

BIM: NUESTRO PEQUEÑO BIG DATA

Enrique Sánchez Acosta, Doctor en Tecnologías de la Información Aplicadas

Fernando Valderrama, Arquitecto

RIB Spain = Presto + iTWO Software para la construcción

De la digitalización a la informatización

La aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial requiere grandes cantidades de datos digitalizados para extraer patrones y aplicar algoritmos. Hay sectores de la industria donde estos datos existen de forma natural, pero no es el caso de la construcción, donde los modelos económicos, de gestión del tiempo y la información propia del diseño, si bien están en formatos digitales desde hace muchos años, no están informatizados en el sentido literal del término. Es decir, se mantienen como datos aislados, no relacionados ni vinculados entre sí y por tanto no configuran un sistema de información como tal.

BIM viene a cambiar esta situación, estimulando la interconexión de estas islas de datos, tanto entre sí, como entre unos proyectos y otros o entre los proyectos y referencias, normas o protocolos exteriores.

A partir de las experiencias realizadas por los autores en modelos BIM se han generado estadísticas que demuestran y cuantifican el enorme volumen de datos gestionados, se proponen utilidades, aplicaciones y retos innovadores y se debate sobre los modelos más adecuados para estructurar, o no, los datos, de manera que sean aplicables los algoritmos y se libere el enorme potencial que contienen y que constituyen el auténtico y todavía desconocido Big Data de la construcción.

CONTENIDO

BIM: Nuestro pequeño Big Data

Antecedentes

El diseño paramétrico

Diseño de plantas

Gramáticas formales

Datos, información, conocimiento, sabiduría

Necesidad de datos

Nuestro pequeño Big Data

Ejemplos

¿De quién son los datos?

Trabajos futuros

Referencias

Antecedentes El diseño paramétrico

La expresión “inteligencia artificial” es realmente un concepto elusivo, en el sentido de la definición que alrededor de 1990, y que sigue siendo vigente, daba César Pérez-Chirinos, asesor en Tecnología e Innovación de la Secretaría General de Hacienda y Política Financiera, del Ministerio de Economía y Transformación Digital de España: “Inteligencia artificial es todo aquello que todavía no hacen los ordenadores”

Cada vez que se resuelve informáticamente un objetivo que hasta ese momento se suponía como parte de la inteligencia artificial recibe un nombre y sale de ese campo, como “traducción automática” o “reconocimiento de imágenes”.

El intento de utilizar el ordenador para resolver problemas complejos, como el diseño de arquitectura, es tan antiguo como los propios ordenadores.

El origen se puede rastrear hasta Christopher Alexander, el arquitecto que estaba en el MIT en el momento adecuado. En una visión extraordinariamente reduccionista afirmó que escribiendo las reglas que describen un problema de diseño el ordenador sería capaz de encontrar rápidamente la mejor solución (Alexander, 1977). Sus libros solo tienen hoy interés histórico porque la solución de problemas complejos es mucho más compleja que los propios problemas. Para él, por ejemplo, la ciudad era simplemente un árbol, un sistema de relaciones jerárquicas. Más tarde corrigió y dijo “la ciudad no es un árbol”, pero solo porque la convirtió en un semirretículo, un árbol en el que cada hoja puede pertenecer a más de una rama. Antes que ver el ordenador como una mano para dibujar, lo ve como un cerebro para pensar: es mucho más atractivo.

Sus ideas se han ido actualizando y adaptando con el tiempo a las nuevas tecnologías, tanto es así que en una entrevista más o menos reciente (Crosbie, 2018) comentó como una Inteligencia artificial basada en aprendizaje profundo o DDN (Deep Neural Network) sería capaz de determinar, una vez entrenada correctamente, cómo debe ser un espacio arquitectónico “espiritual”, basándose en las percepciones humanas de proporción, iluminación, altura, olores o cualidades auditivas. En sus propias palabras “El trabajo se basa principalmente en la disponibilidad de datos y cuantos más mejor.”

