

Resumen de las propuestas de investigación

Pasantías :: Instituto de Computación

Mayo 2024

SmartLab: Un laboratorio de red programable implementado con SmartNICs

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referentes: Leonardo Alberro lalberro@fing.edu.uy y Eduardo Grampín, Network Management / Artificial Intelligence

Las redes de telecomunicaciones soportan numerosos casos de uso para dar soporte a las infraestructuras tecnológicas modernas. Este uso generalizado complejiza el diseño de sistemas de comunicaciones y en particular de los dispositivos de red. Un requerimiento para estos dispositivos es que sean básicos y de propósito general para reducir los costos de ingeniería, lo que ha impulsado el surgimiento de dispositivos de red programables, que permiten al usuario cambiar la funcionalidad del dispositivo mediante una interfaz de programación. Con la programabilidad en dispositivos de hardware es posible utilizar lenguajes de dominio específico tales como P4, adecuado para prototipar funcionalidades independiente del hardware. Un ejemplo de aplicación para la programabilidad son los data center. En la mayoría de los data center se utilizan protocolos de red que fueron originalmente diseñados para Internet. Esto hace que se desempeñen con grandes problemas, aumentando los costos y con una notoria baja en la calidad de servicio hacia los usuarios que interactúan con aplicaciones alojadas en el data center. Por esta razón, se han desarrollado nuevos protocolos diseñados específicamente para el dominio data center, y es allí donde la programabilidad de la red promete ayudar a esta innovación permitiendo implementar y testear nuevos protocolos, sin la necesidad de implicar fabricantes de hardware. En este proyecto se propone construir un laboratorio programable de experimentación de redes con SmartNICs (o programmable NICs) interconectadas. El laboratorio tendrá la habilidad de cambiar el comportamiento del procesamiento de paquetes mediante la instalación de programas P4 compilados para el hardware, lo que permite abstraerse del mismo, concentrándose en modelar el comportamiento deseado. Con este laboratorio podrá explorar el área de Programabilidad en Red directamente sobre hardware, abordando mecanismos de monitorización no intrusiva y trabajando en soluciones de forwarding/transporte específicas para para data centers de tipo cloud computing. En este sentido, se implementarán y evaluarán experimentalmente en el laboratorio protocolos de transporte para el data center.

Subsumption sobre EV3 y ROS2 para desarrollar un agente robótico aprendiz

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referente: Facundo Benavides fbenavid@fing.edu.uy, Network Management / Artificial Intelligence

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 para el desarrollo de sistemas robóticos ROS2 para desarrollar un control basado en la arquitectura Subsumption. Subsumption es una arquitectura para el control de robots basada en comportamientos que permite desarrollos modulares basados en múltiples máquinas de estado que pueden funcionar de manera concurrente. Se busca aprovechar la posibilidad de programar en un entorno Ubuntu-like que brinda el brick EV3 de la firma LEGO Mindstorm para lograr la programación de robots LEGO -cuyo hardware y firmware es propietario- mediante el uso de ROS2. Las tareas a realizar son: 1 - Estudio de conceptos preliminares. 3 - Configuración de entorno de desarrollo y pruebas (robot móvil basado en LEGO EV3 + Cámara USB, UbuntuEV3, ROS2) 4 - Implementación de un prototipo móvil 5 - Implementación del agente Q-Learning 6 - Documentación de las tareas realizadas y los productos generados. 7 – Informe final conteniendo resultados y conclusiones (formato artículo).

Computación paralela-distribuida para la optimización de la planificación de Inversiones

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referente: Sergio Nesmachnow sergion@fing.edu.uy, Centro de Cálculo / computación de alto desempeño

La pasantía de investigación propone el estudio del paradigma de computación paralela-distribuida aplicado a técnicas de programación dinámica estocástica para la exploración concurrente del espacio de estados de un modelo de operación y planificación de inversiones del sistema eléctrico nacional. El formulario no permite incluir el resumen completo de la propuesta, por lo cual lo he dejado disponible en el link https://docs.google.com/document/d/1x4WmW03HwOEyraCMybh-QU9LH0388a6TRsRNUOaKx_c/edit?usp=sharing

