

Sistema de Información para el control de recursos utilizados en pandemia

M. Patiño-Ortiz¹, L. Y. Villagrán-Villegas², F. R. Esquivel-Patiño¹, R. Carreño-Aguilera³

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Unidad Profesional Adolfo López Mateos "Zacatenco", Edificio 5 3er. Piso, Col. Lindavista, C.P. 07300, Ciudad de México.

²Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Av Venustiano Carranza S/N, Revolución, C.P. 93390, Poza Rica; Veracruz, México.

³Universidad del Istmo, Cd. Universitaria S/N, 70760, Tehuantepec, Oaxaca, Mexico.

E-mail: mpatino2002@ipn.mx, yazvillagránv@gmail.com, freneesquivelpatino@gmail.com, carrenoaguilera04@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5630-8077, 0000-0003-3860-2923, 0009-0009-8238-7408, 0000-0002-6240-0152

Resumen— En las ciudades actualmente se han presentado una serie de pandemias que han provocado muchos decesos. El control para la gestión y distribución de recursos médicos es de suma importancia para apoyar el trabajo del sector salud. Así mismo, la información podrá coadyuvar en control de las ciudades inteligentes. Los controles están basados en algoritmos de la inteligencia artificial, redes neuronales y cadena de bloques.

La presente investigación tiene como objetivo diseñar un sistema de información que permita el control para la gestión y distribución de recursos utilizados en estado de pandemia. Para el logro de los objetivos de la presente investigación se sigue una metodología con un enfoque sistémico y sistemático, utilizando técnicas y herramientas de la Ingeniería del software, inteligencia artificial y cadena de bloques, obteniendo respuestas a variables determinísticas y no determinísticas, que coadyuven con una alternativa más de solución.

Palabras Clave — cadena de bloques, ingeniería del software, inteligencia artificial, sistema de Información.

Abstract- A series of pandemics have occurred in cities today, causing many deaths. Control for the management and distribution of medical resources is of utmost importance to support the work of the health sector. Likewise, information can help in the control of smart cities. Controls are based on artificial intelligence algorithms, neural networks and blockchain.

The purpose of this research is to design an information system that allows control for the management and distribution of resources used in a state of pandemic. To achieve the objectives of this research, a methodology with a systemic and systematic approach is followed, using techniques and tools from software engineering, artificial intelligence and blockchain, obtaining responses to deterministic and non-deterministic variables, which contribute to an alternative solution.

Keywords: artificial intelligence, blockchain, information system, software engineering.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología de salud digital [1] puede facilitar la estrategia y la respuesta ante una pandemia de formas que son difíciles de lograr manualmente. Países como Corea del Sur han integrado la tecnología digital en procesos de contención y mitigación, coordinados por el gobierno, incluyendo la vigilancia, pruebas, el seguimiento de contactos y la cuarentena estricta, que podrían estar asociados con el aplanamiento temprano de sus curvas de incidencia.

La pandemia de COVID-19 ha provocado cambios sin precedentes en todo el mundo, incluida la forma en que operan las ciudades. La importancia de contar con insumos, en tiempo y forma, para combatir y frenar la propagación del virus se ha vuelto esencial, pero su cumplimiento sigue siendo un desafío, particularmente en áreas urbanas densamente pobladas y con poco apoyo de salud. Las ciudades inteligentes, que utilizan tecnologías avanzadas para mejorar la vida urbana, ofrecen una oportunidad única para abordar este desafío de manera efectiva. La aplicación de inteligencia artificial y tecnología blockchain para monitorear y controlar la gestión y distribución de recursos puede proporcionar una herramienta valiosa para combatir la pandemia [2].

Los sistemas inteligentes [3-9] ayudan a transformar a las ciudades en ciudades inteligentes combinando tecnologías avanzadas con análisis de datos para mejorar la vida urbana. El uso de la inteligencia artificial [10-13] puede proporcionar datos precisos y en tiempo real sobre la gestión y distribución de recursos, lo que permite a los usuarios tomar decisiones informadas sobre el uso de los recursos y su distribución óptima. La aplicación de estas tecnologías puede ayudar a optimizar los recursos en áreas urbanas y reducir la propagación de infecciones.

