

# El grupo de investigación MINA

Investigamos en Sistemas Cíber Físicos (SCF):

- ▶ integran computación, redes y procesos físicos.
- ▶ bucles de realimentación donde procesos físicos impactan sobre procesos de cómputo y viceversa.

más en concreto, nos dedicamos a:

- ▶ robótica, sistemas de comunicaciones, sistemas multi-agente, sistemas autonómicos, redes de sensores, IA aplicada, sistemas embebidos, entre otros.

## Algunas áreas de trabajo actuales

- ▶ Movilidad y gestión distribuida en redes oportunistas.
- ▶ Evolución del routing en internet y en el datacenter.
- ▶ Cloud computing & internet de las cosas.
- ▶ Navegación autónoma en entornos desconocidos.
- ▶ Cooperación y coordinación en sistemas multi-robot.
- ▶ Robótica educativa.
- ▶ Redes programables.

# Proyectos del taller

- ▶ A continuación se presenta una lista de proyectos propuestos por docentes del grupo MINA.
- ▶ Los estudiantes interesados deben contactar directamente a los docentes proponentes.

# Modelos de comunicación inalámbrica para exploración multi-robots

Responsables: Facundo Benavides, Eduardo Grampín  
(fbenavid,grampin)@fing.edu.uy

El modelo básico de comunicación utilizado es considerar que existe un “disco” de señal centrado en el robot. Existen modelos mejorados que consideran atenuación de la señal en el disco, y también la atenuación de las paredes del entorno. Se propone considerar además otros factores como por ejemplo el multipath fading producido por reflexión y refracción.

Posibles entornos de trabajo:

- ▶ Simulador ns-3
- ▶ Matlab

# Wavefront propagation sobre Quadrees en ROS2

Responsable: Facundo Benavides (fbenavid@fing.edu.uy)

El término Quadtree, o árbol cuaternario, se utiliza para describir clases de estructuras de datos jerárquicas cuya propiedad común es que están basados en el principio de descomposición recursiva del espacio. En robótica, los Quadtree se utilizan para descomponer el espacio de configuración del robot obteniendo una representación que utiliza menos memoria que p.e. las grillas de ocupación.

Interesa comprender el modelado de entornos 2D basado en QuadTrees y el algoritmo de planificación de caminos basado en propagación de olas para desarrollar una solución combinada que sea más eficiente que propagar olas sobre grillas regulares.

# Detección automática de aves plaga

Responsable: Facundo Benavides (fbenavid@fing.edu.uy)

El daño causado por pájaros en los diferentes cultivos es un problema relevante en la agricultura a nivel mundial. En Uruguay los mismos afectan desde cultivos de secano como la soja y el girasol hasta frutales como el durazno, manzanos, perales y uva. La principal especie plaga en frutales es la cotorra (*Myiopsitta monachus*). Debido a la prohibición de algunas herramientas para el control de estas y aumento significativo de la población, viticultores y fruticultores enfrentan serios problemas todos los años con pérdidas de producción durante algunas semanas previas a la cosecha de los frutos. Actualmente se está estudiando el uso de diversas tecnologías que se complementan entre ellas, como el uso de detección automática de especies invasoras mediante cámaras, uso de drones y sonidos para disuasión de los pájaros. Interesa probar modelos (p.e. YOLO) que permitan realizar la detección automática de la presencia del ave en cultivos.

# Agente robótico Q-Learning

Responsables: Facundo Benavides, Martín Llofriu  
{fbenavid,mloffriu}@fing.edu.uy

Un agente robótico Q-Learning es una máquina capaz de aprender a realizar una tarea guiado exclusivamente por su propia experimentación práctica (sin supervisión o retroalimentación por parte del programador humano). Se desea implementar un robot capaz de alcanzar un objeto estático de forma eficiente utilizando la plataforma Lego Ev3 con una cámara usb y el framework ROS para desarrollar un control basado en Subsumption.

