

REVIEW ARTICLE / ARTÍCULO DE REVISIÓN

**APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
IN ARCHITECTURE--CASE STUDY: FORECAST
OF TYPES OF SPACE USING GRASSHOPPER AND
RHINOCEROS**

**APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EN LA ARQUITECTURA: CASO DE ESTUDIO:
PREDICCIÓN DE TIPOS DE ESPACIO USANDO
GRASSHOPPER Y RHINOCEROS**

Jennifer Lizbeth Durand-Labán^{1,2}

1 Universidad Ricardo Palma (Facultad de Arquitectura y Urbanismo), Lima, Perú.

2 IE University (MAMD, IE School of Architecture and Design), Madrid, España.

Author for correspondence: arqjennidurand@gmail.com

ABSTRACT

Artificial intelligence is the theory and development of computer systems capable of performing tasks that normally require human intelligence such as visual perception, speech recognition, decision making and language translation. This research collects 7 applications of artificial intelligence in architecture with real cases including the increase in productivity, the design of multiple iterations, the help in monitoring and maintenance, the change in safety and efficiency, the change in planning and design, and finally automation in design in order to inform architects that technology can make design and construction processes more efficient. In addition, our own case of the use of artificial intelligence through the plug-in for grasshopper -- "Lunchbox ML" -- used within the Rhinoceros program to predict spaces is explained.

Keywords: Architecture – Artificial Intelligence – Grasshopper – Rhinoceros – Technology

RESUMEN

La inteligencia artificial es la teoría y el desarrollo de sistemas informáticos capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como la percepción visual, el reconocimiento del habla, la toma de decisiones y la traducción entre idiomas. Esta investigación recopila 7 aplicaciones de la inteligencia artificial en la arquitectura con casos reales, estas aplicaciones son el aumento de la productividad, el diseño de múltiples iteraciones, la ayuda en el monitoreo y mantenimiento, el cambio en la seguridad y eficiencia, el cambio en planeamiento y diseño, y finalmente la automatización en el diseño; con la finalidad de dar a conocer a los arquitectos que la tecnología puede volver más eficientes los procesos de diseño y construcción. Además, se explica un caso propio del uso de la inteligencia artificial por medio del plug in para Grasshopper -- “Lunchbox ML” -- utilizado dentro del programa Rhinoceros para lograr predecir espacios.

Palabras clave: Arquitectura – Grasshopper – Inteligencia Artificial – Rhinoceros – Tecnología

Introducción

En la última década, se ha presenciado el desarrollo de diferentes tecnologías disruptivas, entre ellas la inteligencia artificial (IA). De acuerdo con Guo *et al.* (2019), el estado ideal de la inteligencia artificial es pensar humanamente, pensando racionalmente, actuando humanamente y actuando racionalmente. Mientras que Brown (2005), expresa que por “inteligencia artificial” se refiere al uso de programas de computadora y técnicas de programación para arrojar luz sobre los principios de inteligencia en general y el pensamiento humano en particular.

De acuerdo con OBS Business School (2015), para el año 2020 existirán 30 mil millones de dispositivos conectados. Fernández

(2017), comenta que el 65% de los niños que estudian primaria trabajarán en empleos que no existen ahora. Benedikt & Osborne (2013) advierten que el 47% de los empleos podrían desaparecer en los siguientes 15 a 20 años por culpa de la automatización. Al leer estas cifras se entiende que el mundo está cambiando a una velocidad nunca antes vista y aunque la mayor parte de personas creen que la IA es algo lejano, ya que no la perciben en su día a día, esta se encuentra desde hace muchos años entre las personas (Autodesk, 2019).

Esta investigación pretende dar a conocer a los arquitectos que la tecnología puede volver más eficientes los procesos de diseño y construcción. Para lo cual, se

presenta un conjunto de algoritmos utilizados para lograr una predicción de espacios por computadora. Siendo así el objetivo de la investigación determinar si la computadora es capaz de reconocer espacios de acuerdo con tres variables que son largo, ancho y área.

