Permite teleoperar al drone
- Y ver sus sensores

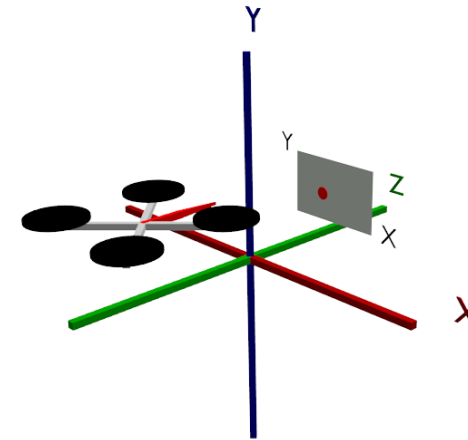
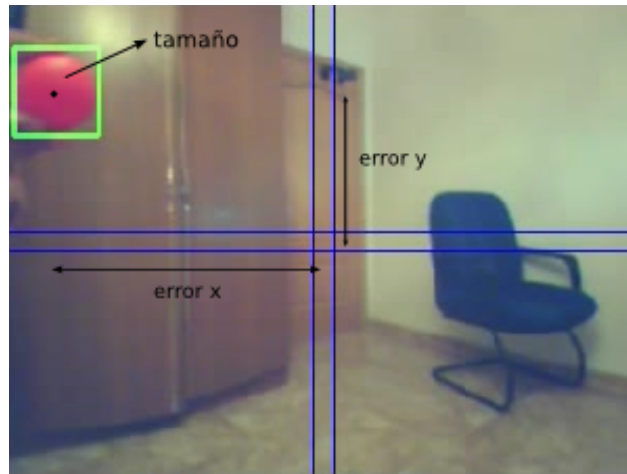
# Aplicaciones desarrolladas

## Control visual: seguimiento frontal



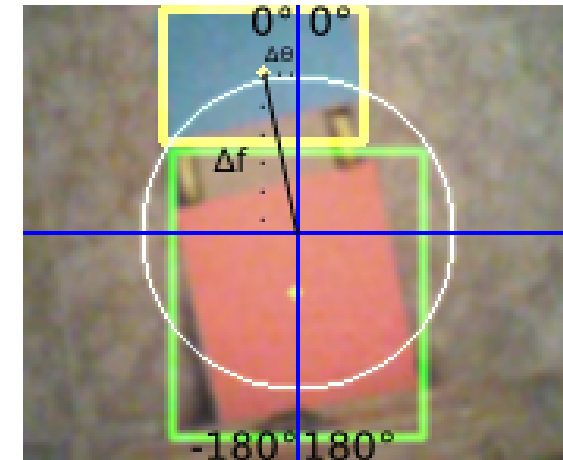
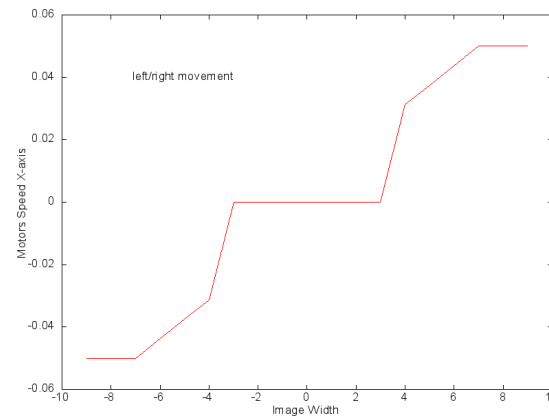
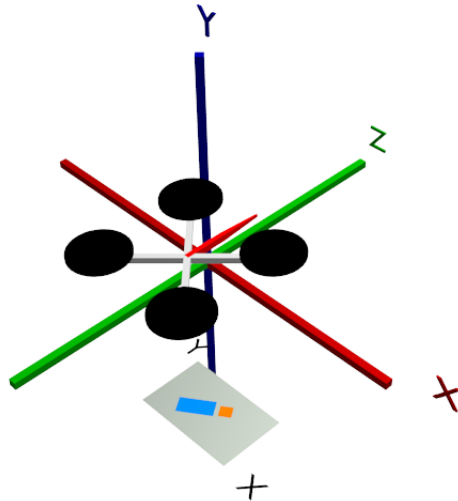
- Percepción: filtro de color y segmentación
- Actuación: control reactivo PID





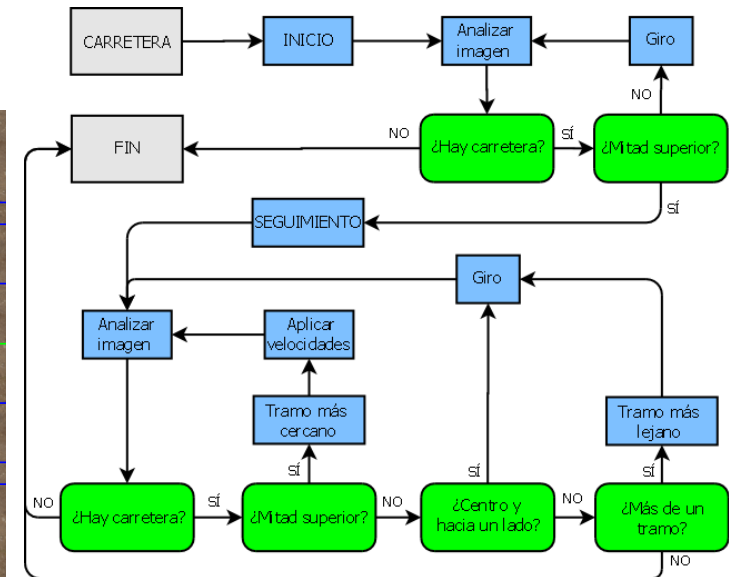
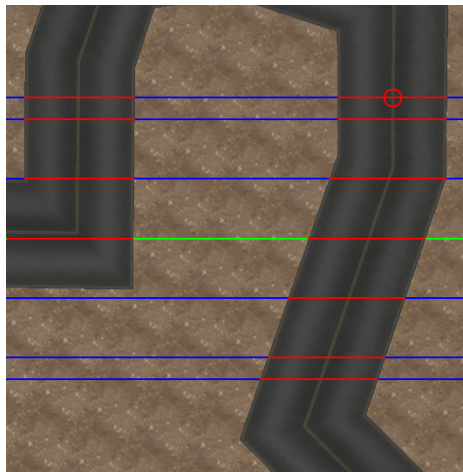
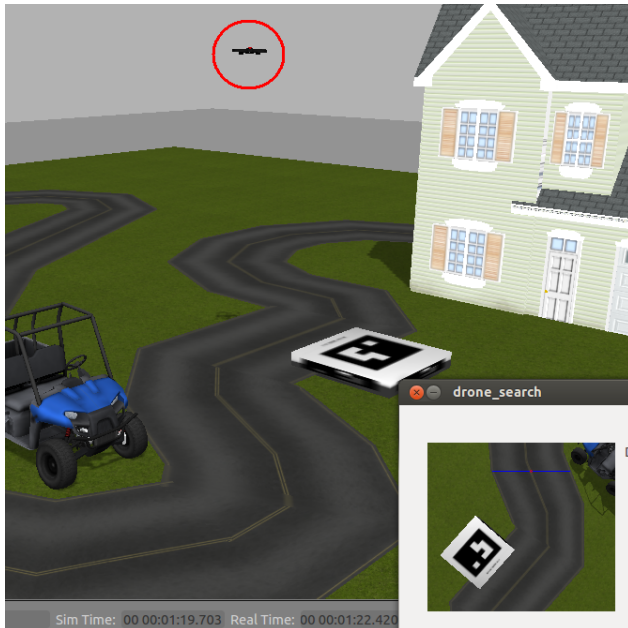
- **Seguimiento frontal**, control total del drone
- Percepción: Filtro de color y segmentación
- Actuación: 3 controladores PID, en Yaw(imgX), Y(imgY), Z(tamaño)

## Control visual: seguimiento ventral



- **Seguimiento ventral** interactúa con controlador que mantiene altura
- Percepción: Filtros de color y segmentación
- Actuación: sólo posición o posición más orientación

## Seguir una carretera



- Percepción: Filtros de color en líneas, invariantes robustos
- Actuación: control basado en casos

## Aterrizaje visual encima de un coche



- Percepción: Baliza visual AprilTags
- Actuación: Autómata de estados (buscar, aproximar, descender)

## Conclusiones

- Campo muy activo, creciente número aplicaciones civiles
- Está de moda, ya veremos lo que se queda.
- Hardware barato, reemplazable
- Hay que programarlos!
- Software: infraestructura y aplicaciones.
  
- Integrar autolocalización visual, GPS y más comportamiento reales
- Más potencia a bordo: ArDrone2 + MK802