

<http://www.inii.ucr.ac.cr/revista>
www.ucr.ac.cr / ISSN 1409-2441

Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica

II Jornadas de Investigación Facultad de Ingeniería, Volumen Especial




EDITORIAL
UCR



FI
Facultad de
Ingeniería

INII
Instituto de
Investigaciones en
Ingeniería

Memoria de conferencias de las Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería

10 al 12 de noviembre de 2020

PERSONAS EDITORAS

Orlando Arrieta-Orozco

Karina Castro-Arce

Víctor Schmidt-Díaz

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Instituto de Investigaciones en Ingeniería

INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA EDITORIAL DEL VOLUMEN ESPECIAL

IEEE:

[1] O. Arrieta-Orozco, K. Castro-Arce, and V. Schmidt-Díaz, Eds., “II Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería 2020”. En *Volumen Especial Revista de Ingeniería*, 2021, pp 1-237. Doi 10.15517/ri.v31i0.48008

APA:

Arrieta-Orozco, O., Castro-Arce, K., & Schmidt-Díaz, V. (Eds). (2021). II Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería 2020. En *Volumen Especial Revista de Ingeniería*. Universidad de Costa Rica, pp 1-237. Doi: 10.15517/ri.v31i0.48008

Diseño de portada: Melissa González Villalobos.

Diagramación: Marcela Quirós Garita y Melissa González Villalobos.

TABLA DE CONTENIDOS

Presentación	i
Acerca de este Volumen Especial de la Revista de Ingeniería	iii
Acerca de las personas editoras de este Volumen Especial	iv
 TEMA I	
Espacio y servicios públicos: Infraestructura, uso y calidad	1
Análisis y mejora para un elevador oscilante	3
Análisis cinemático de máquinas biosaludables	7
Propuesta de conexión al alcantarillado sanitario para dos asentamientos informales en la Gran Área Metropolitana	11
Determinación de los factores camión para pavimentos rígidos de Costa Rica en el período 2007-2017	15
Evaluación del desempeño técnico y administrativo, y plan de mejoramiento para un acueducto pequeño	19
 TEMA II	
Automatización e interacción humano-tecnologías, Inteligencia artificial e internet de las cosas (IoT)	23
Diseño de un controlador PI inmune óptimo	23
Implementación de un controlador DMC para una columna de destilación binaria	31
Terapia fototérmica controlada mediante lógica difusa multivariable	35
Procesamiento de Señales de Habla basado en Deep Learning	39
Desarrollo de Tecnologías del Habla en Costa Rica	43
 TEMA III	
Mediciones de variables físico-ambientales y sus aplicaciones	47
¿Qué información brinda una base de datos de aguas vertidas en un sistema de irrigación?	49
Análisis de Firmas Hiperspectrales del Pasto Estrella Africana (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) Bajo Régimen de Pastoreo	53
Prueba de vibración ambiental del puente sobre río Chirripó, Ruta Nacional 32, Costa Rica	57
 TEMA IV	
Vivienda social: planificación, construcción, calidad	61
Proyectos de Vivienda Social en Costa Rica 2011-2018	63
De la teoría a la práctica: fases ejecutadas en dos procesos de reasentamiento involuntario	67
Efecto de la relación de aspecto en muros de mampostería parcialmente rellena confinada reforzada: Ductilidad y Rigidez	71
Propuesta de mejoramiento a los procesos de diseño y aprobación de conjuntos residenciales de interés social	75
Estrategia integral para el abordaje de la vivienda social en Costa Rica	79
Evaluación de las condiciones socioeconómicas y la infraestructura de dos proyectos de reasentamiento involuntario	83
Hacinamiento y conflictos normativos: incertidumbres existentes en el modelo de vivienda social en Costa Rica	87

TEMA V

Conversión, reconversión y aprovechamiento de recursos naturales	91
Producción de celulosas por <i>Trichoderma</i> sp, utilizando biomasas lignocelulósicas pretratadas como sustrato	93
Cocina gasificada para aprovechamiento de biomasa residual Wood gas stove fueled with residual biomass	97
Evaluación del uso de carbón activado producido a partir de rastrojo de piña en la remoción de azul de metileno	101
Licuefacción hidrotérmica del rastrojo de piña para la obtención de biocrudo	105
Soporte catalítico estructurado impreso en 3D para la degradación de contaminantes emergentes mediante el proceso de Fenton	109
Control vectorial de un generador lineal para la conversión de energía undimotriz utilizando convertidores fuente de corriente	113

