

Uso de TIC permite simular fenómenos y buscar soluciones más adecuadas a distintos problemas

• Programa eScience engloba proyectos de impacto que utilizan tecnologías de información y comunicación

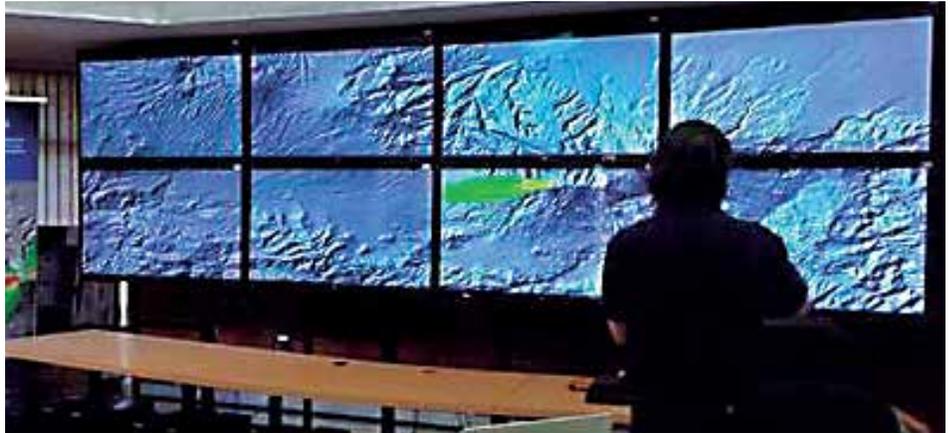
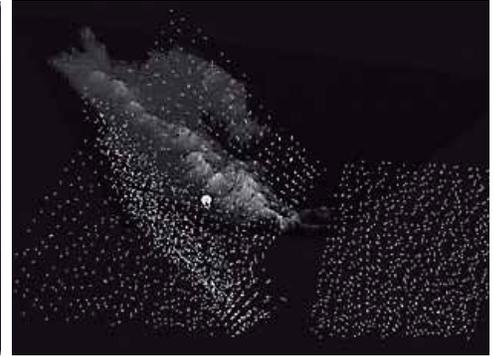
Marcela Guzmán O., editora
maguzman@itcr.ac.cr

El programa eScience presentó a las autoridades y académicos del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), el avance de los proyectos que desarrollan investigadores de distintas escuelas, todos en el campo de la aplicación de las tecnologías de información y comunicación (TIC).

“Se trata de una comunidad multidisciplinaria de investigadores en torno a la aplicación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) a problemas de ciencia e ingeniería”, explica el coordinador del programa, máster Luis Alexander Calvo, de la Escuela de Ingeniería en Computación.

El objetivo principal de eScience –agrega– es generar soluciones a distintas necesidades de la sociedad en las áreas mencionadas. Pero también busca la integración de grupos multidisciplinarios de investigación y la vinculación con los sectores productivo y de gobierno para identificar oportunidades de aplicación de las TIC.

Por su parte, el gestor de proyectos del programa, máster Rolvin Salas, indica que la capacidad de procesar, analizar y visualizar grandes cantidades de información, que se conoce como computación científica, permite simular y predecir fenómenos sin tener que construir objetos, y así solucionar problemas de manera más eficiente, en menos tiempo y a menor costo. Esto es así ya sea que se trate del comportamiento de puentes, motores eléctricos, volcanes o plasmas.



Presentaciones

El máster Calvo explica que con la presentación de los proyectos de investigación que se ejecutan en el marco de eScience, el grupo se propuso dar a conocer a las autoridades institucionales, que representan a la comunidad del TEC, en qué se ha trabajado y hacia dónde va en los próximos años.

Los proyectos

1. Nicoya Virtual (visualización del movimiento de la península de Nicoya)

El Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori) realiza investigaciones y monitoreo sobre la brecha sísmica en Nicoya desde el 2001. Para ello, estableció una red de monitoreo geodinámico en la península de Nicoya.

