
Robótica de Servicio

José María Cañas

josemaria.plaza@urjc.es

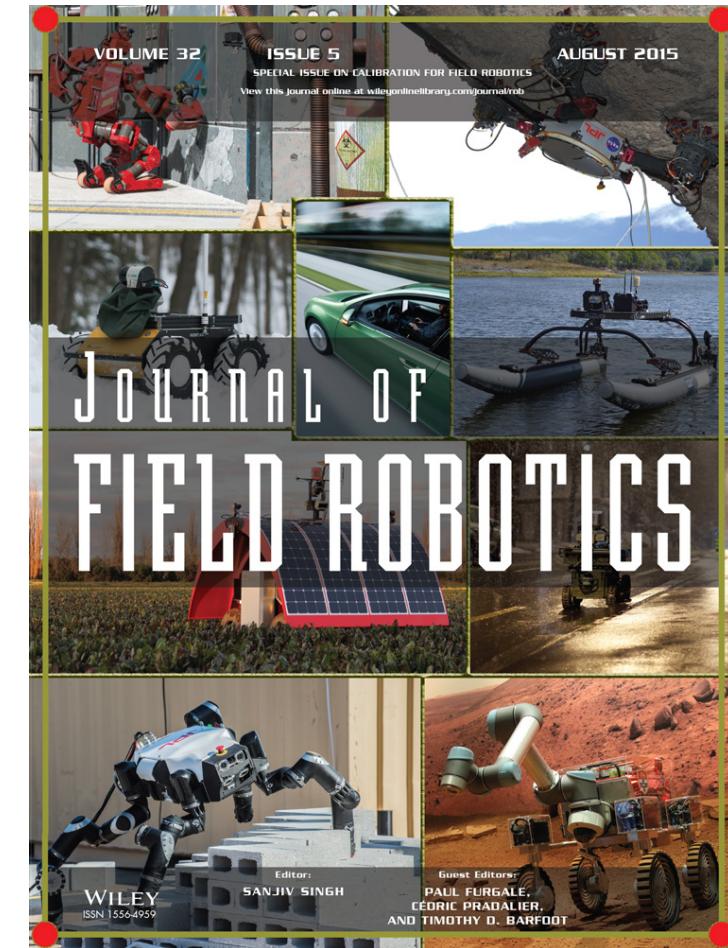


Grado Ingeniería Robótica Software, Curso 2023-2024

Robótica de campo

Introducción

- entornos peligrosos, duros
- exteriores
- no estructurados
- los robots cada vez pueden hacer más tareas en estos entornos
- sector heterogéneo



- agricultura
- minería
- rescate
- espacio
- submarinos
- inspección y mantenimiento
- conducción autónoma (→ tema propio)
- usos militares

Cumplen con la composición de todos los robots

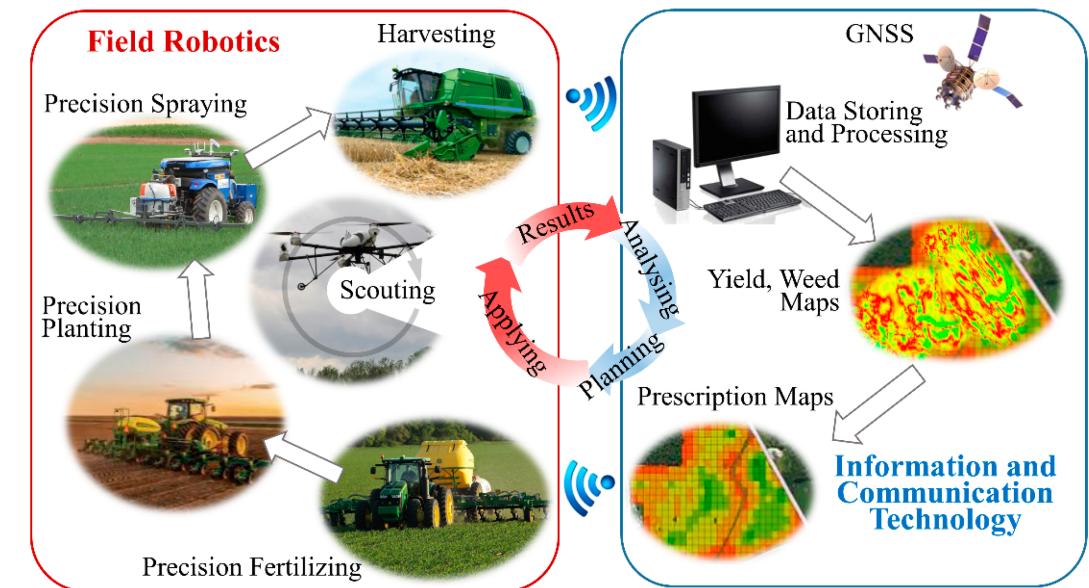
- robot = hw + sw
- hw: sensores, actuadores, procesadores
- cuerpo mecánico y actuadores específicos de la aplicación
- software: percepción, actuación, procesamiento de información, toma de decisiones
- capacidades: navegación autónoma, HRI con el usuario...

Agricultura

- sector altamente mecanizado
- se espera crecimiento x5 en el próximo lustro
- exteriores (cultivos extensivos, huertas...) e interiores (invernaderos...)
- agricultura de precisión
- reducir costes, aumentar productividad
- sostenibilidad
- los virus de las plantas no les afectan
- tractores autónomos: Monarch
- caros, de la compra al *leasing*

¿Qué tareas agrícolas pueden hacer robots hoy?