TEMA VI

Modelado y prototipado: software, sistemas, herramientas, aplicaciones	117
Optimización de cruces ferroviarios en redes de vía simple mediante algoritmos voraces y genéticos	119
Diseño de un Sistema de Ruedas de Reacción para un CubeSat de Tres Unidades	123
Identificación y modelado dinámico de una mesa vibratoria y una estructura de un piso	129
Análisis paramétrico de esfuerzos en la soldadura de conexiones circulares bridadas	133
Aplicación de la simulación en tiempo real al estudio de protecciones en sistemas eléctricos	137
Diseño y ajuste en línea de un estabilizador de sistemas de potencia	141
Enlace inalámbrico para pruebas de convertidor resonante de potencia	145
Flujo en compuerta inferior de represa bidimensional por el método de SPH	149
Prototipo de una celda unidad de batería aluminio-aire en flujo	153
Implementación de Sistema Automático de Monitoreo para Proyecto de Cosecha de Agua en Monteverde	157

TEMA VII

Pedagogía y formación: herramientas, crítica, virtualidad	163
Aplicación de rúbricas para medir los indicadores de atributos de egreso	165
Experiencias de aprendizaje basado en proyectos en cursos de Computación: aciertos y retos	169
Factores determinantes en la escogencia de la carrera de Ingeniería Química en la Universidad de Costa Rica	173

TEMA VIII

Ordenamiento territorial, gobernanza territorial, paisaje	177
Conservación de Suelos y ordenamiento territorial en las faldas del volcán Irazú	179
Paisajes Culturales: perspectivas para la conservación del paisaje en Costa Rica	183
Explorando los efectos del COVID-19 en los precios de propiedades y alquileres urbanos de la GAM	189
Vivienda inclusiva de alta densidad y derecho a la ciudad en Costa Rica	193
Evaluación de la metodología del Desarrollo Orientado al Transporte Público en corredor vial	197

TEMA IX

Prevención y mitigación de riesgos + soporte y mejoramiento de procesos	201
Análisis de sitios de concentración de choques viales mediante la utilización de sistemas móviles para el inventario de carreteras en la Ruta Nacional 1	203
Análisis de modos de falla, efectos y criticidad a un aerogenerador doblemente alimentado	207
Monitoreo de condición del sistema de aislamiento de motores eléctricos mediante índice de salud	211

TEMA X

Materiales comunes y bioinspirados: carecterísticas, calidad, aplicaciones	217
Densificación de polímeros para funcionar como agregados en materiales de construcción	219
Asfaltos modificados en almacenamiento: Un estudio de su comportamiento a condiciones críticas	221
Obtención de nanocelulosa funcionalizada, como método de adsorción de cromo	225
Evaluación de Pavimentos Verdes a Escala Natural	227
Evaluación del efecto del proceso de desmineralización de hueso bovino en la forma y composición de nanopartículas de hidroxapatita producidas por electrosíntesis	231
Mezcla asfáltica modificada con diferentes materiales de desecho	235

Desarrollo de Tecnologías del Habla en Costa Rica

Developing Speech Technologies in Costa Rica

Marvin Coto Jiménez

Docente, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica

e-mail: marvin.coto@ucr.ac.cr

Palabras clave:

Deep learning, Inteligencia artificial, Procesamiento de señales, Reconocimiento de voz, Tecnologías del habla.

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías del habla son un conjunto de conocimientos, técnicas y recursos empleados para propiciar la interacción de las personas con dispositivos electrónicos, o bien entre personas con mediación de un dispositivo. Sus tres áreas principales de desarrollo son el reconocimiento de habla, la síntesis de voz y el análisis del habla.

La primera de ellas puede entenderse como un proceso análogo al de la escucha humana, mientras que la síntesis de voz es análoga al proceso de generar la señal de habla a partir de un texto. En el análisis se extrae de la señal información sobre la edad, la procedencia de la persona, la emoción, el género, entre otras. Esto es de mucha importancia para sistemas de interacción de personas con dispositivos. Por ejemplo, es deseable la adaptación de las aplicaciones o asistentes virtuales cuando interactúan con niños, para la cual deben identificarlos solamente con el sonido de sus voces.

En la presente investigación en desarrollo se ha abordado la creación y evaluación de sistemas de reconocimiento de habla, de síntesis de voz y de análisis de señales de habla para el caso de la lengua castellana con acento costarricense. Para esto se colaborado con un equipo multidisciplinario de profesionales dentro de la Universidad de Costa Rica, generando no solamente un eje de investigación, sino que ha integrado actividades de docencia y acción social.

II. PROBLEMA

A partir de los múltiples beneficios y oportunidades que representan las tecnologías del habla para el país, tales como en sistemas de interacción, de educación y de apoyo a la población con discapacidad, se plantea el desarrollo de éstas para impactar positivamente a la sociedad costarricense desde la academia, abordando los retos principales que existen en países en desarrollo:

la generación de las tecnologías cuando hay pocos datos, y el trabajo con estos cuando se tienen condiciones no ideales, como la reverberación y el ruido.

III. RESULTADOS

Los resultados que se presentan en esta sección provienen del proyecto 322-B9-105 inscrito en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, con vigencia del 4 de marzo de 2019 a 30 de julio de 2022.