Las predicciones se cumplieron con el terremoto de 7,6 del 5 de setiembre del 2012, registrado a las 8:42 am. La información de las estaciones GPS mostró que el deslizamiento en la falla alcanzó 1,85 m de los aproximadamente 4,0 m de deslizamiento potencial que existía bajo la península.

El proyecto consiste en tomar los datos de las estaciones de GPS (sistema de posicionamiento global) de estos años y realizar una animación en tres dimensiones de los movimientos ocurridos. El resultado se podrá

observar en detalle en instalaciones de iReal (realidad virtual) de modo tridimensional; se pueden hacer acercamientos o análisis desde todo punto de vista y también es posible generar pequeñas animaciones en forma de vídeo que pueden ser publicadas en medios de comunicación.

Investigadores

Ph.D. Jorge Monge-Fallas, matemática y ciencias de la computación

Ph.D. Franklin Hernández-Castro (coordinador), diseño y ciencias de la computación (franhernandez@itcr.ac.cr)

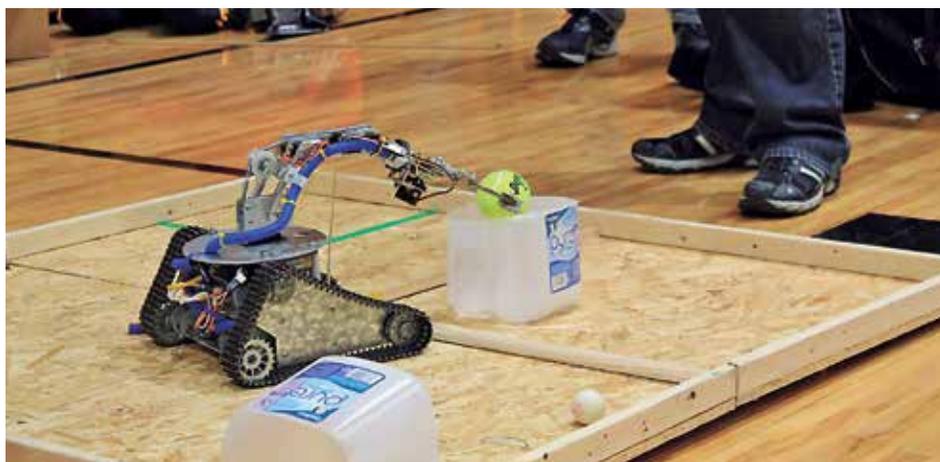
Ing. David Segura Solís, ciencias de la computación

Dr. Marino Protti Quesada, sismólogo del Ovsicori

2. Visualización de placas tectónicas: iReal 3.0

El Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori), recoge datos de la actividad sísmica en nuestro país desde 1984, la mayoría de los cuales son accesibles en forma digital.

Muchos de estos datos históricos, almacenados en forma de hipocentros (latitud, longitud y profundidad), son generados por el roce o deslizamiento de puntos de acumulación de energía entre las placas tectónicas.



Es posible filtrar la información y considerar datos que en su mayoría fueran causados por deslizamientos entre placas tectónicas.

La idea general del proyecto consiste en tomar esos datos y usar el CAVE (*Computer Assisted Virtual Environment*) de iReal, para generar una visualización inmersiva y tridimensional de las placas tectónicas en nuestro país y, con ella, hacer análisis detallados de su geometría y cómo esta influye en el comportamiento sísmico de la zona.

Investigadores

Ph.D. Jorge Monge-Fallas, matemática y ciencias de la computación

Ph.D. Franklin Hernández-Castro (coordinador), diseño y ciencias de la computación (franhernandez@itcr.ac.cr)

Ing. David Segura Solís, ciencias de la computación

Licda. Floribeth Vega Solano, sismóloga del Ovsicori

3. iReal 2.0

El objetivo de iReal 2.0 es desarrollar una herramienta que permita visualizar y analizar los datos generados por los sensores del proyecto eBridge, aprovechando el laboratorio de visualización inmersiva del programa eScience. Se debían diseñar la interface, así como el software y hardware necesarios para proyectar los datos mencionados en tiempo real.

