

# 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 autónomos, redes de sensores, IA aplicada, sistemas embebidos.

# Algunas áreas de trabajo actuales

- ▶ movilidad y gestión distribuida en redes oportunistas.
- ▶ evolución del routing en internet.
- ▶ cloud computing & internet de las cosas.
- ▶ navegación autónoma en entornos desconocidos.
- ▶ cooperación y coordinación en sistemas multi-robot.

# Bosquejos de proyecto de grado

- ▶ A continuación se presenta una lista de los bosquejos de proyectos de grado propuesto por docentes del grupo MINA.
- ▶ Los estudiantes deberán manifestar el interés de desarrollar el bosquejo directamente con los docentes que lo proponen.

# Planificador de misión para DMx

Robótica, Problemas de asignación

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

La navegación es una de las actividades más importantes y desafiantes que deben tenerse en cuenta al trabajar con un robot móvil. Uno de los aspectos a resolver en la navegación es determinar cual es el siguiente objetivo a alcanzar. Ésto puede ser indicado por un humano o definido por el planificador de misión de la arquitectura. La FIng y el INIA están llevando adelante un proyecto de investigación en navegación exterior para apoyo en la tarea de recolección. Se propone el desarrollo de un planificador de misión para determinar si el robot debe volver a la zona de acopio de frutos o elegir apoyar en la tarea a un recolector que solicita su ayuda.

- ▶ Debe integrarse a la plataforma DMx.
- ▶ Debe realizar una rápida asignación frente a cambios en el entorno.
- ▶ Debe diseñarse para trabajar en sistemas multi-robots.

# Navegación acuática

## Robótica

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

La navegación es una de las actividades más importantes y desafiantes que deben tenerse en cuenta al trabajar con un robot móvil. Más desafiante cuando se debe realizar en exterior y sobre el agua. Se propone trabajar en los distintos problemas de navegación sobre una plataforma acuática para lagunas y lagos.

- ▶ Control de movimiento.
- ▶ Debe realizar una rápida asignación frente a cambios en el entorno.
- ▶ Seguimiento de caminos.
- ▶ Mapeo.

# Robotito para robótica educativa

## Robótica

Responsables: Jorge Visca (jvisca@fing.edu.uy), Guillermo Amorín (gamorin@fing.edu.uy), Ewelina Bakala (ebakala@fing.edu.uy)

Rototito es una plataforma robótica para experimentar y estudiar aspectos de pensamiento computacional en niños en edades tempranas. Se desarrolló para realizar experimentos que midan el impacto del uso de robots en el sistema educativo. El concepto original es el de un robot programado mediante el entorno, es decir, cuyo control se realiza manipulando el entorno donde el robot se desenvuelve. Se plantea expandir la plataforma para potenciar esta herramienta.

- ▶ Control de movimiento: desarrollo de métodos de control de bajo nivel de una plataforma holonómica.
- ▶ Desarrollo de una aplicación basada en celular que permita control mediante visión.
- ▶ Exploración de conceptos de interacción humano-computadora (HCI) para robots orientados a niños y niñas.

# Robocup@HOME

## Reconocimiento - Manipulación de objetos - Planificación de alto nivel

Responsables: Gonzalo Tejera, Mercedes Marzoa, Federico Andrade

La *visión por computadora* consiste en la adquisición, procesamiento y análisis de imágenes que permite obtener una representación visual del entorno con el objetivo de resolver una tarea específica.

Un *manipulador robótico* es un artefacto que tiene la capacidad de agarrar objetos, levantarlos, rotarlos o moverlos de un lugar a otro.

La *planificación de alto nivel* consiste en establecer un plan de acción para resolver tareas de alto nivel como ir a abrir la puerta, guardar las compras del supermercado o limpiar la mesa.

La *Robocup* [1] es una organización internacional que promueve el desarrollo de la robótica a través de distintos tipos de competencia. En particular la competencia *Robocup@Home* [2], en la cual un robot se debe mover dentro de una casa y realizar tareas de reconocimiento y manipulación de objetos.

Se propone:

- ▶ Integrar el paquete de reconocimiento objetos desarrollado desde inicios de 2017.
- ▶ Manipular objetos domésticos
- ▶ Relevar e implementar un planificador de alto nivel para que Alfred-0 realice las tareas domésticas.

### Referencias

[1] Robocup, [www.robocup2016.org](http://www.robocup2016.org)

[2] Robocup@HOME, [www.robocupathome.org/rules](http://www.robocupathome.org/rules)

# Navegación bio-inspirada

Navegación, Mecanismos y neuronas, Modelado computacional

Responsable: Gonzalo Tejera

La evolución ha producido un abanico muy amplio de seres vivos móviles e inteligentes en la forma de organismos que van desde los insectos a los humanos, siendo éstos en general más flexibles y eficientes que los robots actuales. Esta diferencia ha llevado al estudio de los organismos vivos para desarrollar mejores robots, en algunos casos también se construyen robots para entender mejor a los organismos.

