UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Sistema inteligente de detección y monitoreo de espacios de estacionamiento mediante visión por computadora y Deep learning en el campus de la Universidad Peruana Unión, Juliaca

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

Autores:

Gary Fernando Yunganina Mamani

Guver Leon Ccori Ccoarite

Jhon Alexander Chambi Vilca

Asesor:

Mg. Angel Rosendo Condori Coaquira

Juliaca, octubre de 2026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Angel Rosendo Condori Coaquira, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **"SISTEMA INTELIGENTE DE DETECCIÓN Y MONITOREO DE ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO MEDIANTE VISIÓN POR COMPUTADORA Y DEEP LEARNING EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, JULIACA"** de los autores Gary Fernando Yunganina Mamani, Guver Leon Ccori Ccoarite, Jhon Alexander Chambi Vilca, tiene un índice de similitud de 6% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca a los 9 días del mes de octubre del año 2026.



Angel Rosendo Condori Coaquira

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 07 dia(s) del mes de octubre del año 20 26 siendo las 16:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Dr. Danny Jivane Rodriguez, el (la) secretario(a): Dr. Hilton Eduard Humpiri Flores y los demás miembros: Dr. Esteban Soto Cano Mg. Jorge Eddy Otazu Juque y el (la) asesor(a) Mg. Angel Resendo Condori Coaquira con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Sistema inteligente de detección y monitoreo de espacios de estacionamiento mediante visión por computadora y Deep learning en el campus de la Universidad Peruana Unión, Juliaca" del(los) bachiller/es: a) Guver Leon Ccori Ccoaviri b) Gary Fernando Yunganina Mamani c) Jhon Alexander Chambi Vilca 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): Guver Leon Ccori Ccoaviri

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia

Bachiller (b): Gary Fernando Yunganina Mamani

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia

Bachiller (c): Jhon Alexander Chambi Vilca

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Excelente	Excelencia

(*) *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)

Sistema inteligente de detección y monitoreo de espacios de estacionamiento mediante visión por computadora y Deep learning en el campus de la Universidad Peruana Unión, Juliaca

Intelligent detection and monitoring system for parking spaces using computer vision and deep learning at the Universidad Peruana Unión campus, Juliaca

Resumen

La gestión eficiente de los espacios de estacionamiento representa un desafío creciente debido al incremento del parque automotor. Este estudio presenta una evaluación comparativa de cinco arquitecturas de detección de objetos —YOLOv8s, YOLOv11s, YOLOv12s, RT-DETR-L y Faster R-CNN— para el monitoreo inteligente de la ocupación vehicular en tiempo real bajo condiciones de iluminación variables. Los modelos fueron entrenados mediante aprendizaje por transferencia utilizando un conjunto de datos personalizado de 1463 imágenes originales, ampliado a 3511 archivos y 52 664 instancias mediante aumento de datos. Se evaluaron diez experimentos independientes y seis esquemas de partición para controlar la fuga de datos. Bajo el esquema más estricto (D3), que separa las imágenes por fecha de adquisición y punto de vista de la cámara, Faster R-CNN obtuvo el mejor resultado (mAP@0.5:0.95 = 0.9325), mientras que YOLOv11s alcanzó 0.8763. En contraste, con la partición aleatoria, todos los modelos superaron 0.985, evidenciando una inversión en su clasificación de rendimiento (Spearman $\rho = -0.80$). Las diferencias de eficiencia computacional fueron estadísticamente significativas ($H = 47.06$, $p < 0.001$). YOLOv8s destacó por su velocidad y fue seleccionado en el 73.3 % de las ponderaciones, por lo que resultó la alternativa más adecuada para aplicaciones en tiempo real. El sistema integrado YOLOv8s + ByteTrack + FastAPI + Next.js 14 alcanzó precisiones de 87.5 % y 91.8 % durante el día y la noche, respectivamente, en 1395 observaciones de un estacionamiento universitario de Juliaca, Perú, ubicado a 3824 m s. n. m. Asimismo, YOLOv8s presentó una reducción de 0.1085 en mAP@0.5:0.95 al pasar de la partición aleatoria a la disjunta, lo que evidencia las limitaciones de generalización asociadas a configuraciones espaciales fijas. Los resultados respaldan la viabilidad de la detección basada en aprendizaje profundo para el monitoreo inteligente de estacionamientos en entornos universitarios andinos de gran altitud.

Palabras clave: detección de objetos; estacionamiento inteligente; YOLOv8; aprendizaje por transferencia; visión computacional; en tiempo real; monitoreo de vehículos; aprendizaje profundo.