

E

studiantes del Doctorado en Ingeniería expusieron proyectos de investigación

Marcela Guzmán O.
maguzman@itcr.ac.cr

Un grupo de estudiantes del Doctorado en Ingeniería del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), expusieron sus proyectos doctorales en una presentación pública.

Como parte de la actividad hubo, además, dos charlas magistrales a cargo del Dr. Jorge Cubero, con el tema “Desarrollo de aleaciones nanoestructuradas de aluminio con propiedades superiores obtenidas por deformación plástica severa”; y del Dr. Edgardo Moreno, que dictó la charla “Cómo se llega a ser un científico en países de bajos ingresos”. El Dr. Teodolito Guillén Girón, coordinador del programa de Doctorado en Ingeniería, explicó que el objetivo de la actividad fue dar a conocer los avances de los proyectos. Hay estudiantes que llevan casi un año investigando y otros solamente un semestre. Sin embargo, indicó, se quería conocer todos los avances de los proyectos hasta la fecha. Otro objetivo fue poder brindar la realimentación necesaria a los distintos proyectos para mejorar su ejecución en las etapas futuras. Las presentaciones estudiantiles fueron las siguientes:

Estudiante: Ing. Ronny García Ramírez

Profesor tutor: Dr. Renato Rímolo (Escuela de Ingeniería Electrónica)

Sistema integrado de adquisición de datos en alta frecuencia para aplicaciones de espectroscopía por impedancia eléctrica

Hasta ahora, el método más común de caracterización de células en la biología y la medicina es el uso de marcadores de fluorescencia (etiquetas). Sin embargo, este es un proceso lento y que, además, puede degradar las células dificultando o impidiendo su uso en pruebas posteriores. Otros métodos, como el de espectroscopía por impedancia eléctrica, han ganado atención como alternativas en que se puedan analizar múltiples muestras en parale-



lo sin degradar las muestras. Para aprovechar todo el potencial de esta técnica, actualmente se busca automatizar la medición de muchas muestras y ampliar el rango de frecuencias para la medición con respecto a las alternativas comerciales existentes, las cuales no superan los 100 MHz. Para resolver esta necesidad, el presente proyecto se enmarca en el diseño de un circuito integrado para la medición de impedancia en un amplio rango de frecuencias de medición (hasta 10 GHz), basándose en la hipótesis de que la reducción del tamaño del circuito de medición, así como de la longitud de sus conexiones con la muestra, permite disminuir significativamente los efectos indeseables que afectan las mediciones a alta frecuencia. Específicamente, el presente proyecto de doctorado busca profundizar en el módulo de adquisición de datos del sistema, lo cual presenta retos con respecto del ancho de banda y las restricciones de ruido para asegurar la integridad de los datos de medición con una tecnología de fabricación CMOS de 130 nm. La presentación se enfoca en los objetivos del sistema así como los avances y limitaciones encontradas hasta el momento.

Estudiante: MSc. Andrea Araya Sibaja

Profesor tutor: Dr. Teodolito Guillén (Escuela de Ciencia e Ingeniería de los Materiales)

Ingeniería de cristales aplicada al irbesartán: formación de cocrystalos

Los cocrystalos son sólidos moleculares constituidos por un fármaco y otra sustancia llamada coformador, que entra en la red cristalina generando un material con mejores propiedades físico-químicas que el fármaco puro. Esta área de la ingeniería de cristales es ampliamente aplicada a fármacos poco solubles para mejorar su solubilidad y velocidad de disolución. El irbesartán es un fármaco que además de ser poco soluble es administrado en formas farmacéuticas de liberación inmediata, por lo que resulta un candidato interesante para la aplicación de esta técnica. Además, este fármaco es utilizado en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, las cuales son la principal causa de muerte en el país. Mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC por sus siglas en inglés) se realizó un estudio preliminar para seleccionar los potenciales coformadores. Se analizaron mezclas binarias en proporciones molares 1:1, 1:2 y 2:1 del fármaco-coformador con las siguientes sustancias: cumarina, glutamina y urea, así como con los ácidos p-aminobenzoico, benzoico, cinámico, málico, maléico, mandélico, oxálico y salicílico. La presencia de dos señales endotérmicas desplazadas a temperaturas diferentes al punto de fusión del fármaco y del coformador, in-

dican la formación de una mezcla eutéctica y la fusión del coformador. Así, se determinó que la glutamina, úrea y los ácidos benzoico, cinámico, málico, maléico, mandélico y salicílico son buenos candidatos a formar cocris-tales con el irbesartán.