Este artículo comienza con la explicación de tres casos puntuales de aplicaciones que utilizan IA. El primero es Netflix, según una publicación del blog Foundationrobotica (2019) este utiliza un motor de recomendaciones con IA para poder dar una sugerencia de acuerdo con el perfil de cada usuario. Para hacerlo considera parámetros como edad, género, que tipo de programas ha visto antes, entre otros. El segundo es Instagram, este utiliza IA para mejorar la experiencia del usuario en la red social. Los algoritmos de Instagram aprenden a lo largo del tiempo que es lo más valioso y relevante para cada usuario, creando así feeds personalizados (Angeles, 2019). El tercero es Google traductor, según Schulkin (2018), Google traductor utiliza Neural Machine Translation (NMT) donde los resultados de las traducciones se almacenan, ayudando al sistema a crear traducciones más naturales y fluidas con el tiempo.

Este documento está estructurado de la siguiente manera: (1) proporciona el proceso de Aprendizaje de la IA (2) describe siete aplicaciones específicas sobre el uso de la IA en la Arquitectura.

(3) presenta el caso de estudio: Predicción de tipos de espacio usando Grasshopper y Rhinoceros. Se concluye con los resultados obtenidos y la discusión.

Proceso de Aprendizaje de la Inteligencia Artificial

De acuerdo con Ramesh (2017) la Inteligencia Artificial tiene dos maneras de aprender, mediante el aprendizaje simbólico o “symbolic learning” y mediante el aprendizaje automático o “machine learning”. Para poder explicar las dos maneras en las que una computadora puede aprender se procederá a realizar un paralelismo entre lo que los humanos pueden hacer y lo que la computadora hace.

De acuerdo con el mismo autor, dentro del aprendizaje simbólico se tiene que los seres humanos pueden reconocer la escena que los rodea a través de los ojos que crean imágenes de este mundo, este campo es el procesamiento de imágenes, que se requiere para la visión por computadora. Asimismo, los seres humanos pueden entender su entorno y moverse con fluidez, este proceso se ve en el campo de la robótica.

Dentro del aprendizaje automático, se encuentra que los seres humanos poseen la capacidad de ver patrones. Mientras que, las máquinas son aún mejores en el reconocimiento de patrones porque pueden usar más información y dimensiones de datos. Los seres humanos pueden hablar y escuchar para comunicarse a

través del lenguaje, este es el campo del reconocimiento de voz, que se encuentra dentro del aprendizaje estadístico. Además, los seres humanos pueden escribir y leer textos en un idioma, este es el campo del procesamiento del lenguaje natural en una computadora. Se sabe que lo más difícil de replicar es el cerebro humano, ya que este es una red de neuronas y se utiliza para aprender cosas más complejas y profundas (Ramesh, 2017). Si se logra replicar el cerebro humano, será posible obtener capacidades cognitivas en las máquinas. De acuerdo con el mismo autor, existen diferentes tipos de aprendizaje profundo en máquinas que son esencialmente técnicas diferentes para replicar lo que hace el cerebro humano. Si se consigue que la red escanee imágenes de izquierda a derecha o de arriba abajo, es una red neuronal de convolución. Esta se utiliza para reconocer objetos en una escena. Por otro lado, si se consigue que la red neuronal recuerde un pasado limitado, esta se conoce como red neuronal recurrente.

Las aplicaciones de la inteligencia artificial en la arquitectura

La IA está cambiando los procesos de arquitectura y construcción y en este artículo se citarán 7 casos reales basados en la vasta información descriptiva y análisis que existe sobre estos.

La primera manera consiste en el aumento de la *productividad* en la

arquitectura. Un arquitecto siempre pierde una cantidad considerable de tiempo al momento de distribuir el mobiliario en un plano. De acuerdo con Sullivan (2018) una empresa americana, llamada WeWork, encontró este problema inaceptable ya que sus arquitectos perdían tiempo en una tarea mecánica. Por lo que diseñaron una herramienta para calcular las formas más eficientes de organizar escritorios en oficinas con capacidad para 20 personas. La herramienta es inteligente y rápida. Completa su tarea de manera tan eficiente como un diseñador y en una fracción del tiempo. Esta herramienta libera a los arquitectos de una tarea mecánica y repetitiva, dejándoles tiempo libre para poder utilizarlo en tareas creativas como diseñar una escalera central llamativa o un patio cubierto.