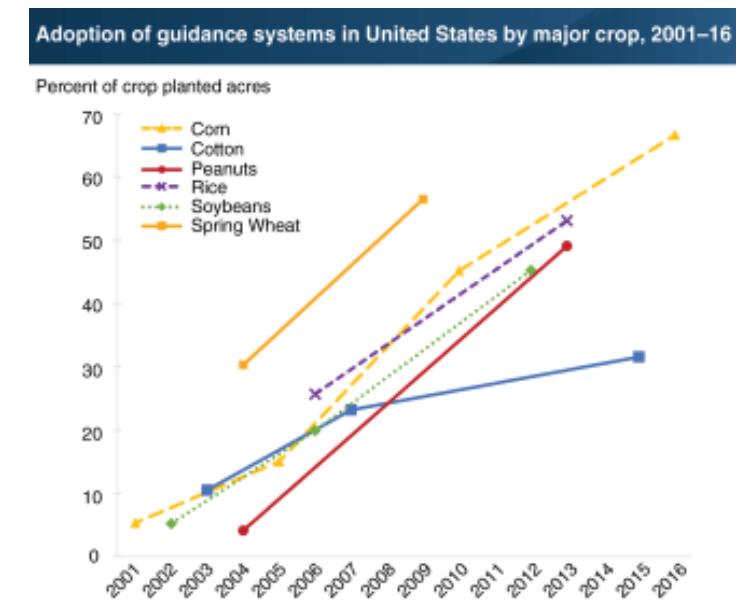
- arar
- cosechar: cereales, frutas
- control de malas hierbas
- sembrar
- monitorización de cultivos
- clasificación y empaquetado

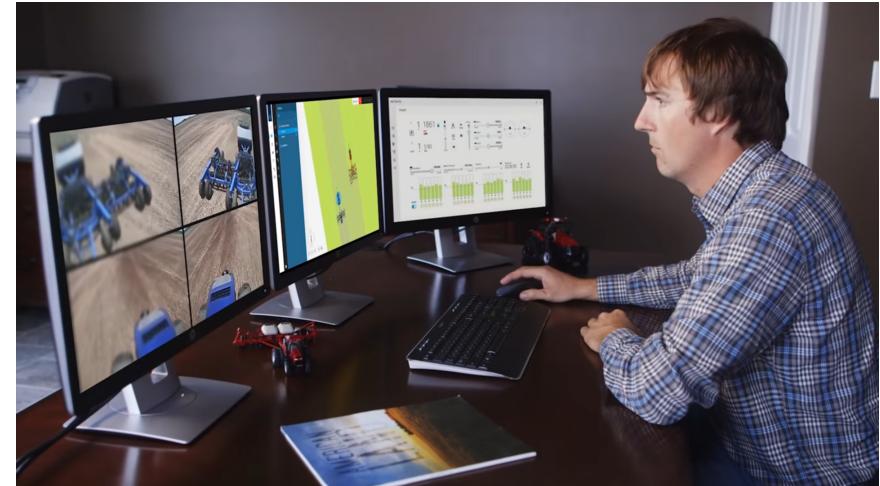




Cosechar cultivos extensivos

- +arar
- cereales (trigo, soja...)
- flotas de tractores
- eléctricos, sin emisiones
- 24x7, aprovecha mejor ventanas de buen tiempo
- GPS
- +vision: Cognitive Agro Pilot
- algoritmos de cobertura
- alta adopción

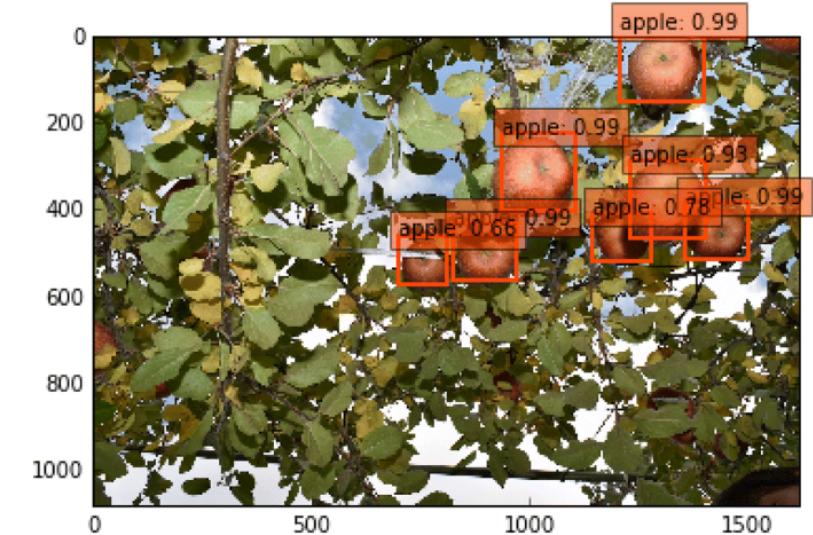




- John Deere
- CNH Industrial

Cosechar: (algunas) frutas y hortalizas

- fresas, manzanas, tomates, limones...
- requiere más delicadeza para no dañar las piezas
- cámaras y RGBD, *Deep Learning*
- punto de madurez elegible
- pinzas, succión de vacío
- movimiento entre hileras de cepas, matas o enredaderas
- visión artificial, tomates
- aún es una solución cara