Un sistema de información [14,15] puede ser una herramienta útil para controlar y gestionar los recursos, garantizando la seguridad de las personas en las ciudades. Al utilizar tecnologías como cámaras, sensores y análisis de datos, se pueden identificar y gestionar recursos para tomar medidas

preventivas para apoyar el riesgo de contagio de enfermedades infecciosas. Estos sistemas de información pueden ser inteligentes al ser asistidos por reconocimiento de patrones realizados por las tecnologías de la inteligencia artificial y de contratos inteligentes.

II. ANTECEDENTES

Uno de los sistemas utilizados en la pandemia, para el monitoreo de aglomeraciones es el sistema de monitoreo de la sana distancia basado en tecnología de posicionamiento global (GPS) en tiempo real, utilizado en China durante la pandemia de COVID-19 [16] (A real-time GPS-based social distancing monitoring system for COVID-19). Este sistema permite a las autoridades de salud rastrear la ubicación de las personas y notificarlas si han estado en contacto cercano con alguien que ha sido diagnosticado con COVID-19. Así mismo, les permite planificar los recursos a utilizar.

Otro sistema similar es el sistema de rastreo de contactos utilizado por Corea del Sur durante la pandemia de COVID-19 [17] (Contact tracing during coronavirus disease outbreak, South Korea, 2020). Este sistema utiliza información de GPS, registros de tarjetas de crédito y cámaras de circuito cerrado para rastrear la ubicación de las personas y notificarlas si han estado en contacto cercano con alguien que ha sido diagnosticado con COVID-19.

También existe el sistema de monitoreo de la distancia social basado en cámaras de circuito cerrado, que se ha utilizado en varios países, incluyendo Estados Unidos y Reino Unido [18] (Social distancing monitoring system using computer vision and deep learning). Este sistema utiliza cámaras de circuito cerrado para detectar la proximidad entre personas y alertar a las autoridades si se viola la distancia social recomendada.

III. MÉTODOS

III.1 Contratos Inteligentes

Los contratos inteligentes fueron teorizados por primera vez por Ninck Szabo a finales de la década de 1990, pero pasaron casi 20 años antes de que el verdadero potencial y los beneficios que proporcionan lograran permear, un contrato inteligente es un programa que se ejecuta en la cadena de bloques y tiene su ejecución correcta aplicada por el protocolo de consenso [19]. Un contrato inteligente también es definido por Sillaber y Walth [20] como un protocolo de transacción que ejecuta los términos de un contrato, cuyos objetivos generales son satisfacer las condiciones contractuales comunes: condiciones de pago, confidencialidad y cumplimiento, con el fin de minimizar las excepciones maliciosas y accidentales, así como también minimizar la necesidad de intermediarios. En términos económicos el objetivo de los contratos inteligentes está relacionado con la eliminación de los fraudes, los arbitrajes y los costos elevados de la ejecución comparado con los contratos tradicionales.

III.2 Red Neuronal

Una red neuronal es un sistema que se adapta a las exigencias del entorno cambiando técnicas que procesan la información de manera paralela [21], una red neuronal está en posibilidades de realizar simultáneamente varios procesos y mostrar un adecuado comportamiento, por tanto, una red neuronal conforma un modelo computacional que, por sus componentes, potencializan la interconexión y facilitan la adaptación [22]. Las redes neuronales artificiales imitan el comportamiento de los entes biológicos de manera artificial con modelos matemáticos, tal es el caso del cerebro humano [23]. En todo el funcionamiento y organización de la red neuronal se logra que, en el proceso de información, se haga uso del principio de semejanza de la estructura de las redes neuronales del cerebro humano [24], por lo que, el potencial de su utilización y aplicación se amplía cada vez más en la investigación académica, la industria y en múltiples aplicaciones para las actividades humanas [25][26][27][28][29][30][31][32][33][34]. Los modelos de las redes neuronales se han dado en gran medida, debido a las necesidades de la sociedad, y por tal motivo los avances tecnológicos son la solución para algunos de ellos.

III.3 Técnicas de segmentación relacionadas con la inteligencia artificial

La inteligencia artificial es utilizada en diferentes áreas del conocimiento [35][36][37][38], esencialmente para abordar problemas que no son posibles de resolver con métodos tradicionales por la gran cantidad de datos que se procesan. El reconocimiento de imágenes es un nicho de investigación que utiliza la inteligencia artificial y las redes neuronales ya que permite identificar objetos mediante el entrenamiento de una red neuronal con datos e imágenes, por lo que una red neuronal será capaz de identificar los atributos principales de un objeto.