Posteriormente, se aplicaron dos técnicas de cristalización: evaporación de solvente y formación de suspensión (slurry) a las mezclas del fármaco con los coformadores seleccionados. Los sólidos obtenidos fueron caracterizados a través de difracción de rayos-X de polvos, DSC y espectroscopía infrarroja. Mediante la técnica de suspensión o slurry existe evidencia de formación de un cocris-tal de irbesartán con el ácido málico 1:1 en metanol; sin embargo, se requieren análisis adicionales para su confirmación. Las cristalizaciones por evaporación de solvente están siendo llevadas a cabo.

Estudiante: Ing. Arys Carrasquilla Batista

Profesor tutor: Dr. Alfonso Chacón (Escuela de Ingeniería Electrónica)

Sistema electrónico integrado para el procesamiento y control de múltiples variables ambientales por medio de Internet de las Cosas

En la actualidad, existe una creciente necesidad en diferentes campos de investigación, producción y en la industria de agricultura de precisión, de almacenar y procesar datos provenientes de múltiples sensores; muchas veces estos dispositivos se encuentran ubicados en lugares remotos. El modo usual de recolección de datos implica el uso de equipos separados para cada variable de interés, lo cual dificulta y encarece la integración y procesamiento conjunto. Se visualiza la posibilidad de incorporar la temática del Internet de las Cosas con el fin de aprovechar las capacidades computacionales y de procesamiento en la nube para brindar información a los investigadores que les permita tomar decisiones oportunas.

Durante el segundo semestre del Doctorado Académico en Ingeniería, específicamente en el curso Investigación en Ingeniería, se diseñó un experimento para estudiar los factores que pueden perturbar el crecimiento en un cultivo microalgal y una investigación que centró su objeto de estudio en los modelos de regresión lineal simple y múltiple; esto, con el fin de establecer las bases para mode-

lar y explorar la relación que existe entre las variables de temperatura, luz, pH y oxígeno disuelto y, de esta manera, poder aproximar y predecir el crecimiento del cultivo de microalgas en futuras investigaciones.

Además, en el curso Desarrollo de Proyectos de Investigación se formuló un proyecto para la búsqueda de fondos que permitan financiar las horas investigador y los insumos requeridos para el cumplimiento de objetivos. Se presentó un artículo y ponencia en el 66th. International Astronautical Congress–IAC 2015, el cual tuvo lugar en la ciudad de Jerusalén, Israel, del 12 al 16 de octubre.

Estudiante: MSc. Liliana Sancho Chavarría

Profesor tutor: Dr. Erick Mata (Escuela de Ingeniería en Computación)

Visualización de estructuras jerárquicas

Hoy en día tenemos información en abundancia pero su utilidad depende de las representaciones y mecanismos disponibles para llevar a cabo el proceso de entenderla, analizarla, alcanzar conclusiones, generar conocimiento y tomar decisiones. La visualización de información es un área de la computación que desarrolla representaciones y mecanismos de visualización con el propósito de que los seres humanos podamos acelerar ese proceso. Nuestra investigación se centra en la visualización y el análisis de información voluminosa con estructura jerárquica, por ejemplo taxonomías. Existen diversas formas en que las jerarquías son visualizadas. Nuestra hipótesis es que a través de árboles de conos interactivos, tridimensionales y animados, se puede lograr una mayor efectividad en la comprensión de la información voluminosa. Los retos que enfrentamos son: el manejo de la inherente aglomeración de datos en pantalla; la estrategia para minimizar la pérdida de contexto que se puede producir durante la navegación por el árbol; y la propuesta de mecanismos eficientes y novedosos, tanto para editar el árbol como para asistir al usuario en el análisis de la información. En esta charla, presentamos un resumen del estado del arte en visualización de información y “big data”; una demostración de una nueva versión de software para la visualización de estructuras jerárquicas en 3D (árboles de conos) que muestra taxonomías “grandes” en el dominio de la biodiversidad; el diseño de la herramienta para captura y edición de los ár-

boles; y un primer acercamiento a las formas de analizar el cambio en estructuras jerárquicas, por medio de “grafos dinámicos”.

Estudiante: Ing. Manuel Mata Coto

Profesor tutor: Dr. Iván Vargas (Escuela de Física)

Modelado teórico y simulación numérica de antorchas de plasma de arco no transferido

Los modelos de plasma LTE (Local Thermodynamic Equilibrium) y NLTE (Non Local Thermodynamic equilibrium) se basan en los siguientes supuestos:

- El plasma se considera como un fluido continuo.
- En el modelo LTE el plasma se caracteriza por una temperatura única T , mientras que en el modelo NLTE distribuciones maxwellianas separadas se asumen para las partículas pesadas y para los electrones, caracterizadas por una temperatura de partícula pesada T_h , y una temperatura de electrones T_e , respectivamente.
- El plasma está en equilibrio químico; por tanto, su composición es una función de la presión p y T en el modelo LTE y de p , T_h , y T_e en el modelo NLTE.
- La condición de cuasi-neutralidad se mantiene para ambos casos.
- Los efectos de las corrientes Hall, efectos gravitacionales y disipación viscosa se desprecian.