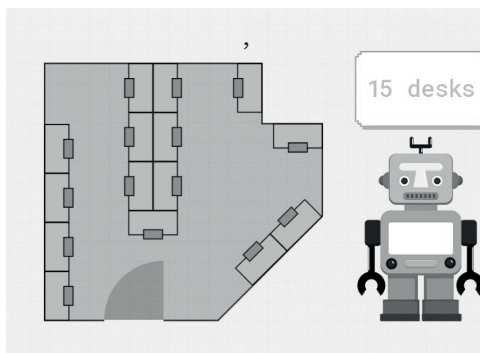


Figura 1. Herramienta para calcular la organización de escritorios en WeWork. Fuente: <https://www.wework.com/newsroom/posts/this-algorithm-might-design-your-next-office> (Sullivan, 2018).

La segunda manera consiste en el *diseño de múltiples iteraciones*. Un arquitecto, a lo largo de su trayectoria profesional, siempre recibe mejoras para un proyecto de parte del cliente, lo que se conoce comúnmente como replanteo. Un solo arquitecto puede replantear un proyecto en muchas ocasiones, pero una computadora es mucho más eficiente y rápida en hacer estos replanteos. De acuerdo con Howe (2017) la empresa Autodesk ha desarrollado un programa que realizó 10.000 opciones de diseño en solo unos días. La computadora evaluó cada una y escogió las mejores en base a los parámetros recibidos. Los arquitectos evaluaron estas opciones sobre la base de factores subjetivos como la estética. En este caso la computadora lanza los diseños a partir de los parámetros que los arquitectos le inserten como por ejemplo las áreas de los espacios.

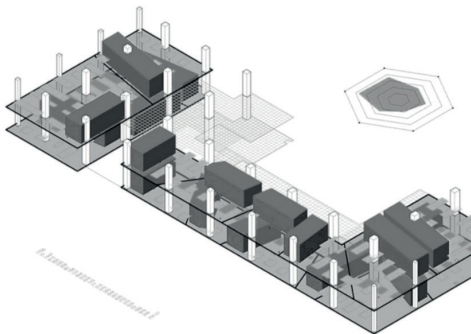


Figura 2. Simulación de propuesta de diseño generativo desarrollado por Autodesk. Fuente: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/insight/the-promise-of-generative-design> (Howe, 2017).

La tercera manera consiste en la ayuda al *monitoreo y mantenimiento* en la arquitectura. Cuando una persona se encuentra en una oficina la mayor parte de veces no se siente cómodo con la temperatura del aire acondicionado, algunas personas lo prefieren más frío y otras prefieren una temperatura más alta. De acuerdo con Fehrenbacher (2016), Comfy, es un aplicativo que permite a cada usuario de una oficina escoger su propia temperatura, en el caso de que uno quiera más aire caliente, redirecciona los flujos de aire al asiento de esa persona para que se sienta más cómodo en la oficina. Para realizar esto se utiliza IA.



Figura 3. Plataforma de Comfy en aplicativo celular y en página web Fuente: <https://fortune.com/2016/06/08/machine-learning-for-buildings/> (Fehrenbacher, 2016).

La cuarta manera consiste en su influencia en la construcción con la *maquinaria autónoma*. De acuerdo con Kumparak (2019), Built Robotics desarrolla tecnología de

automatización para hacer que la construcción sea más segura, más rápida y productiva. Las grandes máquinas de construcción se manejan de manera autónoma y funcionan con sistemas de guía de IA.



Figura 4. Excavadora autónoma.

Fuente: <https://www.builtrobotics.com/>

La quinta manera se refleja en el cambio en *seguridad y eficiencia*. De acuerdo con Rajagopal *et al.* (2018) BIM 360 IQ Project ayuda a los equipos de proyectos de construcción a gestionar el riesgo y mejorar el rendimiento día a día. La función de evaluación diaria de riesgos utiliza algoritmos para clasificar cientos o miles de problemas de proyectos, y clasificar y priorizar los proyectos, subcontratistas y problemas de mayor riesgo que requieren atención cada día. Un problema se clasifica como de alto riesgo si implica el riesgo de una caída, un peligro de agua, una inspección de seguridad pendiente o si está atrasado.