- FFRobotics y Abundant Robotics
- robot Virgo, de Root AI
- TX Robotic Strawberry Harvester, de Advanced Farm Technologies
- Cultivo de champiñones, de Mycionics

Viticultura: clasificación de uvas



- Eliminación mecánica previa de raspa
- Separa uvas sanas de desperfectos (raspas, hojas, insectos...)
- Cámaras rápidas, sopladores pneumáticos, cinta transportadora veloz
- Detección visual, DeepLearning (p.e. ALIEN de CITF)
- Selectiv Vision de Pellenc, Scharfenberger Maschinenbau, RayTec
- Bodegas de Rioja (p.e. Luis Cañas), vinos de mayor calidad

Control de malas hierbas

- fumigación muy selectiva
 - ahorra químicos, contamina menos
 - 90 % de las fumigaciones en Japón, con helicópteros radiocontrol
 - See & spray de John Deere, AI
 - VoloDrone drone sprayer
30mins, 9.2m, 18 rotores
- eliminación mecánica
 - Dino, verduras, Naio Technologies
 - Ted para viñedos, Naio Technologies
 - Stout AgTech



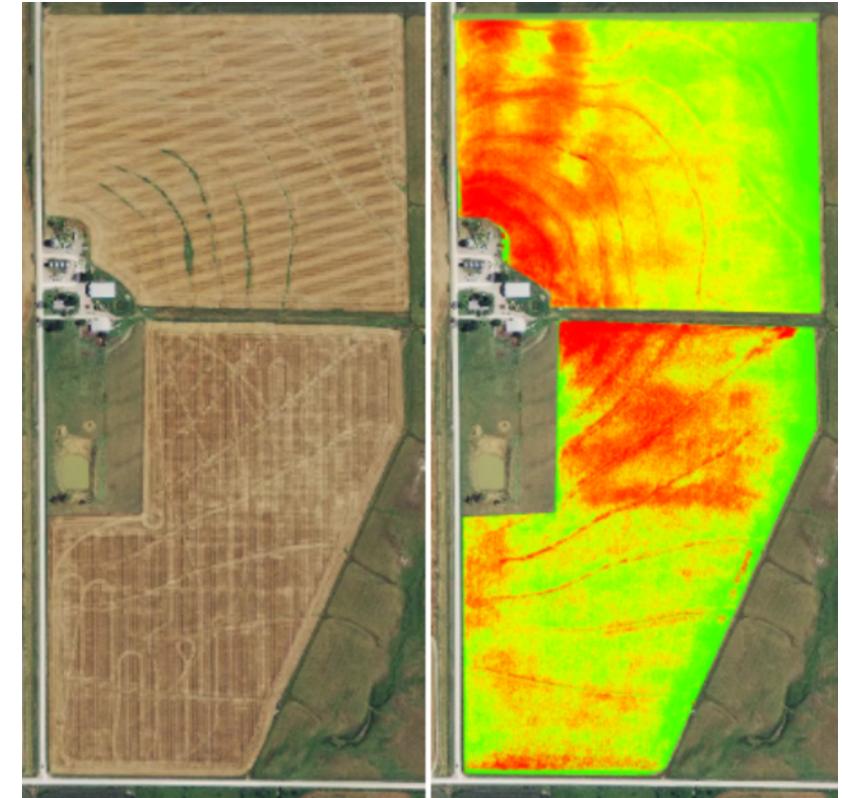
Sembrar y trasplantar

- en exteriores siembra no muy extendida
- perforación previa
- dispensadores regulares de semillas según el tractor se mueve
- acelerar reforestación
AirSeed, 40K semillas/día, 2 personas
- en interiores muy automatizada
 - plantones y tiestos en horticultura
 - sembradora de Visser
 - mult-plantadora de Visser



Monitorización de cultivos

- tecnología barata
- cámaras, cámaras hiperespectrales, térmicas
- mapa de la salud de los cultivos (NDVI)
Normalized Difference Vegetation Index, NIR
- ¿dónde aplicar fertilizantes? riego?
- cuenta, mide densidad real y áreas
- DroneDeploy
- Pix4Dfields, de Pix4D



Minería

Taladros automáticos

- barrenos, explosivos
- aumenta seguridad, centro de control
- aumenta precisión, alineamiento
- cielo abierto
 - Goldcorp
 - Rio Tinto
- interior de mina, Penguinasi



Transporte de minerales

- camiones gigantes autónomos, x6
- del frente de la mina a zona de descarga
- zonas aisladas
- GPS, cámaras, radar, “AI”
- reduce accidentes, aumenta seguridad
- aumenta productividad (tn/h, +11 %)
- reduce coste de los conductores
- menos combustible (-11 %), neumáticos y contaminación



Autonomous Haul Truck Components

Autonomous Haul Trucks (AHT) are available in **980E**, **930E** and **830E** sizes. The autonomous hardware is integrated into the truck. Physical differences include:

GNSS antenna / GNSS unit

Precise GNSS antenna position measurement

Wireless Antenna

Providing communication between AHTs and Central Control

Obstacle Detection Sensors

Slowing down or stopping AHT to reduce the risk of collision

Operating Mode Lights

Indicating AHT's current operating mode

Autonomous Control Cabinet

Mounted behind cab



System managed by single Central Controller

- Central Controller uses FrontRunner application software to set: speed restrictions, road conditions, dumping courses, and other variables
- AHT's navigate AT area using course data, load and dump assignments set by DISPATCH® operator