El proyecto consta de tres partes: 1) los datos bidimensionales proyectados en el TDW (*tile display wall*) de eScience, que consiste en un mosaico o muro de monitores; 2) los datos tridimensionales proyectados en el *cave* de iReal con tecnología *Alioscopy*, que permite ver en tres dimensiones sin necesidad de

usar anteojos especiales; y 3) la interface para controlar todo, que se implementó en iOS para que corriera en iPads.

En la visualización se proyectaron cuatro escenarios: 1) los datos teóricos, resultado del modelo de simulación; 2) los datos reales, resultado de los sensores; 3) la comparación de ambos para verificar la eficiencia del modelo; y 4) el modelo tridimensional del puente para su inspección y análisis.

Investigadores

Ph.D. Jorge Monge-Fallas (coordinador), matemática y ciencias de la computación (jomonge@itcr.ac.cr)

Ph.D. Franklin Hernández-Castro, diseño y ciencias de la computación

Ing. David Segura Solís, ciencias de la computación

4. Aplicación del aprendizaje máquina en la predicción de cultivos agrícolas

Esta investigación propone una nueva estrategia de aprendizaje máquina capaz de inferir, a partir de datos distribuidos en el espacio-tiempo, predicciones sobre producción, enfermedades y el desarrollo general de los cultivos analizados. Como caso particular, la estrategia se pondrá a prueba con los datos proporcionados por Corbana (Corporación Bananera Nacional), capturados en estaciones distribuidas entre sus hectáreas de plantaciones de banano, que incluyen variables meteorológicas como temperatura, precipitación, humedad y velocidad del viento. Corbana está interesada en relacionar esta información con la propagación de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), una enfermedad que afecta la productividad de estas zonas. Además, esta organización ha registrado

de manera semanal variables adicionales relacionadas con dicha enfermedad y los niveles de productividad de los cultivos.

Investigadores

Máster Luis Alexander Calvo Valverde, doctorando (lcalvo@itcr.ac.cr)

Dr. Pablo Alvarado Moya, tutor de tesis

5. Análisis hidrológico de la cuenca alta del río Toro

La cuenca alta del río Toro, localizada en el noroeste de Costa Rica, juega un papel importante en el suministro de agua para generación eléctrica a nivel nacional. El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) opera tres estaciones hidroeléctricas en la cuenca, con una capacidad instalada de 139 MW, lo cual representa aproximadamente un 10% de la producción hidroeléctrica del país.

Para el ICE, es vital tener un conocimiento detallado de los procesos hidrológicos en la operación y proyección del potencial hidroeléctrico de la cuenca.

En consecuencia, este proyecto pretende realizar un estudio hidrológico que cuantifique la respuesta de la cuenca alta del río Toro a la precipitación, al tiempo que se desarrollan balances hidrológicos a diversas resoluciones temporales que puedan ser utilizados para optimizar el esquema de generación eléctrica en la cuenca. Lo anterior, mediante la utilización de modelos hidrológicos avanzados y herramientas GIS (sistemas de información geográfica).

Investigadores

M.Sc. Maikel Méndez Morales

(mamendez@itcr.ac.cr)

Máster Luis Alexander Calvo Valverde

6. Modelo de reconocimiento bimodal de textura y curvatura para identificación de especies de plantas de Costa Rica

En la última década, la investigación en el tema de visión por computadora ha generado algoritmos para ayudar a botánicos y personas no expertas a clasificar especies de plantas con base en las imágenes de sus hojas. Pocos algoritmos han resultado en herramientas eficientes que hayan sido usadas en el campo. El sistema más popular es *LeafSnap*, que utiliza un modelo de curvatura para clasificar imágenes de hojas en sus respectivas especies. En

este proyecto se extiende en varios aspectos la investigación que llevó al desarrollo de *LeafSnap*. Primero, los algoritmos que conforman a *LeafSnap* son aplicados a un grupo de especies de Costa Rica. Además, la textura de las hojas es utilizada como un criterio adicional para mejorar el nivel de exactitud del modelo de curvatura. La mejora obtenida en la exactitud es de un 16,8% para el subconjunto de datos limpio y un 43% para el que tiene ruido.