Utilización de técnicas de feature selection en el contexto del uso de métodos de resolución de sistemas triangulares dispersos

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referente: Jimena Ferreira jimenaf@fing.edu.uy, Computación de alto desempeño aplicado

La presente pasantía se presenta para resolver problemas al aplicar métodos de resolución de sistemas triangulares dispersos (SpTrSv). Al realizar dicha operación, se tienen varios métodos de preprocesamiento y de resolución los cuáles resultan más rápidos y apropiados según las características de la matriz dispersa a usar. A lo largo de la experiencia con estas técnicas se ha visto que para diferentes tipos de matrices dispersas la técnica más rápida varía. Es de utilidad encontrar o identificar la técnica que balancea mejor el costo de preprocesamiento con el de resolución para lograr el menor tiempo de cómputo para una matriz dispersa dada. Una opción en la búsqueda del método más rápido es la utilización de técnicas de aprendizaje automático. Para ello, se puede usar técnicas de aprendizaje automático supervisado para obtener un modelo de clasificación para múltiples clases, en donde dadas algunas propiedades de la matriz dispersa a considerar devuelva la técnica con menor tiempo; o buscar un modelo, donde dadas las propiedades de la matriz dispersa se estime el tiempo de ejecución de una rutina (tantos modelos de predicción como métodos de multiplicación considerados), y por último se elija aquel método con menor tiempo de ejecución estimado. Una etapa de preprocesamiento de los datos para utilizar técnicas de aprendizaje automático es la selección de variables (feature selection) importantes para modelo a buscar. Existen numerosas técnicas para la selección de variables, entre ellos los más clásicos son los métodos basados en medidas estadísticas, como por ejemplo Correlación de Pearson, Análisis lineal discriminante, ANOVA, chi-cuadrado, prueba de Wilcoxon Mann Whitney e Información mutua (Mutual information). El objetivo de la presente pasantía de investigación es evaluar diferentes métodos de selección de variables de entrada (feature selection o causality inference) de forma de mejorar el desempeño del modelo de clasificación o regresión a buscar con técnicas estándar de aprendizaje automático, como por ejemplo decision tree y/o random forest. Para el análisis se dispondrá de una lista de matrices de SuiteSparse Matrix Collection acompañadas con información relevante (posibles variables de entrada) como el método de preprocesamiento óptimo, dimensiones, cantidad de elementos no nulos, desviación estándar, entre otros. Se procurará utilizar técnicas cuyo costo computacional sea bajo, de forma que la selección de variables no solamente mejore la búsqueda del modelo de aprendizaje automático, sino que no aumente drásticamente el costo computacional total (selección de variables + aprendizaje de modelo).

Chatbots educativos basados en grandes modelos de lenguaje

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referente: Aiala Rosá aialar@fing.edu.uy, Procesamiento de Lenguaje Natural

Se ofrece la posibilidad de incorporarse al equipo de investigación de un proyecto financiado por la ANII (Agencia Nacional de Investigación e Innovación), para el estudio del uso de modelos de lenguaje (como GPT) para el desarrollo de agentes conversacionales de apoyo para la enseñanza de lenguas. Se estudiarán modelos del estado del arte y se realizarán experimentos con modelos abiertos.

Análisis comparativo de la privacidad en iOS y Android

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referente: Carlos Luna cluna@fing.edu.uy, Grupo de Seguridad Informática

La seguridad en dispositivos móviles es crítica, ya que éstos administran información confidencial. Si bien algunos trabajos previos comparan los modelos de seguridad de iOS y Android (dos de los SOs más usados), esta propuesta propone analizar la privacidad del usuario, considerando en particular sus sistemas de permisos. La pasantía busca introducir a la o el estudiante en la temática y profundizar un análisis comparativo previamente realizado con el objetivo de publicar un artículo.

Grupo de Seguridad Informática Formalización de sistemas críticos

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referente: Carlos Luna cluna@fing.edu.uy, Grupo de Seguridad Informática

Muchos sistemas críticos pueden ser modelados y formalizados como máquinas de estados. Esta pasantía propone introducir a la o el estudiante en la especificación formal de un sistema de seguridad, analizando alguna propiedad relevante, usando el asistente de pruebas Coq.