- Volvo trucks
- Vale, (2016-). Brucutu (13), Carajas (6+)
100 millones toneladas, 0 accidentes, 60km/h, 320to
- RioTinto, (80+/400)
- Komatsu Autonomous Haulage System (AHS)



Exploración

- mapeo 3D
- aún en investigación,
DARPA Subterranean Challenge
(2017-2021)
- subterránea
 - LiDAR, IMU,
cámara térmica...
 - drone
 - con patas
- minas acuáticas, elementos raros

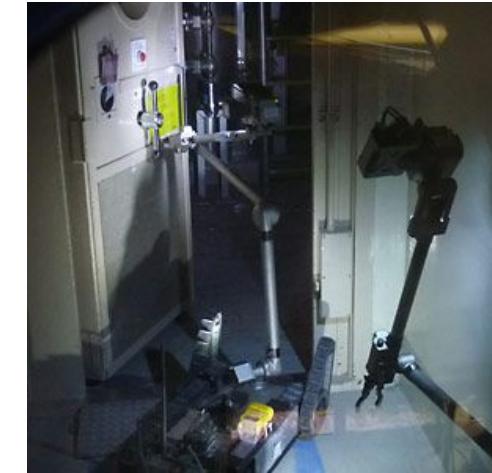


Desastres, búsqueda, rescate

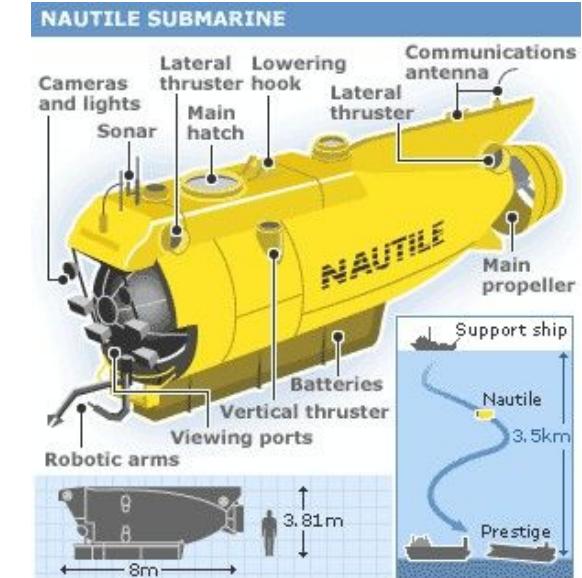
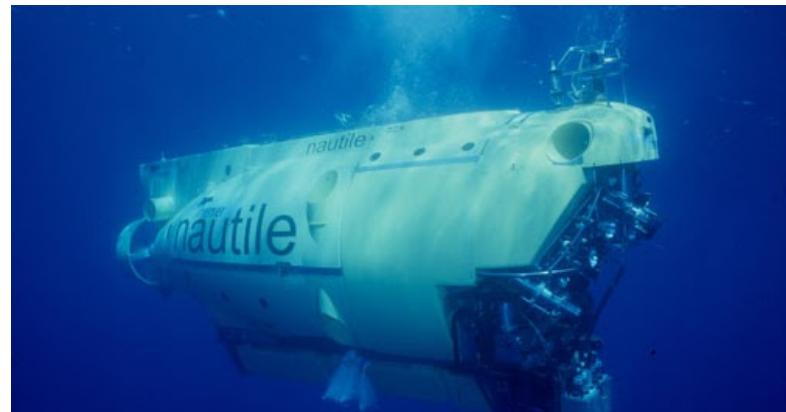
- catástrofes: inundaciones, terremotos, accidentes...
- entornos difíciles para las personas, peligrosos
- ventajas:
 - aportan más información (a los equipos de rescate)
 - no se cansan
 - son fungibles
 - llegan a sitios difíciles
- mercado todavía verde: muchos prototipos
- empresas especializadas, no robots masivos. Drones sí están asentados
- fundamentalmente teleoperados

¿En qué puede ayudar un robot?

- central nuclear Fukushima, 2011
- PackBot de iRobot: orugas, pinza, cámara, radioactividad
- volcán de La Palma, 2021



- Prestige, Titanic, cajas negras de avión en el mar (AF447, 2009)
- Nautile de Ifremer:
dos brazos, cámaras, luces...



- incendios:
 - Colossus (SharkRobotics)
NotreDame, 2019
 - Thermite de Textron
- terremotos (México, 2017)
serpientes
- valorar daños:
 - terremoto Italia, 2016
 - inundaciones Alemania, 2021



- localizar personas, operaciones SAR:
 - Islandia
 - alpinista Karakorum, 2018
 - baratos
 - rápidos
 - cubren más área de búsqueda
 - acceden sin infraestructura



Competiciones para empujar y madurar tecnología

- DARPA Robotics Challenge (2012-2015)
 - rescate y mantenimiento
 - 8 tareas complejas:
conducir vehículo, avanzar por terreno irregular, abrir puerta, apretar válvula, conectar manguera, subir escalera, despejar terreno, perforar una pared con herramientas
 - KAIST Hubo robot
- RoboCup Rescue
 - real y simulada
 - retos



