Revista de Investigaciones
e-ISSN 2077-8686 | ISSN 1997-4035

DOI: 10.26788/ri.v13i1.5788
Articulo Original

Contaminación visual en Juliaca: detección automatizada y la percepción de la ciudadanía, 2023

Visual pollution in Juliaca: automated detection and public perception, 2023

Walter Hugo Lipa Condori[1,*]

[1]Doctorado en Ciencias e Ingeniería civil Ambiental, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Puno, Perú.

Resumen

En la región de Puno, Perú, la contaminación visual representa un desafío creciente, afectando la estética urbana y la calidad de vida de los residentes. En este contexto, se plantea el problema de detectar y abordar eficazmente esta forma de contaminación. El objetivo del estudio fue desarrollar un enfoque científico para la detección automatizada de la contaminación visual y comprender su impacto en la salud y el bienestar de la población local. Para lograrlo, se llevó a cabo una encuesta a los residentes de Puno para evaluar su percepción y los efectos de la contaminación visual. Posteriormente, se implementó un modelo de visión artificial utilizando datos de imágenes de los contaminantes visuales más comunes en las calles de Puno. Este modelo permitió identificar y cuantificar los contaminantes de manera automatizada. Los resultados revelaron una presencia generalizada de contaminantes visuales y su correlación con problemas de salud y bienestar entre los habitantes. Como conclusión, el estudio proporciona una base científica sólida para abordar la contaminación visual en Puno, resaltando la necesidad de intervenciones para mejorar la calidad de vida y preservar la estética urbana. En síntesis, se propone una estrategia integral que combina métodos de detección avanzados con la comprensión de los efectos en la salud, con el fin de mitigar los impactos negativos de la contaminación visual en la región.

Palabras clave: contaminación visual, detección automatizada, percepción, Juliaca.

Abstract

In the region of Puno, Peru, visual pollution is becoming an increasingly pressing issue, adversely affecting urban aesthetics and the well-being of residents. Consequently, the challenge arises of effectively identifying and addressing this form of pollution. The study sets out to develop a scientifically-grounded approach for the automated detection of visual pollution and to comprehend its ramifications on the health and general welfare of the local populace. To achieve this objective, a comprehensive survey was undertaken among residents of Puno to gauge their perception of and the consequential effects stemming from visual pollution. Subsequent to this, an artificial vision model was devised employing data derived from images capturing the prevalent visual pollutants found on the streets of Puno. This model facilitated the automated identification and quantification of pollutants. The findings illuminated a widespread prevalence of visual pollutants, significantly correlating with health and well-being concerns among residents. In summary, the study furnishes a robust scientific basis for tackling visual pollution in Puno, underscoring the imperative for interventions aimed at enhancing quality of life and conserving urban aesthetics. Thus, a holistic strategy is advocated, amalgamating sophisticated detection methodologies with an understanding of health impacts, with the aim of mitigating the adverse effects of visual pollution within the región.

Keywords: automated detection, Juliaca, perception, visual contamination.

Recibido: 27 dic. 2023
Aceptado: 22 febr. 2024
Publicado: 31 mzo. 2024
*Autor para correspondencia: wlipa@unap.edu.pe

Cómo citar:
Lipa Condori, W. H. (2024). Contaminación visual en Juliaca: detección automatizada y la percepción de la ciudadanía, 2023. *Revista de Investigaciones, 13*(1), 5-12. https://doi.org/10.26788/ri.v13i1.5788.

Introducción

La proliferación de la contaminación visual se ha convertido en una preocupación creciente en muchas áreas urbanas en todo el mundo (Mateo et al., 2017). A medida que las ciudades crecen y se desarrollan, la presencia abrumadora de anuncios publicitarios, cables eléctricos y acumulación de residuos sólidos en las calles ha alterado significativamente el entorno construido y ha generado efectos adversos tanto en el paisaje urbano como en la salud de sus habitantes (Ye et al., 2024).

La contaminación visual no solo afecta la apariencia estética de la ciudad, sino que también tiene consecuencias en la salud física y emocional de las personas que viven en ella (Ordóñez-Iriarte, 2020). Estudios previos han demostrado que la exposición prolongada a entornos visuales desordenados puede provocar estrés, ansiedad y fatiga visual en los individuos, lo que a su vez puede tener un impacto negativo en su bienestar general (Quintero Ruano & Jiménez Ausaque, 2017).