- ▶ Integración de la información para la navegación.
- ▶ Mecanismo de remapeo.
- ▶ Transformación de representación egocéntrica a global de la visión.



# UAVs para tareas de exploración cooperativa

Robots aéreos no tripulados, Exploración cooperativa, Redes Ad-hoc.

Responsables: Facundo Benavides (fbenavid@fing.edu.uy), Jorge Visca (jvisca@fing.edu.uy).

El problema de exploración cooperativa puede resumirse como el problema de explorar un entorno desconocido logrando, en cada momento, una distribución óptima de los robots de modo de minimizar el tiempo total de exploración.

Frente a los sistemas mono-robot los sistemas multi-robot presentan varias ventajas. Pueden explorar más rápidamente y ser más tolerantes a fallos. Sin embargo, para lograrlo es crucial disponer de buenos algoritmos de coordinación (evitando p.ej. que varios robots exploren las mismas zonas). Las soluciones coordinadas siempre requieren servicios de comunicación robustos que permitan un nivel mínimo de intercambio de información (p.ej. de localización). En este sentido se pueden pensar soluciones homogéneas (robots terrestres) donde cada individuo tome en cuenta las posibles restricciones de comunicación para evitar quedar aislado mientras explora o soluciones heterogéneas en las que participen robots aéreos que puedan tener un rol más específico de colaboración en el mantenimiento de una red ad-hoc que permita a los robots terrestres tener más libertad de movimientos.

Se propone:

- ▶ Estudiar el problema de exploración cooperativa bajo condiciones de comunicación no ideales.
- ▶ Desarrollar el control de un vehículo autónomo aéreo que brinde soporte de comunicación a una flota de robots terrestres.
- ▶ Validar la propuesta en entornos simulados.
- ▶ Realizar una prueba de concepto sobre plataformas reales conformadas por un cuadricóptero y una flota de robots terrestres (y/o puntos de acceso fijos).

# Lenguaje Funcional Reactivo para aplicaciones robóticas.

Programación funcional, Robótica

Responsables: Marcos Viera (mviera@fing.edu.uy), Jorge Visca (jvisca@fing.edu.uy).

Almus es un lenguaje embebido en Haskell, desarrollado en un proyecto de grado, que permite configurar y realizar tareas para robots o dispositivos embebidos de forma sencilla, componiendo comportamientos de manera transparente. Se basa en el paradigma de programación funcional reactivo (FRP) y es flexible ante nuevos dispositivos a ser acoplados al robot, brindando una interfaz genérica para la comunicación con los mismos.

En este proyecto se plantea continuar con el desarrollo anterior, implementando comportamientos robóticos en Almus, experimentando con distintos dispositivos y evolucionando el lenguaje de manera de satisfacer las necesidades presentadas durante la experimentación.

# Implementación y despliegue de un sistema de IoT para contabilizar ocupación de espacios

Internet de las Cosas, Redes, Programación de bajo nivel, Programación de aplicaciones

Responsables: Matías Richart (mrichart@fing.edu.uy), Eduardo Grampín (grampin@fing.edu.uy).

Dentro del concepto de IoT se ha establecido una arquitectura de facto, que consiste en dispositivos finales (y/o *gateways*) que generan información en su rol sensor y reciben comandos en su rol actuador. Esta información se transmite hacia/desde plataformas de IoT “en la nube” (públicas o privadas) a través de un componente específico de comunicación asincrónica (denominado *broker*), que hace disponibles los datos a módulos de almacenamiento y análisis, que eventualmente toman acciones. Específicamente el proyecto consiste en implementar y desplegar todas las partes de la arquitectura IoT (sensores, *gateways*, *broker*, etc) necesarias para resolver un problema concreto. En este caso el problema consiste en contar (mediante algún tipo de sensado) la cantidad de personas que se encuentra en un espacio determinado.

El grupo MINA ha adquirido recientemente *gateways* y nodos con tecnología WiFi y LoRa y cuenta con experiencia en el despliegue de plataformas de IoT. El proyecto deberá utilizar este equipamiento.

# Aceleración de tráfico de red

Responsable: Eduardo Grampín

Las implementaciones tradicionales de la transferencia de datos en un servidor, siguiendo el stack TCP/IP y utilizando las bibliotecas de Sistema Operativo, no logran una utilización plena del medio físico. Existen iniciativas para acelerar las transferencias en hardware, como por ejemplo Net-FPGA-10G [1], y bibliotecas eficientes tales como DPDK [2]. Este proyecto se utiliza tanto sobre hardware real ("bare metal") como en ambientes virtualizados, por ejemplo con OpenVSwitch en ambientes de computación en la nube [3]. Interesa instalar el entorno DPDK, realizar pruebas de rendimiento en comparación con el networking tradicional, y desarrollar aplicaciones que permitan utilizar la infraestructura de transferencia eficiente de datos.