Los conocimientos de la época sobre la estructura del proceso de diseño eran imperfectos; se hablaba de creatividad y metodologías de proyecto donde hoy se hablaría de paradigmas y refinamiento de prototipos. De esta forma, se pensaba que habría un sistema que a partir de unas condiciones, determinaría un universo de soluciones y sería capaz de elegir la buena.

El tiempo demostró el carácter irreal de estas pretensiones. Las dificultades demostraron ser insalvables. Los pioneros cambiaron de actividad y muchas veces se dedicaron a desprestigiar el ordenador. Ya que ellos no habían llegado a ningún lado, dudaban de que otros lo hicieran.

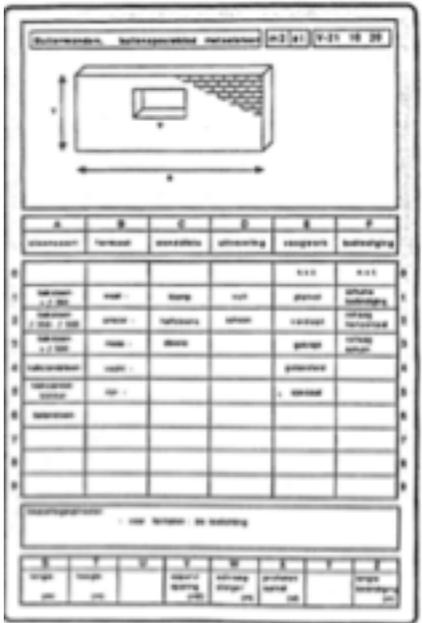
Conceptos paramétricos

En el campo de los costes, que incluye la definición de las especificaciones de las unidades de obra que forman un proyecto, la idea de los conceptos paramétricos, ya imaginada por Requena en 1975 (Rubio Requena, 1975), utiliza la definición de unas reglas y la selección de unos parámetros y genera tanto el análisis de los precios unitarios como sus textos.

m² CUBIERTA PLANA				CI/SIB (27.1)					
TIPO	MATERIAL	ALTURA MEDIA (cm.)	DETALLE	FORMACION	REBORDO CON MORTERO	CAPA DE COMPRESION	JUNTA DE DILATACION	REVESTIDO PROTECTOR	IMPEDIMENTO ALTERNATIVO (1:100 000)
1	ALBAÑILERIA	10
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Rubio Requena, Conceptos paramétricos

La primera implantación comercial de esta idea fue en 1987, en el programa holandés Ibis-Calc, de Brink Groep, comercializado entonces por Intergraph.



Ibis-Calc, Conceptos paramétricos

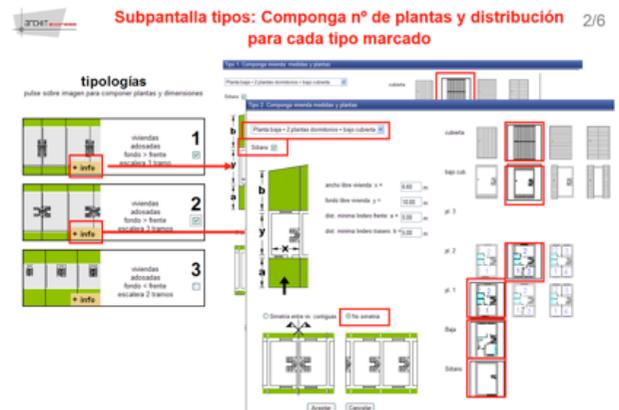
Una vez definida una sintaxis, el usuario sólo tiene que dar valor a los parámetros para obtener el resultado. Con un mismo concepto se pueden generar miles de derivados. Se impiden también mediante reglas las combinaciones inválidas, por lo que es una verdadera herramienta de ayuda al diseño, ya que no solo ahorra tiempo sino que completa el conocimiento de la construcción del profesional que lo usa.

Diseño de plantas

Las ayudas al diseño en este aspecto se han centrado en la generación automática de distribuciones en planta, como las aportaciones realizadas por Canivell en fecha tan temprana como 1988 (Canivell, 1988) basados principalmente en algoritmos de análisis de grafos.