A pesar de la creciente conciencia sobre los efectos adversos de la contaminación visual, la detección y clasificación de estos contaminantes aún se realiza de manera manual y subjetiva en la mayoría de los casos (Tobías Garcés et al., 1998).

La falta de métodos estandarizados y automatizados para evaluar la contaminación visual dificulta la implementación de medidas efectivas de control y mitigación en la región de Puno (Choque Chambilla, 2023; Murillo Céspedes, 2018). En este contexto, surge la necesidad de desarrollar nuevas herramientas y enfoques que permitan una clasificación automatizada de la contaminación visual, aprovechando los avances en tecnologías de visión artificial y aprendizaje profundo (Ye et al., 2024).

La región de Puno, en Perú, no es una excepción a esta tendencia global (Lam Romero, 2020), ya que, El entorno urbano se ha visto afectado por una mezcla desordenada de elementos visuales no deseados (Murillo Céspedes, 2018), donde tanto la ciudad y alrededores enfrentan desafíos únicos en términos de gestión urbana y medioambiental (Frederickson et al., 2024), lo que ha alterado la estética de la ciudad y ha generado molestias en la población local (Carrasco-Jocope et al., 2023). La presencia de vallas publicitarias, letreros luminosos y cables eléctricos que se entrelazan en los postes de luz son elementos comunes que han proliferado en las calles de la ciudad, afectando la calidad visual del entorno urbano y provocando reacciones negativas en los residentes (Vargas Marcos, 2005)

Según estudios previos, estos contaminantes visuales tienen efectos adversos en el bienestar humano y el paisaje urbano (Murillo Céspedes, 2018). Sin embargo, la detección y clasificación de la contaminación visual aún no se ha abordado de manera automatizada en esta región (Choque Chambilla, 2023). Al comprender mejor la magnitud y la naturaleza de la contaminación visual en la región de Puno, será posible implementar estrategias más efectivas para controlar y mitigar este problema, mejorando así la calidad de vida de sus habitantes y preservando la belleza natural de su entorno urbano (Lahura Albujar et al., 2021).

El presente estudio tiene como objetivo principal investigar la detección automatizada de la contaminación visual en la región de Puno, utilizando técnicas avanzadas de visión artificial y aprendizaje profundo (Madlenak et al., 2023; Unuvar et al., 2021). Además, se pretende examinar la percepción social frente a la contaminación visual, con el fin de proporcionar una base científica para la implementación de medidas de control y mitigación en la región (AlElaiwi et al., 2023; (Carrasco-Jocope et al., 2023).

Métodos

Ámbito de Estudio

El estudio se llevó a cabo en el distrito de Juliaca, provincia de san romano, departamento de Puno, ubicada en el altiplano peruano, Según sus coordenadas, está ubicada a 15° 29’ 24” de Latitud Sur y a 70° 08’ 00” de Longitud Oeste. El distrito de Juliaca, también conocido como Hullaqa en quechua y aimara, es la capital de la provincia de San Román, situada en la región de Puno, al sureste de Perú. Juliaca se encuentra en la meseta del Collao, al noroeste del Lago Titicaca. Es el centro económico más importante de la región de

Puno y una de las principales zonas comerciales de Perú. Está cerca de la laguna de Chacas del Lago Titicaca, del río Maravillas y de las ruinas conocidas como las Chullpas de Sillustani.

Descripción de Métodos

Periodo de estudio o frecuencia de muestreo

Este estudio se realizó durante los meses de junio, julio y agosto del 2023, dos veces por semana.

Materiales, insumos e instrumentos

Se diseñó y administró un cuestionario compuesto por ocho preguntas cerradas para investigar los efectos en la salud de la población de la ciudad de Juliaca durante el año 2022, dirigido a los actores sociales claves que cumplan el siguiente criterio: haber transitado por lo menos 5 veces por semana, residentes que vivan por la zona mínimamente 8 años.

En este estudio se consideró un total de 3 tramos, debido a la gran extensión de cuadras que poseen cada tramo, las cuales se muestran en la tabla 1. Además, se consideró un criterio de elección en las cuales exista comercio.