# Sistema de posicionamiento en interiores

Responsables: Martín Llofriu, Facundo Benavides  
{mllofriu,fbenavid}@fing.edu.uy

Se busca implementar un sistema de localización en interiores basándose en la plataforma Marvelmind (<https://marvelmind.com/>). Este sistema es muy versátil, pero también muy complejo. Se espera que el estudiante se familiarice con el sistema, sus modos de operación y parámetros más importantes. Luego, se espera que implante un sistema de localización de interiores en el edificio del InCo. Opcionalmente, se puede trabajar con el robot Jackal o un drone DJI Mini 3 Pro y el stack de navegación de ROS2 para navegar entre waypoints utilizando la posición brindada por el sistema.

# Sumo.uy :: Fútbol de robots

Responsable: Facundo Benavides (fbenavid@fing.edu.uy)

La RoboCup Soccer Simulation 2D League es una de las competiciones más antiguas de RoboCup Soccer. Se basa en el Simulador de Fútbol RoboCup, que permite a dos equipos de 11 robots autónomos simulados más un agente entrenador autónomo jugar un partido de fútbol con reglas y comportamientos muy realistas. Gracias a su estabilidad, el simulador de fútbol RoboCup es una excelente herramienta educativa y de investigación para sistemas multiagente, inteligencia artificial y aprendizaje automático.

Se busca configurar el entorno de juego, instanciar un equipo de fútbol y opcionalmente realizar mejoras a las estrategias revisadas.

Responsable: Facundo Benavides (fbenavid@fing.edu.uy)

Con el objetivo de fomentar el interés y animar a los estudiantes a explorar las tecnologías UAV (del inglés Vehículo Aéreo no tripulado), existen cada vez más concursos o competencias que, desde una perspectiva lúdica, pretenden contribuir a mejorar la trayectoria educativa y sus futuras carreras profesionales.

Se busca aprovechar los recursos de hardware disponibles (Parrot AR-Drone) y las capacidades de programación disponibles en el software TurtleBots (Paleta AR-Drone) para promover una Liga de Drones en el marco del evento Sumo.uy.

# Simulador de streaming de video para evaluar mecanismos de elasticidad

Responsables: Javier Baliosian, Matías Richart  
(javierba,mrichart)@fing.edu.uy

El presente proyecto buscará desarrollar un simulador de sistemas de streaming de video. Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto de investigación mas general que estudia mecanismos de control para estudiar la elasticidad de servicios de streaming. Se entiende por elasticidad la capacidad de incrementar o disminuir los recursos asignados a un servicio de forma de mantener métricas de calidad de servicio dentro de umbrales aceptables frente a demandas variables y cargas inesperadas de los recursos disponibles. Ya se cuenta con un estudio del estado del arte y un desarrollo realizado en Matlab Simulink. El objetivo de este proyecto es desarrollar un simulador utilizando herramientas que permitan mejorar el tiempo de simulación.

# Desarrollo de una plataforma de co-simulación para robots móviles cooperativos

Responsables: Matías Richart, Javier Baliosian  
(mrichart,javierba)@fing.edu.uy

En este proyecto se estudia el problema de la co-simulación de SCF en general pero con un foco específico en el problema de co-simulación y los digital twins para sistemas de robots móviles cooperativos con comunicación inalámbrica. Actualmente, se cuenta con un prototipo de plataforma de co-simulación que fue desarrollada como parte de un proyecto de investigación. Esta plataforma integra a los simuladores NS-3, ROS y Gazebo a través de comunicación entre procesos y mecanismos particulares de sincronización. El objetivo de este proyecto es mejorar y extender el desarrollo actual, con especial énfasis en las latencias inducidas por los diferentes simuladores involucrados y la velocidad de simulación global. Además, se espera el desarrollo de casos de uso que muestren el funcionamiento de la plataforma. Para esto se deberá profundizar tanto en los aspectos teóricos de la simulación de sistemas híbridos (que modelan sistemas físicos y computacionales) como en los aspectos prácticos de implementación de estas plataformas de co-simulación.

# Toma de decisiones basada en planificación

## Robótica

Responsable: Gonzalo Tejera (gtejera@fing.edu.uy)

Los paradigmas robóticos proporcionan formas estándar para resolver el control de un robot. El paradigma jerárquico / deliberativo propone armar un modelo del mundo y utilizarlo para armar un plan de acción a largo plazo. En este contexto se propone relevar planificadores existentes y compararlos al momento de resolver problemas clásicos de la IA (p.e mundo bloques [1]).

