

Sistema de Entrenamiento para Navegación a Vela Ligera de Alto Rendimiento basado en Dispositivos Multisensoriales de Bajo Costo (categorías olímpicas, veleros de 1 o 2 tripulantes).

Secretaría de Investigación y Postgrado – Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - Universidad Nacional de Misiones
Félix de Azara 1552 – Posadas – Misiones – CP 3300

Ing. Rubén Luis María Castaño
rcastano@gmail.com

Ing. Selva Nieves Ivaniszyn
selvanieves@gmail.com

Lic. Claudio Omar Biale
claudio.biale@gmail.com

RESUMEN

El trabajo tiene por objeto el Desarrollo de un Sistema de Entrenamiento para Navegación a Vela Ligera de Alto Rendimiento basado en Dispositivos Multisensoriales de Bajo Costo (categorías olímpicas, veleros de 1 o 2 tripulantes) de la escuela de Vela Ligera de la Provincia de Misiones.

En una primera etapa se determinará con los entrenadores los datos a ser censados de cada embarcación, de cada competidor y de los puntos de control. Se evaluarán las mejores técnicas para la obtención de las mediciones como así también las técnicas para su almacenamiento, transmisión, análisis y presentación en un tablero de control que permita realizar el seguimiento de cada competidor o de la flota en tiempo real o hacer un análisis posterior para discutir con los competidores las técnicas y estrategias empleadas. Esta información de apoyo permitirá a los entrenadores realizar prácticas personalizadas en busca de un desempeño de alto rendimiento competitivo.

PALABRAS CLAVE: Navegación a Vela, Sailing, Yachting, Dispositivos Multisensoriales, IMU, GPS, Tracking, Low Cost.

CONTEXTO

Con la denominación “Desarrollo de un Sistema de Entrenamiento para Navegación a Vela Ligera de Alto Rendimiento basado en

Dispositivos Multisensoriales de Bajo Costo (categorías olímpicas, veleros de 1 o 2 tripulantes)” el proyecto dio inicio el primero de enero de 2019, habiendo sido aprobado y dado de alta por Resolución 0150/2019.

La Provincia de Misiones se caracteriza por estar rodeada de importantes ríos de Sudamérica. En particular la ciudad de Posadas se halla ubicada a orillas del Río Paraná.

En cuanto a la actividad de navegación, Posadas, se ha posicionado como una de las canchas predilectas a nivel nacional desde que el Río Paraná aumentó su cota por los trabajos realizados en la Represa de Yacretá. Las canchas se destacan por su amplitud, la poca corriente de sus aguas y la constante de sus vientos.

En los últimos 15 años se observa el desarrollo de una actividad en particular como una Escuela de Vela Ligera, que ha ido creciendo año tras años, dándose a conocer provincial, nacional e internacionalmente por la participación destacada de sus deportistas en competencias náuticas de vela ligera a nivel nacional e internacional.

Los Entrenadores locales de reconocida trayectoria han formado parte de los equipos nacionales de entrenadores para diversas competencias de las copas sudamericanas y mundialistas.

Como Profesor Regular Adjunto a cargo de las asignaturas de Comunicaciones y Redes,

Sistemas Operativos y Sistemas Distribuidos de la FCEQyN de la UNaM se busca un campo de aplicación de los contenidos abordados en las mismas. La problemática planteada puede encuadrarse en los temas de geoposicionamiento, triangulación, tratamiento de señales, digitalización, transmisión de datos, almacenamiento, administración eficiente de la energía, Sistemas embebidos, procesamiento distribuido, IoT entre otros, todos aspectos tratados en dichas asignaturas.

Actualmente muchas de las soluciones provienen del área de los sistemas embebidos y de la Internet de las Cosas (IoT), contemplando la integración de plataformas de Hardware y Software con énfasis en las comunicaciones, la ubicuidad y el procesamiento distribuido. Esto se puede apreciar en diversas publicaciones científicas y en las últimas recomendaciones y estándares de los organismos internacionales referentes como ser la IEEE y la ITU.