Aun es anterior Gene, un programa de simulación que genera plantas, de Javier Seguí, citado en (Negroponte, 1975).

Pero treinta años después no se ha avanzado nada. Architexpress, un programa realizado en 2014 por el arquitecto Oscar Rodríguez-Mora que genera plantas en condiciones no triviales, se abandona sin más desarrollo.



Architexpress, Oscar Rodríguez-Mora

Otros intentos recientes en ese sentido como Architizer ya declaran las limitaciones de su alcance. (Bahadusingh, 2020)

Aun así, no son técnicas de inteligencia artificial estrictamente hablando o al menos no utilizan ningún tipo de aprendizaje automático, sino que se trata de algoritmos, que forman parte en realidad del diseño paramétrico o de patrones visto en el apartado anterior.

Gramáticas formales

A medida que pasa el tiempo la potencia de los ordenadores sube y las expectativas, paradójicamente, bajan. Según la ley de Moore G., cofundador de Intel, (Moore, 1965) la cantidad de transistores por superficie se duplicaría cada dos años, lo que puede suponer que de aquí a 2050 se duplicará casi 15 veces la potencia de los ordenadores actuales. Sin embargo, la capacidad para utilizar esa potencia no va al mismo ritmo.

Las gramáticas formales son un paso interesante en la búsqueda de un diseño asistido. Se trata de un sistema de formas geométricas que incluye unas reglas de reproducción de aplicación más o menos aleatoria. Un fractal es una gramática formal automática.

El desaparecido William Mitchell popularizó este concepto en el mundo de la arquitectura en los noventa. (Mitchell, 1990)

El Frank Lloyd Wrighter es una gramática formal de George Stiny basada en una idea original de Hugh Rorick. Consiste en un conjunto de algoritmos, con algún componente de azar, que genera plantas con el estilo particular de las Casas de la Pradera de las viviendas de Wright. (Stiny & Gips, 1971)

Otros sistemas similares generan villas palladianas, como “Villa Hollywood” o “Villa Wine”, o las Casas de Malagueira de Álvaro Siza (Heitor, 2003).

El desarrollo de una gramática de este tipo requiere partir de un estilo que tenga unas características particulares, fácilmente reconocible, y encontrar las reglas que generan resultados con esas características. Mitchell y Stiny realizaron diversos trabajos a lo largo de los años basándose en este tipo de gramáticas formales, utilizándolas incluso para el diseño de jardines (Stiny & Mitchell, The grammar of paradise: on the generation of Mughul gardens, 1980)

Se pueden llamar también “autómatas celulares”, en honor al juego de la vida, creado por John Horton Conway. (Damerow, 2012) Un trabajo con este nombre de Thomas Kvan (Herr, 2007) genera automáticamente edificios como los imaginados por Efrén García Grinda y Cristina Díaz Moreno en el proyecto de Aomori, en 2001, basándose también en los modelos computacionales colaborativos de trabajos previos de Kvan (Kvan, 2000).