Investigadores

M.Sc. José Mario Carranza Rojas
Dr. Erick Mata Montero (emata@itcr.ac.cr)

7. Visualización y análisis de big data mediante ambientes tridimensionales

El problema a resolver es que existen enormes volúmenes de información digital interrelacionada cuyo análisis y visualización es cognitivamente muy difícil para el ser humano. Una solución es extender las capacidades cognitivas del ser humano mediante el uso de herramientas para capturar, editar, almacenar, visualizar y analizar grandes volúmenes de información. El área de estudio es *Human Computer Interaction* (HCI), como mecanismo para apoyar el pensamiento visual sobre grandes volúmenes de información.

El objetivo es modelar y desarrollar un ambiente digital tridimensional que posibilite tanto el despliegue adecuado de estructuras jerárquicas como su edición en tiempo real, considerando variables tales como: volumen de la información, *usabilidad* y funciones para la síntesis y el análisis de información.

Este proyecto amplía investigaciones previas realizadas por los doctores Erick Mata, Franklin Hernández y Jorge Monge, quienes desarrollaron una herramienta para visualización de información sobre biodiversidad en 3D, basada en árboles de conos.

Investigadores

Dr. Erick Mata Montero
M.Sc. Lilliana Sancho Chavarría
(lsancho@itcr.ac.cr)

8. SEMAT (Sistema Experto para Motores Asistido por Temperatura)

En la actualidad, la industria costarricense carece de un adecuado sistema (método) para la prevención y pronóstico de fallas en motores eléctricos utilizando los modelos térmicos.

La detección temprana de las anomalías de funcionamiento (faltas) permite prevenir las fallas y contribuye a reducir y evitar paros de la producción. SEMAT propone un método práctico, económico y fácil para implementar el monitoreo de la condición del motor trifásico de inducción a partir de la medición de la temperatura en distintos puntos. El método se basa en los datos técnicos del motor y en caracterizar el comportamiento de la temperatura en distintos puntos.

Investigadores

Osvaldo Guerrero (oguerro@itcr.ac.cr)
Geovanni Figueroa
Luis Ernesto Carrera
Luis Diego Murillo
Juan Pablo Arias Cartín

9. Un enfoque semiautomático de extracción de conocimiento sobre biodiversidad a partir de descripciones textuales de especies botánicas

La conservación de la biodiversidad exige el acceso no solo a los millones de datos científicos primarios existentes sino al conocimiento sintetizado a partir de estos. Este conocimiento existe en forma de textos lineales en miles de libros, artículos y literatura gris. Mediante el uso de técnicas de análisis semántico se plantea desarrollar algoritmos, herramientas y protocolos para extraer y estructurar conocimiento de forma semiautomática a partir de literatura científica de la flora de Costa Rica. Además, se ilustra el poder del procesamiento de conocimiento semánticamente estructura-

do mediante la implementación de ambientes de razonamiento semántico tipo “prueba de concepto” que apoyan la toma de decisiones en temas como: identificación de especies de plantas, consultas sobre distribución geográfica de especies y consultas sobre relaciones interespecíficas.