**Referencias** [1] Combining task and motion planning,  
<https://www.youtube.com/watch?v=2DgtzdbER8o>, visitado julio de 2019.

# Desarrollo de un oso hormiguero artificial

Responsable: Gonzalo Tejera (gtejera@fing.edu.uy)

Desde hace varios años el grupo de investigación MINA trabaja en proyectos de investigación y desarrollo en aspectos de navegación principalmente en aspectos de construcción de mapas y localización simultánea (SLAM por su sigla del inglés). Actualmente nos encontramos trabajando junto al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA, en un proyecto asociado a la navegación en entornos agropecuarios.

Este proyecto propone desarrollar una plataforma estable y robusta para el control de hormigas.

Se propone atacar el problema con un robot autónomo equipado con sensores de imagen y profundidad, el cual realizará monitoreo para la detección de plagas. La solución estará basada en una plataforma de navegación con sensores de imagen y profundidad (cámaras estéreo o LIDAR) como principales sensores para la localización. Para la detección de plagas se utilizarán técnicas de visión por computadora y aprendizaje profundo. Se harán pruebas de campo para la identificación, se generará una base de datos, se entrenarán los algoritmos y luego se evaluará la detección automática.

# Desarrollo de robots ágiles para exterior

Responsable: Gonzalo Tejera (gtejera@fing.edu.uy)

El grupo MINA a desarrollado prototipos para navegación en exterior asociado a recolección de frutos. Este proyecto propone desarrollar al menos un prototipo de robot móvil terrestre para exterior teniendo en cuenta principalmente su robustez y agilidad. Algunos proyectos similares:

- ▶ HoverBot, robot basado en plataformas hoverboard [1].
- ▶ Crawler, robot articulado impreso en 3D [2].

**Referencias** [1] HoverBot goes to the park,

<https://www.youtube.com/watch?v=QN0gWHhilm4>, visitado julio de 2019.

[2] Diseño 3D del robot Crawler RC,

<https://www.thingiverse.com/thing:2573416>, visitado julio de 2019.

# Detección y control de malezas

Responsables: Mercedes Marzoa y Gonzalo Tejera  
(mmarzoa,gtejera)@fing.edu.uy

Desde hace varios años el grupo MINA trabaja en proyectos de investigación y desarrollo intentando acercar la robótica autónoma a problemas y entornos agropecuarios. Actualmente nos encontramos coordinando actividades con un grupo de productores de manzanas y olivos con el objetivo de detectar y controlar malezas. Las malezas son uno de los factores de reducción de rendimiento, generando pérdidas económicas por disminución en la producción, por competir por nutrientes y agua, y por el costo de los controles.

Se propone atacar el problema de eliminación de malezas con un robot autónomo equipado con sensores de imagen y profundidad, el cual realizará monitoreo para la detección de malezas y enviará la señal correspondiente para el control. La solución estará basada en una plataforma de navegación con sensores de imagen y profundidad (cámaras estéreo o LIDAR) como principales sensores para la localización. Para la detección de malezas se utilizarán técnicas de visión por computadora y aprendizaje profundo. Se harán pruebas de campo para la identificación, se generará una base de datos, se entrenarán los algoritmos y luego se evaluará la detección automática.

# Sistema de asistencia para pacientes con Parkinson

Responsables: Gonzalo Tejera y Guillermo Trinidad  
(gtrinidad,gtejera)@fing.edu.uy

Las personas con parknison sufren de un síntoma llamado congelamiento en la marcha, donde sienten los pies pegados al suelo, impidiéndoles caminar. Existe evidencia de que presentar líneas en el suelo, a modo de guía sobre dónde deben colocar sus pies ayuda a aliviar estas situaciones, dotándolos de mayor autonomía. En este proyecto se buscará equipar un andador con una cámara stereo y un láser con la capacidad de rotar, que proyectará estas líneas en el suelo. El sistema deberá implementar alguna solución de SLAM visual, junto con el stack de navegación de ROS para poder mapear su entorno y planificar rutas a diferetes destinos que el usuario desee.