El procesamiento de las imágenes digitales [39][40][41][42][43] es importante para identificar patrones en objetos que permitan garantizar a una red neuronal artificial su funcionamiento y verificar posibles inconsistencias para solucionar las desviaciones con técnicas que permitan mejorar la imagen original. El procesamiento implica ejecutar pasos como: a) obtención de imágenes comúnmente en formatos RGB; b) pre-procesamiento, implica la reducción de ruido, contraste y suavizado, así como operaciones aritméticas con la finalidad de obtener características de una imagen en particular; c) segmentación, identificar los objetos presentes en la imagen, separándolas por regiones con técnicas de segmentación; representación y descripción, representada principalmente por una matriz binaria, por árboles binarios o cuaternarios, o por una matriz de enteros[44].

IV. DESARROLLO

Se diseñó un Sistema de Información (SI) que permite la gestión y distribución de recursos médicos en época de pandemia. En el SI se lleva a cabo una inspección visual automatizada basada en inteligencia artificial, redes neuronales y reconocimiento de imágenes que permite la optimización de recursos.

Se utiliza una arquitectura unificada de la familia R-CNN [45]. La arquitectura detecta y localiza objetos dentro de una imagen. Combina los beneficios del aprendizaje profundo, las redes neuronales convolucionales (CNN) y las redes de propuesta de región (RPN) en una red cohesiva.

En la figura 1 se puede observar la arquitectura Faster R-CNN, la cual consta de dos componentes: La Red de Propuestas Regionales (RPN) y el Detector rápido de R-CNN.



Figura 1. Arquitectura Faster R-CNN.
Fuente: Adaptado de [45]

Redes convolucionales

Las redes convolucionales se distinguen por el reconocimiento de patrones con la ayuda de la integral de convolución con la se puede comparar que tanto se parece una figura de otra. En este caso se comparan las figuras de los insumos con insumos existentes, por lo ejemplo, un tanque de oxígeno, respiradores, mascarillas, etc... La arquitectura básica de la Red Neuronal Convolucional (CNN por sus siglas en ingles) se muestra en la figura 2. La capa convolucional aplica filtros a la imagen de entrada para extraer entidades, la capa de agrupación reduce la resolución de la imagen para reducir el cálculo y la capa totalmente conectada realiza la predicción final. La red aprende los filtros óptimos.

Aprendizaje profundo recurrente para la predicción de patrones con algoritmos de segmentación

El algoritmo de segmentación básicamente consiste en el reconocimiento de figuras en donde cada figura corresponde a un objeto diferente, y cada objeto es mapeado. Es de mencionar que este algoritmo es solo para predecir patrones a diferencia que el uso de la aplicación en tiempo real no utiliza este algoritmo de aprendizaje profundo.

Para el entrenamiento del modelo, se utilizó un conjunto de datos de imágenes etiquetadas con ciertos patrones objetos. El algoritmo se entrenó utilizando un proceso iterativo de optimización de los pesos y vías de la red, utilizando el algoritmo de descenso de gradiente estocástico.

Después del entrenamiento, se evaluó el desempeño del modelo mediante pruebas en un conjunto de datos de prueba y se ajustaron los parámetros del modelo para mejorar su precisión. Finalmente, se integró el algoritmo en el sistema inteligente para el monitoreo de los recursos, permitiendo una detección precisa y en tiempo real de patrones de los recursos, así mismo llevando a cabo su gestión y control.

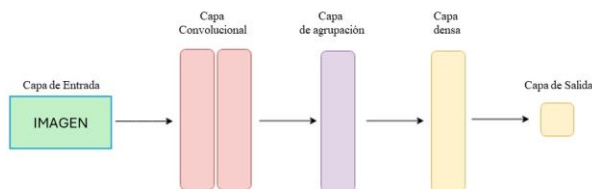


Figura 2. Arquitectura Básica de Red Neuronal Convolucional
Fuente: Elaboración Propia

V. CONCLUSIONES

En conclusión, la creación de una aplicación inteligente basada en un sistema experto con inteligencia artificial y cadena de bloques para el control y gestión de recursos médicos en ciudades inteligentes es una herramienta valiosa para contribuir en la optimización de recursos en tiempos de pandemia.

