

"Gemelos intergeneracionales: reflejando el carácter vital de las ciudades"

Wu Zhiqiang Zhou Mimi Liu Qi Gan Yu Xu Haowen Hei Jinghao

En este artículo, nos centramos en por qué y cómo el "gemelo transgeneracional" mapea las características de vida de las ciudades, revisamos las razones fundamentales del "gemelo transgeneracional", resumimos el proceso de desarrollo del "gemelo transgeneracional" y refinamos el sistema de clasificación de los elementos del "gemelo transgeneracional" y su matriz de relaciones, y señalamos la dirección futura del "gemelo transgeneracional" y sus posibles contribuciones. Se resume el proceso de desarrollo del "gemelo transgeneracional", refina el sistema de clasificación de los elementos del "gemelo transgeneracional" y su matriz de relaciones, y señala la dirección futura del "gemelo transgeneracional" y sus posibles contribuciones. Deducimos que la vida urbana tiene tres formas: vida física, vida social y vida digital. La vida material y la vida social de la ciudad evolucionan iterativamente, por lo que la vida digital de la ciudad también debe mapear la vida material y la vida social de la ciudad para evolucionar iterativamente. La introducción del "hermanamiento intergeneracional" desde el proceso de producción industrial a la planificación urbana y la gestión de la construcción debe abordar las características de la evolución iterativa de las ciudades y combinarse con el "tiempo", que es una preocupación central en la planificación urbana y la gestión de la construcción. La clave del "hermanamiento intergeneracional" es ver el futuro de la ciudad y utilizar el futuro para guiar la toma de decisiones del presente; la ventaja del "hermanamiento intergeneracional" es ver la historia de la ciudad y hacer una base científica para el desarrollo actual y futuro; la importancia científica del "hermanamiento intergeneracional" es encontrar el futuro de la ciudad de esta manera. La importancia científica del "hermanamiento intergeneracional" radica en el descubrimiento de las leyes del desarrollo urbano. "El hermanamiento intergeneracional ayuda a las disciplinas urbanas a comprender las interrelaciones entre la historia, el presente y el futuro, así como las conexiones entre los múltiples elementos inherentes al proceso de formación de la vida urbana, y da impulso al desarrollo urbano.

Palabras clave: gemelo intergeneracional, gemelo digital, desarrollo urbano

Leyes del desarrollo; extrapolación urbana; sistema de elementos

Número de clasificación gráfica china TU984 Código de símbolo de literatura A DOI
10.16361/j.upf.202401002

Número de carta 1000-3363 (2024) 01- 0009- 09

La "ciudad gemela intergeneracional": un mapa de las características de vida de la ciudad

WU Zhiqiang, ZHOU Mimi, LIU Qi, GAN Wei, XU Haowen, HEI Jinghao

Resumen: Este artículo explora por qué y cómo el concepto de "ciudad gemela intergeneracional" encarna las características de vida de la ciudad. Proporciona una visión general de los orígenes contextuales del término, traza su trayectoria de desarrollo, establece un sistema de clasificación y una matriz de relaciones de los elementos dentro de una "ciudad gemela intergeneracional". Proporciona una visión general de los orígenes contextuales del término, traza su trayectoria de desarrollo, establece un sistema de clasificación y una matriz de relaciones de los elementos dentro de una "ciudad gemela intergeneracional", y perspectivas para futuras direcciones de investigación y potencial. El artículo sostiene que la vida urbana tiene tres formas: material, social y digital. La vida digital de la ciudad, que refleja sus aspectos materiales y sociales, representa dinámicamente una nueva forma de vida urbana. La vida digital de la ciudad, que refleja sus aspectos materiales y sociales, representa de forma dinámica

las transformaciones en curso en el mundo material y social. El concepto de "gemelo digital", que surge del proceso de producción industrial, se aplica a la planificación urbana y a la gestión de la construcción. "El concepto de "gemelo digital", que surge del proceso de producción industrial, se aplica a la planificación urbana y la gestión de la construcción. El quid de la "ciudad gemela intergeneracional" radica en su capacidad para proyectar el desarrollo urbano futuro y servir como guía para la toma de decisiones orientada al futuro en el momento presente. El quid de la "ciudad gemela intergeneracional" radica en su capacidad para proyectar el desarrollo urbano futuro y servir como guía para la toma de decisiones orientada al futuro en el momento presente. El concepto profundiza nuestra comprensión del desarrollo histórico y proporciona una base para el desarrollo actual y futuro. Su importancia científica radica en su papel en la revelación de las leyes del desarrollo urbano. - Ayuda a arrojar luz sobre las interconexiones entre el pasado, el presente y el futuro, y revela la interacción de varios factores que dan forma a los procesos urbanos. Ayuda a arrojar luz sobre las interconexiones entre el pasado, el presente y el futuro, y revela la interacción de varios factores que dan forma a los procesos urbanos. El concepto facilita una comprensión más integral de las ciudades y potencia el desarrollo urbano. Palabras clave: Ciudad gemela intergeneracional; gemelo digital; leyes de desarrollo urbano; evolución urbana, sistema de elementos

1 “ Hermanamientos transgeneracionales ” : ¿por qué los hermanamientos urbanos deberían ser transgeneracionales?

1.1 Repensando la ciudad gemela digital desde la perspectiva de la vida urbana

Los gemelos digitales se originaron en los EE. UU. y han permeado desde el extremo industrial del mundo hasta la ciudad gemela, y si bien hay mucha controversia, no se puede negar que el concepto de ciudad gemela se ha vuelto ampliamente conocido y difundido por el público, con casos similares como el de los Estados Unidos.

* :: " Fusión de información multidimensional de la plataforma de operación y mantenimiento inteligente del ciberespacio tridimensional y demostración de aplicaciones" en el marco del programa nacional de investigación y desarrollo clave "14.º Plan Quinquenal"

(Proyecto Nro.: 2023YFC3807505); Shanghai 2022 "Plan de acción de innovación científica y tecnológica" Proyecto especial de apoyo científico y tecnológico Carbon Peak Carbon Neutral "Investigación y demostración de planificación y diseño dinámicos ambientales para megaciudades en el contexto del carbono dual" (Proyecto n.º 22dz1207800); "Planificación y diseño urbanos" (Proyecto n.º 2023-JB-04), un proyecto de investigación estratégica de reserva con visión de futuro en el campo de la ingeniería civil, la conservación del agua y la arquitectura; "14.º Plan Quinquenal" Programa Nacional de I+D Clave de China. (Proyecto n.º: 2022YFC3800205); Programa de cooperación de la Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China (NSFC) "Investigación sobre la estrategia de desarrollo de la ciencia y la tecnología de la ingeniería en los próximos 20 años en el campo de la inteligencia artificial de nueva generación y la sociedad inteligente " (Proyecto n.º: L (Proyecto n.º L212400016).

La esencia de "ciudad verde" (green city) desde Estados Unidos es "ciudad sostenible" (sustainable city), mientras que la esencia de "ciudad inteligente" (smart city) es "ciudad inteligente" (intelligent city), los términos comunes como "ciudad verde" (green city) y "ciudad inteligente" (smart city). La esencia de "ciudad inteligente" es "ciudad inteligente", y términos coloquiales como "ciudad verde" y "ciudad inteligente" son más fáciles de comunicar. Los términos comunes "ciudad verde" y "ciudad inteligente" son más fáciles de comunicar. Los orígenes de la tecnología de gemelos digitales se remontan a la década de 1960, cuando la NASA utilizó la idea básica de los gemelos para la planificación espacial, creando réplicas físicas en el terreno para que coincidieran con los sistemas en el espacio. El término "gemelo digital" se mencionó por primera vez en 1998, en referencia a una copia digital de la voz del actor Alan Alda en ①. En 2002, el profesor Michael Greaves, de la Universidad de Michigan, propuso representaciones digitales virtuales y modelos 3D de entidades físicas para la gestión total del ciclo de vida de los equipos, lo que no utilizó el término gemelo digital en ese momento, pero aclaró el significado de los gemelos digitales. Hasta 2012, la NASA publicó la parte de su hoja de ruta tecnológica "Ingeniería de sistemas basada en simulación", el primer concepto y connotación de "gemelo digital"

(gemelos digitales). En 2015, Siemens y otras empresas aplicaron los gemelos digitales a la industria y desarrollaron gemelos digitales para sistemas industriales. Entre 2017 y 2019, Gartner incluyó a los gemelos digitales entre las 10 principales tecnologías estratégicas durante tres años consecutivos. Los gemelos digitales han atraído una amplia atención y una alta prioridad, y están comenzando a ganar aplicaciones en varias industrias.

El concepto de gemelo digital se ha conceptualizado de diversas formas en el ámbito urbano.

Por ejemplo, el concepto de "ciudad gemela digital" se propuso por primera vez en 2017 en la planificación de la Nueva Área de Xiong'an, con el objetivo de mapear digitalmente el mundo físico, cubrir de manera integral los datos de la ciudad y formar una ciudad gemela digital visible, controlable y manejable ^[1]. En el mismo año, el Instituto de Tecnología de Georgia propuso el concepto de "gemelos digitales de ciudades inteligentes", que considera a los gemelos digitales como una plataforma virtual urbana inteligente, habilitada para Internet de las cosas (IoT) y rica en datos para replicar y modelar los cambios que ocurren en ciudades reales para mejorar la resiliencia, la sostenibilidad y la habitabilidad de las ciudades ^[2] En 2018, la Academia China de Tecnología de la Información y las Comunicaciones (CAICT) propuso que la ciudad gemela digital es una ciudad digital basada en un sistema de tecnología de la información de identificación digital, detección automática, conectividad en red, computación inclusiva, control inteligente y servicios de plataforma que reproduce una ciudad digital en un espacio digital que coincide con una ciudad física, y realiza simulación holográfica, monitoreo dinámico, diagnóstico en tiempo real y diagnóstico y análisis en tiempo real sobre el estado de la entidad de la ciudad física en un entorno real. Simulación, monitoreo dinámico, diagnóstico en tiempo real y predicción precisa©.

Sin embargo, a pesar de la atención prestada a los gemelos digitales, el Departamento de Los negocios subdigitales como forma de expandir sus plataformas de ventas, según los académicos

Luego, a través de este concepto para aumentar el número de artículos publicados, expresando el sueño de la ciudad visible, controlable y manejable, pero en la práctica de la gestión urbana, básicamente "todo truena, nada de lluvia", el problema central es que el gemelo digital todavía no es capaz de satisfacer las necesidades reales de planificación, construcción y gestión urbana, lo que se debe al hecho de que la ciudad tiene:

(1) Ley estocástica del crecimiento: las ciudades no se gestionan ni se construyen como una producción industrial con procesos, procedimientos y productos bien definidos, sino como un todo compuesto de sistemas constituidos aleatoriamente;

(2) Ley de difuminación de límites: los sistemas internos y externos de la ciudad no son tan claramente divisibles como los de una empresa, y la ciudad es incapaz de delinear límites independientes y claros en términos de logística, transporte, intercambio de información, cooperación económica, linaje social y compartición ecológica natural con sus vecinos;

(3) Derecho orientado al futuro: la planificación y la construcción urbanas están orientadas al futuro, centrándose en el mañana, no solo en el presente, por lo tanto, una representación integral del futuro es más importante que un simple mapeo del presente;

(4) La ley de causalidad histórica: para comprender el desarrollo futuro de una ciudad, es necesario basar el desarrollo de la ciudad en la causalidad intrínseca de su desarrollo pasado, en lugar de simplemente replicar e imitar un sistema real.

Teniendo en cuenta las cuatro leyes de la ciudad antes mencionadas, la representación del complejo sistema de la ciudad es difícil de lograr simplemente copiando e imitando un sistema real, sino que requiere una representación analógica precisa de la dinámica y los mecanismos intrínsecos de su proceso de desarrollo a largo plazo, que es la deficiencia fatal del gemelo digital urbano actual.

1.2 El desarrollo de modelos urbanos inteligentes ofrece nuevas posibilidades para mapear las características de la vida urbana

Las técnicas de modelado inteligente se han desarrollado en el sector urbano durante casi 20 años. En 2004 se presentó por primera vez el modelo inteligente de campus en la Exposición Universal de Shanghai.

El concepto de CIM (City Intelligence Model), más tarde ampliado al modelo de inteligencia de la ciudad, abreviado como "CIM" ^[3]. CIM toma el "ser de la ciudad" como su base teórica, enfatizando que las ciudades digitales deben tener un proceso de crecimiento y evolución como las ciudades reales, y

realizarlo mediante la introducción de modelos inteligentes en la plataforma de la ciudad digital. CIM se basa en la teoría del "ser de la ciudad" y enfatiza que la ciudad digital debe tener el proceso de crecimiento y evolución como la ciudad real, que se realiza mediante la introducción de modelos inteligentes en la plataforma de la ciudad digital. Después de cuatro iteraciones y mucha práctica, el modelo de inteligencia de la ciudad ahora tiene la capacidad de simular los elementos complejos de la ciudad y hacer predicciones sobre problemas urbanos clave. Desde 2014, la introducción de tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) ha fortalecido aún más la capacidad de los modelos CitySmart para extrapolar y hacer predicciones. Por ejemplo, el uso de algoritmos de IA para predecir el tamaño de la población urbana, el crecimiento de la tierra y el flujo de tráfico se ha convertido en una tecnología madura en el campo de la investigación urbana. En 2016 , el autor propuso y desarrolló

Ha desarrollado la teoría y la tecnología de "planificación urbana con inteligencia artificial" y ha formado un sistema técnico de diagnóstico y deducción de inteligencia artificial urbana.

La introducción de la tecnología de IA lleva al CIM a una nueva etapa, llamada CIMAI (CIM+AI). Basada en el sistema de tecnología de diagnóstico y deducción de IA de la ciudad, esta etapa ayuda al sistema de inteligencia de la ciudad a rastrear la historia de la ciudad y deducir el futuro de la ciudad, brindando nuevas posibilidades para obtener información científica sobre el desarrollo futuro de la ciudad ^[4-5] .

1.3 "Gemelos intergeneracionales". Mapeo de las características de vida de las ciudades

En la gobernanza urbana, los gobiernos locales y los departamentos funcionales son los administradores y operadores de los sistemas inteligentes urbanos. Estos encargados de la toma de decisiones ya no se preocupan sólo de identificar y comprender los problemas actuales, sino que se centran más en la predicción racional del desarrollo futuro de la ciudad para formular políticas más científicas y precisas. Esta demanda de una gobernanza de grano fino orientará los sistemas inteligentes de la ciudad hacia la capacidad de predecir y extrapolar la dirección futura de la ciudad.

Basado en años de práctica en el campo de la inteligencia urbana

y reflexiones sobre las necesidades de los gobiernos municipales y los departamentos funcionales, combinados con la exploración conjunta de la academia y la industria sobre el modelado de inteligencia urbana y los gemelos digitales, el autor propuso el concepto de "gemelo intergeneracional" en 2022 (Fig. 1). Este concepto introduce la inteligencia artificial y otras tecnologías sobre la base del gemelo digital, y realiza los siguientes tres objetivos: ① Iteración de la vida digital de la ciudad, es decir, la vida digital mapea continuamente la vida material y la vida social, realizando una iteración continua hacia adelante; ② Realización de la predicción del futuro de la ciudad, basada en la historia de la ciudad y la ley de desarrollo actual, para deducir y obtener información sobre el futuro de la ciudad; ③ Análisis de la ciudad ④ Analizar el proceso de composición de la vida de la ciudad, comprender profundamente la relación entre la historia, el presente y el futuro de la ciudad, así como el proceso de composición de la vida entre los multifactores inherentes, para brindar apoyo para una mejor comprensión de la ciudad y empoderar el desarrollo urbano.

2 El desarrollo de "gemelos transgeneracionales".

Junto con los continuos avances tecnológicos y de aplicación en el campo de la planificación urbana, el "gemelo intergeneracional" continúa desarrollándose e integra gradualmente tecnologías clave como SIG, análisis de big data, simulación del entorno urbano, realidad virtual, aprendizaje automático, modelado de agentes y generación de imágenes, y en última instancia hace realidad el futuro de la visión de la ciudad. Consulte la Figura 2 y la Tabla 1 .

2.1 C1 "Ver ahora ": mapeo de los elementos materiales de la ciudad

La tecnología de gemelos digitales se desarrolló por primera vez en el sector industrial,

Su principal propósito es construir modelos virtuales precisos para sistemas físicos para lograr simulación, monitoreo y optimización [6] , la aplicación de GIS , tecnología de modelado de simulación 3D para promover el gemelo digital para romper los límites de la industria, en el campo de la gestión y planificación urbana, la tecnología gemela tiene el potencial para aplicaciones multidisciplinarias. TC 1.0 es esencialmente el mapeo del espacio físico de la ciudad, para establecer una conexión en tiempo real y una retroalimentación dinámica entre la ciudad física y la ciudad digital, y para reflejar la información

real de la ciudad a través del seguimiento e identificación de datos dinámicos. El seguimiento e identificación de datos dinámicos refleja la información real de la ciudad, pero solo el mapeo del espacio físico no es suficiente para dar rienda suelta al poderoso empoderamiento de la informatización y la inteligencia para el desarrollo urbano [3].

"Ver Ahora", la primera exposición de esta etapa evolutiva.

Se ha demostrado la aplicación de la tecnología de gemelos digitales en el ámbito urbano, proporcionando una comprensión inicial del espacio físico de la ciudad, pero con limitaciones significativas para comprender el funcionamiento interno de la vida urbana y ayudar en la toma de decisiones, entre otras aplicaciones.

2.2 C2 "Viendo corrientes de formas ": mapeo de los elementos inmateriales de la ciudad y su interacción con los elementos materiales

Basándose en la expansión de la base de datos de big data urbanos y el análisis de big data, "Seeing Shaped Flows" realiza el mapeo de elementos de flujo urbano, incluidos flujos naturales, flujos humanos, flujos de información y flujos de energía, etc. Esta capacidad de mapeo revela los patrones de flujo dentro del espacio físico de la ciudad, y Kitchin enfatizó el papel clave de los big data en la realización de la planificación de ciudades inteligentes, especialmente en el monitoreo y la comprensión de la complejidad de los flujos internos en las ciudades. papel crítico, particularmente en el monitoreo y la comprensión de la complejidad de los flujos dentro de las ciudades. Basándose en la adquisición exitosa de modelos de información de construcción e información geográfica 3D de la ciudad, la tecnología IoT se utiliza para digitalizar y visualizar los elementos de flujo relevantes para detectar y monitorear de manera inteligente el material en la ciudad,

[8-9]

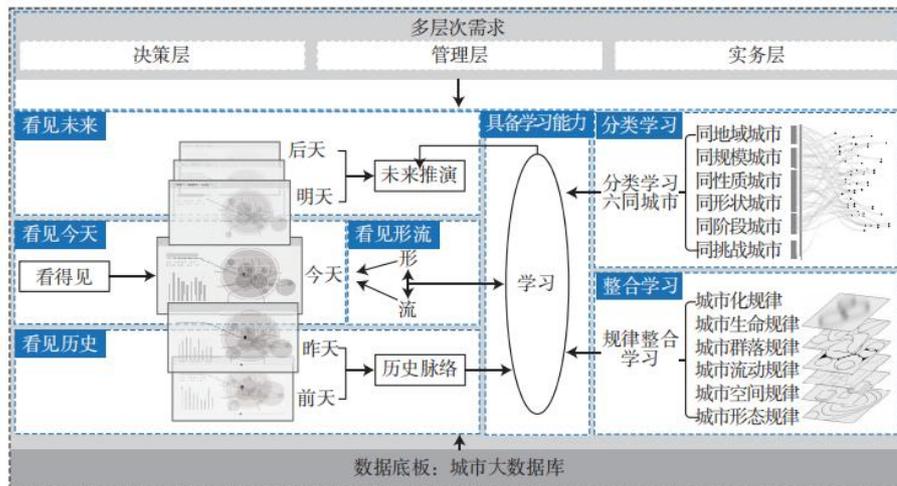


Fig . 1 Ilustración conceptual del desarrollo, la influencia mutua y la integración de gemelos digitales, modelos de ciudad inteligente e inteligencia artificial en el campo de la planificación urbana Fig.1 Iteración , influencia mutua e integración de gemelos digitales, modelos de ciudad inteligente e inteligencia artificial en el campo de la planificación urbana modelo de ciudad inteligente e inteligencia artificial en el campo de la planificación urbana

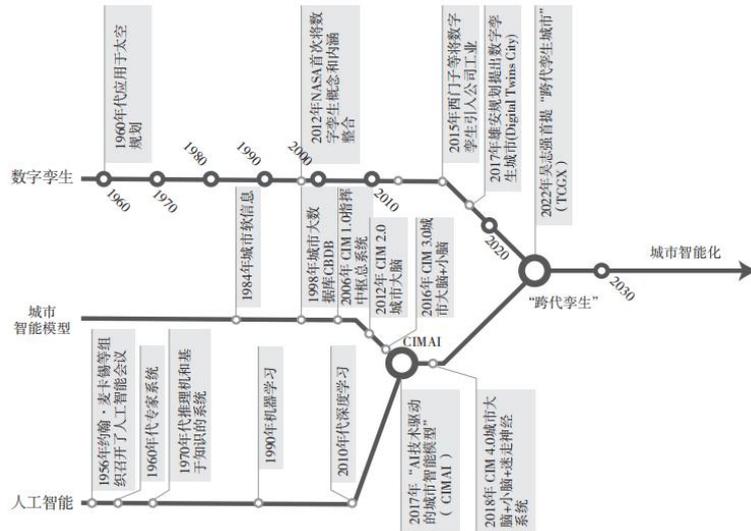


Figura 2 Representación esquemática del proceso de desarrollo del “hermanamiento transgeneracional”.

Fig.2 Ilustración conceptual del proceso de desarrollo de la “Ciudad Gemela Intergeneracional”

El flujo de lo inmaterial En 2008 , en el plan de reconstrucción posterior al desastre de Dujiangyan, Basándose en la tecnología de simulación del entorno urbano, el autor y el grupo de trabajo simularon el flujo natural de Dujiangyan y, basándose en el descubrimiento de la ley de funcionamiento del flujo de aire y agua durante el día y la noche, descubrieron la relación de interacción entre las actividades urbanas y el flujo natural [10] , y reformularon el patrón de integración entre la ciudad y la montaña, el agua y el vertedero.

(Figura 3). En 2016, en la planificación de seguridad para la prevención y el control de inundaciones del subcentro urbano de Beijing, el autor y el grupo de trabajo se basaron en el concepto de desviación de agua de "vertedero" para construir una serie de sistemas de desviación de inundaciones de "vertedero de Tongzhou", basados en la comparación de múltiples escenarios de la simulación y regulación del ciclo regional del agua del subcentro, para determinar el método regional de desviación de inundaciones y el método de desviación y almacenamiento de cada centro y área de almacenamiento de inundaciones [11] . La etapa de desarrollo de "ver flujos" explica los patrones de flujo de elementos inmateriales en las ciudades y su interacción con elementos materiales, pero todavía se limita a mapear la vida de las ciudades actuales y es incapaz de revelar la dinámica y los impulsores del proceso de desarrollo urbano, y no puede proporcionar una comprensión integral y profunda del proceso de desarrollo.

Comprender el pulso del desarrollo de la ciudad de forma deliberada.

2.3 C3 “Ver la historia”: mapeando las vetas históricas de la vida urbana

Basándose en una gran cantidad de información histórica, apoyada por tecnologías como imágenes de medición, realidad virtual e inversión de datos, el "hermanamiento intergeneracional" cruza generaciones y mapea la trayectoria de desarrollo de la evolución histórica de la ciudad hasta el día de hoy. Por ejemplo, analizar la serie temporal de expansión de los datos de terrenos para construcción urbana es beneficioso para monitorear el proceso de cambio dinámico del desarrollo urbano y ayuda a comprender en profundidad los factores impulsores del desarrollo urbano [12-13] .

2011, en la planificación y diseño de la Cervecería Tsingtao.

Basándose en el peinado histórico de los edificios históricos existentes y el entorno circundante, el autor y el grupo de trabajo reprodujeron la escena histórica de la cervecería en 1903 basándose en la realidad virtual y la tecnología de inversión de datos (Fig. 4). 2015, en el proyecto de investigación de "City Tree",

construimos un "City Tree" (Fig. 5) mediante una identificación inteligente y dinámica de todas las ciudades del mundo a través de la cuadrícula con una precisión de 30 m × 30 m en un lapso de tiempo de 40 años, y observamos el proceso de crecimiento urbano de forma intuitiva. En 2015, en el proyecto de investigación "City Tree", construimos un "City Tree" (Fig. 5) mediante el reconocimiento inteligente y dinámico de todas las películas satelitales de las ciudades durante un lapso de tiempo de 40 años en una cuadrícula de precisión de 30 m × 30 m, para observar visualmente el proceso de crecimiento urbano e identificar sus puntos de crecimiento. [5].

La etapa de "Ver la Historia" amplía el vector temporal de la vida urbana, basándose en la excavación del patrón de desarrollo desde la historia de la ciudad hasta el presente, y la exploración de la esencia de la vida de la ciudad.

Tab .1 Avances clave , tecnologías representativas, infraestructura, datos de información, seguridad operativa, servicios de escenarios y práctica geoespacial de los autores basada en "gemelo intergeneracional" Tab.1 Avances clave, tecnologías representativas, infraestructura, datos de información, seguridad operativa, servicios de escenarios y práctica geoespacial de los autores basada en "gemelo intergeneracional". tecnologías representativas, infraestructura, datos de información, seguridad operativa, servicios de escenarios y práctica geoespacial de los autores relacionada con "Ciudad gemela intergeneracional"

mal desarrollo	C1 Ver el presente	C2 Ver la forma del arroyo	C3 Viendo la historia	C4 Capacidad de aprender	Aprendizaje clasificado C5	C6 Integración del aprendizaje	C7 Viendo el futuro
Avances clave	Mapeo de los elementos físicos de la ciudad	Mapeo de los elementos físicos de la ciudad y su interacción con los elementos físicos (el énfasis principal está en los flujos urbanos, incluidos los flujos naturales, los flujos humanos y los flujos de información), (Flujo de energía)	Mapeo del linaje histórico de la ciudad	Descubrimiento de patrones de desarrollo urbano desde el simple mapeo de información hasta la extracción de conocimiento	Mejora sistemática de la minería de desarrollo urbano, leyes de minería precisa basada en leyes de clasificación de múltiples muestras	Diagnóstico y optimización de la vida urbana con base en el derecho minero	Iteración de la vida urbana, proyección basada en la regularidad de las tendencias de desarrollo urbano
Tecnologías representativas	SIG ; Modelado de simulación 3D	Análisis de big data; simulación del entorno urbano	Imágenes de medición; realidad virtual; inversión de datos	Aprendizaje automático; Aplicar tecnologías avanzadas como inteligencia artificial y aprendizaje	aprendizaje automático	aprendizaje automático	Modelos de agentes; Autómatas metacelulares; Predicción de aprendizaje automático; Generación parametrizada; Generación de

				automático.			imágenes
infraestructura	Introducción de tecnologías digitales; realización de monitoreo digital y recopilación de datos sobre infraestructura urbana	Ampliar la implementación de terminales de detección; optimizar la infraestructura mediante técnicas de análisis de datos	Aplicación de sistemas de monitorización e inteligentes capaces de recoger, analizar y responder a datos en tiempo real	Con grandes bases de datos e implementación de servicios en la nube	Intercambio de datos y trabajo en equipo entre instalaciones	Con megacentros de datos; Recursos adecuados de computación en la nube	Aplicar tecnología de red inteligente para lograr la conectividad de instalación a instalación colaboración inteligente
Datos de información	Repositorio de información económica, demográfica, geográfica, etc., disponible. Sistema inicial de gestión de datos en funcionamiento.	Disponer de una base de datos básica de todo tipo de datos de la ciudad; Establecimiento de un mejor sistema de gestión de datos	Se encuentran disponibles datos continuos sobre el rango de edad; Realizar inicialmente la combinación de recursos de datos de escenarios de aplicación; establecer y mejorar la gestión de datos sistema (por ejemplo, político, administrativo, etc.)	Recopilación de datos urbanos de múltiples fuentes, de alta frecuencia y precisión; Establecimiento inicial del sistema de normalización de datos de ciudades gemelas	Gestión de clasificación de datos de múltiples fuentes; el sistema de estándares de datos de Twin Cities está bien desarrollado	Integración de datos de múltiples fuentes; capacidades perfectas de gestión de seguridad de datos	Tamaño de muestra de datos suficiente, llamada a pedido
Seguridad operacional	Garantizar el uso de tecnología digital y medidas básicas de seguridad	Aplicación de análisis de datos a medidas de seguridad urbana	Realización de la integración de varios tipos de sistemas de seguridad para formar una red de seguridad integral	Análisis y predicción de seguridad inteligente mediante tecnologías de inteligencia artificial y aprendizaje automático	Aplicación estricta de las normas y protocolos de seguridad; Establecimiento de un mecanismo de evaluación periódica de la seguridad	Optimizar continuamente los procesos de operación y mantenimiento; mejorar la eficiencia y velocidad de respuesta de seguridad.	Formación de un modelo de negocio altamente digitalizado, inteligente y sostenible

<p>Servicios de escenarios</p>	<p>Presentación de mapas 2D; modelado 3D para cargar datos estáticos</p>	<p>Presentación y análisis de elementos de movilidad urbana; Satisfacer las necesidades de consulta de datos, gestión empresarial, análisis estadístico, etc.</p>	<p>Ciudades gemelas con un sistema para distintas necesidades temáticas de expansión de aplicaciones; Pulso de desarrollo urbano excavaciones</p>	<p>Las aplicaciones de ciudades gemelas intersectoriales comienzan a funcionar</p>	<p>Integración de aplicaciones intersectoriales en ciudades gemelas</p>	<p>Mejora iteración de aplicaciones de Twin City entre industrias</p>	<p>Predicción de cada sujeto y predicción de mutua, deducción del juego, asignación equilibrada de recursos urbanos.</p>
<p>La práctica geodésica del autor se basa en el "hermanamiento intergeneracional".</p>	<p>2008 Simulación de flujo natural para la planificación de la reconstrucción posterior al desastre en Dujiangyan; Dujiangyan; Simulación de lluvia e inundaciones en el vertedero de Tongzhou, subcentro urbano de Beijing, 2016</p>	<p>2008 Cervecería Qingdao 1903 reproduce el escenario histórico; Árbol de la ciudad de Ningbo 2015 Historia 1975-2015 folleto</p>	<p>Estudio de los patrones de distribución funcional de los subcentros urbanos de Pekín en 2016</p>	<p>2016 Siete tipos de Aprendizaje de CityGO</p>	<p>2022 Descubriendo las leyes funcionales del área TOD urbana de Xiamen</p>	<p>Simulación de multitudes en la Expo 2006</p>	<p></p>

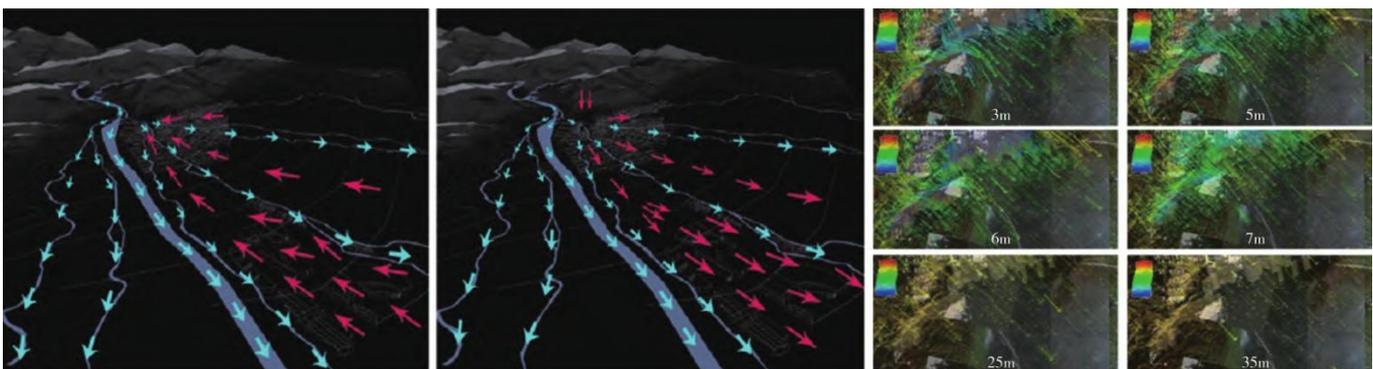


Fig. 3 Esquema de simulación de flujo natural para la planificación de la reconstrucción posterior al desastre de Dujiangyan

Fig. 3 Ilustración conceptual de la simulación del flujo natural para la reconstrucción y planificación posterior al desastre de Dujiangyan

Fuente: Mapeado por el equipo del proyecto Dujiangyan



Fig . 4 Ilustración conceptual de la reconstrucción del entorno histórico de la cervecería Qingdao en 1903
Fuente: Mapeado por el equipo del proyecto de la cervecería Tsingtao

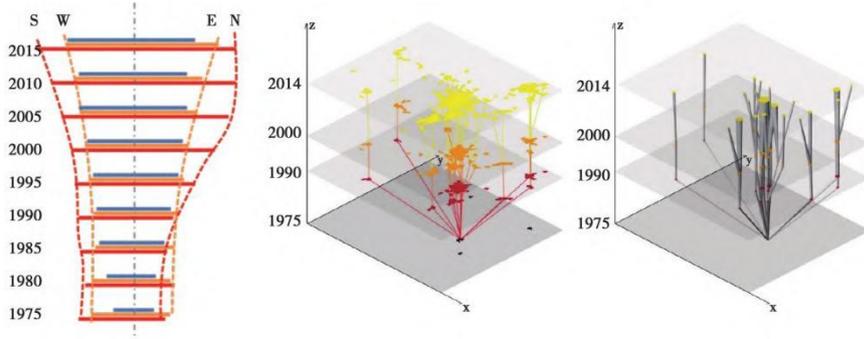


Fig. 5 Ilustración conceptual de la investigación del "árbol urbano" en Ningbo
Fuente: Mapeo del grupo de investigación Árbol Urbano.

Se produjo un avance cualitativo en la investigación, pero esta fase todavía se limitaba a la cartografía simple, que no puede aplicarse a través de la integración de datos y algoritmos con el propósito de resolver problemas urbanos y apoyar la toma de decisiones, no puede hacer frente a la no linealidad, la complejidad y la incertidumbre de los sistemas urbanos.

2.4 C4 “Equipados para aprender”: descubriendo las leyes del desarrollo de la vida urbana

La llegada de la era del big data ha tenido un impacto sin precedentes en la investigación y la planificación urbanas, y la tecnología de “Big Intelligence, Mobile and Cloud” ha dado un enorme impulso al desarrollo y avance de métodos y técnicas de planificación urbana asistida por IA [14-15]. Con la introducción de la tecnología de IA, las ciudades tienen la capacidad de aprender, lo que marca una nueva era en el análisis e interpretación de datos [16-17]. Más allá del simple análisis e interpretación de datos, la tecnología de IA ayuda a la integración de información urbana y la formación de conocimientos [18]. La inteligencia artificial es capaz de analizar e interpretar grandes cantidades de datos a través de

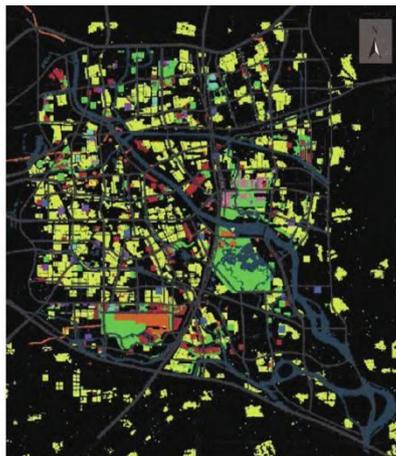
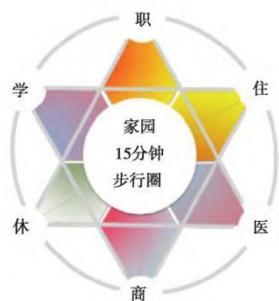


Fig. 6 Estudio esquemático del patrón de distribución funcional del subcentro urbano de Beijing
Fig.6 Ilustración conceptual de los patrones de distribución funcional en el Centro Administrativo Municipal de Beijing

Fuente: Mapeado por el Equipo del Proyecto del Subcentro de Beijing.

El entrenamiento del conjunto identifica los patrones inherentes, los cambios cíclicos y las posibles anomalías en el desarrollo urbano, poseyendo así la capacidad de aprender, y el conocimiento aprendido e integrado se puede aplicar a la predicción de las tendencias del desarrollo urbano, realizando así la asistencia científica a la planificación urbana y la toma de decisiones [19].

En 2016 , en la planificación y diseño del subcentro urbano de Beijing, el autor y el grupo de trabajo dividieron a los actores urbanos en cuatro partes, como el gobierno, los planificadores, los inversores y los ciudadanos, y extrajeron las necesidades de las cuatro partes y las características de toma de decisiones basadas en tecnología de aprendizaje profundo. Apuntando a los objetivos de las cuatro partes, cada una de ellas toma su propia decisión sobre el modelo de diseño funcional de seis elementos de ocupación, residencia, atención médica, educación, ocio y comercio para los 155 km² del subcentro, construyendo así el modelo de configuración de la función de toma de decisiones de las cuatro partes y los seis elementos de [4] . Ver Figura 6.

"Con la capacidad de aprender" Esta etapa de desarrollo se basa en la introducción de tecnología de inteligencia artificial para hacer que la ciudad tenga la capacidad de aprender, pero debido a las propias leyes de minería y clasificación de la ciudad aún no se ha formado un sistema, el objeto de aprendizaje también carece de una clasificación y alineación precisas.

2.5 C 5 "Aprendizaje clasificatorio": sistematización del descubrimiento de las leyes del desarrollo de la vida urbana

"Aprendizaje de clasificación" Centrándose más en el aprendizaje de muestras clave, la importación de tecnología de IA ya no es un simple aprendizaje e imitación, sino la formación de capacidades de aprendizaje de clasificación y descubrimiento de leyes, la selección precisa de objetos de aprendizaje y la extracción de leyes objetivas que son difíciles de descubrir por los seres humanos a partir de escenarios complejos [14] . El autor y el grupo de trabajo proponen el objeto de aprendizaje categorizado de " 6 mismas ciudades" para la ubicación geográfica, escala, naturaleza, forma, etapa de desarrollo y desafíos que enfrenta la ciudad objetivo. Las ciudades con la misma ubicación geográfica poseen proximidad geográfica y están estrechamente conectadas en términos de personas, logística y flujo de información; las ciudades de la misma escala poseen similitud en términos de población total o producción económica o área construida, y son similares en términos de asignación de recursos y prestación de servicios públicos; las ciudades de la misma naturaleza poseen funciones principales similares de la ciudad, y la evaluación comparativa puede ayudar a revelar cómo la ciudad puede dar rienda suelta a su papel distintivo y establecer relaciones de cooperación útiles con otras ciudades; Las ciudades de la misma forma poseen funciones urbanas principales similares, y la evaluación comparativa puede ayudar a revelar cómo la ciudad puede aprovechar al máximo su papel único y establecer relaciones de cooperación útiles con otras ciudades; y las ciudades con la misma morfología poseen las siguientes características: Las ciudades de la misma forma tienen contornos de áreas edificadas de formas similares y similitudes con patrones naturales.

Las mismas ciudades en la misma etapa se encuentran en la misma etapa de vida urbana, y el aprendizaje revela las oportunidades y los problemas que enfrentan las ciudades en una etapa particular de su ciclo de vida; las mismas ciudades desafiadas enfrentan cuellos de botella de desarrollo y desafíos futuros similares, y el aprendizaje empírico puede ayudar a las ciudades a identificar e implementar estrategias de solución efectivas más rápidamente.

Utilizando la tecnología de tipología de inteligencia artificial , sobre la base del "árbol de la ciudad" mencionado anteriormente, el autor y su equipo construyeron siete tipos de aprendizaje de CityGO, y resumieron el tipo en ciernes contando y aprendiendo de los bordes de la curva del "árbol de la ciudad" dibujado, los tipos raquítrico, en crecimiento, en expansión, maduro, regional y en declive (Figura 7), analizando la veta de desarrollo, tendencia de crecimiento o decadencia de cada tipo de ciudad y su patrón espacial correspondiente, con el fin de apoyar la toma de decisiones científicas de la ciudad

objetivo.

En esta etapa de desarrollo del "aprendizaje de categorización", el ser humano

La tecnología de inteligencia industrial ha permitido un aprendizaje más preciso y el descubrimiento de leyes en la planificación urbana, y también ha proporcionado la oportunidad de pasar de un nivel más fino,

La transición del aprendizaje de la categorización urbana específica a una integración integral de las leyes del desarrollo urbano sienta las bases.

2.6 C 6 "Aprendizaje Integrado": Diagnóstico y Optimización de la Vida Urbana Basados en el Descubrimiento de Leyes

Basado en la minería de leyes de múltiples muestras del aprendizaje de clasificación, el sistema de "Aprendizaje Integrado" establece un espectro de leyes de desarrollo urbano, integra y aprende las leyes multidimensionales y traza un modelo de desarrollo urbano más global, sistemático y científico^[20]. El modelado multiagente de Batty proporciona un fuerte apoyo teórico para nuestro aprendizaje integrado. fuerte apoyo teórico para la comprensión y modelado más profundos de los patrones espaciales urbanos. El propósito del aprendizaje integrador es integrar las leyes de diferentes dimensiones en un sistema complejo en un solo modelo, para así obtener resultados de aprendizaje más globales, sistemáticos y científicos^[5].

En 2016, el autor y el grupo de trabajo en la ciudad de Beijing

En la planificación del subcentro de la ciudad, con base en la excavación de la propia veta y necesidades de desarrollo del subcentro, y el estudio de caso del desarrollo del subcentro de la metrópolis global, tomamos decisiones globales y sistemáticas sobre la población urbana del subcentro, la densidad urbana, el espacio industrial urbano, los recursos urbanos, el transporte urbano, la imagen espacial, los grupos de ciudades y la secuencia de construcción a través de la integración de leyes y regulaciones (Fig. 8). 2022, en el Proyecto de Investigación TOD de Xiamen En 2022, en el proyecto de investigación TOD de Xiamen, a través de la integración y el estudio de los elementos funcionales y las relaciones espaciales de 120 estaciones ferroviarias y sus alrededores en todo el mundo, descubriremos la proporción y afinidad espacial de las funciones comerciales, industriales, residenciales, de innovación y de transporte de las estaciones y sus alrededores, y luego proporcionaremos una decisión integral y sistemática para el sitio TOD de Xiamen.

De manera interactiva, la simulación de dinámica espacial se utiliza para estudiar el uso del suelo urbano y la simulación de políticas de transporte en escenarios realistas. Las aplicaciones de big data y deep learning se pueden utilizar para proyectar algunas tendencias a corto plazo, y en el futuro existe la necesidad de mejorar la inferencia causal y el razonamiento cuando se basan en inteligencia artificial y ejecución automatizada para mejorar significativamente la conciencia situacional, no solo para poder predecir mejor los cambios a corto plazo, sino también para poder comprender mejor los cambios graduales que está experimentando el sistema terrestre en términos de condiciones ambientales y presiones humanas^[23].

El juicio de los tomadores de decisiones sobre el desarrollo futuro de la ciudad determina directamente la precisión de su toma de decisiones, por lo tanto, es particularmente importante predecir la tendencia de desarrollo de la ciudad con la ayuda de la inteligencia artificial para la planificación, construcción y gestión urbanas. La introducción del modelo de proyección inteligente urbana en "Ver el futuro" logra efectivamente este objetivo y completa el salto esencial hacia el "gemelo intergeneracional". La deducción inteligente urbana es una tecnología que adopta métodos de modelado informático para reflejar la evolución espacial y temporal de diferentes elementos de una ciudad mediante el razonamiento y la deducción de su desarrollo futuro y proceso de cambio en función de reglas y restricciones de modelos específicos. Ya en 2006, en el modelo inteligente del Parque de la Exposición Universal, el autor y su equipo dividieron el parque en unidades espaciales de 20 m × 20 m para la simulación espacial y temporal del flujo peatonal.

El autor y el grupo de trabajo han desarrollado 12 tecnologías de ensayo inteligente, que utilizan modelos de aprendizaje automático y algoritmos de juegos de computadora para ensayar y optimizar dinámicamente información multidimensional sobre la población, el uso del suelo, el medio ambiente y

la innovación industrial de la ciudad. En la actualidad, el autor y el grupo de trabajo han completado el desarrollo de 12 tecnologías de deducción inteligente, utilizando modelos de aprendizaje automático y algoritmos de juegos de computadora para deducir de manera inteligente y optimizar dinámicamente información multidimensional como la población, el uso del suelo, el medio ambiente y la innovación industrial de la ciudad.

3 El sistema elemental de los "gemelos intergeneracionales"

3.1 Tipos de elementos de los "gemelos intergeneracionales"

El " gemelo intergeneracional" comprende diversos elementos que desempeñan papeles diferentes en espacios diferentes, en momentos diferentes y para funciones diferentes. Mucha práctica nos ha demostrado que el fracaso de los "gemelos intergeneracionales" para funcionar con éxito en las ciudades se debe a menudo al hecho de que se han descuidado ciertos elementos en determinadas etapas del proceso. La recopilación de estos elementos clave y sus etapas de funcionamiento es un resumen de la última década de trabajo práctico y probablemente la parte más innovadora de este documento, es decir, es la primera vez que se han recopilado y resumido de forma exhaustiva todos los sistemas en su totalidad, todos los procesos y todos los elementos. Hasta ahora hemos desarrollado 3 El diseño proporciona referencia y apoyo.

La etapa de desarrollo del "aprendizaje integrador" ya no se limita al aprendizaje de las leyes del desarrollo urbano en todas sus dimensiones, sino que se trata de un nivel superior de modelización global, sistemática y científica del desarrollo. El aprendizaje integrado proporciona una base sólida para el "hermanamiento intergeneracional".

2.7 C7 Viendo el futuro : iteraciones de la vida urbana

A partir de la serie de leyes de desarrollo urbano, se deduce la evolución de cada elemento de la ciudad, y luego se puede reflejar la situación que aún no se ha producido o los problemas potenciales, es decir, ver la ciudad del mañana, con el fin de ayudar a los tomadores de decisiones a juzgar, decidir y desplegar con antelación. Mohammadi et al . [21] y Batty propuso analizar la complejidad del sistema urbano con modelos CA , simular la dinámica urbana a través de modelos CA y, además, propuso un modelo multiagente. El modelo CA se utiliza para simular la dinámica urbana y, además, propuso un modelo basado en múltiples agentes , donde cada "agente" representa a un participante y cómo interactúa con el "entorno" o con todo el sistema.

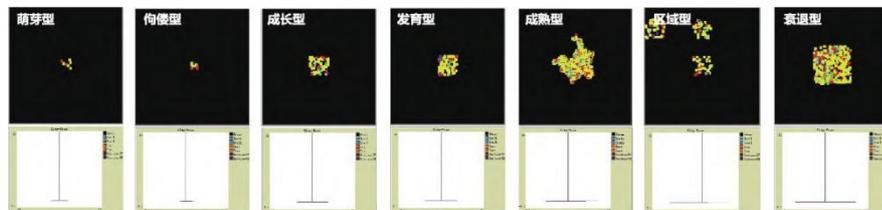


Fig. 7 Esquema del aprendizaje de CityGO para siete tipos de ciudades

Fig.7 Ilustración conceptual de siete tipos urbanos de CityGO

Fuente: Mapeado por el Equipo del Proyecto del Subcentro de Beijing.

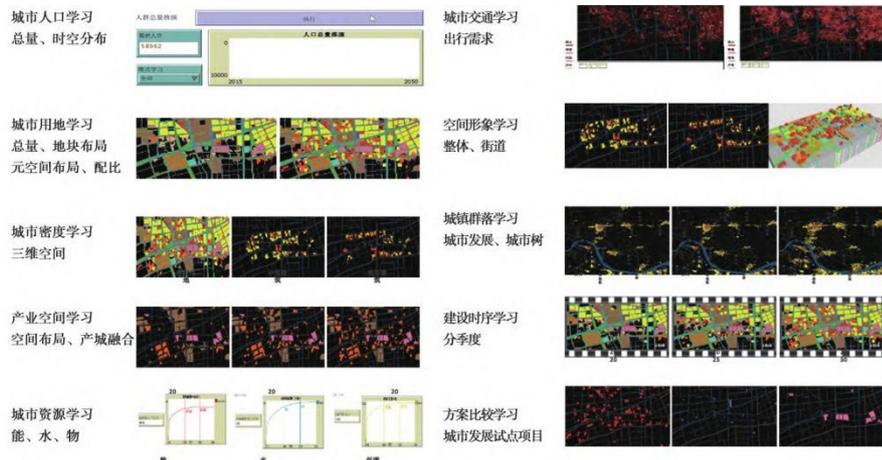


Fig. 8 Ilustración esquemática de la población urbana, el uso del suelo y otros aprendizajes integrados en los subcentros urbanos de Beijing

Fig.8 Ilustración conceptual de la población, el uso del suelo y otros aspectos del Centro Administrativo Municipal de Beijing

Fuente: Mapeado por el Equipo del Proyecto del Subcentro de Beijing .

Los diversos sistemas de clasificación, respectivamente:

(1) Una taxonomía de tipos de sustancias, que incluye las siguientes cuatro categorías de elementos:

1. Elementos portadores;
2. Elementos digitales;
3. Elementos sociales;
4. Elemento de iteración de tiempo.

Cada categoría de elementos contiene subelementos individuales.

(2) Una taxonomía de atributos sociales, que incluye las siguientes cuatro categorías de elementos:

1. Elementos de usuario;
2. Elementos constructores;
3. Elementos del operador;
4. Elementos del inversor.

Cada categoría de elementos contiene subelementos individuales.

(3) Una taxonomía de procesos tecnológicos que incluye las siguientes tres categorías de elementos:

1. Elementos finales iniciales;
2. Elementos finales del proceso;
3. Elementos terminales.

Cada categoría de elementos contiene subelementos individuales.

3.2 "Gemelos intergeneracionales" Tipos de vínculos entre elementos

Las tres categorías principales de "gemelo intergeneracional" mencionadas anteriormente se pueden interconectar para formar dos matrices que permiten analizar las razones del éxito o el fracaso del "gemelo intergeneracional" en términos de los atributos sociales y de los aspectos tecnológicos del proceso de diseño, construcción y funcionamiento del "gemelo intergeneracional". De acuerdo con estas dos perspectivas, se forman dos tablas, que se convierten en la Matriz de clasificación de atributos físicos y sociales y la Matriz de clasificación de atributos físicos y de flujo tecnológico del "gemelo intergeneracional", respectivamente. Véanse las Tablas 2 y 3.

Clasificación de los atributos físicos y sociales de los "gemelos intergeneracionales"

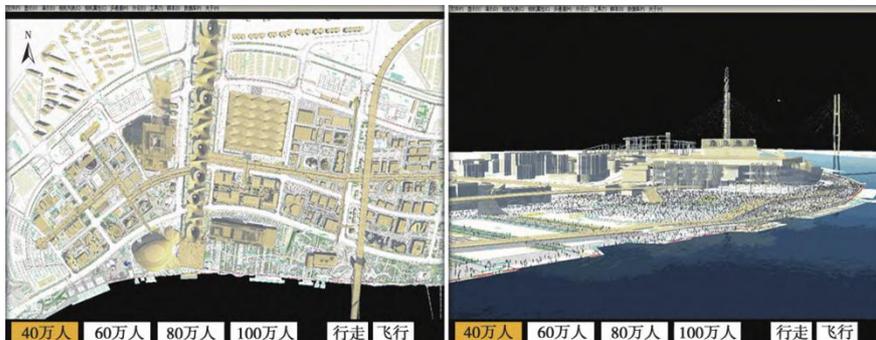


Fig. 9 Simulación esquemática del flujo peatonal en el área de la Exposición Universal de Shanghai

Fig. 9 Ilustración conceptual de la simulación del flujo de tráfico peatonal en el Parque de la Exposición Universal de Shanghai

Fuente: Mapa elaborado por el equipo del proyecto de la Expo Mundial de Shanghai.

Tabla 2 Matriz de categorización de atributos físicos y de atributos sociales de "gemelos intergeneracionales"

Tab.2 Tabla matricial de "Ciudad Gemela Intergeneracional": clasificaciones de atributos materiales y sociales

		Clasificación de los atributos sociales			
		Elementos de usuario	elementos constructores	Elementos del operador	Elementos del inversor
Clasificación de propiedades de los materiales	Elementos portadores	★	★★★★★	★	★★★★★
	elemento digital	★★★		★★★★★	★★★
	elemento social	★★★★★		★	★
	Elemento de iteración de tiempo	★	★	★	★★★★★

Tabla 3 "Hermanamiento entre generaciones" Matriz de clasificación de atributos físicos y clasificación de procesos tecnológicos

Tab.3 Tabla matricial de "Ciudad Gemela Intergeneracional": clasificaciones de atributos materiales y procesos tecnológicos

		Clasificación de procesos tecnológicos		
		elemento primitivo	elemento de fin de proceso	Elementos terminales
Clasificación de propiedades de los materiales	Elementos portadores	★★★★★	★	
	elemento digital		★★★★★	
	elemento social		★★★	★★★★★
	Elemento de iteración de tiempo	★	★	★

Tabla de matriz de clasificación de sexo, la cuadrícula de matriz de tres estrellas se encuentra en ciertos roles sociales en ciertos elementos materiales que necesitan un cuidado especial, por ejemplo: el lado de uso de los elementos sociales de la preocupación; el lado construido de los elementos portadores de la construcción del programa de la preocupación; el lado de operación de los elementos digitales de la recopilación, procesamiento y uso de la preocupación; el lado de inversión de los expertos técnicos para abrir los horizontes de la inversión y los resultados, y tal vez la ciudad gemela hasta ahora una gran cantidad de insumos, no hay manera de realmente Quizás la eficiencia y la eficacia de la planificación urbana, el diseño, la construcción, la operación y la gobernanza faltan en la visión de estos expertos inversores, y su juicio sobre la tecnología también ha permitido a los expertos en planificación reexaminar y realmente ingresar el valor del uso de "gemelo intergeneracional".

Clasificación de propiedades materiales y flujo de tecnología de los "gemelos intergeneracionales"

Matriz de categorización de programas: en el extremo inicial, el enfoque en los elementos portadores del "gemelo intergeneracional", especialmente el diseño y la calidad del equipo de recopilación de datos, a menudo afecta directamente el conjunto.

Actualizaciones iterativas del sistema, importación de datos en el extremo inicial y

La tecnología de detección, que afecta directamente al "gemelo digital", tiene la capacidad de realizar iteraciones propias; al final del proceso, descubrimos que la recopilación, el procesamiento y el almacenamiento digitales se han vuelto importantes; en el gemelo digital, todos se preocupan por la presentación final, y a menudo, para el proceso de procesamiento de datos, no se obtienen los insumos adecuados, incluidos los insumos técnicos, la inversión de capital y el equipo; en los elementos terminales, a menudo se preocupan por el uso de diferentes usuarios, como teléfonos móviles u ordenadores, pero el uso interno de la toma de decisiones y la visualización externa se mezclan, pero la magnífica sala de exposiciones del gemelo digital de la ciudad a menudo se mezcla el uso de la toma de decisiones interna y la visualización externa. En los elementos terminales, a menudo se preocupan por el uso de diferentes usuarios, como el uso del teléfono móvil o el uso del ordenador, pero el uso interno de la toma de decisiones y la visualización externa se mezclan, la grandiosa sala de exposiciones del gemelo digital de la ciudad a menudo es estúpida, mientras que lo simple y práctico es el uso real de la toma de decisiones estratégicas.

8. Arquitectura maestra del sistema factorial "gemelo intergeneracional"

En la práctica, para cumplir con las normas de cada ciudad,

Las necesidades inteligentes del desarrollo económico y social están más en línea con

La toma de decisiones del gobierno municipal de cada ciudad, las necesidades de gestión de cada autoridad empresarial, así como los requisitos operativos diarios de cada unidad, cada organización y cada parque y comunidad, de acuerdo con la tecnología disponible, los equipos y las capacidades de la máquina, el autor en la ciudad de "gemelos de generación cruzada" elementos de la arquitectura general de la consideración de cuatro aspectos:

(1) **Sistémico.** El establecimiento del sistema de elementos "gemelo intergeneracional" permite construir y aplicar la ciudad "gemela intergeneracional" de manera sistemática. Garantizar que la aplicación práctica de las tecnologías sea sistemática y sinérgica para servir mejor al desarrollo sostenible de las ciudades.

(2) **Adaptabilidad.** La selección del sistema de elementos "gemelo intergeneracional" responde a las necesidades reales de las distintas ciudades. Cada ciudad tiene sus propias características económicas, sociales y culturales, y el sistema de elementos "gemelo intergeneracional" es más flexible en su formación.

marco de vida para garantizar que los gemelos intergeneracionales puedan adaptarse eficazmente a las necesidades inteligentes de diferentes ciudades.

(3) **a la toma de decisiones.** El sistema de elementos "gemelo intergeneracional" ofrece a los encargados de la toma de decisiones urbanas un marco claro para un apoyo más informado a la toma de decisiones en el desarrollo y la planificación de estrategias.

(4) **Desarrollo iterativo.** El sistema de elementos "gemelo intergeneracional" ayuda a promover el desarrollo iterativo de tecnologías y conceptos gemelos mediante el posicionamiento de las dimensiones de los elementos y las fases gemelas, con el fin de adaptarse mejor al entorno urbano y a las tendencias tecnológicas en constante cambio.

A partir de las cuatro consideraciones anteriores, el autor ha incluido las siguientes seis dimensiones en la estructuración del sistema total de elementos "gemelos intergeneracionales":

D1 Infraestructura. La dimensión de infraestructura involucra "gemelos intergeneracionales" de infraestructura de red, infraestructura de IoT e infraestructura aritmética. La infraestructura de red incluye el desempeño crítico y la cobertura de las redes de Internet, móviles y 5G; la infraestructura de IoT incluye la integridad y precisión de los dispositivos de IoT, las redes de sensores y la recopilación de datos; y la infraestructura aritmética incluye centros de datos, recursos de computación en la nube y potencia de procesamiento.

D2 Datos de información. La dimensión de datos de información implica la captura, el almacenamiento y la gestión de datos "gemelos intergeneracionales", la interoperabilidad y la integración, y el análisis y la utilización. La adquisición de datos incluye la diversidad, la frecuencia y la calidad de los datos; el almacenamiento y la gestión incluyen la escalabilidad y la seguridad de los datos; la interoperabilidad y

la integración incluyen la sinergia y la coherencia de los datos; y el análisis y la utilización de los datos incluyen la minería de datos en profundidad y las aplicaciones.

D3 . La dimensión de la plataforma tecnológica comprende la arquitectura y las funciones generales del "gemelo intergeneracional". En concreto, incluye la arquitectura técnica general, la visualización, el análisis y la computación espacial, la simulación, la fusión e interacción de la realidad virtual, el autoaprendizaje y la autooptimización, y las aplicaciones de colaboración colectiva y de extensión, con el fin de satisfacer las necesidades de múltiples niveles y perspectivas.

D4 . Las dimensiones de servicio de los escenarios están relacionadas con el efecto de aplicación real del "gemelo intergeneracional", la sinergia de servicios y la experiencia del usuario. La eficacia de la aplicación incluye el efecto de las aplicaciones digitales en las entidades y espacios físicos; la colaboración de servicios incluye los procesos empresariales digitales y la eficiencia de la colaboración; y la experiencia del cliente incluye la satisfacción del usuario y la experiencia interactiva.

D5 Construcción. La dimensión de construcción involucra equipos, infraestructura y protección de seguridad de "gemelos intergeneracionales", lo que no solo garantiza el uso fluido y conveniente de la infraestructura, los datos de información, las plataformas tecnológicas y las dimensiones de diseño de escenarios, sino que también, y lo que es más importante, combina los sistemas tradicionales de telecomunicaciones, energía eléctrica, construcción, decoración, diseño de interiores y materiales en un todo completo.

D6 Seguridad operacional. La dimensión de seguridad operacional involucra el modo de operación, evaluación de beneficios, administración del proyecto y seguridad del "gemelo intergeneracional". El modo de operación incluye operación y mantenimiento del sistema, operación del equipo, operación de la plataforma, operación del algoritmo y operación del activo digital del proyecto gemelo digital; la evaluación de beneficios incluye aceptación de calidad, beneficios económicos y sociales, beneficios ecológicos y optimización iterativa de la evaluación multidimensional; la administración del proyecto se enfoca en la aplicación del método de gestión de proceso completo y la optimización y mejora del progreso, calidad y costo del proyecto; y la seguridad involucra los diversos aspectos de planificación, construcción, operación, mantenimiento y uso del proyecto. La seguridad involucra planificación, construcción, operación, mantenimiento y utilización.

4 "Hermanamiento transgeneracional": direcciones futuras y posibles contribuciones

4.1 "Personalización": satisfacer las necesidades individuales de las diferentes ciudades

"El gemelo intergeneracional se dedica a apoyar a las ciudades con necesidades más personalizadas y precisas a través de una comprensión profunda de las necesidades de las ciudades en diferentes niveles de toma de decisiones, gestión y práctica. En el nivel de toma de decisiones, el gemelo intergeneracional proporciona un apoyo crítico a las decisiones de planificación y macroestrategia a los gobiernos de las ciudades a través de poderosos servicios inteligentes ^[24-25] . En el nivel de gestión, el gemelo intergeneracional proporciona servicios de programación en tiempo real y gestión del ciclo de vida completo para satisfacer las necesidades de los gerentes regionales, de campus y empresariales para la actividad económica y la gestión de recursos. En el nivel sustantivo, el gemelo intergeneracional se centra en los servicios y operaciones de base, proporcionando servicios inteligentes colaborativos en tiempo real y entre empresas para apoyar a la gama completa de operadores [26] .

4.2 "Penetración de nuevas tecnologías": una iteración inteligente para mejorar de forma gradual y continua la respuesta urbana

En el futuro, el "gemelo intergeneracional" integrará profundamente la informática de borde, la IoT y las tecnologías de comunicación 5G , e integrará profundamente las tecnologías de vanguardia con la gestión de la ciudad ^[27-28] . Esta integración profunda no solo mejora el procesamiento de datos en tiempo real y la capacidad de retroalimentación de la gestión de la ciudad, sino que también ayuda a construir un mecanismo de respuesta de la ciudad con mayor inteligencia y agilidad. Esta integración tecnológica hará que la planificación urbana y la toma de decisiones sean más precisas y oportunas, y ayudará a las ciudades a responder de manera más efectiva a los cambios dinámicos, sentando una base sólida para el desarrollo sostenible de las ciudades en el futuro ^[16,29] .

4.3 "Aprendizaje adaptativo": cómo impulsar la inteligencia digital basada en IA en las ciudades

El futuro de la planificación urbana dependerá del desarrollo de una nueva generación de tecnología de IA para desarrollar un enfoque completamente nuevo de la percepción urbana, la conciencia urbana, el análisis urbano, la simulación urbana y la toma de decisiones urbanas.

La fundación puede ^[30-31]. El futuro de la planificación urbana dependerá del desarrollo de una nueva generación de tecnologías de IA. En este contexto, el "gemelo intergeneracional" se convertirá en un sistema de inteligencia urbana con excelentes capacidades de autoaprendizaje y autoadaptación. Esto no solo le permitirá ver mejor el futuro de la ciudad y liderar la gestión de la ciudad hoy y mañana, sino que también le permitirá intervenir en la ciudad de una manera menos costosa y eficiente ^[32]. El "gemelo intergeneracional" también simulará los efectos de las intervenciones en tiempo real, proporcionando un marco de investigación continuo, adaptativo y con visión de futuro para la planificación urbana y rural. Esta actualización integral mejorará en gran medida el valor y el impacto del "gemelo intergeneracional" en la práctica e inyectará más innovación en el futuro de la planificación urbana ^[33-34].

4.4 "Lo real y lo virtual": crear una nueva vida para la infinitud de la ciudad

El desarrollo de "gemelos intergeneracionales" conducirá a una fusión de las formas de ciudad real y virtual ^[35]. La relación entre las ciudades físicas y virtuales será de cooperación mutua, en la que la ciudad física proporcionará a la ciudad virtual la capacidad de proporcionar servicios reales, y la ciudad virtual aportará posibilidades nuevas e innovadoras a la ciudad física [36]. Esta promoción mutua de las ciudades virtuales y reales formará un patrón de desarrollo en espiral y hará realidad el desarrollo innovador de las formas de vida urbana.

4.5 "Estructura del cerebro colectivo": la construcción de una nueva era de agrupaciones urbanas inteligentes

"El hermanamiento intergeneracional" coordinará las necesidades de los tomadores de decisiones urbanas, líderes empresariales y líderes corporativos, académicos profesionales, comités de calle y comités de barrio, personas urbanas y rurales y los medios de comunicación entre todos los tomadores de decisiones urbanas, para construir una arquitectura de inteligencia de clúster tridimensional, multinivel y multicerebro hacia la inteligenteización de los clústeres urbanos.

5 Observaciones finales

El gemelo urbano debe evolucionar hacia un "gemelo intergeneracional". En el entorno urbano, el gemelo industrial necesita especialmente tener características intergeneracionales, de lo contrario no podrá dar pleno juego al papel esencial de la inteligencia digital urbana, ver el futuro de la ciudad y ver la historia de la ciudad, y no podrá producir efectos y contribuciones más fundamentales a la solución de los problemas urbanos. Desde 2004, el autor ha estado acumulando, rompiendo e innovando en el campo de la inteligencia urbana, que involucra la minería de datos, el descubrimiento de leyes, la proyección futura y el análisis del mecanismo de poder. El autor espera e invita a más académicos a participar en la investigación de la propuesta del "gemelo intergeneracional" y promover conjuntamente la expansión y exploración de teorías, modelos técnicos y escenarios de aplicación.

Referencias

① <https://www.zhihu.com/pin/1617555633972162560>. © Academia China de Investigación de Información y Comunicación (2018), Informe de investigación sobre ciudades gemelas digitales, Beijing: http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201812/t20181218_190859.htm.

bibliografía

[1] Zhou Yu, Liu Chuncheng. La lógica y la innovación de la construcción de una ciudad gemela digital en la Nueva Área de Xiongan [J]. Investigación sobre desarrollo urbano, 2018.25(10): 60-67.

[2] MOHAMMADI N, TAYLOR J E. Flujo energético urbano: fluctuaciones espaciotemporales del consumo energético de los edificios y predicción basada en la movilidad humana[J]. Applied Energy, 2017, 195: 810-818.

[3] Wu C, Gan W, Zang W, et al. Modelando la inteligencia urbana (CIM) concepto y desarrollo [J]. Urbanismo, 2021. 45(4): 106-113.

[4] Wu C. Planificación urbana asistida por inteligencia artificial [J]. Times Architecture, 2018(1): 6-11.

[5] WU Zhiqiang, GAN Wei. Práctica de la tecnología de planificación inteligente urbana en el período

- de transición [J]. *Arquitectura urbana*, 2018(3): 26-29.
- [6] TAO Fei, LIU Weiran, LIU Jianhua, et al. Exploración del gemelo digital y su aplicación [J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2018, 24(1): 1-18.
- [7] KITCHIN R. Big data, nuevas epistemologías y cambios de paradigma[J]. *Big Data & Society*, 2014, 1(1): 2053951714528481.
- [8] SINGH D, JARA GT A. Un estudio sobre la Internet de las cosas: visión futura, arquitectura, desafíos y servicios[M]. *Internet de las cosas*. IEEE, 2014.
- [9] Li Deren. Ciudad gemela digital Construcción de ciudad inteligente de nueva Altura [J]. *Encuesta y diseño de China*, 2020(10): 13-14.
- [10] WU Zhiqiang, WANG De, DAN Liang, et al. Sistema de control de visualización y simulación tridimensional para la planificación y construcción de la Expo Mundial de Shanghai 2010 [M]. Shanghai: Universidad de Tongji, 2008.
- [11] HERZOG O, PAN Haixiao, DENG Zhituan, et al. Inteligencia artificial de próxima generación para la planificación urbana: oportunidades y desafíos [J]. *Revista de planificación urbana*, 2023(4): 1-11.
- [12] XIE Y, WENG Q. Mejora espaciotemporal de imágenes de luz nocturna DMSP/OLS de series temporales para evaluar dinámicas urbanas a gran escala[J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2017, 128: 1-15.
- [13] BERILA A, ISUFI F. Dos décadas (2000-) (2020) Medición de la expansión urbana mediante GIS.RS y métricas del paisaje: un estudio de caso del municipio de Prishtina (Kosovo)[J]. *Revista de Ingeniería Ecológica*, 2021, 22(6):114 - 125.
- [14] WU Zhiqiang, WANG Jian, LI Deren, et al. Pensamiento frío en el auge de las ciudades inteligentes [J]. *Journal of Urban Planning*, 2022(2): 1-11.
- [15] GAN Wei, WU Zhiqiang, WANG Yuankai, et al. Modelado teórico del diseño urbano asistido por AIGC [J]. *Revista de planificación urbana*, 2023(2): 12-18.
- [16] WU Zhiqiang, GAN Wei, LIU Zhaohui, et al. Ciudad con IA: teoría y modelado arquitectónico [J]. *Revista de planificación urbana*, 2022(5): 17-23.
- [17] Zhen Feng, Kong Yu. La sabiduría de la integración "humano-tecnología-espacio" Marco de planificación urbana [J]. *Revista de planificación urbana*, 2021(6): 45-52.
- [18] GROSHEV M, GUIMARAES C, MARTIN-PEREZ J, et al. Hacia sistemas ciberfísicos inteligentes: el gemelo digital se encuentra con la inteligencia artificial[J]. *Revista IEEE Communications*, 2021, 59(8): 14 - 20.
- [19] ALEXOPOULOS K, NIKOLAKIS N, CHRYSSOLOURIS G. Aprendizaje automático supervisado impulsado por gemelos digitales para el desarrollo de aplicaciones de inteligencia artificial en la fabricación[J]. *Revista internacional de fabricación integrada por computadora*, 2020, 33(5): 429 - 439.
- [20] BATTY M, MARSHALL S. Los orígenes de la teoría de la complejidad en las ciudades y la planificación [J]. *Las teorías de la complejidad de las ciudades han alcanzado la mayoría de edad: una visión general con implicaciones para la planificación y el diseño urbanos*, 2012: 21-45.
- [21] MOHAMMADI N, TAYLOR J E. Smart Gemelos digitales de la ciudad[C]//Serie de simposios IEEE 2017 sobre inteligencia computacional, 2017.
- [22] BATTY, M. Gemelos digitales[M]. *Medio ambiente y planificación B: análisis urbano y ciencia de la ciudad*, 2018.
- [23] SUN AY, SCANLON B R. ¿Cómo puede ser grande? Los datos y el aprendizaje automático benefician la gestión del agua y el medio ambiente: un estudio de métodos, aplicaciones y direcciones futuras [J]. *Environmental Research Letters*, 2019, 14(7): 073001.
- [24] Wu Z. Extrapolación de inteligencia artificial para la planificación urbana futura [J]. *Revista Económica*, 2020(1): 58-62.
- [25] RUOHOMÄKI T, AIRAKSINEN E, HUUSKA P, et al. Plataforma de ciudad inteligente que permite gemelos digitales[C]//2018 Conferencia internacional sobre sistemas inteligentes (SI), 2018.
- [26] Smith J., Johnson A., Thompson B. El papel de los CIM en la planificación urbana moderna[J]. *Revista de Planificación Urbana*, 2018, 45(2): 120-135.
- [27] WANG T, ZHAO M, ZHANG L. Digital Ciudades gemelas: un nuevo enfoque para la planificación urbana sostenible[J]. *Revista de Estudios Urbanos*, 2019, 56(8): 1598-1615.
- [28] LEE H, PARK J. Explorando la relación entre CIM y BIM: una nueva perspectiva[J]. *Construcción y*

investigación en edificación, 2020, 58(3): 230-245.

[29] LIU H, WANG F, ZHOU K. Integración de IA con modelado urbano: hacia ciudades más inteligentes[J]. AI & Urban Planning, 2020, 12(1): 25-42.

[30] XUE F, LU W, CHEN Z, et al. De la nube de puntos LiDAR a la ciudad gemela digital: agrupamiento de objetos de ciudad según principios de la Gestalt[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2020, 167: 418-431.

[31] CHEN L, ZHANG X, LIU Y. CIMAI. El futuro de la planificación urbana[J]. City Development Review, 2021, 67(4): 410-427.

[32] FAN C, ZHANG C, YAHJA A, et al. Gemelo digital de ciudad en situación de desastre: una visión para integrar la inteligencia artificial y humana para la gestión de desastres[J]. Int. J. Inf. Manag., 2021, 56: 102049.

[33] BLANCO G, ZINK A, CODECÁ L, et al. Una ciudad inteligente con gemelo digital para la retroalimentación ciudadana[J]. Cities, 2021, 110: 103064.

[34] Shahat E, Hyun CT, Yeom C. Potencial de los gemelos digitales urbanos: una revisión y una agenda de investigación [J]. Sustainability, 2021, 13 (6): 3386.

[35] DENG T, ZHANG K, SHEN Z J. Una revisión sistemática de una ciudad gemela digital: un nuevo patrón de gobernanza urbana hacia ciudades inteligentes[J]. Journal of Management Science and Engineering, 2021, 6(2): 125-134.

[36] ALLAM Z, DHUNNY Z A. Sobre grandes datos. Inteligencia artificial y ciudades inteligentes[J]. Ciudades, 2019, 89: 80-91.

Revisado: 2024-01