Responsable: Eduardo Grampín ([grampin@fing.edu.uy](mailto:grampin@fing.edu.uy))

La Internet de las Cosas (IoT) es una idea que refiere a lograr la interconexión de objetos físicos, tanto estáticos como móviles, con el fin de que capturen y transmitan datos y/o respondan a órdenes (o comandos). Para lograr este fin, estos objetos integran sensores, actuadores, elementos de cómputo y software, además de la infraestructura de comunicación para lograr la interconexión.

Desde 2022 se cuenta con un despliegue funcional de un prototipo de Campus Inteligente en FING, que se basa en el desarrollo de sensores de temperatura y calidad de aire, contador de personas, humedad y otras variables meteorológicas, lugares libres en el estacionamiento, entre otras posibilidades. Se propone participar en la consolidación de este prototipo, con posibles aplicaciones a otros servicios de la Udelar, trabajando tanto en desarrollo y mejora de los sensores, como en la plataforma de IoT que da soporte al campus (actualmente ThingsBoard), por ejemplo haciendo analítica de datos y/o desarrollando aplicaciones utilizando la API provista.

Actualmente se utilizan diversas tecnologías de comunicación (WiFi, LoRa, Bluetooth, entre otras), y diversos sistemas embebidos programables (Sparkfun ESP 32, Raspberry Pi, entre otros). Se estudiará la posibilidad de incorporar sensores comerciales al prototipo.

# Time-Sensitive Networking (TSN)

Responsable: Eduardo Grampín (grampin@fing.edu.uy)

Conjunto de estándares en desarrollo por grupo TSN IEEE 802.1, que definen mecanismos para la transmisión de datos sensibles al tiempo a través de redes Ethernet deterministas. Abordan la transmisión de datos con muy baja latencia y alta disponibilidad. Las aplicaciones incluyen redes convergentes con flujo de audio/video en tiempo real y flujos de control en tiempo real que se utilizan en instalaciones de control automatizado o industrial. Los tres componentes básicos de TSN son:

- ▶ Sincronización de tiempo: todos los dispositivos que participan en la comunicación en tiempo real deben tener una comprensión común del tiempo.
- ▶ Programación y configuración del tráfico: todos los dispositivos que participan en la comunicación en tiempo real se adhieren a las mismas reglas en el procesamiento y reenvío de paquetes de comunicación.
- ▶ Selección de rutas de comunicación, reservas de ruta y tolerancia a fallas: todos los dispositivos que participan en la comunicación en tiempo real se adhieren a las mismas reglas en la selección de rutas de comunicación y en la reserva de ancho de banda y franjas de tiempo, posiblemente utilizando más de una ruta simultánea para lograr la tolerancia a fallas.

Posibles entornos de trabajo:

- ▶ Simulador OMNeT++: <https://omnetpp.org/download-items/NeSTiNg.html>
- ▶ Lenguaje P4

# Predicción de calidad de agua en ambiente urbano

Responsable: Alberto Castro (acastro@fing.edu.uy)

En áreas urbanas, el first flush representa la escorrentía superficial inicial de una tormenta. Durante esta fase, la contaminación del agua que ingresa a los desagües pluviales suele estar más concentrada en comparación con el resto de la tormenta. En consecuencia, estas altas concentraciones de escorrentía urbana dan como resultado altos niveles de contaminantes que se descargan de las alcantarillas pluviales a las aguas superficiales. Por lo tanto, tener una herramienta sólida de modelado matemático capaz de predecir con precisión la concentración de contaminantes en caso de que ocurra first flush es esencial. Las técnicas de aprendizaje automático se han utilizado ampliamente en el campo de la calidad del agua; sin embargo, su uso para predecir la aparición de first flush y la concentración de contaminantes es limitado. En este proyecto se propone lo siguiente: 1) realizar un análisis exploratorio en una base de datos mundial de calidad del agua de aguas pluviales urbanas; 2) implementación, entrenamiento y validación de un algoritmo de aprendizaje automático para la predicción de las concentraciones de los contaminantes más críticos en ambiente urbano; 3) análisis e interpretación de los resultados obtenidos.