El sistema permite la observancia del almacenamiento y distribución de insumos, lo que permite tomar decisiones informadas sobre los mismos.

Es importante destacar que mientras más claras y precisas sean las imágenes utilizadas más preciso será el monitoreo, lo que hace de la aplicación un prototipo mínimo viable que puede ser mejorado y ampliado en el futuro.

En conjunto con el enfoque de la ciudad inteligente, esta aplicación puede contribuir al desarrollo tecnológico y socioeconómico de las ciudades y a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional (IPN), México, por el apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Ricardo C. A., Miguel P. O., Adan A., Luis Enrique C. A., *Blockchain CNN Deep learning expert System for health care emergency, Fractals*, (2021), pp. 1-10.
- [2] Petronio Silva et al., COVID-ABS: An Agent-Based Model of COVID-19 Epidemic to Simulate Health and Economic Effects of Social Distancing Interventions, Arxiv, (2020).
- [3] Som, P., Chitturi, R., y Babu, G. (1987). Expert Systems Application In Manufacturing. Proceedings of SPIE - *The International Society for Optical Engineering*. **786**. 474-479. 10.1117/12.940659.
- [4] Rahardja, A., Sowmya, A. y Wilson, W. (1991). "A Neural Network Approach to Component Versus Holistic Recognition of Facial Expressions in Images", *Intelligent Robots and Computer Vision X- Algorithms and Techniques*, 62-70.