Algunas publicaciones relevantes vinculadas al objeto de estudio son:

P. Prempraneerach, K. Thamchaitas and P. Kulvanit, "Autonomous waypoint tracking of kayak boat using state- variable feedback control," 2012 Oceans - Yeosu, Yeosu, 2012, pp. 1-7. doi: 10.1109/OCEANS-Yeosu.2012.6263616

N. D. Simões, J. L. Gonçalves, M. L. Caeiro, M. J. Boavida and F. D. Cardoso, "ZigBee/GPS tracking system for rowing races," 2011 IEEE EUROCON - International Conference on Computer as a Tool, Lisbon, 2011, pp. 1-4. doi: 10.1109/EUROCON.2011.5929248

I. Augustyniak, G. Hapel, P. Woś, J. Dziuban and P. Knapkiewicz, "'Mechatronic yacht' — A training unit,"

Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, Polyana, 2011, pp. 127-129.

A. Maciuca, G. Stamatescu, D. Popescu and M. Struțu, "Integrating wireless body and ambient sensors into a hybrid femtocell network for home monitoring," 2nd International Conference on Systems and Computer Science, Villeneuve d'Ascq, 2013, pp. 32-37.

IEEE Colloquium on Motion Analysis and Tracking

1 INTRODUCCIÓN

La Provincia cuenta con una Ley de Promoción del Deporte en apoyo a los deportistas y clubes fundamentalmente en la representación de la provincia en competencias de orden nacional e internacional.

Existe interés por parte de los entrenadores de la escuela local de vela ligera en aplicar tecnología para la mejora de las estrategias de prácticas y entrenamientos en forma personalizada y grupal de los deportistas.

Se estima que la solución obtenida se podrá aplicar con pocas modificaciones a otros deportes de alto rendimiento como ser ciclismo, maratón, entre otros.

En relación de los recursos humanos representará una experiencia en cuanto a la aplicación de soluciones a problemáticas del medio e interés social en referencia a la contención durante la infancia, adolescencia y juventud a través del deporte como así también con impacto a personas adultas sin límites de edad en la práctica de esta actividad.

En cuanto al impacto tecnológico, acompaña a otras actividades de investigación y desarrollo que se vienen aplicando desde la Universidad, posicionando a la misma como referente en actividades de Investigación y Extensión y presencia en la Comunidad local y Regional.

El uso de redes de área amplia de baja potencia es una solución alternativa al problema de consumo de energía en los nodos y a la transmisión en grandes distancias. Diversos trabajos implementan soluciones de monitoreo mediante tecnología LoRa, en [18] se logra transmitir hasta una distancia de 2 km con una pérdida de paquetes menor al 5% en zonas planas. En [19] se utiliza una red para controlar botes de la clase Optimist. En [20] se logra seguir a 255 objetos logrando una transmisión de datos en buenas condiciones hasta 3 km.

2 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

La línea de investigación, desarrollo e innovación que se inició y se encuentra en proceso es el desarrollo de un prototipo a ser

usado en los veleros para determinar su ubicación mediante GPS, analizar ajustes mediante información provenientes de las unidades inerciales IMU y la transmisión de datos mediante tecnología LoRa.

Se realizará un análisis de protocolos de comunicación LoRa, el diseño de los paquetes de datos e impacto de la pérdida de paquetes.

En cuanto a equipamiento se dispone de cinco placas de desarrollo Arduino Uno, un Raspberry pi 3, módulos de WIFI, sensores de temperatura y humedad (AM2302) y compás digital (HMC 5883L).

Se planea la adquisición de módulos LoRa basados en el módulo SX 1276, unidades GPS basados en módulos L86-M33 y unidades inerciales MPU6050.

3 RESULTADOS OBTENIDOS / ESPERADOS

Los principales resultados del Proyecto se evidenciarán a través de los distintos hitos que permitirán evaluar el avance de las actividades.

