

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



Una Institución Adventista

Conteo automático de larvas de peces basado en visión artificial en la Amazonía Peruana

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

Autor:

Jhordani Guélac Gómez
Jeison Elí Sánchez Calle

Asesor:

Dr. Miguel Ángel Valles Coral

Tarapoto, marzo de 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS


Yo, *Dr. Miguel Ángel Valles Coral*, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“CONTEO AUTOMÁTICO DE LARVAS DE PECES BASADO EN VISIÓN ARTIFICIAL EN LA AMAZONÍA PERUANA”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres Jhordani Guélac Gómez y Jeison Elí Sánchez Calle para obtener el título de Profesional de Ingeniero de Sistemas, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 04 días del mes de marzo del año 2022.



Dr. Miguel Ángel Valles Coral

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a. 23..... día(s) del mes de..... febrero..... del año 20. 22 siendo las..... 10:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Danny Lévano Rodríguez....., el (la) secretario(a): Mg. Joseph Ibrahim Cruz Rodriguez..... y los demás miembros: Mg. Immer Elías Cuellar Rodriguez..... y el (la) asesor(a) Dr. Miguel Angel Valles Coral.....

..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Sistema de visión artificial para el conteo de larvas de Boquichico(Prochilodus nigricans) en el Centro de Investigaciones Nuevo Seasmí IIAP-AMAZONAS.

..... del(los) bachiller(es): a) Jhordani Guelac Gomez
 b) Jeison Elí Sánchez Calle
 c).....

..... conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero de Sistemas
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller -(a):Jhordani Guelac Gomez.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia

Bachiller -(b):Jeison Elí Sánchez Calle.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia

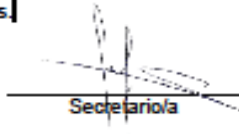
Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

 Presidente/a


 Secretario/a

 Asesor/a

 Miembro

 Miembro

 Bachiller (a)

 Bachiller (b)

 Bachiller (c)

Conteo automático de larvas de peces basado en visión artificial en la Amazonía Peruana

Automatic counting of fish larvae based on artificial vision in the Peruvian Amazon

Jhordani Guéla Gómez^{1(*)} (0000-0002-6897-3250), Jeison Elí Sánchez Calle²(0000-0001-8039-7682), Miguel Angel Valles Coral³(0000-0002-8806-2892), Nixon Nakagawa Valverde⁴(0000-0003-3403-026X), Ariel Kedy Chichipe Puscan⁵ (0000-0003-3298-2961)

^{1,2,3}Universidad Peruana Unión ft-Tarapoto, Jr. Los Mártires Nro. 340, Morales – San Martín

^{4,5}Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Av. Abelardo Quiñones km 2,5, Iquitos-Loreto.

E-mail: jhordani.gomez@upeu.edu.pe (autor de correspondencia),

jeisonsanchez@upeu.edu.pe, miguel.valles@upeu.edu.pe, nnakagawa@iiap.gob.pe, achichipe@iiap.gob.pe

Resumen

El conteo de larvas de boquichico (*Prochilodus nigricans*) es una técnica que se aplica en la acuicultura para determinar la eficiencia de la etapa de inducción y conocer la cantidad de larvas fecundadas. En ese sentido, el objetivo fue mejorar el conteo de larvas de boquichico en el Centro de Investigaciones Seasm del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – Amazonas. Para ello se realizó una investigación experimental desarrollado bajo un diseño completo al azar con dos sistemas de conteo: sistema tradicional y sistema de visión artificial, cada sistema tuvo 10 repeticiones, con una población objetiva de 2000 larvas. Esta investigación muestra que el método propuesto es un enfoque factible para el conteo de larvas, logrando un 92.65% de precisión, 7.41% de error y un tiempo promedio de 61 segundos por repetición. Se concluye que la investigación ha logrado mejorar la técnica de conteo, basándose en los 3 pilares fundamentales del estudio: precisión, error y tiempo.

Palabras clave: acuicultura; automatización; contador automático; peces ornamentales; visión por computadora.

Abstract

Counting the larvae of the boquichico (*Prochilodus nigricans*) is a technique applied in aquaculture to determine the efficiency of the induction stage and to know the number of fertilized larvae. In this sense, the objective was to improve the count of boquichico larvae at the Seasm Research Center of the Peruvian Amazon Research Institute - Amazonas. For this, an experimental investigation developed under a complete random design with two counting systems: traditional system and artificial vision system, each system had 10 repetitions, with an objective population of 2000 larvae. This research shows that the proposed method is a feasible approach for larval counting, achieving 92.65% precision, 7.41% error and an average time of 61 seconds per repetition. It is concluded that the research has managed to improve the counting technique, based on the 3 fundamental pillars of the study: precision, error and time.

Keywords: aquaculture; automation; automatic counter; ornamental fish; computer vision.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bellemo, V., Lim, Z., Lim, G., Nguyen, Q., Xie, Y., Yip, M., Hamzah, H., Ho, J., Lee, X., Hsu, W., Lee, M., Musonda, L., Chandran, M., Chipalo-Mutati, G., Muma, M., Tan, G., Sivaprasad, S., Menon, G., Wong, T., & Ting, D. (2019). Artificial intelligence using deep learning to screen for referable and vision-threatening diabetic retinopathy in Africa: a clinical validation study. *The Lancet Digital Health*, 1(1), 35–44. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(19\)30004-4](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(19)30004-4)
- Cisneros-Montemayor, A., & Cisneros-Mata, M. (2018). A medio siglo de manejo pesquero en el noroeste de México, el futuro de la pesca como sistema socioecológico. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad*, 39(153), 99–127. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24901/rehs.v39i153.392>
- Colorado, M., Abdala, D., Rojas, E., & Martínez, J. (2017). Repoblamiento de peces en el río Ranchería y transferencia tecnológica en el cultivo del pez nativo bocachico (*Prochilodus reticulatus*), a comunidades campesinas asentadas en la zona ribereña del río Ranchería en el departamento de La Guajira, Colombia. *Siembra CBA*, 1, 79–91. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/Revsiembracba/article/view/1882/1988>