Como parte del trabajo doctoral se ha simulado una antorcha de plasma en condición LTE con las siguientes características:

- Configuración axisimétrica
- Estado estacionario, flujo laminar de argón, plasma a presión atmosférica
- Plasma en equilibrio termodinámico local (LTE=Local Thermodynamic equilibrium)
- Disipación viscosa despreciada
- Se desprecia el trabajo realizado por la presión en la ecuación de energía
- Argón como gas ionizante

Estudiante: Ing. Yostin Chacón Varela

Profesor tutor: Dra. Carmen Madriz (Escuela de Ingeniería en Producción Industrial)

Diseño de un sistema inteligente autónomo para la operación de robots en el proceso de alisto de almacenes automatizados en el sector ferretero latinoamericano.

Los robots actuales son cada vez más capaces de conducta adaptativa y manipulación experta. Estos son capacidades importantes y necesarias en los robots que trabajarán junto a los seres humanos en entornos no controlados. Un aspecto importante con este tipo de entornos es la dificultad para predecir la manera en que los objetos se comportarán. La posibilidad de predecir el comportamiento objeto puede mejorar en gran medida y aumentar las capacidades de los robots para adaptarse a nuevas situaciones y ser más hábiles en la manipulación. Tradicionalmente, la robótica se ha concentrado en programar el comportamiento del robot por el movimiento del motor de programación. En este estudio doctoral se toma un enfoque diferente: en lugar de concentrarse en el movimiento del robot, ponemos la atención a los objetos que están siendo manipulados. La idea es que una vez que una instrucción para manipular un objeto se le da al robot, el objeto active una serie de algoritmos matemáticos, bases de inteligencia artificial y un área con poco estudio, que es el área cognitiva, que determine lo que el robot debe hacer. El objeto dirige el movimiento del robot. Para lograr esto, el robot debe tener conocimiento de cómo se comporta el objeto. Si el robot sabe cómo responderá el objeto a ciertos estímulos, a continuación el robot puede utilizar estos estímulos para producir la respuesta objeto deseado. Mediante el uso de un modelo de objeto, el robot puede estimar una creencia interna de cómo él debe ser manejado. Usando este modelo, el robot puede predecir los efectos o consecuencias de sus acciones sobre el objeto. Además, esto puede ser usado para crear un sistema que se implementa a la inversa: un controlador que, dado un resultado deseado, produce acciones del robot. Debido a que estos modelos se componen de propiedades de los objetos y las descripciones matemáticas de la conducta objeto son compactos, una representación simbólica se puede generar para que lo represente. Por lo tanto, estos modelos tienen el potencial de facilitar la comunicación entre la inteligencia artificial y robótica. Lo anterior es lo que da pie al dilema a resolver, que se traduce en un caso de una manipulación especializada que requiere un control de retroalimentación no lineal para una variante en el tiempo no holonómico y sistema dinámico no lineal

Estudiante: Ing. Roy Zamora Sequeira

Profesor tutor: Dr. Ricardo Starbird (Escuela de Química)

Desarrollo de electrodos modificados con nanotubos de carbono usados en el análisis electroquímico de plaguicidas en medios acuíferos de la producción orgánica y convencional de banano en Costa Rica

El uso de electrodos con nanotubos para el análisis de detección preliminar de algunos componentes como el cloropirifos, empleado en la producción bananera en Costa Rica, y que es sumamente dañino para las aguas y para los suelos, puede contribuir con un desarrollo sostenible. La voltametría cíclica es una técnica sumamente usada, la cual permite estudiar una amplia gama de fenómenos en todos los campos de la ciencia. Recientes equipos portátiles reducen costos y permiten enfocarse básicamente en el desarrollo de nuevos materiales y metodologías sencillas, de bajo costo y alta sensibilidad. Dado que la eficacia de la metodología depende en gran parte de la especificidad del electrodo, es importante estudiar el uso de diferentes polímeros conductores tanto como nano-estructuras (nanotubos o grafeno) para mejorar la especificidad y sensibilidad de la técnica en la determinación de ciertos componentes en el agua. Dicho sistema facilitaría a comunidades afectadas tomar medidas preventivas cuando la concentración de dichas sustancias pueda ser peligrosa en los mantos acuíferos.

