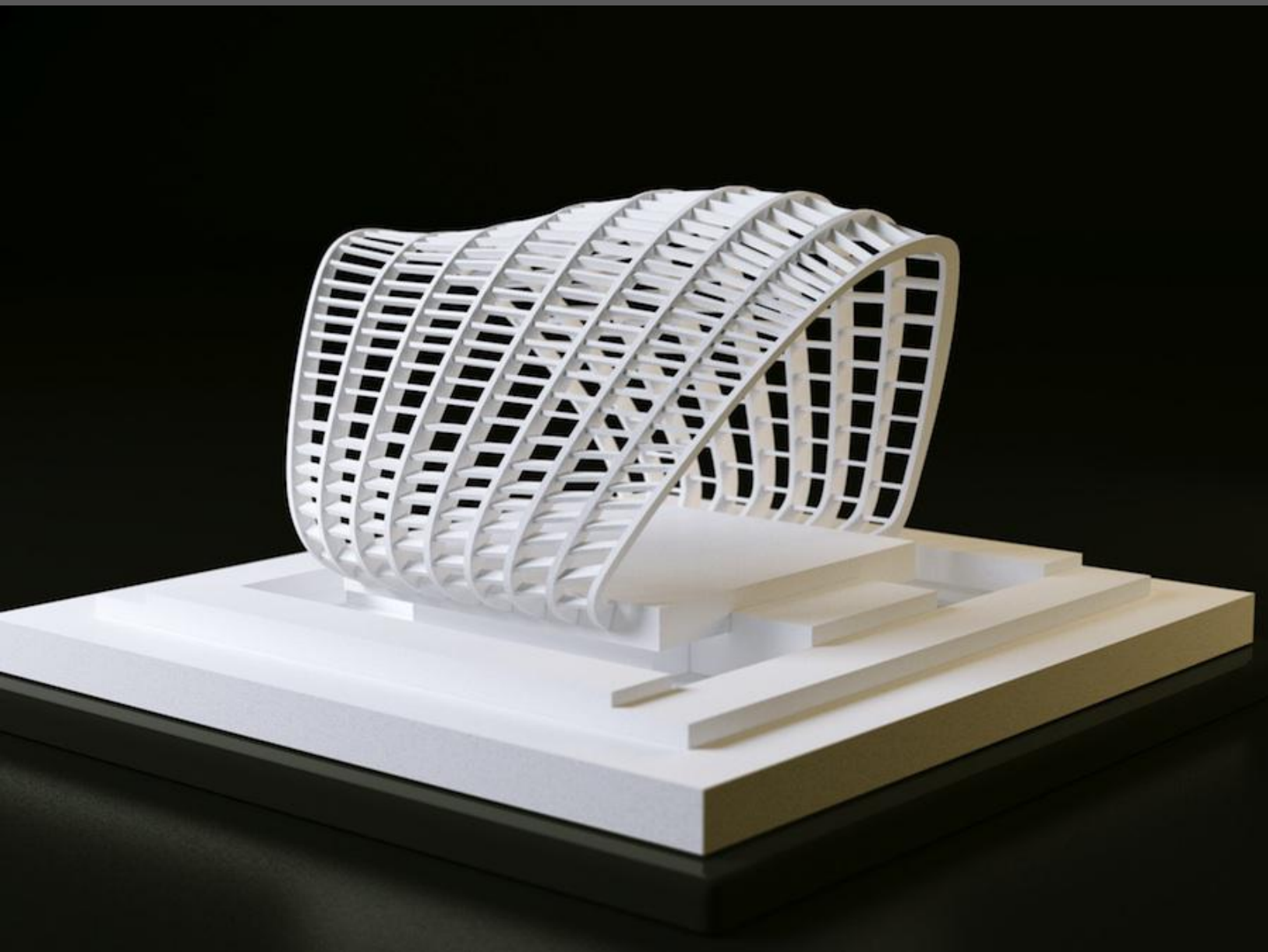


Aplicaciones de la impresión 3D en arquitectura



*Facultad de Informática, Electrónica y
Comunicación*

*Escuela de Ingeniería en Electrónica y
Comunicación*

Ingeniería en Mecatrónica

*Autores: Aidan García, Joel Buitrago,
Jonathan González*



Aplicaciones de la impresión 3D en arquitectura

Autores: Aidan García, Joel Buitrago, Jonathan González

Resumen

El siguiente documento presenta uno de los últimos avances en la tecnología, donde se aplican conceptos y procedimientos de arquitectura e impresión 3D, los cuales se complementan debido a las características de ambos, pues la arquitectura se encarga de crear estructuras, que se vean estéticamente bien o de una forma muy ordenada sin perder su funcionalidad. La impresión 3D usa materiales moldeables, con diferentes características para generar todo tipo de formas que son diseñadas en una computadora. La sinergia entre los dos conceptos, ha llevado a muchas organizaciones a empezar a hacer desarrollos, creando impresoras 3D de gran tamaño para generar diferentes edificaciones, de una manera automatizada, pudiendo terminar proyectos en lapsos de ciertos días de manera constante y sin hacer algún tipo de pausa. La unión de ambos conceptos ha generado muchas ideas innovadoras y avances para cada área.

Palabras Clave: arquitectura, impresión 3D, funcionalidad, automatizada, avances.

Introducción

La arquitectura es el análisis, el arte y la práctica del diseño de inmuebles y otras construcciones (como la arquitectura web). El concepto también se utiliza para explicar el diseño estructural de un objeto [1].

La Revolución Industrial provocó un enorme y rápido desarrollo de la automatización y la maquinización, que nunca antes se había observado.

La ornamentación se produjo en gran medida en una mayor importancia como resultado de la simplicidad (y bajo costo), donde el aumento de la automatización ofrece una mayor eficiencia.

También, movimientos arquitectónicos como el modernismo, se centraron en la producción de diseños industriales de mayor calidad y sus más temibles defensores vanguardistas procedían de la escuela Bauhaus, que presentaba las prestaciones internas de las construcciones como demostraciones estéticas de su calidad útil: la funcionalidad se ha convertido en belleza.

Las propuestas de diseño equilibran la imaginación y el pragmatismo del arquitecto, la capacidad de diseñar algo bello que también funcione. Junto a los ingenieros, topógrafos y otros especialistas, contribuyen que un diseño se haga lo más adecuadamente posible [2].

El sector de la arquitectura y construcción ha tenido avances importantes en los últimos años para modernizarse y enfrentar desafíos como la brecha de productividad, la falta de mano de obra cualificada y la necesidad de cumplir con estándares de calidad, sostenibilidad y eficiencia energética. El año 2023 se perfila como clave para la industria, con enfoque en la innovación, la digitalización, la sostenibilidad y la aplicación de tecnologías y métodos vanguardistas para lograr un salto exponencial en el sector.

Mayor impulso a elementos y sistemas que promueven la eficiencia energética, como sistemas de aislamiento térmico, fachadas ventiladas, uso de energías renovables, entre otros. Nueva generación de sistemas fotovoltaicos integrados en fachadas de edificios plurifamiliares, combinando generación de energía y aislamiento térmico. Aumento de la construcción industrializada para impulsar la sostenibilidad, la digitalización y la automatización en la construcción, optimizando tiempos de producción y reduciendo el impacto medioambiental. Mayor uso de realidad virtual y aumentada para visualizar proyectos futuros, detectar defectos y realizar cambios antes de la construcción, reduciendo costes, plazos y errores. Implantación casi obligatoria del BIM (Building Information Modeling) en proyectos de construcción, impulsada por normativas de contratación y licitación pública. Mayor uso de nuevos materiales en la industria de la construcción, como

composites, aleaciones avanzadas y materiales biológicos o mejorados con nanotecnología, para incrementar resistencia, durabilidad y sostenibilidad. Regreso de las formas curvas en la arquitectura contemporánea, gracias a la innovación en materiales y sistemas [3].

La metodología BIM (Building Information Modeling) busca centralizar toda la información de un proyecto de construcción de forma digital, con el objetivo de estandarizar y optimizar el trabajo de construcción. Permite que todos los profesionales involucrados en el proyecto tengan acceso a la información en todo momento, lo que facilita la eficiencia en el proceso de construcción y la actualización constante de la información integrada en el proyecto [4].

Hoy en día la impresión 3D ya se usa en muchas industrias, tanto para crear las piezas de instrumentos complejos, pasando por elementos ortopédicos e incluso biológicos, hasta la impresión 3D en la arquitectura: puentes, escaleras, marcos, placas o fachadas están entre sus recientes desarrollos.

La impresión 3D, también denominada fabricación aditiva, es una familia de procesos que genera objetos añadiendo material a las capas que corresponden a secciones transversales sucesivas de un modelo 3D. Las aleaciones de plástico y metal son los materiales más utilizados para la impresión 3D, pero este proceso puede funcionar prácticamente con cualquier elemento, desde hormigón hasta tejidos vivos [5].

La impresión 3D se utiliza para generar de forma eficaz piezas únicas y cree geometrías de gran complejidad que solo son posibles con la impresión 3D [5].

La impresión 3D ha revolucionado la forma en que se fabrican objetos físicos, al eliminar la necesidad de procesos tradicionales como el mecanizado o la fundición. En lugar de eso, utiliza una tecnología aditiva, donde se van apilando y fusionando capas de material para crear un objeto tridimensional. Esto permite una mayor flexibilidad y libertad en el diseño, ya que se pueden crear geometrías complejas que serían difíciles o imposibles de lograr con métodos convencionales [6].

Además de su capacidad para crear formas geométricas avanzadas, la impresión 3D también se destaca por su rapidez y eficiencia. Los

procesos de preparación son generalmente más simples y rápidos en comparación con los métodos tradicionales de fabricación, lo que reduce los costos fijos asociados. Además, la capacidad de fabricar piezas bajo demanda y de forma personalizada, sin necesidad de grandes volúmenes de producción, brinda una mayor flexibilidad en la fabricación y reduce la necesidad de almacenamiento de inventario [6].

Otra ventaja de la impresión 3D es la amplia variedad de materiales que se pueden utilizar, desde plásticos y metales hasta cerámica, resinas y materiales compuestos. Esto permite adaptar los materiales a las necesidades específicas del objeto o la aplicación, lo que resulta en productos finales con propiedades mecánicas, térmicas y químicas optimizadas [6].

En la industria de la ingeniería, la impresión 3D se utiliza con frecuencia para la creación de prototipos funcionales y pruebas de concepto, lo que permite acelerar el proceso de diseño y desarrollo de productos. Además, la capacidad de imprimir piezas ligeras y con geometrías optimizadas para el rendimiento, como en la fabricación de componentes aeroespaciales, ha llevado a avances significativos en la eficiencia y el rendimiento de los productos finales [6].

Hay muchas características que necesita tener una impresora 3D para arquitectura, entre ellas el llamado “volumen de impresión” que básicamente determina el tamaño de las piezas que se pueden producir en un solo cuerpo [7].

Si dividimos los modelos de una misma maqueta podremos aumentar la calidad y detallismo de los elementos impresos, puliendo y montándolos posteriormente. Otras características deben ser la conectividad y codificación adecuadas, su durabilidad ante el esfuerzo constante, la precisión y la generalidad de materiales que acepten [7].

La impresión 3D en la arquitectura se remonta al año 1976, cuando se inventó la impresora de inyección de tinta. Poco después, en los años ochenta, algunos avances técnicos en los materiales de impresión transformaron la tecnología con tinta 2D en una inyección de materiales que hacía posible el 3D. Impresiones simples en aquel entonces pero el inicio de una revolución que aún hoy en día sigue innovando cada día a todos los niveles [7].

A medida que la tecnología continúa avanzando y se vuelve más accesible en términos de costos y capacidades, se espera que la impresión 3D siga revolucionando la fabricación y la producción de piezas en diversos sectores industriales, desde la automoción y la aeroespacial hasta la medicina y la moda, entre otros [7].

Aplicaciones de las impresoras 3D en trabajos de arquitectura

Las impresoras 3D ahora se utilizan para producir todo tipo de obras de ingeniería civil con mayor rapidez. Esta tecnología ahorra un 60% en materiales, un 70% en tiempo de producción y un 80% en mano de obra. Existen algunos ejemplos de esto [8].

El Dar Al Arkan Villa

El edificio impreso en 3D más grande del mundo es llamado el Dar Al Arkan villa. Es una casa de tres plantas de 345 m² con una altura total de 9,9 metros. La planta baja tiene 130 m² y cuenta con un amplio recibidor con múltiples zonas de estar, una cocina y dos aseos. El segundo piso tiene 140 m² y tiene 3 dormitorios (1 de los cuales es el dormitorio principal), 2 baños, sala de estar y balcón. El tercer piso es un anexo en la azotea con un cuarto de servicio con baño, un salón de usos múltiples y un cuarto de lavado [9].



La empresa estadounidense Apis Cor construyó la estructura utilizando solo una impresora 3D, que se movió por el sitio con una grúa. La obra finalizó en 26 días [10].

El puente de hormigón impreso en 3D más largo del mundo

El puente de hormigón impreso en 3D más largo del mundo se encuentra en el distrito de Baoshan de Shanghái, China. Tiene 26,3 metros de largo y 3,6 metros de ancho [11].



Por lo visto, ya muchas compañías están implementando esta tecnología por todos los beneficios que trae, eficiencia y reducción de costes.

Lista de compañías de edificación usando impresión 3D

Cobod International: Empresa especializada en soluciones de impresión 3D para la construcción. Continuamente se encarga de seguir innovando en la automatización y robótica a la construcción.

Apis Cor: Es una empresa estadounidense de tecnología de la construcción con sede en Melbourne, Florida, que desarrolla tecnología y materiales robóticos patentados para hacer avanzar la industria de la construcción. Se encuentran desarrollando y perfeccionando la tecnología para construir edificios de poca altura con robots. Con sus impresoras 3D han construido casas de concreto duraderas en 2 o 3 meses y, en el futuro, en menos de una semana, lo que permite a los constructores de viviendas aumentar la producción de la construcción y reducir los costos. Actualmente se tienen su tecnología desplegada en Dubai, Boca Chica, Texas y Missouri.

Contour Crafting Corporation (CC Corp): Empresa responsable de incluir varios tipos de construcciones de edificios que incluyen viviendas, edificios comerciales y gubernamentales. CC Corp se formó en

asociación con las principales empresas multinacionales europeas de tecnología de la construcción para comercializar Contour Crafting y otras tecnologías de impresión 3D a gran escala.

ICON: una empresa de tecnología de construcción avanzada dedicada a revolucionar la construcción de viviendas. A través de tecnología de impresión 3D patentada y materiales de vanguardia, ICON resuelve algunos de los problemas más apremiantes del mundo, como la pandemia de personas sin hogar en el mundo en desarrollo, la dificultad de construir hábitats espaciales fuera del planeta y el costo exorbitante de la personalización. Soluciones para muchos. alojamiento.

D Shape Enterprises LLC: Es una empresa de producción de impresoras 3D de hormigón y metal que revoluciona la industria de la construcción a través de sistemas avanzados de máquinas de perforación, soldadura e impresión parcialmente autónomos.