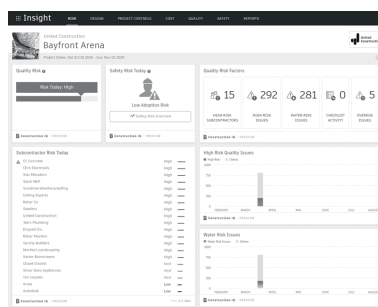


Figura 5. Plataforma virtual de Construction IQ. Fuente: <https://knowledge.autodesk.com/support/bim-360/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/ENU/BIM360D-Insight/files/BIM360D-Insight-About-Construction-IQ-html.html>

La sexta manera consiste en el cambio sobre *planeamiento y diseño* en arquitectura. Al utilizar BIM, para planificar y diseñar la construcción de un edificio completo, los modelos 3D deben tener en cuenta la arquitectura, la ingeniería estructural, la ingeniería mecánica, la ingeniería eléctrica y sanitarias. El desafío para las empresas de construcción aquí es garantizar que los diferentes modelos de cada equipo se combinen y no “choquen”. De acuerdo con Bharadwaj (2019) GenMEP de Building System Planning aprovecha el aprendizaje automático para crear específicamente modelos 3D de sistemas mecánicos, eléctricos y sanitarios, al tiempo que se asegura de que las rutas completas para los sistemas MEP no entren en conflicto con la arquitectura del edificio.

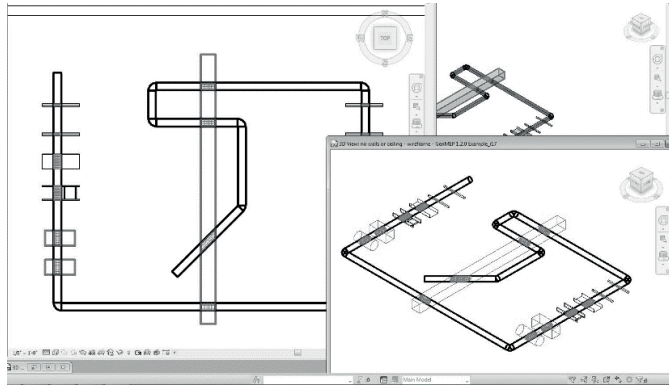


Figura 6. Herramienta inteligente de GenMep que detecta los choques entre especialidades. Fuente: <https://www.viatechnik.com/clashmep-improving-coordination/>

La séptima manera consiste en la *automatización en el diseño*. De acuerdo con Baldwin (2019ab), Higharc es una startup que ha comenzado a repensar cómo se diseñan y construyen las nuevas viviendas, su objetivo es construirlas sin contratar a un arquitecto. Ha sido fundada para reinventar el nuevo diseño del hogar para la era digital. La compañía tiene como objetivo hacer que

los hogares a medida sean accesibles para cualquier persona mediante la automatización del diseño y la personalización del hogar en línea. La compañía ha creado una aplicación de diseño para el hogar basada en la web para usuarios cotidianos y compradores de vivienda que está tratando de integrar la inteligencia artificial directamente en el software.



Figura 7. Diferentes modelos de casas para un mismo lote desarrolladas por Higharc. Fuente: https://www.archdaily.com/918084/higharc-startup-aims-to-automate-home-design?ad_medium=gallery (Baldwin, 2019).

Caso de estudio: Predicción de tipos de espacio usando Grasshopper y Rhinoceros

Para el desarrollo de este artículo se examinó y se probó el plug in llamado Lunchbox ML dentro de Grasshopper en Rhinoceros 3D para lograr la predicción de tipos de espacio. De acuerdo con Nate (2018) este plug in es capaz de demostrar el uso de un algoritmo de aprendizaje supervisado simple que utiliza datos

de capacitación sobre los atributos del espacio y su clasificación resultante. En teoría, el usuario puede probar un nuevo espacio y la red neuronal predecirá el tipo de espacio en base a lo aprendido de los datos de entrenamiento. Para que funcione la IA primero se debe alimentar a la computadora con data y después de acuerdo con esa data podrá lanzar un resultado.