El procedimiento involucró la detección automatizada de la contaminación visual en las fachadas de las casas en un área específica (Ostos Prieto, 2020). Se inició determinando el punto de muestreo y capturando fotografías digitales de las fachadas, utilizando un celular de 13 Mpx de resolución, manteniendo la cámara a una distancia de 5 a 10 metros. Estas imágenes fueron luego analizadas utilizando un algoritmo de reconocimiento de objetos en Python, con un parámetro de referencia de 0,50 m, para obtener dimensiones, área total de las fachadas y detectar anuncios publicitarios. Se emplearon imágenes etiquetadas para entrenar un clasificador de aprendizaje profundo, y se aplicó un proceso de aumento de imágenes para generar nuevas imágenes con diferentes orientaciones de contaminantes visuales (Sánchez Álvarez, 2019). Este enfoque permitió al modelo de aprendizaje profundo generalizar y lograr una mayor precisión en la detección de contaminantes visuales desde diversas perspectivas (Tabla 1).

Tabla 1

Vías que fueron evaluadas con el número de cuadras

Tramos	Vías	Numero de Cuadra
1	Jr. Tumbes	3,4,5,6,13,14
	Jr. Cahuide	3,4
	Jr. Apurímac	12,13,14
	Jr. Ramon Castilla	13,14
2	Jr. Huancané	7,8,9
	Jr. Benigno Ballón	8,9,10
	Jr. Moquegua	3,4,5,7,8,9,10
	Jr. Piérola	5,6,7,8,9
3	Jr. 8 de noviembre	4,5,6,7
	Jr. San Martin	2,3,4,5,6,7
	Jr. Mariano Núñez	2,3,4,5,6

Variables analizadas

La variable independiente fue la detección automatizada. Mientras que las variables dependientes fue la contaminación visual de la población.

Resultados y Discusión

Percepción de la contaminación visual de la población

Los resultados de la encuesta revelan que el 70,1 % de los encuestados son hombres y el 29,9 % son mujeres, con la mayoría concentrada en el rango de 18 a 28 años (37,5 %) y con educación superior (57,3 %). Además, el 54,8 % considera que la presencia de anuncios publicitarios es contaminación, aunque solo el 34,9 % conoce los efectos específicos de esta contaminación en la salud. En cuanto a la percepción de la publicidad, el 32,4 % la encuentra agradable, el 27,6 % desagradable y el 40 % es indiferente. Sin embargo, un porcentaje significativo de encuestados reporta efectos negativos en su salud debido a la publicidad, con el 65,1 % experimentando molestias, el mismo porcentaje experimentando dolores de cabeza y el 79,9 % sufriendo fatiga visual. Estos hallazgos sugieren que la publicidad visual puede tener un impacto adverso en la salud y el bienestar de las personas, respaldando investigaciones previas sobre el tema (Hackley, 2002; (Kibert et al., 2005). Por ejemplo, en un estudio realizado por Cohen

& Babey (2012), se encontró que la exposición a la publicidad visual estaba asociada con un aumento en los niveles de estrés y ansiedad en los individuos encuestados. Esta asociación podría explicar en parte los altos porcentajes de molestias reportadas por los encuestados en este estudio. Además, investigaciones sobre el impacto de la publicidad en entornos urbanos, como el trabajo Popkin et al. (2021) sugieren que la saturación de anuncios puede contribuir a la sensación de contaminación visual y afectar negativamente la percepción del entorno por parte de los individuos. Estos hallazgos respaldan la idea de que la presencia excesiva de publicidad puede tener consecuencias negativas para la salud física y mental de las personas, lo que destaca la necesidad de regulaciones más estrictas en cuanto a la cantidad y ubicación de los anuncios publicitarios. Además, otro estudio realizado por Ruhiiga (2013) encontró que la exposición prolongada a la publicidad visual en entornos urbanos estaba asociada con una disminución en la calidad de vida percibida, lo que podría explicar la percepción de molestias y fatiga.

visual reportada por los encuestados en este estudio. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar el impacto psicosocial de la publicidad en la salud y el bienestar de las personas (Ye et al., 2024), así como la necesidad de políticas y prácticas que promuevan entornos urbanos más saludables y menos invasivos (Tabla 2).