Objetivos e Hitos de Evaluación

- Análisis, desarrollo e integración de componentes (Hard y Soft) para la medición y recolección de datos mediante sistemas embebidos aplicados a la problemática.
- Obtención de prototipo para recolección y medición de datos.
- Análisis y selección de métodos para la determinación de la posición, velocidad y dirección de las embarcaciones ligeras (GPS, Sistemas de balizamiento, etc.)
- Obtención de prototipo para la determinación de la posición, velocidad y dirección de la embarcación.
- Análisis y selección de métodos para el almacenamiento, transmisión de la información atendiendo a la preservación del consumo de energía.
- Obtención de prototipo del enlace de comunicaciones para la transmisión de los datos censados.

- Gestión del conocimiento de las técnicas de entrenamiento y análisis del impacto de la tecnología aplicada.
- Obtención de base de datos de los datos censados y análisis estadístico de los mismos.
- Desarrollo de un Sistema de Entrenamiento para Navegación a Vela Ligera de Alto Rendimiento basado en Dispositivos Multisensoriales de Bajo Costo (categorías olímpicas, veleros de 1 o 2 tripulantes).
- Obtención de Tablero de Control con la información para el seguimiento de los deportistas, las técnicas de entrenamiento aplicadas y la evaluación de la performance de los mismos.

4 FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Los integrantes del grupo de investigación son Investigadores y Auxiliares en Investigación, categorizados y no. Docentes con amplia trayectoria en las cátedras afines con el Proyecto y que han integrado grupos de trabajo sólidos en diversas actividades y proyectos.

Como aportes del grupo se pueden considerar los siguientes:

- Director y Vicedirector de Proyecto han tomado cursos de timonel de navegación a vela.
- Director y Vicedirector de Proyecto se hallan vinculados a Clubes de Vela participando en diferentes oportunidades en la organización y realización de eventos de competencias y acompañando a integrantes de la familia a otros eventos interactuando con entrenadores locales e internacionales.
- Docentes integrantes del proyecto son responsables de cátedras como Sistemas Operativos, Sistemas Distribuidos, Comunicación y Redes, Introducción a las Bases de Datos, Ingeniería de Software, Programación Orientada a Objetos.
- Director y Vicedirector de Proyecto integrantes de la Comisión de Creación de

la Carrera Ingeniería en Computación y actualmente integrante de la Comisión de Seguimiento Curricular y Directora de Carrera, respectivamente.

- Integrantes del Proyecto han tomado diferentes cursos de postgrado en tecnologías orientadas a la producción como así también en el desarrollo regional.
- Elaboración de RSL para trabajo final de tesis de maestría en el tema del proyecto en cuestión.
- Se ha aprobado por el Comité Académico de la Maestría en Tecnologías de la Información un Plan de Trabajo Final de Tesis de Maestría a la espera de la Resolución de CD de FCEQyN - UNaM.