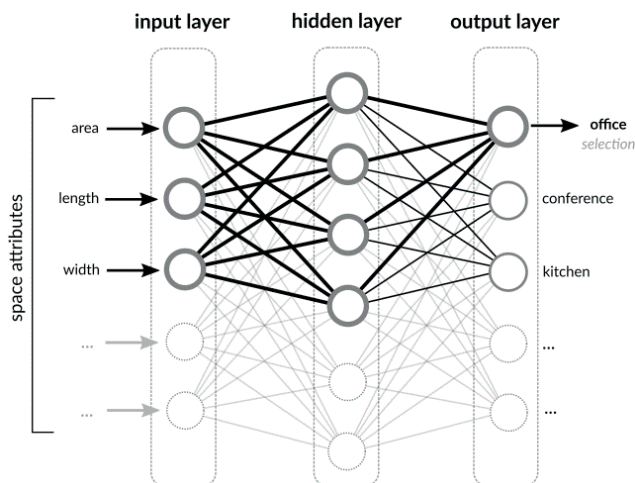


Figura 8. Funcionamiento de las redes neuronales dentro del plug in de LunchBox ML. Fuente: <https://provingground.io/2018/03/12/new-machine-learning-examples-with-lunchboxml/> (Nate, 2018)

De acuerdo con Brown (2005) los diseñadores acumulan todo tipo de conocimiento como consecuencia del proceso de diseño, y ese conocimiento afecta su actividad de diseño presente y futura, el objetivo específico de este caso de estudio es transmitirle este conocimiento, que el arquitecto adquiere por experiencia, a una computadora; para que en consecuencia la computadora pueda predecir espacios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este caso de estudio se utilizó como base el programa de diseño Rhinoceros 3D. Dentro de este programa se usó el Grasshopper y se utilizó el plug in llamado Lunchbox ML.

La hipótesis de este proyecto es: La computadora sí es capaz de reconocer espacios de acuerdo con tres variables que son largo, ancho y área. En nuestro país no existe un área mínima para la

distribución de espacios interiores por lo que se utilizaron medidas de experiencia profesional del autor y del Neufert (1975).

El primer paso fue definir los diferentes tipos de espacios que la computadora iba a reconocer. Se decidió que serían espacios típicos de una vivienda. Los espacios escogidos fueron siete: Sala, comedor, cocina, lavandería, dormitorio principal, dormitorio secundario y un baño.

El segundo paso fue establecer que de acuerdo con Neufert (1975) en arquitectura se tienen unas medidas preestablecidas básicas para cada ambiente del interior de una casa. Para este caso de estudio en particular se admitió cuatro tipos de variables en las áreas de los siete espacios a tratar, los cuales fueron dibujados en Rhinoceros, a partir de este momento estas áreas serán llamadas geometría base.