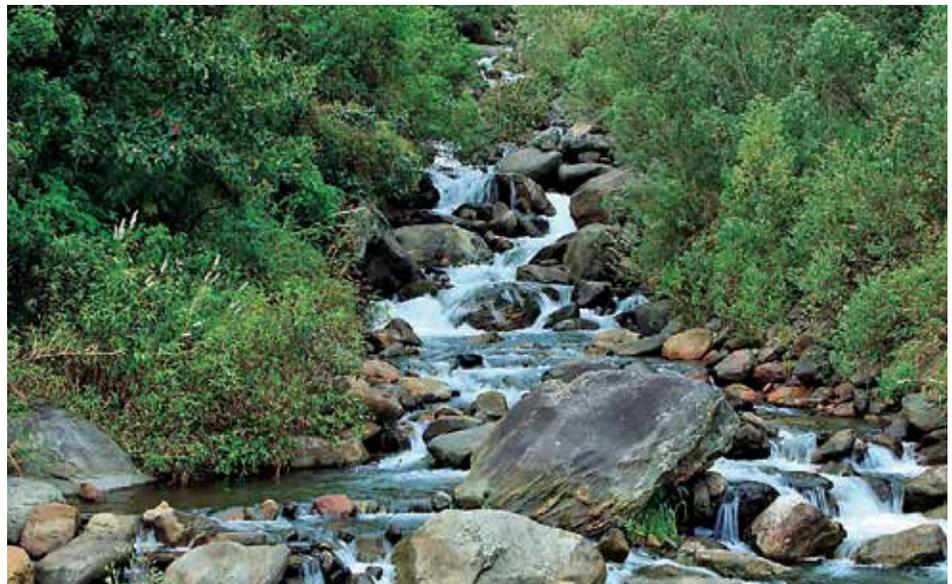
Investigadores

Ph.D. José Enrique Araya Monge, Escuela de Computación (jaraya@itcr.ac.cr)
Ph.D. Erick Mata Montero, Escuela de Computación

10. Estudio de factibilidad de desarrollo de un sistema de monitoreo aéreo de baja altura para el control de la erosión en agricultura

La utilización de sensores remotos en combinación con sistemas aéreos no tripulados para aplicaciones en la agricultura, constituye un área de investigación muy activa en universidades de todo el mundo. En la agricultura, los sistemas basados en drones se usan para el control de plagas, aplicación de fertilizantes, riego, etc.

La utilización de estas tecnologías para el estudio de la erosión del suelo es otra posible aplicación y en este campo se ha realizado poca investigación. Tradicionalmente, la erosión se mide con parcelas de escorrentía, lo que implica un uso ineficiente del suelo, con altos costos de instalación y dificultades para la obtención de información por los métodos manuales que se utilizan. Este proyecto pretende determinar la factibilidad para dise-



ñar, desarrollar e implementar un sistema de monitoreo aéreo de baja altura automatizado que pueda ser capaz de contribuir a la evaluación de la erosión en diversos entornos de manera eficiente y precisa.

Investigadores

M.Sc. Karolina Villagra Mendoza, coordinadora (kvillagra@itcr.ac.cr)
 MEI Natalia Gómez Calderón
 Dr.-Ing. Renato Rímolo Donadio
 Ing. Cornelia Miller Granados, PRIAS-CeNAT
 Andrés Barahona Contreras, PRIAS-CeNAT

11. Técnicas de reducción de orden de modelo aplicadas a la simulación de substratos multicapa con modelos semi-analíticos (eMOR)

Los substratos multicapa, e.g. empaquetados de circuitos integrados o tarjetas de circuitos impresos, son un componente importante para la implementación de sistemas electrónicos modernos. El Instituto de Teoría Electromagnética de la Universidad Técnica de Hamburgo (TUHH) ha venido trabajando en un método basado en soluciones semi-analíticas, con lo cual se puede acelerar la simulación de este tipo de estructuras hasta tres órdenes de magnitud en comparación con métodos numéricos generales. Sin embargo, debido a la complejidad de muchos problemas prácticos, se requiere continuar mejorando la eficiencia numérica para posibilitar análisis rápidos y la exploración del

espacio de diseño en casos complejos. En este proyecto se busca, en cooperación con la TUHH, explorar métodos de reducción de orden de modelo (MOR) para su aplicación en la metodología de simulación semianalítica, con el fin de simplificar el manejo de resultados grandes y mejorar la eficiencia del procedimiento como tal.

Investigadores

M.Sc. Luis Ernesto Carrera Retana (lecarrera@itcr.ac.cr)
 Dr.-Ing. Renato Rímolo Donadio

12. Identificación de factores de transcripción putativos en *Stevia rebaudiana* y *Tagetes patula* como herramienta para posterior uso en la descripción de rutas metabólicas de interés.