Biblioteca estándar de MateFun

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referente: Marcos Viera mviaera@fing.edu.uy, Grupo de Métodos Formales

MateFun es un lenguaje de programación funcional muy simple, diseñado con el objetivo de introducir la programación a estudiantes liceales y fortalecer su comprensión del concepto de función matemática. Una de las principales características de MateFun es que posee un conjunto muy reducido de palabras clave y funciones primitivas. El propósito de esta pasantía es el de diseñar e implementar una serie de bibliotecas estándar para MateFun que provean de funcionalidades básicas de aritmética, álgebra y geometría.

Revisión y evaluación de herramientas para DevOps en las áreas de integración continua y automatización del despliegue

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referentes: Laura González lauragon@fing.edu.uy y Jorge Triñanes, Laboratorio de Integración de Sistemas

La adopción de una modalidad de trabajo de acuerdo al enfoque DevOps en una organización que construye y explota productos de tecnología de la información requiere contar con un conjunto de herramientas y productos que abarcan múltiples aspectos. A partir del trabajo llevado a cabo en 2023 en el marco de una pasantía de investigación, se adoptó la siguiente

categorización de herramientas para DevOps: Colaboración, Gestión del código fuente, Proceso de construcción (build), Integración continua, Automatización del despliegue, y Monitoreo / registro (logging). El objetivo del proyecto consiste en avanzar en la revisión y evaluación de herramientas disponibles en las categorías de integración continua y automatización del despliegue, con el objetivo de identificar posibles paquetes tecnológicos que puedan resultar adecuados para organizaciones con escasa capacidad financiera. La evaluación deberá tomar en cuenta por lo menos: las capacidades de las distintas herramientas, la posibilidad de interactuar de forma adecuada, su nivel de madurez, su difusión y acceso a soporte, el nivel de riesgo asociado a su incorporación en un paquete y las posibilidades de adquisición.

Formalización de Patrones de Integración Empresarial con Event-B

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referente: Laura González lauragon@fing.edu.uy, Laboratorio de Integración de Sistemas

La Integración de Aplicaciones Empresariales (EAI) es la tarea de hacer que aplicaciones desarrolladas independientemente trabajen de forma conjunta con el fin de compartir datos y procesos de negocio. Esta tarea presenta varios desafíos, especialmente si se integrarán aplicaciones de múltiples partes. Hohpe y Woolf propusieron (en su libro Enterprise Integration Patterns [1] - <https://www.enterpriseintegrationpatterns.com/>) una colección de patrones de integración empresarial (EIP), para ayudar a abordar desafíos en las primeras etapas de un proyecto de integración. Cada patrón encapsula una funcionalidad de integración (p. ej. enrutamiento de mensajes, filtrado de contenido). Estos patrones han sido extendidos en trabajos más recientes [2] para abordar escenarios de integración emergentes (p. ej. asociados a la computación en la nube) y son la base para soluciones de integración actuales como las Integration Platforms as a Service (iPaaS) [3]. Como pasa en otras áreas, los EIP se especifican de manera informal, lo que puede dar lugar a ambigüedad y limitar tanto el soporte de herramientas como su correcta utilización. Estos problemas se han abordado mediante la formalización de los patrones (p. ej. utilizando notación Z y redes de Petri). Por otro lado, Event-B [4] es un método de modelado para formalizar sistemas y cuyo propósito principal es ayudar a desarrollar sistemas que sean correctos por construcción. El método Event-B tiene soporte de varias herramientas (p. ej. Rodin, ProB, B-Motion) que asisten en la formalización, pruebas y animación de las especificaciones Event-B. En el Laboratorio de Integración de Sistemas (LINS) hemos utilizado el método Event-B para formalizar soluciones basadas en patrones para plataformas de integración, lenguajes de políticas, y patrones de microservicios. Actualmente, estamos trabajando en la formalización de patrones en varias áreas utilizando este método. Esta pasantía de investigación tiene como objetivo colaborar en la formalización, pruebas y animaciones de los EIP utilizando el método Event-B y herramientas asociadas. [1] Hohpe, G., & Woolf, B. (2004). Enterprise integration patterns: Designing, building, and

deploying messaging solutions. Addison-Wesley Professional. [2] Ritter, D., May, N., & Rinderle-Ma, S. (2017). Patterns for emerging application integration scenarios: A survey. *Information Systems*, 67, 36-57. [3] Massimo Pezzini and Benoit J. Lheureux. *Integration Platform as a Service: Moving Integration to the Cloud*. Tech. rep. G00210747. Gartner, 2011. URL: <https://www.gartner.com/doc/1575414/integration-platform-service-moving-integration>. [4] Abrial, J. R. (2010). *Modeling in Event-B: system and software engineering*. Cambridge University Press.

Evolución del razonador Hermit extendido para ontologías con metamodelado y aplicación a ontología para prevención de cáncer de mama

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referentes: Edelweis Rohrer erohrer@fing.edu.uy y Regina Motz, Sistemas de Información Semántica

En el contexto de las tecnologías semánticas, una ontología es una base de conocimiento cuya representación formal se basa en una familia de lógicas denominadas lógicas de descripción [1]. Un razonador es una implementación de un algoritmo que recibe como entrada una ontología y devuelve si es o no consistente, y en caso de serlo devuelve un conjunto de inferencias aplicando razonamiento deductivo. De los razonadores que contemplan todos los constructores del lenguaje OWL2, el razonador Hermit es uno de los más comúnmente usados, siendo parte de la instalación de editores de ontologías, como Protégé [2]. Dada una ontología, la noción de metamodelado se basa en la representación de un objeto de la realidad como un individuo a y como un concepto A de la ontología, cuando el dominio requiere representar diferentes visiones del mismo objeto, con diferentes niveles de abstracción [3]. El objetivo de esta pasantía es la evolución de una implementación de Hermit extendido para metamodelado, desarrollada en el proyecto de grado del estudiante Bruno Di Bello y optimizada en la pasantía del estudiante Esteban Risso [4, 5]. Esta propuesta de evolución de Hermit extendido para metamodelado tiene que ver con la implementación de nuevos requerimientos y una mayor optimización de su desempeño. Además de los escenarios de prueba que cubrirán los diferentes constructores de las lógicas de descripción, un objetivo relevante es la aplicación del razonador extendido a una ontología de recomendaciones de estudios para prevenir el cáncer de mama, de acuerdo al riesgo de cada mujer de contraer la enfermedad [6]. Las recomendaciones son generadas por el razonador como inferencias. Referencias [1] N. Guarino, D. Oberle y S. Staab. *What is an ontology*. *Handbook on Ontologies*. Springer, 2009. [2] B. Glimm, I. Horrocks, B. Motik y G. Stoilos, Zhe Wang. *Hermit: an OWL2 reasoner*. *J. Autom. Reason.*, 2014. [3] P. Severi, E. Rohrer, R. Motz. *A description logic for unifying different points of view*. *1st Iberoamerican Knowledge Graphs and Semantic Web Conference*, 2019. [4] B. Di Bello. *Extensión de Hermit para bases de conocimiento con metamodelado y aplicación al*

dominio de contabilidad. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, 2021. [5] E. Risso. Análisis del desempeño de una extensión del razonador Hermit para metamodelado en ontologías. Pasantía de PEDECIBA, 2022. [6] Y. Anchén, E. Rohrer, R. Motz. An ontology for breast cancer screening. 14th International Workshop on Conceptual Modeling for Life Sciences, 2023.

Extensión de editor de ontologías Protégé para constructores de metamodelado

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referentes: Edelweis Rohrer erohrer@fing.edu.uy y Regina Motz, Sistemas de Información Semántica