Mighty Buildings: Se especializa en el diseño, producción y ventas de impresoras 3D. Utilizan un material compuesto termoestable llamado Light Stone Material (LSM). Se endurece cuando se expone a la luz ultravioleta y se convierte en un material de construcción más fuerte.

La impresión 3D funciona por el principio de darle forma a algo utilizando un material maleable, pero el procedimiento en como se logra esto puede variar.

Técnicas de impresión 3D

Modelado por deposición fundida (FDM): Se trata de la distribución homogénea del material, capa por capa a través de un extrusor móvil. Esta tecnología cuenta con un software propio que genera necesidades de soporte. La máquina proporciona material para el modelo de espuma y otro material desechable que actúa como soporte de la estructura.

Los plásticos ABS o PLA utilizados en el modelado por deposición fundida son aquellos que utilizan un filamento enrollado en un cilindro que se despliega durante el uso del material. El material se dispensa a través de una boquilla de extrusión que se calienta y alcanza la temperatura ideal para fundir el material.

Sintetizador fundido por laser (SLS): Se crean objetos mediante el polvo al calentarlo debajo de la temperatura de fusión del polímero.

Estereolitografía (SLA): Este tipo de tecnología fue la primera en salir al mercado y consiste en aplicar luz ultravioleta sobre el material de resina para solidificarla.

Sin embargo, existen factores de los cuales se deben tener a consideración de la impresión 3D, los cuales varían según el tipo de impresora y los materiales utilizados. Algunos de estos factores que se deben de considerar al utilizar los distintos materiales son los siguientes [12]:

La impresión 3D puede liberar partículas y otros productos químicos nocivos en el aire. Además de polvos metálicos, disolventes y otros productos químicos.

Factores a considerar

Estática, fuego y explosión: Algunos materiales utilizados pueden ser inflamables o combustibles. Se debe tener en cuenta las altas temperaturas utilizadas por las impresoras para realizar sus procesos para que se de un buen procedimiento en la elaboración de un proyecto.

En comparación con los procesos de inyección o mecanizado, las posibles desviaciones son mayores en la impresión 3D. En la inyección de plásticos, es posible que se den tolerancias en el décimo rango, y en el mecanizado de metal, trabajado en las centésimas. La tolerancia de desviación es de al menos 0,1 mm en la mayoría de los procesos [13].

NASA implementando impresión 3D

Para el 2025 la NASA planea establecer infraestructura y edificaciones en el proyecto “Artemis missions” La Dirección de Misiones de Tecnología Espacial tiene como objetivo estimular la creación de nuevas tecnologías necesarias para la superficie lunar y la aceleración de la creación de nuevas tecnologías y componentes claves. Se aliaron con ICON, una empresa especializada en el desarrollo tecnologías de construcción avanzadas que hacen avanzar a la humanidad mediante el uso de robótica de impresión 3D, software y materiales avanzados.

ICON llama “Project Olympus” a esta iniciativa del desarrollo de estaciones espaciales y edificaciones en la luna junto con la NASA [14].

ICON está desarrollando un sistema de extrusión de regolito fundido, capaz de colar regolito fundido en moldes, y también extruir perlas de regolito fundido adyacentes entre sí y verticalmente una encima de la otra [14].

Este sistema aún está en desarrollo y tiene desafíos operativos pendientes; sin embargo, una vez que esté completo, será capaz de operar con una amplia gama de materiales de entrada y será la opción probable para el uso de lingotes, ladrillos y tejas [14].