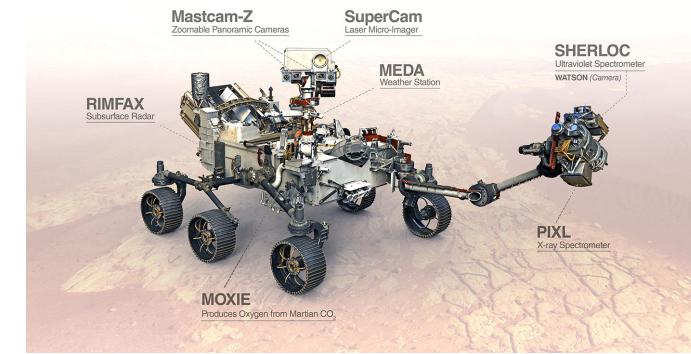
Limpieza de aguas



- Limpia el agua de plásticos antes de que lleguen al océano (500Kg/día)
- Modo teleoperado (radiocontrol) y modo autónomo (puntos de paso)
- Eléctricos, compactos. GPS, LIDAR (anticolisión)...
- WasteShark de la empresa RanMarine
- Jellyfishbot de la empresa IADIS

Robots en el espacio

- alta radiación
- no volver
- rango de temperaturas
- son desarrollos a medida, carísimos
- muchos sensores, patas-ruedas robustos
- Perseverance rover, Ingenuity drone...
- NASA, China...



Inspección y mantenimiento

Aplicaciones

- cartografía 3D, elevaciones
- inspección de infraestructuras
- agricultura
- aseguradoras
- tejados, aparcamientos...

Kespry

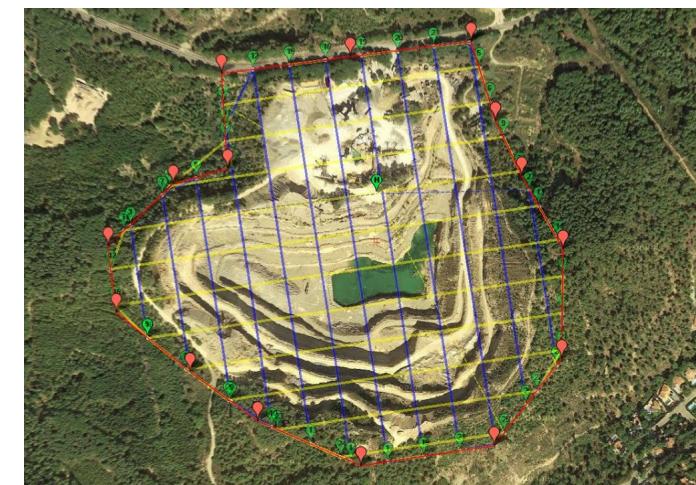
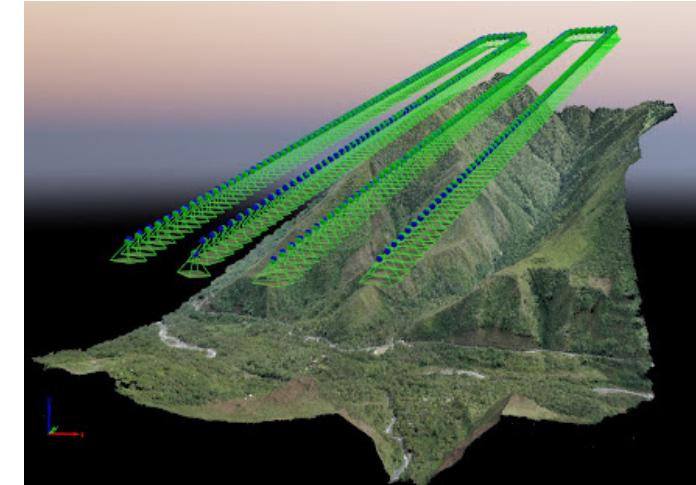
- drones
- robots con patas
- teleoperados, tendencia a autonomía
- fase recogida de datos
 - + fase procesamiento

¿Qué aportan los robots de servicio aquí?

- rápidos, cubren mucha zona en poco tiempo
- baratos respecto a opciones tradicionales
- seguros, no se ponen personas en riesgo
- precisos
- → eficiencia