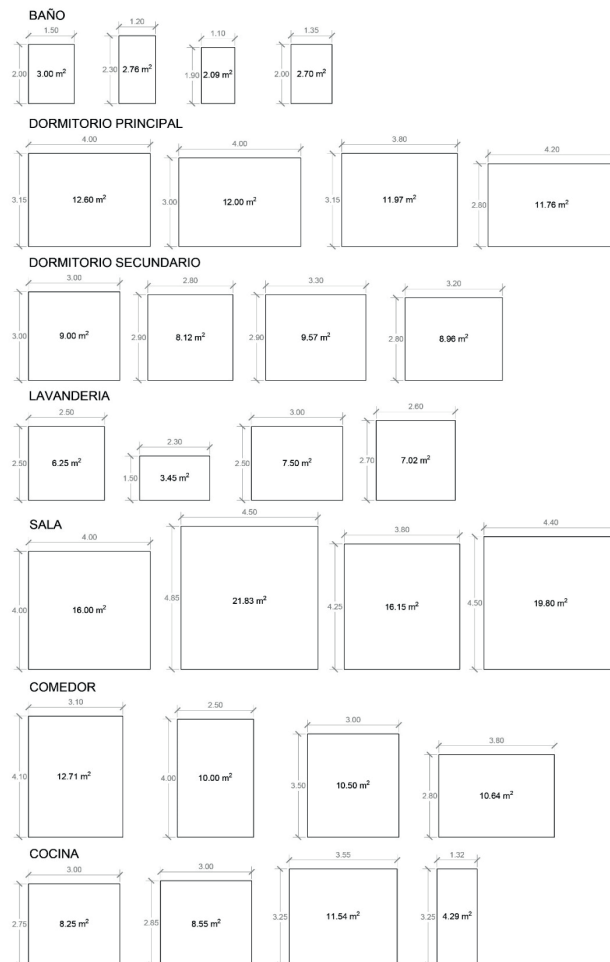


Figura 9. Siete espacios de la vivienda con cuatro tipos de variables en tamaño, es lo que se considera geometría base. Fuente: Elaboración propia.

El tercer paso fue desarrollar un código computacional en base a los parámetros dentro del Grasshopper, cabe resaltar que en este código se tenía una geometría base y una geometría de

prueba. En base a la geometría base se deconstruyo los rectángulos para dar por separado área, largo y ancho. Se repitió la misma acción en el código conectado a la geometría de prueba.

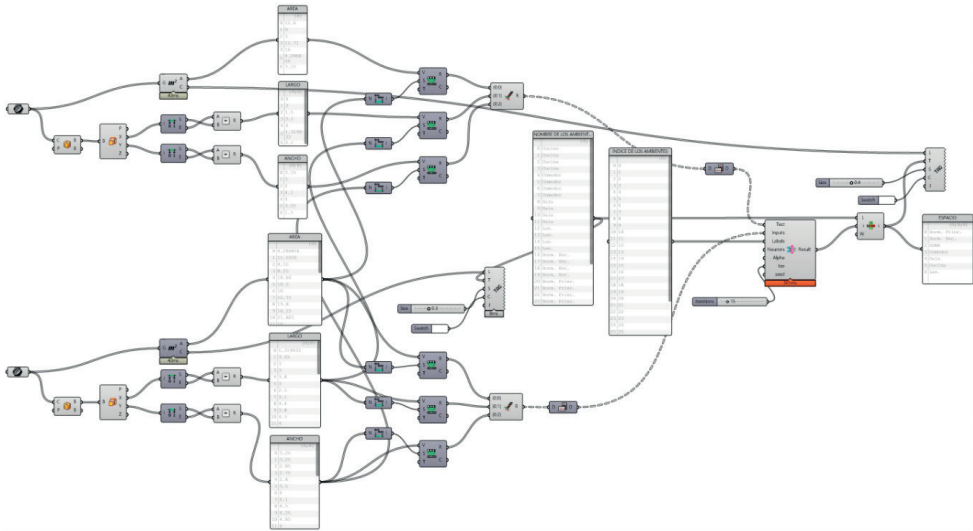


Figura 10: Código base para el proyecto elaborado en Grasshopper. Fuente: Elaboración propia.

Se conectaron ambos códigos al parámetro Neural Network de Lunchbox ML, Primero se le especifico al parámetro que se utilizarían 15 iteraciones, se realiza una lista con los nombres de los ambientes y otra lista con un índice de los ambientes, que se conectan al plug in antes mencionado. A ese resultado se le aplica el parámetro de elemento de una lista y en base a este se puede extraer la data sobre que espacios son los que se tienen en la geometría de prueba.