Estudiante: MSc. Mac Arturo Fernández Murillo

Profesor tutor: Dr. Ernesto Montero (Escuela de Física)

Fundamentación de la aplicación de los principios espectrofotométricos en el rango visible y ultravioleta para el control de calidad en la producción de tabletas de la industria farmacéutica

El color tiene gran importancia en la fabricación de productos farmacéuticos, pues muchos de estos productos son coloreados. No obstante, el control y la evaluación del color de muchos de los productos farmacéuticos utilizan valoraciones cualitativas que dependen en gran medida del método de análisis y de la habilidad del operario. Además, debido a que el costo del proceso productivo de las tabletas coloreadas es mayor al de los productos blancos, la industria farmacéutica de Costa Rica casi no fabrica tabletas de color. Por tanto, un método efectivo y económico para medir el color podría cambiar la perspectiva actual de la industria, pues este se podría incorporar como una variable más del proceso productivo, con el valor agregado que esto conlleva. Este proyecto de investigación tiene como principal objetivo, establecer criterios experimentales para la aplicación de algunas técnicas de espectroscopia óptica y la colorimetría al proceso de control de calidad empleado en la fabricación de comprimidos farmacéuticos. Para realizar esta investiga-





ción se cuenta con el apoyo del Laboratorio de Tecnología Farmacéutica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Costa Rica y del Laboratorio de Ensayos de la Compañía CALOX. Estos laboratorios ofrecen su colaboración en el proceso de preparación de las muestras, en los ensayos de aplicación y en el diseño de experimentos y análisis de los resultados. Asimismo, para el desarrollo de esta investigación se cuenta con un grupo de investigadores nacionales del TEC y de la Universidad de Costa Rica, quienes brindarán su asesoría en el proyecto. También, en calidad de asesor externo hemos iniciado el contacto con el Dr. Manuel Melgosa, académico e investigador de la Universidad de Granada en España, quien es un reconocido especialista en temas de color y ha dirigido numerosos proyectos doctorales en áreas similares. Durante el primer semestre del doctorado se han atendido los requerimientos de los cursos teóricos del doctorado, de donde han surgido algunos productos que pueden contribuir al desarrollo del proyecto. También, se ha realizado una amplia búsqueda bibliográfica de los procesos y métodos de la industria farmacéutica (Process Analytical Technology, PAT) y de la aplicación de los principios colorimétricos y espectrofotométricos para la medición de las propiedades de las tabletas, pues todo ello constituye una parte de

los productos esperados del plan de trabajo. Además, se han estudiado las características de un espectrofotómetro UV-Vis-NIR que está en proceso de adquisición por parte de la Escuela de Física del TEC y que será utilizado para esta investigación. El desarrollo de este proyecto fortalecerá la capacidad de realizar investigación aplicada en la medición de propiedades ópticas en el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Estudiante: MSc. José Mario Carranza Rojas

Profesor tutor: Dr. Erick Mata (Escuela de Computación)

Identificación de especies de plantas de Costa Rica utilizando visión por computadora

Se estima que la cantidad de especies de plantas de nuestro planeta es cercana a las 400 000. En Costa Rica se han identificado cerca de 11 000 y se espera que el número total llegue a las 12 000. La identificación de plantas es fundamental para estudios de riqueza biológica de una región; inventarios de plantas; monitoreo de poblaciones de animales y plantas en peligro de extinción; impacto del cambio climático en los bosques; y modelado de especies invasoras, entre otros. La identificación de especies de plantas es un proceso que requiere conocimiento experto y

el uso de llaves dicotómicas, llaves interactivas, o el conocimiento del experto. Esto hace el proceso tedioso, ineficiente y propenso a errores. Esta investigación presenta formas de identificar la especie de las plantas, haciendo uso de visión por computadora, dadas fotos de hojas de la planta. Primero presentamos nuestros resultados iniciales con textura y curvatura de la hoja, que fueron aceptados en la conferencia CLEI 2015 y está peer review en una versión extendida para journal del CLEI. Luego discutimos el progreso en la extracción de características morfológicas de la hoja, basado en retroalimentación de taxónomos del Museo Nacional de Costa Rica. También presentamos la exploración de cámaras 3D para obtener medidas reales de la hoja. Seguidamente discutimos nuestros primeros intentos para extraer las venas de la hoja usando detección de bordes y ecualización de histogramas. Finalmente, presentamos nuestra forma de detectar daño en la hoja usando SuperPixels, que puede ser útil para limpiar fotos de herbario.

El Dr. Teodolito Guillén Girón indicó que esta es la primera vez que se realiza una presentación de proyectos en el Doctorado, ya que el programa solo tiene un año de existencia. Se espera seguirla realizando al menos una vez al año. ■