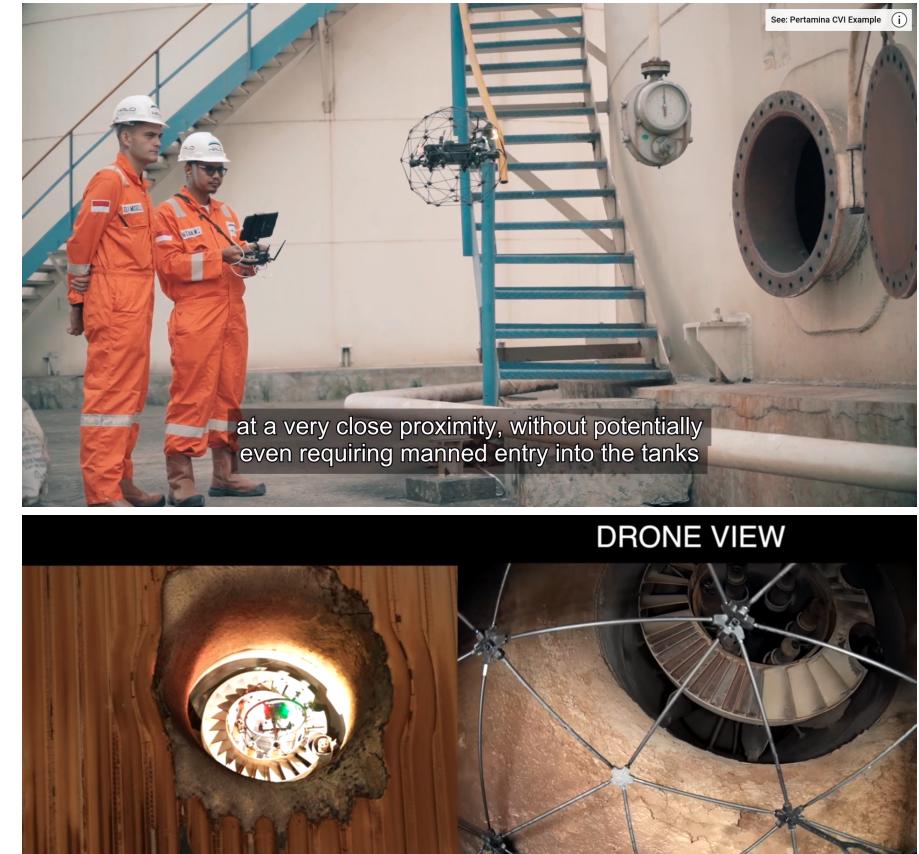
Cartografía

- medir volumen
- procesamiento SLAM
- fotogrametría
- levantamientos topográficos
- seguimiento de obra civil
- Conyca: movimiento + procesamiento
- Pix4D Mapper, DroneDeploy 3D Mapping