En el contexto de las tecnologías semánticas, una ontología es una base de conocimiento cuya representación formal se basa en una familia de lógicas denominadas lógicas de descripción [1]. Dada una ontología, la noción de metamodelado se basa en la representación de un objeto de la realidad como un individuo a y como un concepto A de la ontología, cuando el dominio requiere representar diferentes visiones del mismo objeto, con diferentes niveles de abstracción. El enfoque de metamodelado propuesto en [2] extiende las lógicas de descripción con dos nuevos constructores: $a =m A$ y $MetaRule(R, S)$, siendo a un individuo, A un concepto y R, S dos roles (relaciones) de la ontología. Existen diferentes herramientas de edición de ontologías, entre las cuales una de las más universalmente usadas es Protégé [3]. Esta herramienta no permite la edición de ontologías con metamodelado, puesto que no provee un mecanismo para editar los dos constructores de metamodelado. En esta pasantía se propone entonces la extensión de Protégé para metamodelado. El proyecto de grado del estudiante Ignacio Vidal implementa la extensión de la versión 4.3 de Protégé para el constructor $a =m A$ [4]. Dado que la versión estable actual de Protégé es la 5.6.3, el objetivo de esta pasantía es extender Protégé 5.6.3 para permitir la edición de ontologías con metamodelado para los dos constructores: $a =m A$ y $MetaRule(R, S)$. La extensión se validará con ontologías de diferentes dominios implementadas en el grupo de investigación SIS (Sistemas de Información Semánticos). Referencias [1] N. Guarino, D. Oberle y S. Staab. What is an ontology. Handbook on Ontologies. Springer, 2009. [2] P. Severi, E. Rohrer, R. Motz. A description logic for unifying different points of view. 1st Iberoamerican Knowledge Graphs and Semantic Web Conference, 2019. [3] Editor de ontologías Protégé. <https://protege.stanford.edu/>. [4] I. Vidal. Editando y razonando con redes de ontologías. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, 2015.

Aritmética real exacta para MateFun

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referentes: Juan García Garland jpgarcia@fing.edu.uy y Marcos Viera, Grupo de Métodos Formales

El objetivo de este proyecto es tener un acercamiento a la aritmética real exacta y realizar trabajo de implementación al respecto. Por aritmética real exacta nos referimos al tratamiento en computadora de números reales con precisión arbitraria, en contraste con los enfoques usuales donde se usan aproximaciones con precisión acotada (por ejemplo, en los números de coma flotante). Un enfoque particular que nos interesa explorar son los reales constructivos de Errett Bishop, donde los números reales se representan como sucesiones infinitas de racionales con ciertas condiciones de convergencia. Trabajaremos en Haskell, lenguaje funcional puro, estáticamente tipado, y con evaluación perezosa. Este enfoque es ideal para representar este tipo de estructuras -potencialmente- infinitas. Esperamos poder integrar el trabajo de implementación en el proyecto MateFun (<https://www.fing.edu.uy/proyectos/matefun/>).

Investigación sobre SLAM Activo basado en Deep Reinforcement Learning aplicado a Robótica Doméstica

(3 meses :: pasantía de investigación)

Referentes: Federico Andrade fandrade@fing.edu.uy y Gonzalo Tejera, Network Management / Artificial Intelligence

Introducción :: La navegación de robots móviles autónomos es un tema muy relevante en la robótica móvil, en particular en la robótica de servicio/doméstica. La técnica de construcción de mapas del entorno y localización del robot mientras el robot ejecuta tareas diversas se llama SLAM (por su sigla en inglés), y esta técnica es una de las más usadas. En los últimos años el SLAM Activo ha mostrado ser más eficiente que el SLAM Pasivo. En el SLAM Pasivo el robot no toma decisiones sobre cómo mejorar el mapa o localizarse, mientras que sí lo hace en el SLAM Activo. Si bien existen varias soluciones de SLAM Activo con métodos analíticos, el desarrollo de las redes neuronales profundas combinadas con el aprendizaje por refuerzo han motivado a la combinación de SLAM Activo con técnicas de Aprendizaje por Refuerzo Profundo. Propuesta :: La propuesta de trabajo está pensada para que un estudiante trabaje en equipo con un estudiante avanzado de doctorado en el tema SLAM Activo, integrándose rápidamente al grupo de investigación MINA. El estudiante realizará junto a su tutor un relevamiento y análisis del estado del arte cuyo fin es producir una revisión sistemática. El

estudiante aprenderá el proceso de relevamiento y procesamiento de artículos, y escritura de un artículo científico. Adicionalmente, se realizará una pequeña implementación de alguno de los artículos que se considere muy relevante.