5 BIBLIOGRAFÍA

- [1] *W. San-Um, P. Lekbunyasini, M. Kodyoo, W. Wongsuwan, J. Makfak, y J. Kerdsri, «A long-range low-power wireless sensor network based on U-LoRa technology for tactical troops tracking systems», en 2017 Third Asian Conference on Defence Technology (ACDT), Phuket, Thailand, 2017, pp. 32-35.*
- [2] *A. Bergeron y N. Baddour, «Design and Development of a Low-Cost Multisensor Inertial Data Acquisition System for Sailing», IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 63, n.o 2, pp. 441-449, feb. 2014.*
- [3] *K. Bai, X. Ge, W. Zheng, y J. Han, «Design of Optimal Route Basing on VPP's Results», en 2008 Fourth International Conference on Natural Computation, Jinan, Shandong, China, 2008, pp. 357-362.*
- [4] *«Bai et al. - 2008 - Design of Optimal Route Basing on VPP's Results.pdf».*
- [5] *J. Neville, D. Rowlands, A. Wixted, y D. James, «Determining over ground running speed using inertial sensors», Procedia Engineering, vol. 13, pp. 487-492, 2011.*
- [6] *S. Fan, Y. Liu, C. Xu, J. Guo, y Z. Wang, «GPS kinematic Precise Point Positioning based on sequential least squares estimation», en 2010 18th International Conference on Geoinformatics, Beijing, China, 2010, pp. 1-5.*
- [7] *Y. Kim, T. Koh, H. Kim, S. Cho, H. Hong, y M. Chung, «Maritime safety system using Bluetooth low energy and global positioning system», en 2018 International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC), Honolulu, HI, 2018, pp. 1-5.*
- [8] *A. G. S. Junior, A. P. D. Araujo, M. V. A. Silva, R. V. Aroca, y L. M. G. Goncalves, «N-BOAT: An Autonomous Robotic Sailboat», en 2013 Latin American Robotics Symposium and Competition, Arequipa, Peru, 2013, pp. 24-29.*
- [9] *E. Rodskar, R. Volden, y E. Skjong, «Sailing into the Future: Industrial Internet of Things at Sea with X-Connect», IEEE Electrification Magazine, vol. 5, n.o 3, pp. 33-39, sep. 2017.*
- [10] *A. Weintrit, «The need to develop new geodesic-based computational algorithms for marine navigation electronic devices and systems», en 2015 International Association of Institutes of Navigation World Congress (IAIN), Prague, Czech Republic, 2015, pp. 1-12.*
- [11] *F. Plumet, C. Petres, M.-A. Romero-Ramirez, B. Gas, y S.-H. Ieng, «Toward an Autonomous Sailing Boat», IEEE Journal of Oceanic Engineering, vol. 40, n.o 2, pp. 397-407, abr. 2015.*
- [12] *F. Daiber, M. Jones, F. Wiehr, K. Cheverst, F. Kosmalla, y J. Häkkinen, «UbiMount: 2nd workshop on ubiquitous computing in the mountains», en Proceedings of the 2017 ACM International Joint Conference on*

Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2017 ACM International Symposium on Wearable Computers on - UbiComp '17, Maui, Hawaii, 2017, pp. 1022-1026.

and monitoring system based on LoRa technology for lightweight boats», Electronics, 8(1), 15. 2019

- [13] *P. Prempraneerach, K. Thamchaitas and P. Kulvanit, "Autonomous waypoint tracking of kayak boat using state- variable feedback control," 2012 Oceans - Yeosu, Yeosu, 2012, pp. 1-7. doi: 10.1109/OCEANS-Yeosu.2012.6263616*
- [14] *N. D. Simões, J. L. Gonçalves, M. L. Caeiro, M. J. Boavida and F. D. Cardoso, "ZigBee/GPS tracking system for rowing races," 2011 IEEE EUROCON - International Conference on Computer as a Tool, Lisbon, 2011, pp. 1-4. doi: 10.1109/EUROCON.2011.5929248*
- [15] *I. Augustyniak, G. Hapel, P. Woś, J. Dziuban and P. Knapkiewicz, ""Mechatronic yacht" — A training unit," Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, Polyana, 2011, pp. 127-129.*
- [16] *A. Maciucă, G. Stătescu, D. Popescu and M. Struțu, "Integrating wireless body and ambient sensors into a hybrid femtocell network for home monitoring," 2nd International Conference on Systems and Computer Science, Villeneuve d'Ascq, 2013, pp. 32-37.*
- [17] *IEEE Colloquium on Motion Analysis and Tracking.*
- [18] *Li, L., Ren, J., & Zhu, Q. «On the application of LoRa LPWAN technology in Sailing Monitoring System» en 2017 13th Annual Conference on Wireless On-demand Network Systems and Services (WONS). IEEE, 2017, pp. 77-80.*
- [19] *Sanchez-Iborra, R., G Liaño, I., Simoes, C., Couñago, E., & Skarmeta, A. F. «Tracking*

[20] *Gruber, J. M., & Brossi, B. «Position*