Tabla 2

Resultados de la percepción en la contaminación visual

Descripción	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Demográfico		
Genero		
Femenino	29,9	29,9
Masculino	70,1	100
Edad		
18 - 28	37,5	37,5
29 - 39	27,6	65,1
40 - 50	14,8	79,9
51 - 61	14,8	94,7
62 - 68	5,3	100
Educación		
Primaria	12,5	12,5
Secundaria	30,2	42,7
Superior	57,3	100
Contaminación		
¿La presencia de anuncios publicitarios es contaminación?		
Si	54,8	54,8
No	45,2	100
¿Conoce cuales efectos se producen debido a la contaminación visual publicitaria?		
Si	34,9	34,9
No	65,1	100
Salud		
¿Te molesta los anuncios?		
agradable	32,4	32,4
desagradable	27,6	60
indiferente	40	100
¿La publicidad te hace doler la cabeza?		
Si	65,1	65,1
No	34,9	100
¿Los anuncios te provocan fatiga visual?		
Si	79,9	79,9
No	20,1	100

Detección Automatizada de la contaminación visual

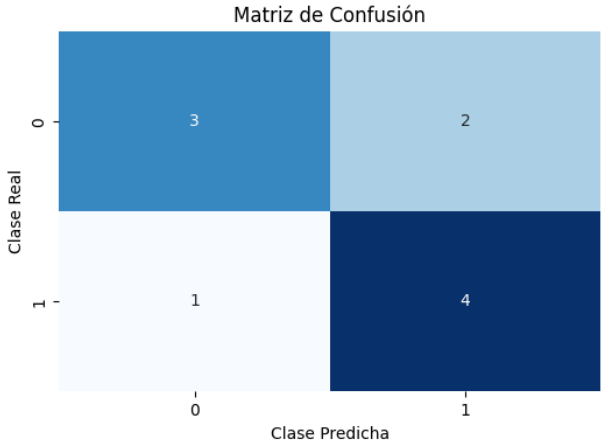
El proceso de entrenamiento de un modelo de aprendizaje profundo implica pasar el conjunto de datos hacia adelante y hacia atrás a través de la red neuronal en múltiples épocas. Cada época representa un ciclo completo en el que todo el conjunto de datos se procesa a través del modelo. Dado que alimentar el conjunto de datos completo de una vez puede ser computacionalmente costoso, se divide en lotes más pequeños que se procesan de manera secuencial. Durante este proceso, se calcula una función de coste global, que es una medida de cuán bien el modelo está realizando en la tarea específica para la que fue entrenado (Ayala Rodríguez & Aparicio Meza, 2020; Ordóñez-Iriarte, 2020).

Esta función de coste global, también conocida como función de pérdida, proporciona valores que reflejan la discrepancia entre las predicciones del modelo y los valores reales de los datos. El objetivo del entrenamiento es minimizar esta función de coste ajustando los pesos de la red neuronal. La optimización de los pesos implica encontrar la configuración óptima que minimice la pérdida (Mateo et al., 2017; Ye et al., 2024).

Es importante tener en cuenta que la optimización de los pesos es un proceso iterativo y no determinista. Se busca encontrar la permutación de pesos que resulte en la pérdida más baja posible, idealmente un mínimo global. Sin embargo, debido a la complejidad y dimensionalidad del espacio de parámetros, encontrar este mínimo global puede ser un desafío. Por lo tanto, los algoritmos de optimización, como el descenso de gradiente estocástico, se utilizan para buscar iterativamente a través del espacio de parámetros en busca de una solución óptima o cercana a ella.