La evolución de las tecnologías asociadas a la transcriptómica y metabólica, han ganado credibilidad como opciones biológicamente más certeras, para la caracterización del material vegetal, incluyendo estudios muy específicos en términos de expresión génica. La investigación tuvo por objetivo la identificación *in silico* de secuencias genéticas relacionadas con factores de transcripción participantes en la ruta metabólica de síntesis de glicósidos en la planta medicinal *Stevia rebaudiana* y tiofenos en *Tagetes patula*. Se verificó, mediante extracción y secuenciación de ARN de hoja de *Stevia* y de raíz de *Tagetes*, que existía una expresión de genes de ruta, gracias al alineamiento de

fragmentos del transcriptoma contra las secuencias génicas respectivas. Así, el objetivo final de este tipo de investigaciones es ejercer un control en la expresión de factores de transcripción que a su vez incidan en regular la expresión del gen o genes deseados. Esto, al final, afectará directamente la acumulación de compuestos bioactivos.

Investigadores

M.Sc. Silvana Alvarenga Venutolo
 M.Sc. Giovanni Garro Monge (ggarro@itcr.ac.cr)
 Ph.D. Francisco José Torres Rojas
 MGP. Adriana Álvarez Figueroa
 Licda. Karol Jiménez Quesada
 MBA. Karla Valerín Berrocal

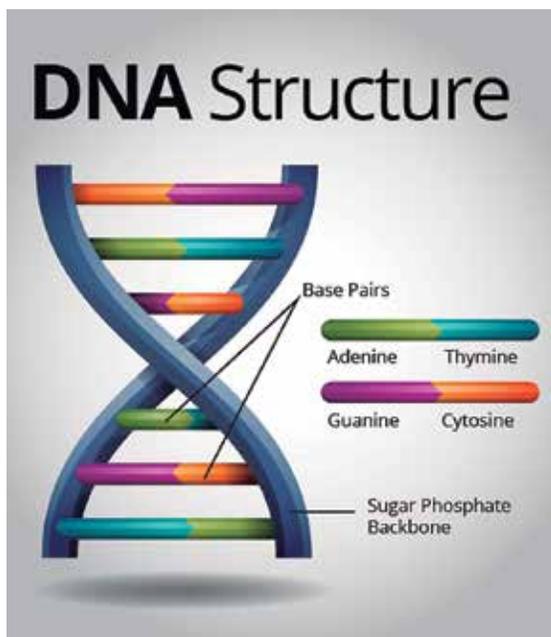
13. eBridge 2.0: Sistema integrado para el desempeño de puentes

Esta es la segunda fase de un proyecto a largo plazo que tiene como objetivo generar herramientas para la predicción remota de fallas en puentes.

Durante la primera fase, desarrollada entre 2011 y 2012, se generaron herramientas para la determinación de variables que influyen en el comportamiento estructural de los puentes; se identificaron metodología y herramientas de evaluación; y se generó la instrumentación necesaria para determinar el comportamiento real de algunas estructuras. En esta fase, el objetivo es desarrollar un prototipo de sistema integrado de información para consultas estratégicas sobre el desempeño de los puentes, basados en datos obtenidos por medio de sistemas de información geográfica, medición cuantitativa del desempeño, modelos de confiabilidad estructural e información técnica de la estructura.

Investigadores

M.Sc. Giannina Ortiz, coordinadora (gortiz@itcr.ac.cr)
 M.Sc. Hugo Navarro
 Ing. Mauricio Carranza
 Ph.D. César Garita
 M.Sc. Francisco Navarro
 M.Sc. Casia Soto
 Ph.D. Federico Picado
 M.Sc. Oscar Chaverri
 M.Sc. Mario Conejo
 Ph.D. José Luis León



14. DSPACE e-Xtract: Extracción de datos meteorológicos y concentración de CO₂ en localizaciones remotas de Costa Rica por medio de tecnología aeroespacial para el estudio de cambio climático

dSpaceX es una misión espacial que utiliza un satélite de tipo CubeSat (10cm x 10cm x 10cm), construido en el TEC a partir de componentes comercialmente disponibles y utilizando un proveedor de servicios de lanzamiento y puesta en órbita. Esta misión espacial respalda una misión científica: la investigación del efecto del cambio climático sobre los diferentes tipos de bosque costarricense (conducida por la Escuela de Ingeniería Forestal). Estos efectos se estudian a partir de una serie de mediciones atmosféricas y de variables forestales realizadas en forma automática en sitios de difícil acceso.