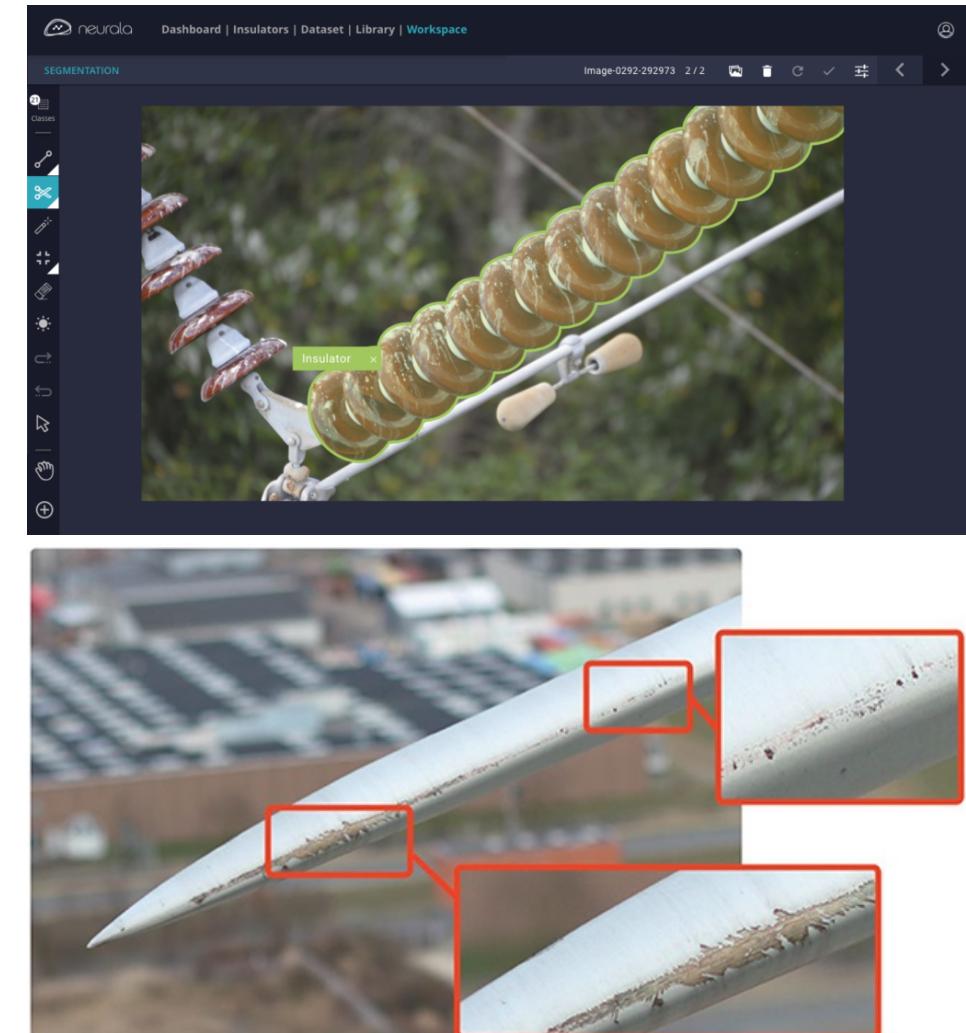


Inspección de infraestructuras

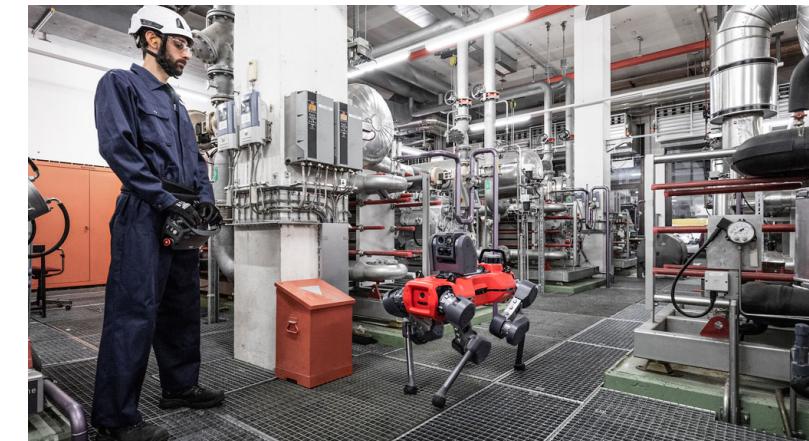
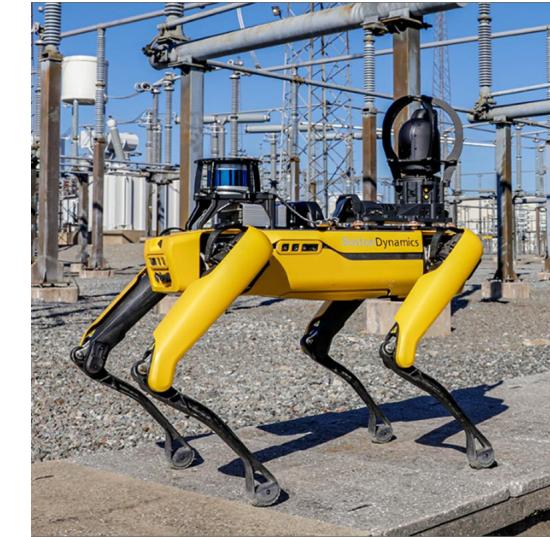
- plantas petrolíferas o de gas
 - Halo Robotics
 - Petrobot
 - Tank Farm inspection
- calderas y chimeneas industriales
- tanques por fuera y por dentro
- reduce costes, no andamios
- seguros, no se mete una persona
- cámaras y lidar



- torres eléctricas
 - MMCUAV
- aerogeneradores
 - Siemens-Gamesa
 - Helvetis
- gaseoductos
 - GRAID robot
- procesamiento imágenes con DL
- sonar sofisticado



- puntos de inspección
- térmica, visual, auditiva
- repetibilidad
- Spot, de Boston Dynamics
 - inspección estación eléctrica
 - inspección en una mina
- Anymal, de Anybots
 - inspección de tren
 - inspección planta química



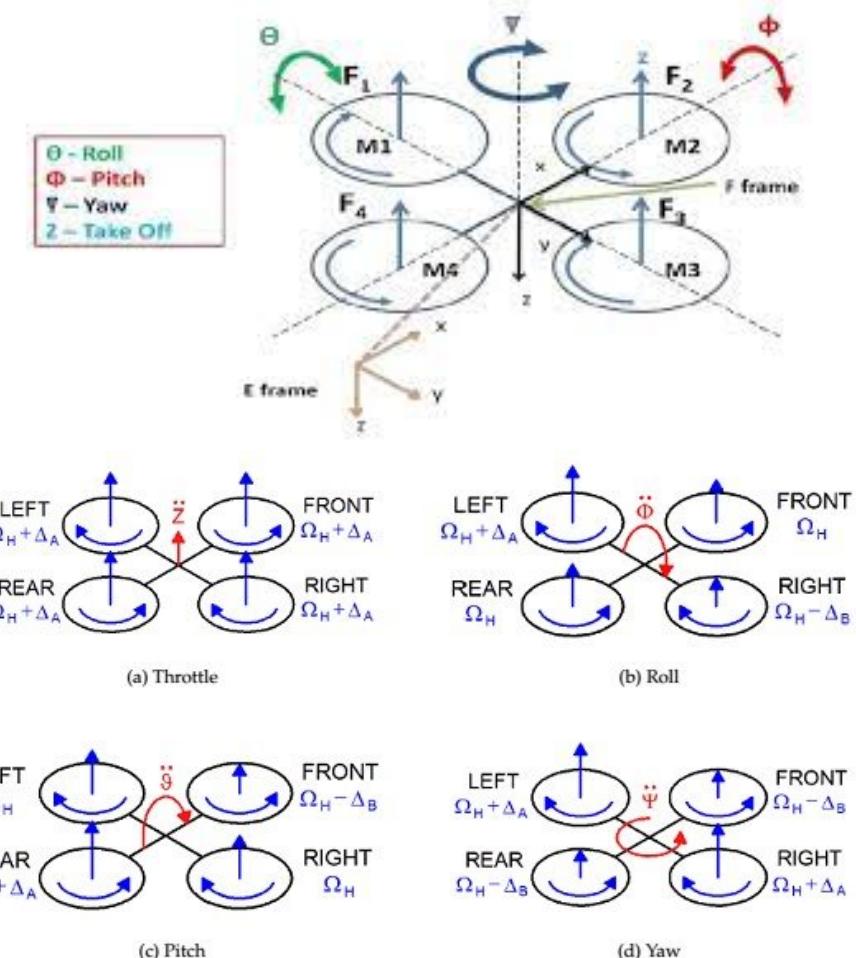
Tecnología de drones

- vienen del mundo aeronáutico
- ...pero son robots
 - actuadores:
motores eléctricos de hélices
 - sensores:
GPS, IMU, cámaras, LIDAR...
- + carga de pago
- ala fija, VTOL, helicópteros,
multirotores
- DJI: Mavic, Phantom