Figura 1

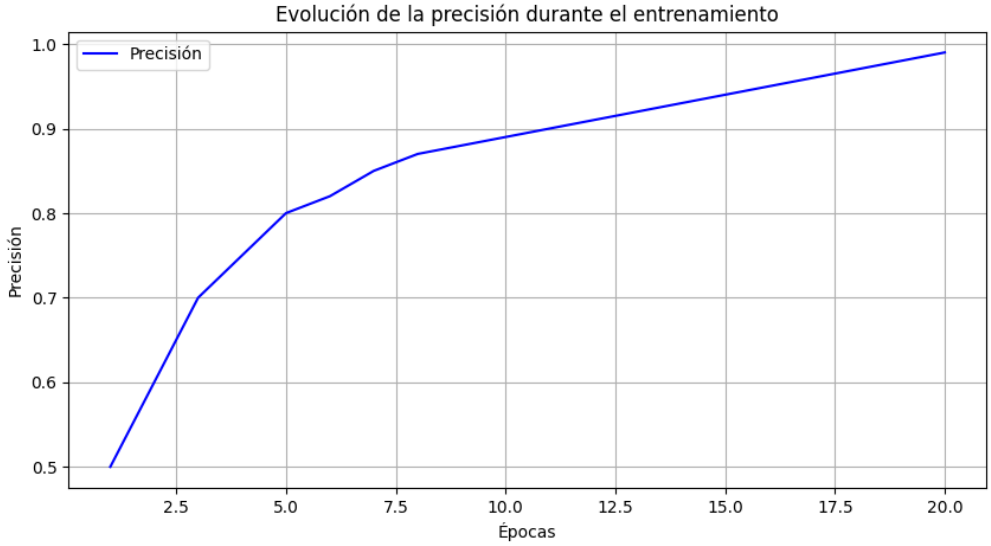
Matriz de confusión de la clase real y predicha



Esto nos proporciona una representación visual fácil de entender de la matriz de confusión. Las etiquetas en los ejes x e y representan las clases predichas y las clases reales, respectivamente. Los números en las celdas de la matriz indican el número de instancias clasificadas en cada categoría. La intensidad del color refleja la cantidad de instancias, donde tonos más oscuros indican valores más altos. Esto facilita la identificación de patrones en la clasificación del modelo.

Además de minimizar la pérdida, se evalúa la precisión del modelo en un conjunto de datos de validación independiente. La precisión representa el porcentaje de predicciones correctas realizadas por el modelo en este conjunto de datos de validación. Es importante tener en cuenta que la precisión y la pérdida están inversamente correlacionadas: a medida que la pérdida disminuye, la precisión tiende a aumentar y viceversa.

Figura 2
Evolución de la precisión durante el entrenamiento



La Figura 2 representa la evolución de la precisión del modelo durante el entrenamiento en función de las épocas. Se observa una tendencia creciente en la precisión a medida que aumentan las épocas. Esto sugiere que el modelo está mejorando su capacidad para clasificar correctamente los datos a medida que se realiza el entrenamiento.

Conclusiones

Los resultados evidencian la notable presencia y diversidad de la contaminación visual en la región de Puno, con un alto porcentaje de encuestados identificando varias fuentes de contaminación, como publicidad, basura, cableado y paredes de viviendas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de implementar estrategias específicas para abordar cada tipo de contaminante visual, así como la urgencia de considerar no solo sus implicaciones estéticas, sino también sus efectos emocionales y psicológicos en la población local, con el objetivo de mejorar la calidad de vida y el entorno urbano en la región.

La matriz de confusión proporciona una visión detallada del rendimiento del modelo de clasificación. Nos permite identificar qué clases están siendo correctamente clasificadas y cuáles están siendo confundidas entre sí. Esto nos ayuda a evaluar la efectividad y la precisión del modelo en la tarea de clasificación de datos.

Referencias

AlElaiwi, M., Al-Antari, M. A., Ahmad, H. F., Azhar, A., Almarri, B., & Hussain, J. (2023). Visual pollution real images benchmark dataset on the public roads. *Data in Brief, 50*. https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109491

Ayala Rodríguez, J. J., & Aparicio Meza, M. J. (2020). Cartelería publicitaria en Asunción y sus implicaciones en la salud pública de la población expuesta. *Revista Científica Internacional, VII*(2).