## Referencias

[1] NetFPGA-10G,

[https://github.com/NetFPGA/NetFPGA-public/wiki/Home\\_NetFPGA-10G](https://github.com/NetFPGA/NetFPGA-public/wiki/Home_NetFPGA-10G)

[2] Data Plane Development Kit, <http://dpdk.org/>

[3] Open vSwitch with DPDK,

<http://docs.openvswitch.org/en/latest/intro/install/dpdk/>

# Calidad de Servicio en Redes Inteligentes (QoS en Smart Grids)

Responsable: Eduardo Grampín

Las redes eléctricas inteligentes (*Smart Grids*) incluyen, entre otros componentes, una infraestructura de medidas (*Advanced Metering Infrastructure - AMI*), compuesta fundamentalmente por los medidores inteligentes, un red TCP/IP de recolección de medidas y actuación sobre los medidores, y un sistema de almacenamiento de medidas y toma de decisiones (*Head End System - HES*). La red que da soporte a esta infraestructura tiene características peculiares de la aplicación, los medidores se comunican utilizando determinados protocolos, y son sistemas embebidos con capacidades reducidas; por lo tanto, estudiar la QoS en estos sistemas implica desafíos inexplorados en otro tipo de aplicaciones, por ejemplo, el típico funcionamiento de Internet sobre TCP/IP. Se propone construir un prototipo para estudiar dichas características y probar distintas configuraciones que permitan identificar la forma correcta de desplegar estas soluciones.

# Algoritmos de aprendizaje automático para Redes Ópticas

Responsables: Alberto Castro (acastro@fing.edu.uy), Eduardo Grampín

Algunas de las limitaciones de las redes de hoy en día radican en su pobre adaptabilidad y programabilidad. Previendo por otro lado los fuertes requerimientos que imponen e impondrán los nuevos y futuros servicios como 5G, tales como baja latencia y alta disponibilidad. Para solucionar problemas de fallas, rendimiento o seguridad en las redes actuales, la mayoría de las configuraciones las realizan manualmente operadores experimentados que examinan las salidas de los sistemas de monitorización y deciden cómo reconfigurar adecuadamente la red, y no hay un circuito de retro-alimentación automático entre la supervisión de red y la configuración de red. Una causa fundamental de la ineficiencia en la configuración y optimización de la red es la falta de “inteligencia cognitiva”, es decir, la capacidad de inferir el estado de la red, analizar posibles implicaciones o tomar medidas proactivas. La red de hoy es incapaz de aprender de sus errores y es propensa a cometer el mismo error otra vez. Solo después de las intervenciones y actualizaciones humanas, las funciones de red pueden actualizarse. Necesitamos buscar redes con los siguientes atributos:

- ▶ Auto-configuración
- ▶ Auto-recuperación
- ▶ Auto-optimización

Proponemos abordar la pregunta de cómo las técnicas de modelado, optimización y aprendizaje automático, se pueden usar para determinar las configuraciones y parámetros de la red óptica apropiados para dar soporte a los servicios actuales y futuros.

# Benchmarking en Arquitecturas para Datacenter

Responsables: Alberto Castro, Federico Rivero

La simulación es una técnica muy utilizada en el área de Arquitectura de Computadoras con múltiples objetivos. Al presentar un nuevo diseño, es natural basar las primeras estimaciones de rendimiento en base a simulaciones, ya que permite ahorrar la construcción del prototipo. Adicionalmente, las simulaciones permiten realizar comparaciones en elementos aislados de dos computadoras manteniendo el resto del sistema idéntico, permitiendo obtener condiciones muy difíciles de replicar en la realidad. El objetivo de este proyecto de grado es realizar un estudio del estado del arte en simulación de arquitecturas de computadoras, determinar cuál o cuáles de los simuladores disponibles en la actualidad más se adecúan a las necesidades del grupo MINA en base a determinadas características de calidad (granularidad, escalabilidad, madurez, características de configuración), y construir una infraestructura de simulación (documentación, scripts, configuración, etc) reutilizable por el resto del equipo y desarrolle una prueba de concepto simulando un DataCenter.

## Referencias

- [1] SimpleScalar: An Infrastructure for Computer System Modeling
- [2] Multifacet's general execution-driven multiprocessor simulator (GEMS) toolset
- [3] Graphite: A Distributed Parallel Simulator for Multicores
- [4] Structural Simulation Toolkit (SST)