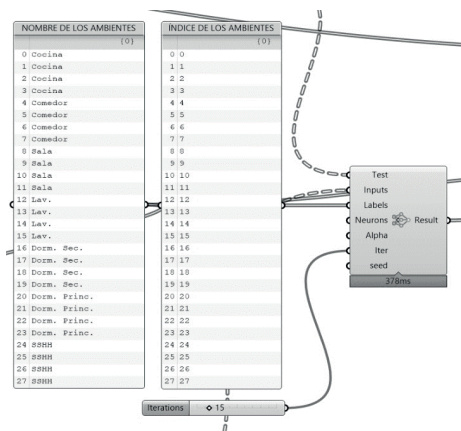


Figura 11. Nombre de los ambientes, índice de los ambientes y plug in de neural networks en grasshopper. Fuente: Elaboración propia.

Se dibujó en el Rhinoceros 3D la geometría de prueba tomando un tipo de sala, un tipo de comedor, un tipo de cocina, un tipo de lavandería, un tipo de dormitorio principal, un tipo de dormitorio secundario y un tipo de baño. Las medidas de estos rectángulos para la geometría de prueba tenían el

mismo largo, ancho y área de algunas de las variables de la geometría base. Lo que la computadora reconocerá serán estos rectángulos (geometría de prueba) y les pondrá etiquetas con el nombre del espacio. Para hacer esto la computadora deberá recordar el largo, ancho y área de la geometría base.

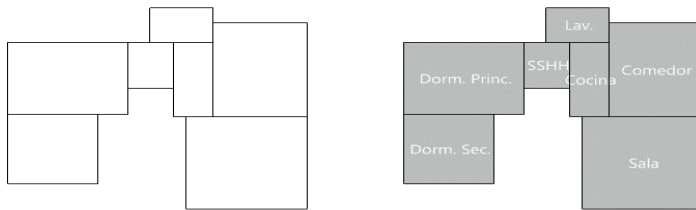


Figura 12. Geometría de prueba (izquierda). Geometría con los nombres de los espacios reconocidos por la computadora (derecha). Fuente: Elaboración propia.

Aspectos éticos: Los autores declaran que se cumplió con toda la normatividad ética nacional e internacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado final de este caso de estudio comprueba que la computadora puede reconocer espacios en base a estas tres variables: largo, ancho y área. Por ende se cumple la hipótesis planteada. Además, la computadora puede ponerles una etiqueta con el nombre de cada espacio. De acuerdo con Radziszewski (2017), las técnicas de aprendizaje automático proporcionan muchos métodos que pueden implementarse actualmente en la práctica arquitectónica común debido a las limitaciones del software de diseño paramétrico, el crecimiento

en la popularización de las habilidades de programación entre los arquitectos y la necesidad de automatización del diseño arquitectónico. Adicionalmente, de acuerdo con Cudzik & Radziszewski (2018) las herramientas utilizadas por los arquitectos se encuentran en constante evolución y se observa que el reto para todo arquitecto será anticiparse al cambio de funciones en su actividad laboral y desarrollar las habilidades necesarias que se requerirán.

Se puede mencionar a As *et al.* (2018), que realizaron una investigación similar donde cada espacio de una vivienda era un nodo con distintos atributos como tipo, área, volumen y sus conexiones directas; en este caso ellos utilizaron una red neuronal profunda. Mientras que en la

presente investigación se utilizó una red neuronal recurrente. Finalmente, de acuerdo con McMeel (2019) si no se está diseñando con data entonces