- David-Ruales, C., Machado-Fracalossi, D., & Vásquez-Torres, W. (2018). Desarrollo temprano en larvas de peces, clave para el inicio de la alimentación exógena. *Revista Lasallista de Investigación*, *15*(1), 180–194. <https://doi.org/10.22507/rli.v15n1a10>
- Espinoza, L., Chillí, V., Pepe, R., Pino, J., & Contreras, Z. (2019). Captura, acondicionamiento y primer desove de sargo *Anisotremus scapularis* en la Región Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, *0*(25), 68–74. <https://doi.org/10.33326/26176033.2019.25.867>
- França, P., Garcia, V., da Silva, A., Lewandowski, T., Detweiler, C., Gonçalves, A., Costa, C., Naka, M., & Pistori, H. (2019). Automatic live fingerlings counting using computer vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, *167*(September), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105015>
- Hee-Jee, S., Myeong Kwan, P., & Weon, J. (2020). Automatic Grader for Flatfishes Using Machine Vision. *International Journal of Control, Automation and Systems*, *18*(12), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s12555-020-0007-7>
- Hernández-Ontiveros, J. M., Inzunza-González, E., García-Guerrero, E. E., López-Bonilla, O. R., Infante-Prieto, S. O., Cárdenas-Valdez, J. R., & Tlelo-Cuautle, E. (2018). Development and implementation of a fish counter by using an embedded system. *Computers and Electronics in Agriculture*, *145*(December 2016), 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.12.023>
- Hernández, L., Londoño, J., Hernández, K., & Torres, L. (2019). Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, *14*(1), 70–99. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.1.6>
- Lu, G., & Luo, M. (2020). Genomes of major fishes in world fisheries and aquaculture: Status, application and perspective. *Aquaculture and Fisheries*, *5*(4), 163–173. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.05.004>
- Mayca-Pérez, J., Medina-Ibañez, A., Velásquez-Hurtado, J. E., & Llanos-Zavalaga, L. F. (2017). Representaciones sociales relacionadas a la anemia en niños menores de tres años en comunidades Awajún y Wampis, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, *34*(3), 414–436. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.343.2870>

- Mejia, B., Salas, A., & Kemper, G. (2018a). An Automatic System Oriented to Counting and Measuring the Geometric Dimensions of Gray Tilapia Fingerlings Based on Digital Image Processing. *Proceedings of the 2018 IEEE 25th International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2018*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2018.8526426>
- Mejia, B., Salas, A., & Kemper, G. (2018b). An Automatic System Oriented to Counting and Measuring the Geometric Dimensions of Gray Tilapia Fingerlings Based on Digital Image Processing. *Proceedings of the 2018 IEEE 25th International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2018*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2018.8526426>
- Meza, B., & Candelaria, M. (2017). Innovación en el sector acuícola. *Ra Ximhai*, 13(3), 351–364. <https://doi.org/10.35197/rx.13.03.2017.20.mb>
- Puig-Pons, V., Muñoz-Benavent, P., Espinosa, V., Andreu-García, G., Valiente-González, J. M., Estruch, V. D., Ordóñez, P., Pérez-Arjona, I., Atienza, V., Mèlich, B., de la Gándara, F., & Santaella, E. (2019). Automatic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) biomass estimation during transfers using acoustic and computer vision techniques. *Aquacultural Engineering*, 85, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.01.005>
- Rojas-Molina, L. Y., Tique-Pinto, V. H., & Bocanegra-García, J. J. (2017). Uso de herramientas tecnológicas en la producción piscícola: una revisión sistemática de literatura. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 17(2), 36. <https://doi.org/10.19053/1900771x.v17.n2.2017.7183>
- Rojas, I., & Salazar, V. (2018). La acuicultura frente a los impactos de la actividad agrícola en la calidad de los servicios ambientales de la cuenca del río mayo. Una propuesta para su abordaje desde la economía ecológica. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 28(51). <https://doi.org/10.24836/es.v28i51.507>
- Rosas-Echevarría, C., Solís-Bonifacio, H., & Cerna-Cueva, A. (2019). Sistema eficiente y de bajo costo para la selección de granos de café: una aplicación de la visión artificial. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 347–351.

<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.04>

Ruiz-Hernández, C., Lupercio, A., & Bernal, T. (2018). Evaluación diagnóstica para el análisis de programas de manejo integral de residuos sólidos urbanos en dos universidades mexicanas. *Ciencia Ergo Sum*, 25(3), 1–8.

<https://doi.org/10.30878/ces.v25n3a12>

Santos, D., Dallos, L., & Gaona-García, P. (2020). Algoritmos de rastreo de movimiento utilizando técnicas de inteligencia artificial y machine learning.

Información Tecnológica, 31(3), 23–38. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000300023>

Vallejo, H., Paucar, J., & Martinez, O. (2018). Visión artificial mediante el coeficiente de correlación para exámenes de retinoscopía. *Maskay*, 8(2), 75.

<https://doi.org/10.24133/maskay.v8i2.1059>

Vásquez-Salazar, R. D., & Cardona-Mesa, A. A. (2017). Diseño y construcción de un equipo portátil para conteo de alevines de tilapia roja. *Revista Politécnica*, 13,

101–111. <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1094/911>