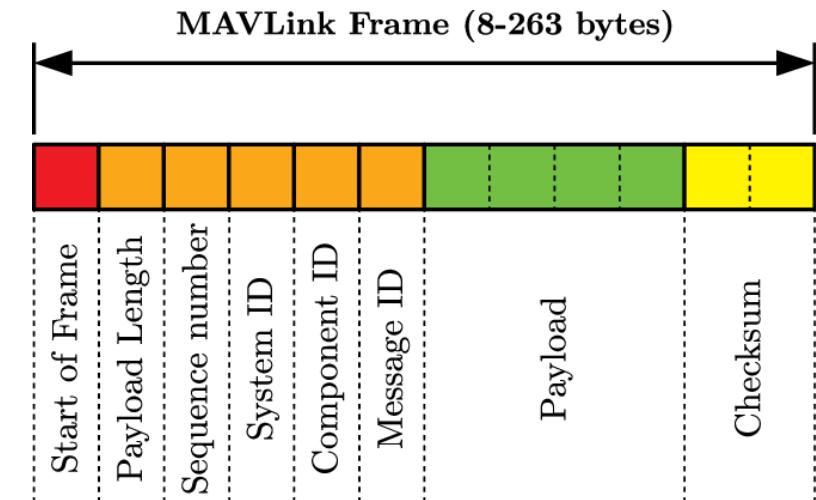
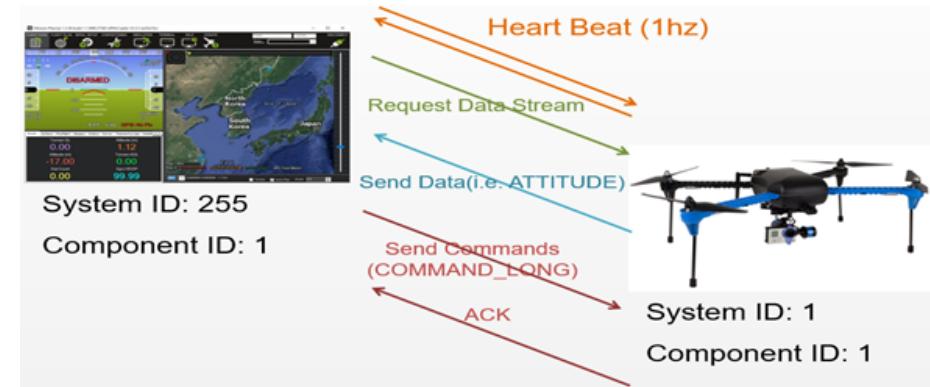
Mecanismo de vuelo multirotores

- yaw, pitch, roll
- velocidades, paso de hélices
- fuerzas y pares
- sustentación y movimiento
- poca duración de baterías
- alta maniobrabilidad



Software para drones

- mando de teleoperación
- estación tierra, aeronave, conexión
- estación de tierra (GCS):
QGroundControl, MissionPlanner
- aeronave (ArduPilot, PX4...):
controlador de vuelo, autopiloto
- radio o wifi
- MAVLink, protocolo de mensajes
 - modos de vuelo: auto, RTL, landing, loiter, offboard...
 - marcos de coordenadas



- armado-desarmado
- ecosistema ArduPilot
- ecosistema PX4
- MAVROS
- simuladores
 - software in the loop (SITL)
 - Gazebo
 - AirSim



Estaciones de tierra



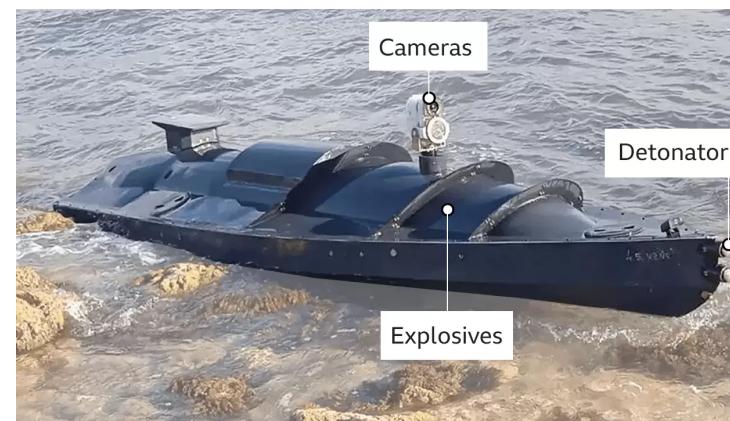
- QGroundControl, MissionPlanner,...
- sensores
- misiones

Controlador de vuelo

- estabilización de vuelo, control bajo nivel
- navegación
 - control en posición, GPS
 - control reactivo en velocidad basado en visión, sigue-persona RGBD, evitación obstáculos
- Tello drone, estabilización óptica
- ganando agilidad, procesamiento local



Robots de campo en usos militares



- drones reconocimiento, cámara, teleoperados, localizan blanco
- drones-bomba, fungible, muy precisos. Barcos-bomba.
- drones de combate: Bayraktar TB (Turquía)
- Packbot 525 (Teledyne FLIR Defense, iRobot), cámara, teleoperado. Vigilancia, desactivar explosivos improvisados Irak, cuevas Afganistán