Carrasco-Jocope, R. R., Vigil-Requena, S. V, Valiente-Saldaña, Y. M., & González-González, D. G. (2023). Contaminación urbano ambiental y espacio público del centro de Piura, Perú: Revisión sistemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, *8*(16), 171-183. https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2542

Choque Chambilla, J. A. (2023). *Factores de riesgo de la contaminación visual y sus efectos en la avenida Simón Bolívar de la ciudad de Puno 2022.*

Cohen, D. A., & Babey, S. H. (2012). Contextual influences on eating behaviours: Heuristic processing and dietary choices. *Obesity Reviews*, *13*(9), 766-779. https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2012.01001.x

Frederickson, L. B., Russell, H. S., Raasch, S., Zhang, Z., Schmidt, J. A., Johnson, M. S., & Hertel, O. (2024). Urban vertical air pollution gradient and dynamics investigated with low-cost sensors and large-eddy simulations. *Atmospheric Environment*, *316*. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.120162

Hackley, C. (2002). The panoptic role of advertising agencies in the production of consumer culture. *Consumption Markets & Culture*, *5*(3), 211-229. https://doi.org/10.1080/10253860290031640

Kibert, C. J., Thiele, L., Peterson, A., & Monroe, M. (2005). *The Ethics of Sustainability*.

Lahura Albujar, N. E., Borda, B. E., & Iannacone, J. (2021). Percepción sobre la contaminación ambiental producida por publicidad objetiva en el Perú. *Cátedra Villarreal*, *8*(2), 136-146. https://doi.org/10.24039/cv202082963

Lam Romero, M. P. (2020). *Relación de la contaminación visual y la salud de la población de la Av. Tupac Amaru, distrito Independencia, 2019*.

Madlenak, R., Berthoty, M., Chinoracky, R., & Stalmasekova, N. (2023). Outdoor advertising and visual pollution on selected roads in the city of Žilina. *Transportation Research Procedia*, *74*, 101-108. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.118

Mateo, J., Toro, B., Lucia, N., & Tunjo, D. (2017). *Protocolo para la identificación de zonas afectadas por elementos atípicos asociados a la contaminación visual en la ciudad de Bogotá*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/381

Murillo Céspedes, G. (2018). *Efectos de la contaminación visual urbana en la percepción de la población de las ciudades de Puno y Juliaca*.

Ordóñez-Iriarte, J. M. (2020). Mental health and environmental health: A prospective view. *Gaceta Sanitaria*, *34*, 68-75. https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.05.007

Ostos Prieto, F. J. (2020). *Ciclo de mejora docente en Patrimonio Urbano y Planeamiento: Contaminación visual y perceptiva en el entorno de protección de los Bienes de Interés Cultural*.

Popkin, B. M., Barquera, S., Corvalan, C., Hofman, K. J., Monteiro, C., Ng, S. W., Swart, E. C., & Taillie, L. S. (2021). Towards unified and impactful policies to reduce ultra-processed food consumption and promote healthier eating. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, *9*(7), 462-470. https://doi.org/10.1016/S2213-8587(21)00078-4

Quintero Ruano, S., & Jiménez Ausaque, N. (2017). *Diagnóstico de los elementos atípicos asociados a la contaminación visual presentes en la zona urbana de Funza y los identificados en el sector Quirigua de Bogotá*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/482

Ruhiiga, T. M. (2013). Managing explosive urbanisation in Africa. *Journal of Human Ecology*, *42*(1), 43-52. https://doi.org/10.1080/09709274.2013.11906580

Sánchez Álvarez, M. del C. (2019). *Paisaje urbano y contaminación visual: A propósito del centro histórico y turístico de Córdoba (España)*.

Tobías Garcés, A., Sunyer Deu, J., Castellsagué Piqué, J., Saéz Zafra, M., & Antó Boqué, J. M. (1998). Impacto de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad y las urgencias por enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma en Barcelona. *Gaceta Sanitaria*, *12*(5), 223-230.

Unuvar, S., Sari Yildirim, S., & Ahmed, Y. (2021). Visual pollution's effect on distorting the touristic and historical cities: old Sanaá/Yemen case. *International Journal of Tourism and Social Research*, *7*, 1-17.

Vargas Marcos, F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista Española de Salud Pública*, *79*(2), 117-127.

Ye, Y., Tong, C., Dong, B., Huang, C., Bao, H., & Deng, J. (2024). Alleviate light pollution by recognizing urban night-time light control area based on computer vision techniques and remote sensing imagery. *Ecological Indicators*, *158*. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111591

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY) International License https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/