no se está diseñando del todo y al ser una tecnología disruptiva se le debe dar una oportunidad y probarla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angeles, M. 2019. *Descubre cómo usa Instagram el Big Data e Inteligencia Artificial* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://velogig.com/descubre-usos-instagram-big-data-inteligencia-artificial/>
- As, I.; Pal, S. & Basu, P. 2018. Artificial intelligence in architecture: Generating conceptual design via deep learning. *International Journal of Architectural Computing*, 16: 306–327.
- Autodesk. 2019. *El concepto de Inteligencia Artificial está más presente que nunca en nuestra sociedad. Hoy en día encontramos diferentes aplicaciones en diferentes ámbitos y como consecuencia encontramos nuevos retos.* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: https://www.autodeskjournal.com/2019/05/20/inteligencia-artificial-aplicada-a-la-construccion/?fbclid=IwAR3a7gqp7DBSNh32_F46jYRD03KVv57I0n6lxEmjmwXfejJ01Kh7BZ_sSTw
- Baldwin, E. 2019a. *BuildTech Futures: Artificial Intelligence and Machine Learning* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/924704/buildtech-futures-artificial-intelligence-and-machine-learning>
- Baldwin, E. 2019b. *Higharc Startup Aims to Automate Home Design* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: https://www.archdaily.com/918084/higharc-startup-aims-to-automate-home-design?ad_medium=gallery
- Bharadwaj, R. 2019. *AI Applications in Construction and Building – Current Use-Cases* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/ai-applications-construction-building/> leído el 19 de Febrero del 2019.
- Benedikt, C. & Osborne, M. 2013. *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- Brown, D.C. 2005. Artificial intelligence for design process improvement. Chapter 6. Design process improvement. pp 158-173. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-84628-061-0_7
- Cudzik, J. & Radziszewski, K. 2018. Artificial Intelligence aided architectural design. Ed. Kępczyńska-Walczak, A. & Sebastian Białkowski, S. pp. 77-84
- Fehrenbacher, K. 2016. *How to Use Machine Learning (and People) to Make Buildings Better* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://fortune.com>

- com/2016/06/08/machine-learning-for-buildings/ leído el 8 de junio del 2019.
- Fernández, M. 2017. El futuro de la educación: el 65% de no-sé-quién va a hacer no-sé-qué. *El país*. Recuperado de: https://elpais.com/elpais/2017/03/10/hechos/1489146364_790212.html leído el 12 de marzo del 2017.
- Foundationrobotica. 2019. Cómo usa Netflix la inteligencia artificial [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://foundationrobotica.com/como-usa-netflix-la-inteligencia-artificial/>
- Guo, X.; Shen, Z. & Zhang, Y. & Wu, T. 2019. Review on the application of Artificial Intelligence in smart homes. *Smart Cities*, 2: 402-420.
- Howe, M. 2017. *The promise of generative design* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/insight/the-promise-of-generative-design> leído el 5 de abril del 2017.
- Kumparak, G. 2019. *Built Robotics' massive construction excavator drives itself* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://techcrunch.com/2019/03/29/built-robotics-massive-construction-excavator-drives-itself/> leído el 29 de marzo del 2019.
- McMeel, D. 2019. Algorithms, AI and Architecture Notes on an extinction. *International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA)*, 2: 61-70.
- Nate. 2018. *New Machine Learning Examples with LunchBoxML* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://provinground.io/2018/03/12/new-machine-learning-examples-with-lunchboxml/> leído el 12 de marzo del 2018.
- Neufert, E. 1975. *Arte de proyectar en arquitectura*. (15^{ava} ed.). Barcelona, España: Gustavo Gili.
- OBS Business School. 2015. *Estudio Big Data 2015* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://www.obs-edu.com/es/noticias/estudio-obs/en-2020-mas-de-30-mil-millones-de-dispositivos-estaran-conectados-internet>
- Radziszewski, K. 2017. Artificial Neural Networks as an Architectural Design Tool-Generating new detail forms based on the Roman Corinthian Order Capital. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 245: 1-8.
- Ramesh, R. 2017. *What is Artificial Intelligence? In 5 minutes* [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=2ePf9rue1Ao&feature=youtu.be>
- Rajagopal, A.; Tetrick, C.; Lannen, J. & Kanner, J. 2018. The rise of AI and Machine Learning in Construction [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://www.autodesk.com/autodesk-university/article/Rise-AI-and-Machine-Learning-Construction-2018>
- Shulkin, J. 2018. *La evolución de los traductores automáticos gracias a las redes neuronales* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://www.infobae.com/america/tecnologia/2018/07/28/la-evolucion-de-los-traductores-automaticos-gracias-a-las-redes-neuronales/> leído el 20 de diciembre del 2018.

Sullivan, M. 2018. *This Algorithm might design your next office* [Mensaje de un Blog]. Recuperado de: <https://www.wework.com/newsroom/posts/this-algorithm-might-design-your-next-office> leído el 31 de julio del 2018.

Received October 16, 2019.

Accepted December 12, 2019.