El proyecto consiste en desarrollar una red de sensores para el bosque, con capacidad de comunicación satelital para el transporte de los datos, además de proveer y operar el servicio satelital de comunicación desde el TEC.

Investigadores

M.Sc. Arys Carrasquilla Batista
(acarrasquilla@itcr.ac.cr)
Ing. Ana Julieta Calvo
Ph.D. Julio Calvo A.
Ing. Adolfo Chaves
Ing. Luis C. Rosales

15. Grupo Economía experimental

LEX-TEC fue creado en septiembre de 2012 en la Escuela de Administración de Empresas del TEC, para facilitar la investigación en el

campo de estudio de la conducta humana en la toma de decisiones económicas. LEX-TEC es un lugar de aprendizaje para los estudiantes en el campo de la economía del comportamiento. Se aplican habilidades técnicas en diversas tecnologías para la implementación de experimentos. En los últimos dos años más de 600 estudiantes y 100 profesionales han participado en los experimentos sobre razonamiento estratégico, negociación, etc. LEX-TEC se orienta a los experimentos económicos, desde el diseño, implementación y control de las sesiones hasta el análisis y la publicación de resultados. La investigación es interdisciplinaria y puede apoyar cualquier investigación que necesita estudiar el comportamiento económico humano. Ahora se están integrando la economía experimental y la neuroeconomía y LEX-TEC cuenta con nuevas tecnologías (EEG, seguimiento ocular y GSR) para hacer frente a este desafío.

Investigadores

Ph.D. Federico Torres Carballo, coordinador
(fetorres@itcr.ac.cr)
Máster Yarima Sandoval Sánchez

16. Atlas Costa Rica 2014

El Atlas Costa Rica 2014 consiste en un DVD con información geográfica de Costa Rica. Es el resultado de 14 años de recopilación, edición y creación de datos espaciales del país en formato digital. Se han incluido 120 capas de datos geográficos, que suman 12,9 GB de información. Se desarrolló una nueva interface, con una nueva presentación, la cual incluye acceso a los metadatos de

cada capa, una vista previa y un sistema que permite bajarla por separado. La interface incluye, además, un enlace de contacto con el autor y acceso a una encuesta de opinión en "google drive", lo cual permitirá recibir retroalimentación de los usuarios para introducir mejoras del producto.

Los resultados del proyecto Atlas Digital de Costa Rica 2014 han sido presentados en Ciudad Quesada y Nicoya y en el Programa ConCiencia del Canal 15, de la Universidad de Costa Rica. La distribución del Atlas se ha hecho a través de Internet y se creó una cuenta de correo para la comunicación con los usuarios (AtlasCR2014@gmail.com). Además, la librería del TEC en Cartago tiene a la venta copias del DVD. A la fecha se han distribuido más de 110 copias y atendido 105 consultas sobre el Atlas.

Investigador

Ph.D. Edgar Ortiz, coordinador
(eortiz@itcr.ac.cr)

17. e-Flora (Tecnologías para la identificación de especies arbóreas-dispositivos móviles)

El proyecto e-Flora extrae el conocimiento de expertos destacados en dendrología, para construir una herramienta identificadora de árboles que pueda ser utilizada en el campo (bosque) por profesionales con conocimientos básicos.

Se compone de una base de datos para el almacenamiento de las características de 800 especies arbóreas presentes en el Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC), una aplicación para dispositivos móviles de alto contenido visual que facilite la experiencia del usuario (*usabilidad*) y un geoportal web con mapas de las identificaciones realizadas por los usuarios.

eFlora ayudará al profesional forestal en la correcta identificación taxonómica de al menos 800 especies arbóreas. El usuario contará con una base de datos de fotografías de alta calidad que le permitirá crear relaciones semánticas de organización de la información, de manera que pueda ir desarrollando conocimiento en la identificación de las especies arbóreas.

Investigadores

Ing. Cassia Soto (csoto@itcr.ac.cr)
Ing. Ivón Madrigal