Kvan, Alternativas del proyecto Aomori

Datos, información, conocimiento, sabiduría

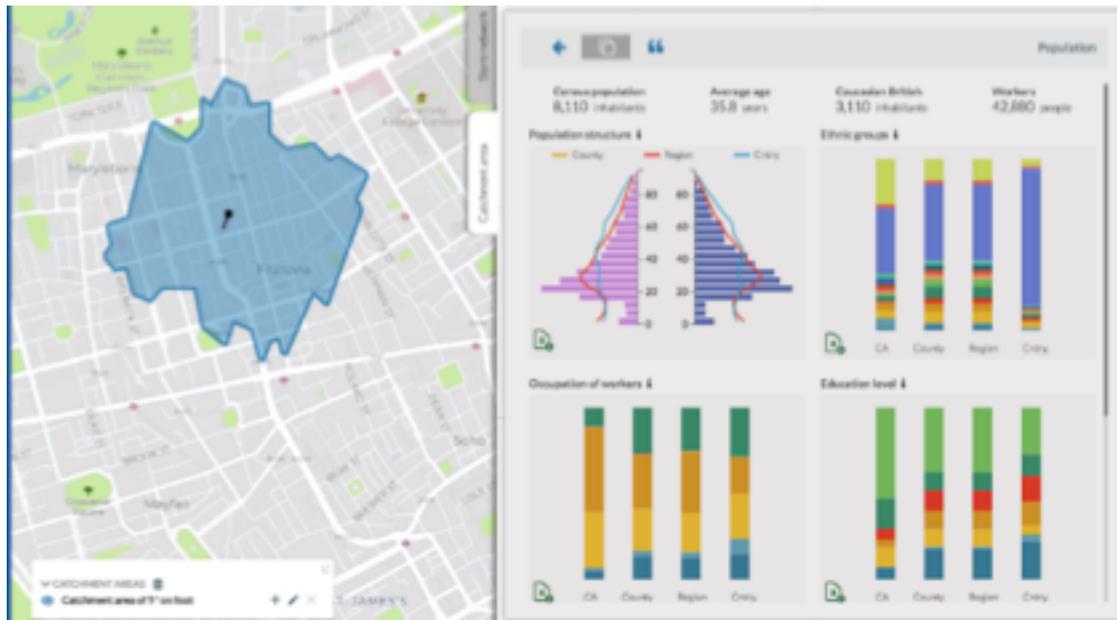
Necesidad de datos

Todos los enfoques anteriores están basados en reglas escritas por un experto. Pero como dijo Polanyi, sabemos más de lo que podemos decir: (Polanyi, 1966)

De esta forma, los problemas de verdad no se pueden resolver mediante algoritmos predefinidos, sino buscando patrones que manualmente no se detectan, o se detectan, pero no sabemos explicarlos. Esta es la base fundamental de lo que hoy se conoce como aprendizaje automático, una de las ramas más recientes de la inteligencia artificial. Y para encontrar patrones hay que disponer de un gran número de datos. Es decir, o tenemos reglas (algoritmos), o tenemos datos.

Los campos en los que ha tenido éxito algo parecido a la inteligencia artificial son los campos en los que hay datos, como el sector inmobiliario, por su naturaleza de mercado que opera en el espacio abierto.

Geoblink, una empresa española especializada en inteligencia de ubicación, la recopilación y el análisis de datos geoespaciales para ayuda a la toma de decisiones de negocio basadas en la ubicación, fue catalogada como una de las 50 startups más innovadoras por las aplicaciones que ofrecía su análisis de datos (Geoblink, 2020). Su principal función es recopilar y enriquecer diferentes tipos de grandes conjuntos de datos, como datos GPS, datos transaccionales, datos sociodemográficos, tráfico de peatones o datos de puntos de venta, para ser utilizados en análisis geoespaciales profundos.



Geoblink, datos de habitantes y transeúntes en una zona de Londres

Un entorno así permite crear combinar y cruzar los datos públicos para generar información, dando lugar tanto a proyectos de investigación como a iniciativas empresariales.

Pero la actividad constructora en general no produce datos públicos y esto puede llegar a ser un problema a la hora de generar la información necesaria para el entrenamiento de las redes neuronales utilizadas en el aprendizaje automático.

Uno de los países considerados como más avanzados en el mundo BIM y en general en la mejora de la construcción es Reino Unido. Muchas de sus decisiones han estado basadas en la recopilación duradera y sistemática de datos, en algunos casos, desde el final de la Segunda Guerra Mundial, cuando se produjo una gran inversión en hospitales y escuelas, de todo lo cual se llevó un registro exhaustivo de tiempos y costes.

Un claro ejemplo de ellos son las primeras curvas “S” predictivas, generadas durante la construcción de los hospitales de la seguridad social británica, recopiladas por Hudson (Hudson, 1978).

Otro caso es el sistema predictivo de duración de las obras desarrollado por BCIS (Joe Martin, 2006) en base a cientos de casos reales.

De hecho, uno de los resultados del informe Rethinking Construction (Egan, 1998) solicitado por el ministro de Construcción del Reino Unido, es la creación de los Key Performance Indicators, con la publicación del KPI Report (The KPI Working Group, 2000).

- Tiempo
- Coste
- Calidad
- Satisfacción del cliente
- Modificaciones del proyecto
- Rentabilidad
- Seguridad y salud

Pretender obtener resultados de inteligencia artificial sin datos es la contrapartida de escribir un programa de cálculo sin saber resolverlo manualmente antes. Y, además de generar datos, medir es mejorar.

Nuestro pequeño Big Data

Los modelos BIM son depósitos naturales de datos, tanto si se conservan en archivos de intercambio IFC como en sus archivos nativos.

Para utilizar los datos BIM hay que extraerlos de estos archivos de forma que sean gestionable por los sistemas de análisis y minería de datos. La experiencia de los autores trabajando en RIB Spain es que la geometría, convertida en líneas de medición (take-off lines), completada con los valores de los parámetros de todos los elementos, y asociada a unidades de obra (work items) bien definidas y a actividades o tareas, es una potente base de datos en la que se puede encontrar información más allá de la que se requiere para sus objetivos iniciales, relacionados con el tiempo y el coste.

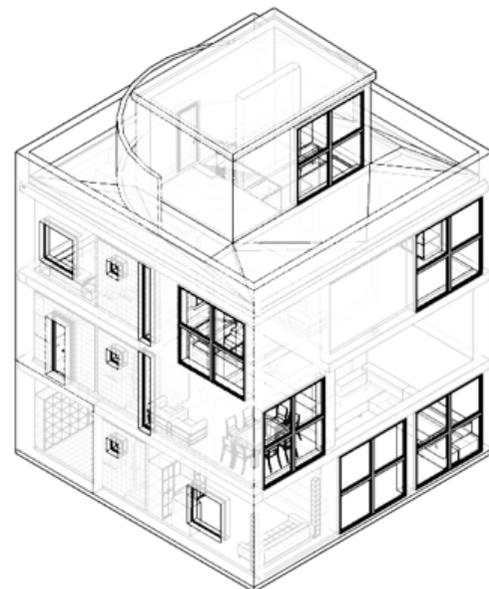
	Elementos		Valores		
	Nº	/m2	Nº	/m2	/Elem.
ARQ	5.594	19	47.464	158	8
EST	594	2	8.084	27	14
MEP	1.464	5	50.701	169	35
Total	7.652	26	106.249	354	

Estadística de elementos y parámetros de un modelo BIM

Esto da lugar a varios millones de datos por proyecto, que están bastante estructurados y por tanto se pueden procesar para encontrar reglas de comportamiento.

Ejemplos

RIB Spain lleva trabajando varios años en la obtención de datos de los modelos BIM tanto a nivel paramétrico como geométrico llevándolos a su programa de mediciones Presto desde diferentes fuentes de datos. Existen números casos de éxito donde estos datos han servido para realizar la medición, planificación y presupuesto de los modelos BIM. Como ejemplo el modelo de la sencilla vivienda unifamiliar de la figura contiene 2000 elementos y más de 75.000 parámetros utilizables a través de Cost-it.



Modelo de la Casa Turégano de Alberto Campo

Tabla	Elem...	Descripción
1	Agenda	7 Información asociada a días, meses y años
2	Archivos	102 Archivos incorporados al presupuesto
3	AsociadoCon	144 Relación entre los archivos y los conceptos a los que están
4	Conceptos	252 Conceptos, incluyendo espacios, tareas, entidades y contra
5	Espacios	12 Relación entre conceptos de tipo espacio y números de fas
6	Fases	376 Datos asociados a las relaciones por certificaciones o espac
7	Mediciones	1.969 Líneas de medición
8	Relaciones	244 Parejas entre cada concepto superior e inferior
9	ValoresVar	75.041 Valores asignados a una variable en un concepto o línea d
10	Variables	1.511 Variables de la obra

Datos exportados a Presto

Sin embargo, hace falta un paso mas para el uso de la inteligencia artificial en este campo, la compartición de datos y modelos.

Nuestro pequeño Big Data: mediciones de un modelo BIM

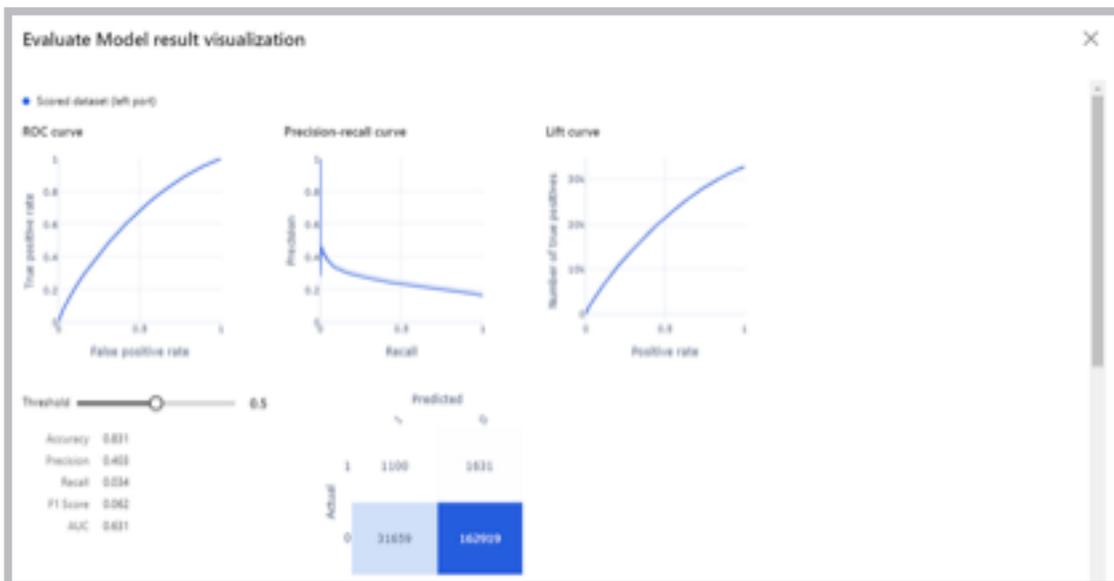
Una de las aproximaciones en las que ya se está trabajando es la de utilizar los millones de datos obtenidos de los modelos para clasificar los elementos de forma automática. Ese proceso se realiza actualmente de forma manual y sería de gran ayuda una herramienta que permita clasificar la unidad de obra a la que debe asignarse cada elemento de forma automática, tanto en el presupuesto como directamente en el modelo.

Para ello se está trabajando sobre diferentes aproximaciones de aprendizaje automático o Machine Learning. Una de ellas es la clasificación BoW (Bag of Words) que utiliza la enorme cantidad de información obtenida de las mediciones para generar una máquina clasificatoria utilizando sistemas polinómicos, de Chi cuadrado o Gaussianos y una vez entrenada, generar en segundos cualquier clasificación, no importa si esta viene con los datos de modelos BIM o con los datos obtenidos de diferentes imágenes. (Cárdenas, 2014)

Otra aproximación en la que se está trabajando es utilizando las herramientas de Microsoft Machine Learning, mas concretamente las de regresión, para obtener modelos predictivos a través de los datos y que sean capaces de generar por si solos el código de la unidad de obra apropiada a cada elemento del modelo.

BagOfWords





Aplicación de herramientas de minería de datos

Todos estos modelos se están obteniendo a través de los datos de diferentes ejemplos con los que cuenta la compañía, pero no cabe duda de que, a mayor cantidad de datos, mejor será la predicción.

¿De quién son los datos?

Existe otro obstáculo a la disponibilidad de los datos, que es la propiedad. La habitual relación entre inteligencia artificial y la nube se debe a que los datos subidos a la nube son más accesibles que los que permanecen en el ordenador de cada usuario, pero hay que aclarar que solo sirven para esta finalidad si el usuario da su permiso, lo que no va a ocurrir en el caso general de los profesionales del diseño, empresas constructoras y promotores, desarrolladores o mandantes, sin una regulación institucional adecuada.

En realidad, hay cientos de miles de planos DWG en el mundo, pero resulta imposible acceder a ellos. ¿Pasará esto mismo con el BIM? ¿Alguien dejará acceso libre a sus CDEs, incluso aunque hayan pasado muchos años desde que el proyecto se terminará?

Trabajos futuros

Algunos retos en este sentido pueden ser:

- Detectar discordancia entre textos y dimensiones geométricas, como elementos descritos con unas dimensiones que en el modelo tienen otras.
- Localizar proporciones incongruentes de elementos, como superficies de forjados y pavimentos que no coinciden.
- Proponer elementos necesarios, pero no modelados, por error o a propósito, como acabados, instalaciones, seguridad y salud, control de calidad, etc.

Trabajos futuros

Algunos retos en este sentido pueden ser:

- Detectar discordancia entre textos y dimensiones geométricas, como elementos descritos con unas dimensiones que en el modelo tienen otras.
- Localizar proporciones incongruentes de elementos, como superficies de forjados y pavimentos que no coinciden.
- Proponer elementos necesarios, pero no modelados, por error o a propósito, como acabados, instalaciones, seguridad y salud, control de calidad, etc.

Referencias

- Alexander, C. (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. Oxford University Press.
- Bahadusingh, N. (2020). Could This "Automatic Plan Generator" Spell the End of CAD Technicians? Recuperado el 12 de 07 de 2021, de <https://architizer.com/blog/inspiration/industry/finch-automatic-plan-generator/>
- Canivell, J. (1988). Generación automática de distribuciones en planta: Parte II. *Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería*, 175-202.
- Cárdenas, J. O. (2014). Clasificación automática de textos usando redes de palabras. *Signos*, 47(86), 346-364.
- Crosbie, M. (2018). *Doom or Bloom: What Will Artificial Intelligence Mean for Architecture*. Common Edge.
- Damerow, J. (2012). *The Game of Life*, by John Horton Conway. *Embryo Project Encyclopedia*.
- Egan, J. (1998). *Rethinking Construction*. Construction Task Force , Londres.
- Geoblink. (2020). *The Location Management Platform*. Recuperado el 12 de 07 de 2021, de <https://www.geoblink.com/>
- Heitor, T. P. (2003). Combining grammars and Space Syntax: Formulating, evaluating, and generating. *Proceedings, 4th International Space Syntax Symposium London 2003*, (pág. 28 ss.). Londres.
- Herr, C. M. (2007). Adapting cellular automata to support the architectural design process. *Automation in Construction*, 16(1), doi:10.1016/j.autcon.2005.10.005.
- Hudson, K. W. (1978). *DHSS expenditure forecasting method*. Chartered Quantity Surveyor.
- Joe Martin, T. B. (2006). *Predicting Construction Duration of Building Projects*. *Shaping the Change XXIII FIG Congress*. Munich.
- Kvan, T. (2000). Collaborative design: what is it? *Automation in construction*, 9(4), 409-415.
- Mitchell, W. J. (1990). *The logic of architecture: Design, computation, and cognition*. MIT Press.
- Moore, G. (1965). Moore's law. *Electronics Magazine*.
- Negroponete, N. (1975). *Reflections in Computer Aids to Design in Architecture*. Nueva York: Petrocelli Charter.
- Polanyi, M. &. (1966). *The tacit dimension*. University of Chicago press.
- Rubio Requena, P. M. (1975). En C. d. UPM (Ed.), *Un sistema para describir unidades de obra y su aplicación a las mediciones* (págs. 243-245). Madrid: In Coloquio Internacional sobre Arquitectura y Automática.
- Stiny, G., & Gips, J. (1971). Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture. In *IFIP congress (2)* (Vol. 2, No. 3, pp. 125-135).
- Stiny, G., & Mitchell, W. J. (1980). The grammar of paradise: on the generation of Mughul gardens. *Environment and planning B: Planning and design*, 7(2), págs. 209-226.
- The KPI Working Group. (2000). *KPI Report for the Minister for Construction*. Londres: Department of the Environment, Transport and the Regions.