A. Desarrollo de conocimiento

En cuanto al reconocimiento del habla se han obtenido resultados relevantes al aplicar nuevas estrategias de deep learning en la mejora de señales degradadas con reverberación y ruido, las cuales se han publicado recientemente [1-5]. Estas estrategias parten principalmente de nuevas condiciones de inicialización de las redes neuronales que las hacen más eficientes y eficaces para los problemas específicos. En cuanto a la generación de voz artificial en condiciones adversas, estos principios se han analizado con éxito en [6-7], mientras que en el análisis de la señal de voz, los resultados principales se han presentado en [8].

B. Impacto en la Acción Social y la Docencia

Con el desarrollo de las tecnologías del habla en el país se han abierto las posibilidades de llevar a una realidad concreta sus beneficios, especialmente para la población con discapacidad en el proyecto vigente ED-3416 “Tecnologías del habla para mejorar la calidad de vida de la población con discapacidad”, desarrollado con profesionales de la institución de Educación Especial, Terapia Física y Orientación. Los frutos de este trabajo se han sistematizado en [9-10]. En cuanto a la docencia, a través del proyecto PD-IE-869-2018, los resultados del proyecto de investigación y la colaboración con acción social se han llevado a las aulas de la Escuela de Ingeniería Eléctrica a través de conferencias, asignaciones y proyectos. Estas experiencias se han sistematizado en publicaciones que se encuentran en proceso de revisión. Adicionalmente, múltiples proyectos de graduación de nivel de bachillerato y licenciatura han sido presentados con éxito y se encuentran actualmente en proceso de desarrollo.

CONCLUSIONES

El desarrollo de tecnologías del habla en el país enfrenta necesidades específicas de las técnicas (uso de habla generada en el país) con algunos problemas relevantes en el estado del arte: el manejo del ruido, el desarrollo de sistemas de reconocimiento y síntesis de voz con pocos datos, y la eficiencia de las redes neuronales profundas, las cuales constituyen una de las técnicas más

presentada a sido fructífera a nivel de generación de conocimiento en publicaciones académicas, así como en el impacto en proyectos de acción social. Adicionalmente, ha permeado las aulas de ingeniería eléctrica y ha permitido la participación de estudiantes y un equipo multidisciplinario de docentes, integrando de esta manera las actividades sustantivas de la Universidad de Costa Rica: docencia, investigación y acción social.

REFERENCIAS

- [1] Coto-Jiménez, Marvin. "Experimental Study on Transfer Learning in Denoising Autoencoders for Speech Enhancement." *Mexican Conference on Pattern Recognition*. Springer, Cham, 2020.
- [2] Yeom-Song, Víctor, Marisol Zeledón-Córdoba, and Marvin Coto-Jiménez. "A Performance Evaluation of Several Artificial Neural Networks for Mapping Speech Spectrum Parameters." *Latin American High Performance Computing Conference*. Springer, Cham, 2019.
- [3] Alfaro-Picado, Andrei, Stacy Solís-Cerdas, and Marvin Coto-Jiménez. "An Experimental Study on Fundamental Frequency Detection in Reverberated Speech with Pre-trained Recurrent Neural Networks." *Latin American High Performance Computing Conference*. Springer, Cham, 2019.
- [4] Paniagua-Peñaranda, Carolina, Marisol Zeledón-Córdoba, and Marvin Coto-Jiménez. "Assessing the Robustness of Recurrent Neural Networks to Enhance the Spectrum of Reverberated Speech." *Latin American High Performance Computing Conference*. Springer, Cham, 2019.
- [5] Gutiérrez-Muñoz, Michelle, Astryd González-Salazar, and Marvin Coto-Jiménez. "Evaluation of Mixed Deep Neural Networks for Reverberant Speech Enhancement." *Biomimetics* 5.1 (2020): 1.
- [6] Coto-Jiménez, Marvin. "Measuring the Effect of Reverberation on Statistical Parametric Speech Synthesis." *Latin American High Performance Computing Conference*. Springer, Cham, 2019.
- [7] Coto-Jiménez, Marvin. "Improving post-filtering of artificial speech using pre-trained LSTM neural networks." *Biomimetics* 4.2 (2019): 39.
- [8] Coto-Jiménez, Marvin, Maribel Morales-Rodríguez, and Daniel Vargas-Díaz. "Un primer acercamiento a la caracterización acústica del habla de niños costarricenses." *Revista Tecnología en Marcha* (2020): pág-80.
- [9] González-Salazar, Astryd, Michelle Gutiérrez-Muñoz, and Marvin Coto-Jiménez. "Enhancing Speech Recorded from a Wearable Sensor Using a Collection of Autoencoders." *Latin American High Performance Computing Conference*. Springer, Cham, 2019.
- [10] Coto-Jiménez, Marvin, and Morales-Rodríguez, Maribel. "Tecnologías del habla para la educación inclusiva." *Actualidades Investigativas en Educación* (2020).