Conclusión

El trabajo muestra los diferentes conceptos fundamentales de la impresión 3D y la arquitectura, para mostrar la manera en cómo se complementan ambas. Esto permite una creación de edificaciones de manera automatizada, usando una amplia gama de materiales, cada uno con propiedades distintas, también utilizando muchas técnicas y tecnologías de impresión 3D para realizar los trabajos. Se mostró ciertas pruebas de lo antes mencionado, como una casa y puente fabricados utilizando una gran impresora 3D personalizada para cada tipo de proyecto, la gran cantidad de compañías que se han sumado a esto además de dar una descripción de lo que realiza cada una y en especial la NASA que también ha empezado a utilizar esta tecnología para usarla posteriormente para estaciones espaciales y otras edificaciones en la luna. Esto revolucionaría la manera en que se construye, siendo eventualmente muy eficiente, rápido, reduciendo costos y realizando muchos trabajos de manera automatizada.

Referencias

[1] Royal Architectural Institute of Canada, “What is architecture,” Royal Architectural Institute of Canada, 21-Nov-2014. [Online]. Available: <https://raic.org/raic/what-architecture>.

[2] Riluxa, All about architecture. [Online]. Available: <https://www.riluxa.com/en/all-about-architecture>.

[3] Obras Urbanas, "Ocho tendencias de la construcción y la arquitectura en 2023," Obras Urbanas, 11-Jan-2023. [Online]. Available: <https://www.obrasurbanas.es/ocho-tendencias-que-marcaran-la-construccion-y-la-arquitectura-en-2023/>.

[4] NÜO, "Construcción 4.0: Nuevas Tecnologías para la construcción," Tendencias en control de accesos biométricos. [Online]. Available: <https://blog.nuoplanet.com/nuevas-tecnologias-para-la-construccion>.

[5] Autodesk, "¿Qué es la impresión 3D?: Software de impresión 3D," Autodesk, 25-Sep-2021. [Online]. Available: <https://www.autodesk.es/solutions/3d-printing>.

[6] Hubs, "What is 3D printing? how does 3D printing work?," Hubs. [Online]. Available: <https://www.hubs.com/guides/3d-printing/>.

[7] Paneles Ach, "Claves de la impresión 3D en la arquitectura moderna - Paneles Ach," Blog paneles ACH, 23-Dec-2020. [Online]. Available: <https://panelesach.com/blog/claves-de-la-impresion-3d-en-la-arquitectura-moderna/>.

[8] J. Palacios and S. P. Chimbolema Morocho, "Diseño de un mortero con arcillas y cemento portland tipo i para su uso en impresoras 3D," Repositorio Digital UNACH, p. XII, 2017.

[9] M. Meisenzahl, "This building in Dubai is the largest 3D-printed structure in the world - and it took just 3 workers and a printer to build it," Business Insider, 30-Dec-2019. [Online]. Available: <https://www.businessinsider.com/dubai-largest-3d-printed-building-apis-cor-photos-2019-12>.

[10] VoxelMatters, "World's tallest on-site 3D printed building completed in Saudi Arabia," VoxelMatters, 09-Nov-2022. [Online]. Available: <https://www.voxelmatters.com/worlds-tallest-on-site-3d-printed-building-completed-in-saudi-arabia/>.

- [11] R. Filini, "Impresión 3d (three dimensional) en la construcción de casas y edificios - Análisis de esta tecnología mediante las patentes de invención," Perspectivas, p. 181, 2020.
- [12] Cero Accidentes, "Seguridad en el trabajo con impresoras 3D - cero accidentes," Cero Accidentes, 27-Dec-2020. [Online]. Available: <https://www.ceroaccidentes.pe/seguridad-en-el-trabajo-con-impresoras-3d/>.
- [13] A. Brufau, "¿Con qué precisión puede imprimir una impresora 3D?," igus Blog España, 17-Sep-2021. [Online]. Available: <https://blog.igus.es/knowledge-base/con-que-precision-puede-imprimir-una-impresora-3d/>.
- [14] NASA, "NASA's Moon-to-mars planetary autonomous construction technology project: OVERVIEW AND STATUS - NASA technical reports server (NTRS)," NASA, 2022. [Online]. Available: <https://ntrs.nasa.gov/citations/20220013524>.