- [5] Turk, M., Pentland, A. (1991). Eigenfaces for recognition, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(1) 71-86.
- [6] Brunelli, R y Poggio, T. (1995). "Automatic Person Recognition by Acoustic and Geometric Features", *MVA*, 8(5) 317-325.
- [7] Brunelli, R. y Poggio, T. (1993). "Face Recognition: Features versus Templates"; *IEEE Trans. on Pattern Recognition and Machine Intelligence*, 15(10) 1042-1052
- [8] R. Carreño et al, An IoT Expert System Shell in Block-Chain Technology with ELM as Inference Engine, *IJITDM*, 18 (1) (2019) 87-104.
- [9] Fu, Bing. The Research of Agricultural Expert System based on IOT. (2015). 10.2991/icccee-15.2015.262.
- [10] Berners-Lee, T., Hendler, J. y Lassila, O. (2001) "New form of web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*.
- [11] Canales, R. y Nanda, R. (2012). A darker side to decentralized banks: Market power and credit rationing in SME lending. *Journal of Financial Economics*, 105(2), 353-366.
- [12] Cecchinell, C., Jimenez, M., Mosser, S. y Riveill, M. (2014) "An architecture to support the collection of big data in the internet of things," *IEEE World Congress on Services*, 442-449.
- [13] M. Samaniego and R. Deters, Internet of smart things IoST: Using blockchain and CLIPS to make things autonomous, *IEEE International Conference on Cognitive Computing (ICCC)*, . (2017) 9-16.
- [14] Korth, H. F., Silberschatz, A., Sudarshan, S. y Pérez, F. S. (1987). *Fundamentos de bases de datos*. McGraw-Hill.
- [15] L. Von Bertalanffy, *Teoría general de los sistemas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1976, pp. 31.
- [16] Li, Z., Li, Y., Li, Y., Jiang, J., & Liu, L. (2021). A real-time GPS-based social distancing monitoring system for COVID-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3671.
- [17] Cho, S., Lee, J.Y., Lee, J.S., Jung, E., Kim, M.J., & Lee, W.J. (2020). Contact tracing during coronavirus disease outbreak, South Korea, 2020. *Emerging Infectious Diseases*, 26(10), 2465-2468.
- [18] Lai, F., Farid, H., & Davis, A. (2021). Social distancing monitoring system using computer vision and deep learning. *IEEE Access*, 9, 12801-12811.
- [19] Szabo, N. (1997) The idea of smart contracts. Nick Szabo's Papers and Concise Tutorials. http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_idea.html
- [20] Sillaber, C. y Waltl, B. (2017). Life cycle of smart contracts in blockchain ecosystems. *Datenschutz und Datensicherheit-DuD*, 41(8), 497-500.
- [21] Kung, S. Y. (1993). *Digital neural networks*. Prentice-Hall, Inc.
- [22] Hassoun, M. H. (1995). *Fundamentals of artificial neural networks*. MIT press.
- [23] Rong, C. G. y Xiaoning, D. (1998). From chaos to order: methodologies, perspectives and applications, 24.
- [24] Lin, C. T., Lee, C. G., Lin, C. T. y Lin, C. T. (1996). *Neural fuzzy systems: a neurofuzzy synergism to intelligent systems (Vol. 205)*. Upper Saddle River NJ: Prentice Hall PTR.
- [25] Agrawal, P., Madaan, V. y Kumar, V. (2015). Fuzzy rule-based medical expert system to identify the disorders of eyes, ENT and liver. *International Journal of Advanced Intelligence Paradigms*. 7. 352-367. 10.1504/IJAIP.2015.073714.
- [26] Dattakumar, A. y Sharma, R.S. (2016). Smart cities and knowledge societies: Correlation, causation or distinct IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology (ICMIT), 193-197.
- [27] Dong, H., et al. (2013). The Design and Implementation of an Intelligent Apparel Recommend Expert System. *Mathematical Problems in Engineering*. 10.1155/2013/343171.
- [28] Gu, W., et al. (2016). Expert system for ice hockey game prediction: Data mining with human judgment, *International Journal of Information Technology & Decision Making* 15(4) 763-789.
- [29] Hao, F., et al. (2016). Deep Learning, *International Journal of Semantic Computing*, 10 (3)
- [30] Hordri, N.F., et al. (2016). Deep Learning and Its Applications: A Review, *Postgraduate Annual Research on Informatics Seminar*
- [31] Larochelle, H, Bengio, Y, Louradour, J. y Lamblin, P. (2009). Exploring strategies for training deep neural networks, *Journal of Machine Learning Research*, (10), 1- 40.
- [32] Magni, C. A., et al. (2016). An alternative approach to firms evaluation: Expert systems and fuzzy logic, *International Journal of Information Technology & Decision Making* 05(1) 195-225.
- [33] Pizzi, N. J., et al. (1990). Expert system approach to assessments of bleeding predispositions in tonsillectomy/adenoidectomy patients, *Advances in Artificial Intelligence* 27 67-83.
- [34] Som, P, Chitturi, R., y Babu, G. (1987). Expert Systems Application In Manufacturing. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*. 786. 474-479. 10.1117/12.940659.
- [35] Carreño, R., et al. (2017) Comparative analysis on nonlinear models for ron gasoline blending using neural networks, *Fractals* 25(6) 1-8.
- [36] Huang, G. B. (2015) What are extreme learning machines? Filling the gap between Frank Rosenblatt's dream and John von Neumann's puzzle, *Cognitive Computation* 7(3) 263-278.
- [37] Yu, W., et al. (2005) Neural networks for the optimization of crude oil blending, *International Journal of Neural Systems* 15(5) 377-389
- [38] Yu, W. y Li, X. (2010) Automated nonlinear system modeling with multiple fuzzy neural networks and kernel smoothing, *International Journal of Neural Systems* 20(5) 429-435.
- [39] Abdulin, E. y Komogortsev, O. (2015). User eye fatigue detection via eye movement behavior. In *Proceedings of the 33rd annual ACM conference extended abstracts on human factors in computing systems* 1265-1270
- [40] Dahiphale, V. E., Sathyaranayana, R. y Mukhedkar, M. M. (2015) Computer vision system for driver fatigue detection. *Computer*, IJARECE 4(9):2331-2334
- [41] Goyal, R. (2015) *Fatigue Detection Using Artificial Intelligence and Computer Vision Algorithms*. 2015 AAAS Annual Meeting (12-16 February 2015)
- [42] Zhang, L., Liu, F. y Tang, J. (2015) Real-time system for driver fatigue detection by RGB-D camera. *ACM Trans Intell Syst Technol (TIST)* 6(2): 22:1-22:17.
- [43] Gonzalez, R. y Woods, R., (2008), *Digital Image Processing (3ª ed)*, United States of America, Prentice Hall.
- [44] Ramírez, J. y Chacón, M., (2011), "Redes neuronales para el procesamiento de imágenes, una revisión de la última década", *RIIE&C*, Vol. 9 No. 1, 7-16.
- [45] Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, and Jian Sun (2016). Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks.