

**La protección del patrimonio histórico y cultural de la antigua ciudad de Suzhou.
Un enfoque de gemelo digital activado**

YANG Tao, LI Jing, LI Mengyao, MIAO Yangbing, TIAN Ying, SUN Lingguo

Resumen: Para lograr la protección y revitalización del patrimonio cultural, en línea con el llamado del presidente Xi Jinping de "hacer que más reliquias y patrimonio cultural cobren vida y fomentar una atmósfera social sólida para heredar la civilización china", los gemelos digitales se están convirtiendo cada vez más en nuevas herramientas y plataformas para lograr este objetivo. Sobre la base de las prácticas de construcción de la Plataforma de Protección y Renovación de la Ciudad Antigua CIM+ de Suzhou, este documento revisa los desafíos prácticos, los fundamentos teóricos y las bases tecnológicas de los gemelos digitales de la protección y renovación de la ciudad antigua de Suzhou. Propone de manera innovadora un marco de gemelos digitales para la ciudad antigua de Suzhou, utilizando escenarios como la recreación digital, la identificación de valor, la simulación de escenarios y la gobernanza integral como impulsores. Los impulsores técnicos incluyen un sistema de codificación espacial, arquitectura distribuida, simulación de respuesta en tiempo real e interacción flexible entre humanos y computadoras. Estas innovaciones tienen como objetivo resolver las contradicciones entre la protección y el desarrollo revitalizado de la ciudad antigua, promoviendo su desarrollo sostenible. El documento también espera el renacimiento digital de los métodos de construcción tradicionales, la evolución digital de los estilos de vida tradicionales y la mejora digital de los valores culturales tradicionales en la antigua ciudad de Suzhou. A través de estas prácticas y resúmenes, proporciona una base metodológica sólida para lograr una protección y revitalización más amplia, profunda y de mayor nivel del patrimonio histórico y cultural urbano en el futuro.

Palabras clave: Patrimonio cultural; Escenarios de gemelos digitales; protección y revitalización de la ciudad antigua; Impulsores de la tecnología digital

Número CLC: TU984 Símbolo de literatura Código A

DOI 10.16361/j.upf.202401010

N.º de artículo 1000-3363(2024)01- 082- 09

Sobre el autor

Yang Tao es profesor asociado de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Tsinghua y subdirector yangtao128@tsinghua.edu.cn del Centro de Innovación Tecnológica para Asentamientos Humanos Inteligentes y Planificación Espacial y Gobernanza del Ministerio de Recursos Naturales

Li Jing es arquitecto sénior en la Compañía de Planificación y Diseño de la Academia China de Planificación y Planificación (Pekín).

Li Mengyao es planificador y autor correspondiente de la Compañía de Planificación y Diseño de la Academia China de Planificación y Planificación (Beijing), mengyao-119@163.com

Miao Yangbing es planificador sénior y director de la Academia China de Planificación y Diseño Urbano

Tian Ying es candidata a doctorado en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Tsinghua y planificadora de la Compañía de Planificación y Diseño de la Academia China de Planificación y

Planificación (Beijing).

Sun Lingguo es el director de la Plataforma de Grupos de Reflexión de Planificación Espacial de Suzhou

* Programa Nacional Clave de Investigación y Desarrollo de China "Teoría y Métodos de Diseño de Renovación Urbana" (No.: 2022YFC3800301)

Desde el XVIII Congreso Nacional del Partido Comunista de China, el Secretario General XI ha enfatizado repetidamente la importancia de la confianza cultural en sí mismo para el desarrollo de la nación china, proponiendo que "la confianza cultural en sí mismo es una confianza más básica, más amplia, más profunda y una fuerza más fundamental, más profunda y más duradera". La estrategia nacional de digitalización cultural, publicada en mayo de 2022, señala claramente que para 2035, se completará la distribución física y la conexión lógica, el enlace rápido, la búsqueda eficiente, el intercambio integral, la integración clave, la exhibición panorámica de la Cultura China y el intercambio de logros digitales de la cultura china del sistema nacional de Big data cultural. En el proceso de renovación y desarrollo de las ciudades antiguas, a menudo caen en la contradicción entre la protección y el desarrollo, lo que conduce a algunos malentendidos, como: la demolición y reconstrucción conducen a la destrucción del patrimonio histórico y cultural original; Nuevos proyectos que no se ajustan a las características históricas tradicionales y la textura urbana; Inyectar el nuevo turismo cultural y el comercio, pero la falta de consideración de los pueblos indígenas, la falta de mejoras en las condiciones de vivienda, infraestructura, espacios públicos, etc., y el bajo sentido de felicidad y experiencia de los residentes [3.3]. Los residentes tienen un bajo sentido de felicidad y experiencia [3 - 4]. Tomando como ejemplo la protección y renovación de la antigua ciudad de Suzhou, se propone un marco tecnológico y metodológico para el gemelo digital, se exploran nuevos caminos digitales para la protección y revitalización del patrimonio histórico y cultural urbano y se promueve la integración orgánica de los excelentes valores culturales tradicionales chinos y el estilo de vida cultural emergente.

1 Antecedentes de la investigación

1.1 nuevos desarrollos en la teoría de la protección y la renovación

La protección y renovación del patrimonio histórico y cultural urbano tiene cierta base teórica y importancia práctica. La protección del patrimonio histórico y cultural comenzó en el siglo XIX y ha experimentado una evolución de lo tangible a lo intangible, del todo al conjunto, de una estrategia única a una clasificación jerárquica [5 - 7] sus representantes típicos son la teoría de la regeneración orgánica y la teoría de la protección sostenible, la primera se centra en la protección sistemática de la originalidad e integridad del patrimonio histórico y cultural y la textura histórica [8 - 9], y la segunda introduce el principio de sostenibilidad en el campo de la protección del patrimonio urbano, dejando de adherirse al debate de la "autenticidad" y prestando más atención a la importancia a largo plazo del patrimonio histórico y cultural para las partes interesadas [10 - 9]. El primero se centra en la protección sistemática de la autenticidad e integridad del patrimonio histórico y cultural y la continuación de la textura histórica [8 - 9], mientras que el segundo introduce el principio de sostenibilidad en el campo de la protección del patrimonio urbano, que ya no se limita al debate de la "autenticidad", sino que presta más

atención a la importancia a largo plazo del patrimonio histórico y cultural para las partes interesadas ^[10 - 11]. Además del marco de "protección", algunos estudiosos ^[12 - 13] también combinan el patrimonio histórico y cultural con el campo de la sociología para explorar formas de renovación y utilización del patrimonio. Por ejemplo, mediante la combinación de la teoría de los catalizadores urbanos, se implantan como catalizadores la transformación de las fábricas tradicionales materiales, la restauración de edificios históricos, la construcción de microparques comunitarios, esculturas, puertas y ventanas, tallas, etc., o actividades temáticas inmateriales, festivales y promociones, y se utilizan estos catalizadores del entorno urbano para promover el cambio urbano, generando una "reacción en cadena". La "reacción en cadena" impulsa la renovación general, la revitalización y el desarrollo sostenible del entorno circundante con una renovación a pequeña escala y gradual. La teoría de la escena propuesta por Clark, Profesor de la Universidad de Chicago, es integrar connotaciones culturales desde la perspectiva del productor y el trabajador hasta la perspectiva del consumidor, sobre la base del espacio físico tradicional, proponiendo que la escena se compone principalmente de cinco elementos: espacio comunitario, instalaciones de vida cultural convenientes, actividades diversificadas, población y valores culturales comunes. ^[14 - 15] La combinación de elementos en el escenario tiene un efecto impulsor en la formación de fenómenos socioeconómicos, y la combinación de elementos en el escenario tiene un efecto impulsor en la formación de fenómenos socioeconómicos y el desarrollo sostenible de la Ciudad.

La esencia de la escena es construir un patrón de consumo que reúna a personas, lugares, cosas y objetos. Combinando las bases de la protección gradual y la regeneración, centrándose en pequeños y microescalas como edificios y parcelas, la creación adicional de escenarios a través de una combinación creativa de múltiples elementos puede desencadenar nuevas necesidades y aplicaciones de mayor valor y promover la protección general y el desarrollo sostenible. Sin embargo, la definición de diferentes valores culturales y paisajes en la teoría tradicional del paisaje se basa en estudios de casos de grandes ciudades occidentales, y su clasificación no es completamente adecuada para la protección y renovación de las ciudades históricas y culturales chinas actuales, y los resultados de la formación del paisaje de algunos lugares pintorescos y lugares culturales de las calles antiguas de China a menudo no son satisfactorios. Ya sea la teoría del catalizador o la teoría de la escena, el mecanismo de implementación detrás de ella sigue siendo muy complejo, y actualmente carece de una evaluación objetiva del efecto de implementación después de la Aplicación. El uso de la tecnología digital permite ahorrar costes de inversión y construcción, aplicar escenarios en el espacio digital para encontrar catalizadores y probar su valor, a través de la interacción digital y física, y luego realizar la construcción y protección de inversiones reales, y utilizar los beneficios del Espacio digital para la construcción y operación del espacio físico, formando un ciclo virtual y real de economía digital y física.

1.2 fundamentos de la tecnología de gemelo digital

El concepto de gemelo digital fue propuesto por primera vez por el profesor Grieves en 2003 en el curso de gestión del ciclo de vida del producto de la Universidad de Michigan y se aplicó temprano a la industria militar. En la actualidad, no existe una comprensión unificada del gemelo digital, que se considera que incluye principalmente dimensiones como entidades físicas, entidades virtuales, conexiones entre virtuales y reales y datos y servicios ^[16 - 18]. El gemelo digital se utiliza para visualizar sistemas físicos complejos difíciles de modelar mediante la construcción

de espejos digitales de entidades físicas en espacios de información virtuales, lo que a su vez proporciona una referencia para el control y optimización de sistemas físicos complejos ^[19]. Con el desarrollo de tecnologías emergentes como el Big data, la computación en la nube, el Internet de las cosas, la realidad virtual / aumentada / híbrida y la inteligencia artificial, las tecnologías gemelas digitales comenzaron a penetrar en el campo urbano, y surgió el concepto de Ciudades gemelas digitales, es decir, construir un mapeo e interacción entre ciudades reales y ciudades digitales, lograr un proceso de correspondencia completa, integración y evolución entre el mundo físico y el mundo digital, y promover la inteligencia de las ciudades ^[20]. Con el desarrollo de la tecnología de gemelo digital, se han innovado los métodos de construcción digital del patrimonio histórico y cultural, y se han encontrado nuevas formas de proteger y revitalizar. El uso de la tecnología de modelado 3D proporciona muestras para la restauración y reconstrucción de edificios históricos y barrios históricos ^[21 - 22] para la creación de bases de datos y archivos de reliquias culturales, así como para el rescate y protección del patrimonio, al tiempo que establece imágenes digitales del patrimonio cultural material, y crea museos digitales combinados con plataformas en la nube y métodos experimentales interactivos como ar y vr, que permiten el turismo en la nube en línea y el turismo inmersivo tridimensional, promoviendo la difusión y herencia de la Cultura. Al mismo tiempo, se utiliza la tecnología de Big data espacial para almacenar información sobre la ubicación espacial, la planificación de la conservación y la información histórica del patrimonio cultural, y se apoya el análisis de la protección y renovación de los barrios históricos y los barrios históricos, incluida la investigación de la situación actual de los barrios históricos, la planificación y el diseño, El control de la gestión y la evaluación del valor, así como el análisis de la morfología espacial y la morfología social espacial, la estructura morfológica y la estructura espacial de los barrios históricos sobre la base de la gramática espacial.

También analiza la morfología espacial de los bloques históricos sobre la base de la gramática espacial y analiza la relación y racionalidad entre la morfología espacial de las zonas urbanas históricas y la morfología social espacial, la estructura morfológica y la distribución del uso de la tierra ^[23].

Además, la tecnología de modelado inteligente / informativo urbano (cim) localiza espacialmente datos no vectoriales como la información de protección del patrimonio cultural y la información histórica mediante la integración de tecnologías como bim, GIS e iot, e integra con datos 3D como modelos históricos refinados, lo que favorece la gestión y aplicación integradas de la información del patrimonio cultural. Gestión y aplicación integradas, a través de la adquisición, transmisión, procesamiento, análisis y modelado de datos dinámicos en tiempo real, combinados con datos dinámicos en tiempo real para realizar el Monitoreo Ambiental de reliquias culturales, monitoreo y análisis del tráfico de peatones y vehículos, análisis de la situación actual del entorno vecinal, etc., monitorear y advertir el Estado del patrimonio cultural tangible, y combinar modelos de simulación e inteligencia artificial para predecir emergencias y simulación de soluciones ^[24 - 26].

A partir de Investigaciones y prácticas anteriores, se puede encontrar que la aplicación de la tecnología de gemelo digital en la protección y revitalización del patrimonio histórico y cultural ha pasado de la simple adquisición de datos, modelado tridimensional, exhibición visual a la toma de decisiones integral y soporte analítico ^[27], lo que no solo puede comprender información real y completa, sino que también ayuda a aprovechar mejor el valor cultural, promover y

difundir la cultura, reflejando y transmitiendo la confianza cultural en sí mismo. Sin embargo, todavía hay dificultades en la implementación de la antigua Ciudad. En primer lugar, el umbral del modelado digital es alto. Aunque hay una variedad de tecnologías de topografía y cartografía de alta precisión y modelado tridimensional, hay muchas casas antiguas en la ciudad antigua, y la construcción de modelos de alta precisión que puedan reflejar realmente los detalles microscópicos de la entidad de la ciudad antigua, los componentes de edificios antiguos, los edificios históricos y las estructuras internas requiere una gran inversión. En la actualidad, tales tecnologías aún no se han aplicado a gran escala, a menudo solo se aplican a unidades individuales importantes del patrimonio cultural, edificios históricos, modelado de nubes puntuales tridimensionales, modelado de alta precisión interior, etc. Las ciudades gemelas digitales son costosas y largas, y es difícil garantizar la sostenibilidad del proyecto solo con la inversión gubernamental.

Es difícil garantizar la actualización continua y el funcionamiento y mantenimiento de los datos basándose únicamente en la inversión gubernamental. En segundo lugar, debemos explorar aplicaciones digitales. En la actualidad, la aplicación de la tecnología digital se centra principalmente en el turismo cultural digital y los archivos digitales del patrimonio histórico, pero la minería de datos del patrimonio cultural, la integración de modelos físicos e información semántica siguen siendo relativamente escasos ^[28], no se ha establecido retroalimentación y orientación virtual a real, falta de mecanismos auxiliares de toma de decisiones, como la revitalización de ciudades antiguas y la renovación urbana, y falta de vías efectivas para que el público participe en la difusión y difusión cultural. La tecnología no resuelve todos los problemas. En la práctica, cómo utilizar mejor la tecnología de gemelo digital para proteger, revitalizar y reproducir el patrimonio histórico y cultural y lograr el renacimiento de la antigua ciudad de Suzhou y el desarrollo cultural sostenible es algo que debe considerarse más a fondo.

1.3 desafíos que enfrenta la protección y renovación de la antigua ciudad de Suzhou

Como una de las primeras ciudades históricas y culturales de China, Suzhou tiene una historia de 2.500 años, con cientos de unidades de protección de reliquias culturales, muchos patrimonios culturales tangibles e intangibles, así como una textura urbana única y relativamente completa, un patrón de doble tablero de ajedrez acuático y terrestre, y se ha adherido a la política general de protección durante muchos años. Para proteger el patrimonio histórico y cultural de la antigua ciudad de Suzhou, no sólo debemos proteger el patrimonio en sí, sino también activarlo y utilizarlo, dar pleno juego al valor del patrimonio cultural y considerar de manera integral el desarrollo económico de la antigua ciudad y la protección de los medios de vida de las personas ^[29]. En la actualidad, bajo el doble requisito de protección y renovación, todavía hay algunas dificultades prácticas en Suzhou.

Por un lado, el espacio de desarrollo del patrón general de protección de la ciudad antigua es limitado. La antigua ciudad aplica estrictamente el plan de protección histórica y cultural, tiene muchas unidades de patrimonio cultural y edificios protegidos, la calidad de las viviendas es desigual, los tipos de propiedad de viviendas privadas, viviendas públicas administradas directamente, propiedades mixtas y otras viviendas son complejas, la población residente es mixta, y la experiencia de "microrenovación" gradual a pequeña escala dominada por el Gobierno a lo largo de los años puede fortalecer la protección, pero no ha logrado estimular la renovación y el desarrollo económico durante mucho tiempo. Es difícil lograr el desarrollo sostenible solo con la inversión y construcción continuas del Gobierno.

Por otro lado, en el contexto de una gobernanza refinada, es difícil reunir e integrar datos de múltiples fuentes. Encontrar la dirección de desarrollo de la protección y renovación y revitalización de la ciudad antigua requiere datos completos y precisos, pero ahora los datos a menudo están dispersos en datos no vectoriales como diferentes departamentos, diferentes empresas, población y cultura, todavía carecen de una ubicación precisa, no hay un cruce unificado entre unidades espaciales como la tierra y la tierra, y carecen de datos a escala microscópica como la vivienda y los hogares en la demanda de gobernanza refinada, y todo tipo de datos necesitan urgentemente estándares unificados para la integración y estandarización ^[30].

Los problemas anteriores conducen a la asimetría de la información entre las Partes y a la dificultad de negociar y tomar decisiones entre múltiples agentes. Los inversores necesitan saber qué edificios o patrimonio cultural inmaterial proteger para que puedan evitar la destrucción del patrimonio cultural durante el proceso de renovación, al tiempo que pueden aprovechar la planificación de escenarios culturales para mejorar los beneficios económicos; Los constructores deben saber qué tecnologías tradicionales o avanzadas son adecuadas para la antigua ciudad de Suzhou, para que puedan elegir las tecnologías adecuadas para reparar o renovar edificios de acuerdo con las condiciones reales del edificio; Los protectores o los gobiernos necesitan saber dónde hay inversores y tecnologías adecuadas y dónde pueden usarlas para reparar o renovar edificios. Tener inversores y tecnologías adecuadas para controlar y guiar la protección y renovación de la ciudad antigua; Los consumidores o el público quieren saber qué paisajes culturales de la antigua ciudad vale la pena experimentar. Por lo tanto, en general, la antigua ciudad de Suzhou necesita explorar cómo utilizar la tecnología de gemelo digital para movilizar eficazmente los recursos de todas las partes de la sociedad en el marco general de la protección, promover la coincidencia de recursos entre la inversión, la construcción, la protección cultural y la experiencia del consumidor, y promover la consulta y la gobernanza conjunta de múltiples agentes, promoviendo así el desarrollo sostenible de la antigua Ciudad.

2 gemelo digital impulsado por la escena de la antigua ciudad de Suzhou

La escena del gemelo digital desempeña un papel en la promoción de la construcción general del gemelo digital en la antigua ciudad de Suzhou, consolidando así la piedra angular del edificio gemelo digital en la antigua Ciudad. En primer lugar, el propio escenario proporciona un sistema de referencia para la recopilación de datos o el aprendizaje automático para impulsar la reorganización de los datos de acuerdo con los requisitos del escenario y establecer enlaces de parámetros entre diferentes modelos. En segundo lugar, la fusión de datos o la iteración del modelo constituyen el proceso de aprendizaje de escenarios de varios niveles. En torno a la implementación de la escena, diferentes modelos forman la interacción entre negocios y datos a través de la colaboración personalizada y combinada, simulan el funcionamiento funcional de la escena espacial desde diferentes dimensiones y promueven la construcción de escenas gemelas digitales. Por último, a través de este proceso de aprendizaje, el gemelo digital abstrae el conocimiento de las personas, lugares, cosas y cosas del mundo real en el mundo digital y lo reproduce en escenarios espaciales reales, acelera la iteración del conocimiento, cultiva la sabiduría de la interacción hombre - computadora y establece un sistema de escenarios complejos multinivel, multipreciso y multimodal a través de procesos de Verificación e iteración repetidas ^[31]. Por lo tanto, la construcción de datos basados en escenarios, la minería de valor basada en datos y la deducción de simulación basada en valor apoyan diversas decisiones macro y micro, construyendo todo el proceso de protección, renovación, revitalización y utilización de la

ciudad antigua desde el reconocimiento hasta la identificación, desde la toma de decisiones hasta la gobernanza, y finalmente logrando un circuito cerrado de desarrollo sostenible general de la ciudad antigua de shuangcheng.

2.1 arquitectura gemela digital de la antigua ciudad de Suzhou

En la actualidad, la protección y renovación de la antigua ciudad de Suzhou requiere la construcción de un escenario general, la integración de diversos elementos históricos y culturales, personajes y entornos sociales en la antigua ciudad, reflejando la originalidad de la forma material de la antigua ciudad a través de elementos digitales, enfatizando la protección general de la antigua ciudad, pero también la necesidad de nuevos factores desencadenantes como catalizadores para activar el valor de la antigua ciudad a través de la interacción de gemelos en toda la escena social, económica y cultural. La ciudad de Suzhou está promoviendo la construcción de Suzhou digital, ha construido básicamente la plataforma básica del modelo de información urbana de Suzhou (cim) ^[32], está explorando la aplicación de demostración de gemelos digitales en la antigua ciudad, con una superficie urbana histórica de 19,2 kilómetros cuadrados (figura 1). El 6 de julio de 2023, durante su visita a la antigua ciudad de suzhou, el Secretario General Xi dijo que "suzhou ha hecho un buen trabajo de combinación de tradición y modernidad, no solo con el patrimonio histórico y cultural, sino también con la innovación de alta tecnología y el desarrollo de alta calidad, representando la dirección del desarrollo futuro" ^[33]. Combinado con la base teórica y técnica anterior, este artículo propone utilizar la tecnología de gemelo digital para construir una "escena de gemelo digital", con el objetivo de compartir tiempo y espacio a tiempo completo, gobernar juntos durante todo el ciclo e interactuar con el gemelo global, construir un sistema de gemelo digital en la antigua ciudad de suzhou, interpretar el valor cultural único de la antigua ciudad bajo el doble impulso de la escena y la tecnología, y lograr la protección y revitalización del patrimonio histórico y cultural. Proteger y revitalizar el patrimonio histórico y cultural.

A diferencia de los escenarios definidos por la teoría tradicional de la escena, los escenarios gemelos digitales se refieren, por un lado, a la reproducción y reflexión de escenas reales en la interfaz digital, por otro lado, en el proceso de retroalimentación del entorno digital a escenas reales, a través de la simulación de nuevos escenarios generados por escenas reales, y luego la retroalimentación a escenas reales, optimizando escenas reales durante el ciclo. La teoría tradicional de la escena eleva el "espacio" del nivel puramente físico al nivel social, mientras que el "espacio" en las ciudades gemelas digitales se eleva aún más del nivel real al nivel virtual, reflejando el espacio físico, la vida social, económica y cultural de la ciudad de manera digital y abstracta, formando ciudades gemelas digitales. La vida económica y cultural, etc., forma un escenario de gemelo digital.

Para la antigua ciudad de suzhou, tales escenas gemelas digitales no solo reflejan la entidad de la antigua ciudad, destacan la textura urbana de la antigua ciudad, sino que también reflejan el valor cultural contenido en la antigua ciudad, al tiempo que proporcionan una nueva perspectiva para construir un espacio más inteligente de la antigua ciudad después de integrar las capacidades de percepción, interacción y retroalimentación. Al igual que los elementos de la teoría de la escena están orgánicamente relacionados entre sí ^[34], los escenarios gemelos digitales también pueden ser nuevos desacoplamientos y reconstrucciones a través de la combinación de elementos digitales ^[35].

Combinar la tecnología de gemelo digital con la teoría tradicional de la escena y construir un

nuevo "escenario de gemelo digital" no solo puede compensar las deficiencias de la propia tecnología para reflejar las necesidades culturales locales y los valores culturales, sino también construir los datos de la línea de negocio correspondientes sobre la base del peinado de la escena, y abrir los datos de la línea de negocio a través de un sistema unificado de unidades espaciales para encontrar nuevos problemas de la combinación de diferentes elementos de datos; La construcción de nuevos escenarios de gemelos digitales utilizando escenarios de gemelos digitales también puede desacoplar y reconstruir escenarios a través de la combinación de elementos digitales [35]. La arquitectura distribuida admite la integración eficiente, el acceso conveniente y el intercambio integral del patrimonio histórico y cultural disperso por todo el mundo a nivel digital; Los datos de monitoreo en tiempo real basados en la detección de Internet de las cosas, utilizando Big data y tecnología de aprendizaje automático, exploran aún más las leyes internas y las reglas de funcionamiento de los escenarios, realizan simulaciones científicas de ciudades reales y promueven la toma de decisiones integral y la gobernanza de las ciudades gemelas digitales; A través de la interacción hombre - computadora y la reorganización de escenarios, también podemos ordenar y construir los datos de las líneas de negocio correspondientes basados es es en escenarios. los métodos de interacción hombre - computadora y la reingeniería de escenarios promueven la formación de nuevas características y valores culturales, logrando así la evolución de los modelos de vida tradicionales y la Mejora de los valores culturales, logrando los objetivos generales de desarrollo sostenible. Véase la figura 2. als. See Figure 2.



Fig.1 La arquitectura de los gemelos digitales de la antigua ciudad de Suzhou



Fig.2 El proceso de protección y revitalización del patrimonio urbano, histórico y cultural basado en escenarios de gemelos digitales

2.2 reproducción digital de la protección de las antiguas ciudades físicas

Integrar datos multidimensionales espacio - temporales, construir un sustrato digital de la ciudad antigua, combinar modelos tridimensionales como dibujos históricos, modelos actuales, modelos de diseño urbano y datos de atributos socioeconómicos para lograr la reproducción digital de escenas pasadas, presentes y futuras de la Ciudad Antigua y la reconstrucción de valores culturales. La plantilla digital incluye dos aspectos. Por un lado, comienza con la morfología material y protege los diversos elementos físicos de la antigua ciudad a través del modelado digital, como casas, edificios, patios, unidades de protección de reliquias culturales, árboles antiguos, puentes antiguos, pozos antiguos, ríos y sistemas de agua, calles y carreteras, etc. De acuerdo con las necesidades de diferentes escalas espaciales, se implicarán diferentes modelos de precisión, como: el modelo fotográfico inclinado de alta precisión es el más cercano a la situación real de la ciudad antigua (figura 3), que puede realizar una visión general de la situación actual a gran escala y a gran escala, ver intuitivamente las características del paisaje de la ciudad antigua y fortalecer el control general de la galería y la altura del edificio; El modelo arquitectónico general y el modelo de subclase jerárquico pueden mostrar la forma

arquitectónica, la fachada y la información de atributos relacionados. Los modelos a nivel de componentes, como los modelos bim, pueden reflejar los detalles del Interior y los componentes de edificios antiguos; El modelo de finura artificial renderizado por el motor de juego (figura 4) puede dar a los usuarios una sensación inmersiva, lo que favorece la experiencia cultural y la promoción.

Por otro lado, el escenario del sustrato digital también es la encarnación de las actividades socioeconómicas y los valores culturales del casco antiguo. las calles y casas antiguas del casco antiguo son el punto de aterrizaje de la memoria de la vida de las personas. desde la perspectiva del desarrollo sostenible, la protección del patrimonio histórico y cultural no puede separarse de la atención a las personas y la herencia de los valores culturales, incluidos el entorno de vida, el estilo de vida y el modo de producción, así como las costumbres tradicionales estrechamente relacionadas con la vida de las personas, que también son una parte importante de la protección y herencia cultural. Estos también son una parte importante de la protección y herencia cultural. A través de la integración e integración de datos socioeconómicos como el espacio y las instalaciones relacionadas, la población y el transporte, se puede realizar todo el ciclo, todo el servicio, todos los elementos y toda la base de datos de la ciudad antigua, y reproducir digitalmente de manera integral la esencia central de la protección del patrimonio histórico y cultural.



Fig.3 La vista tridimensional de la ciudad antigua de Suzhou



Fig.4 La alta resolución de un jardín seleccionado en la ciudad antigua de Suzhou

2.3 identificación del valor del renacimiento de la ciudad vieja física

Se pueden identificar y medir los valores de la escena. En el gemelo digital de la antigua ciudad, múltiples escenas espaciales suelen ser analizadas de manera descrita por diferentes indicadores, que se transforman en un sistema de indicadores cuantitativos que corresponde abstractamente a la propia escena espacial. Estos indicadores pueden provenir directamente del aprendizaje profundo de los datos o de la minería profunda de los resultados de los cálculos del modelo.

Sobre la base del sustrato digital, comenzamos con diferentes dimensiones, diferentes elementos e indicadores, construimos escenarios de "reconocimiento" gemelo digital desde las dimensiones ecológicas, sociales, económicas y culturales, abstraemos y reorganizamos los elementos digitales y sus relaciones, construimos modelos de evaluación, evaluamos y extraemos valor de la ciudad antigua, formamos un retrato digital único de la Ciudad Antigua y reflejamos la realidad de la Ciudad. La evaluación y excavación de valor de la ciudad antigua formará un retrato digital único de la ciudad antigua, que reflejará las leyes de funcionamiento de las escenas reales, el valor del patrimonio histórico y cultural de la Ciudad Antigua y los peligros ocultos en el desarrollo de la ciudad antigua. Sobre esta base, se pueden identificar áreas que necesitan fortalecer la protección y el control histórico y cultural, parcelas que pueden realizar microrenovaciones o áreas con mayor potencial de renovación (figura 5), proporcionando datos finos y resultados de análisis científicos a los departamentos gubernamentales y agencias de implementación de inversiones, al tiempo que ayudan a aclarar la cantidad de población, edificios y recursos involucrados En el proyecto de renovación de la Ciudad Antigua y ayudan a las agencias correspondientes a tomar decisiones más precisas. Al mismo tiempo, es propicio para aclarar la población, la arquitectura y los recursos involucrados en el proyecto de renovación de la ciudad antigua, ayudar a los sujetos correspondientes a tomar decisiones y juicios más precisos, y promover la implementación posterior de la protección y renovación de la ciudad antigua a nivel del proyecto.



Fig.5 La evaluación del potencial de desarrollo de cada parcela: la regeneración CIM+ para la ciudad antigua de Suzhou

2.4 decisiones de razonamiento gemelo digital de la antigua ciudad

Sobre la base de la "identificación" del valor paisajístico, combinada con las necesidades dobles de protección y renovación, se considera la ciudad antigua como un todo orgánico, se combina el plan maestro de protección y renovación de la ciudad antigua con el proceso de negocio de la renovación de la ciudad antigua, se simulan escenarios digitales de toma de decisiones con características y necesidades sociales locales a través de la tecnología de gemelo digital, y se proporcionan funciones como ayudar a la selección del sitio del proyecto, las condiciones de planificación, el control del diseño y la evaluación del impacto para ayudar a todo el ciclo de vida de la planificación y gestión de la construcción de la ciudad antigua. Proporciona funciones como ayudar a la selección del sitio del proyecto, las condiciones de planificación, el control del esquema de diseño y la evaluación del impacto, ayudar a todo el ciclo de vida de la planificación y gestión de la construcción de la ciudad vieja, construir una plataforma de consultoría multidisciplinaria para la renovación de la ciudad vieja y explorar la innovación del modelo de protección y renovación de la ciudad vieja de manera digital e inteligente tridimensional.

Por ejemplo, en la planificación y selección del sitio del proyecto de renovación de la ciudad antigua, el modelo de bloque espacial se puede simular automáticamente ajustando diferentes indicadores para juzgar de antemano el efecto de la implementación del proyecto y combinarlo con los requisitos de la protección de las ciudades históricas y culturales, vinculándolo con el modelo actual 3D para ver la morfología espacial general y el Estado del paisaje de la ciudad; A través de algoritmos sistemáticos, se puede juzgar de antemano el impacto social de la población reubicada y reasentada, el impacto del flujo de tráfico, la demanda de instalaciones de servicio público y el costo de la demolición y reconstrucción, la escala de la reconstrucción y el costo de la reconstrucción. A través de algoritmos sistemáticos, se realizan estimaciones cuantitativas del impacto económico de los costos de demolición y reconstrucción, la escala de reconstrucción y el

monto total de la financiación para equilibrar los intereses integrales de diferentes participantes, como residentes, gobiernos e inversores, durante el proceso de renovación. Por ejemplo, a una escala más microscópica, se puede hacer una simulación en línea de la gestión de fachadas callejeras, el mantenimiento de casas antiguas y la demolición de obras de construcción no autorizadas ajustando el color y el cambio de techo de las fachadas de los edificios en línea, reflejando la participación de múltiples agentes, creando escenarios gemelos digitales de acuerdo con las Leyes de la realidad y las reglas de negocio, y ayudando en la formulación de políticas y decisiones de regeneración combinando diferentes formas de interacción hombre - computadora, como plataformas de información y aplicaciones móviles.

2.5 gestión integral del gemelo digital de la antigua ciudad

La tecnología de gemelo digital se aplica a las operaciones urbanas, la gestión urbana, la gobernanza social, la gestión de emergencias y otros campos para lograr el mapeo disciplinario completo, la percepción de todos los factores y el empoderamiento de todo el escenario. Utilizando Internet de las cosas, computación de borde, computación en la nube y otras tecnologías, combinadas con la visualización de varios elementos en el espacio virtual, se monitorean con precisión los corredores subterráneos invisibles originales de la ciudad antigua, tuberías subterráneas, así como las principales rutas de tráfico, las principales infraestructuras municipales y otros proyectos de línea de vida urbana, reflejando el funcionamiento en una escena real a gran escala del gemelo digital de la ciudad antigua; Combinando la tecnología de simulación, se realiza el flujo de tráfico y las actividades de la multitud, combinada con la tecnología de simulación, se puede realizar la simulación del flujo de tráfico, las actividades grupales, los desastres naturales, la propagación de epidemias, etc., y se pueden proporcionar servicios inteligentes de predicción para la gestión de la congestión del tráfico, la evacuación de personas en lugares pintorescos y la prevención y el control precisos de epidemias.

En combinación con la situación actual, los datos de planificación y los datos subterráneos sobre el suelo en la plataforma digital de gemelos, se proporciona apoyo básico a la placa inferior para reuniones multisectoriales y multisectoriales de expertos, se dan las condiciones de planificación y diseño del proyecto, lo que facilita al Gobierno refinar los requisitos de control del proyecto, implementar las condiciones de Planificación y formular requisitos de gestión refinados para la protección y renovación de la ciudad antigua (figura 7); Combinar la participación pública para proporcionar al público servicios públicos digitales más convenientes; Enriquecer constantemente los escenarios gemelos digitales y promover la gestión de la congestión del tráfico, la evacuación de personas en lugares pintorescos y el control preciso de la epidemia. Los escenarios de gemelo digital se enriquecen constantemente, promoviendo la protección inteligente y la gobernanza más científica de la ciudad antigua, promoviendo el funcionamiento de circuito cerrado de la integración de la planificación, construcción, gestión y operación de la ciudad antigua, y mostrando el alto nivel de sabiduría de la ciudad gemela digital.



Fig.6 La decisión de selección de la ubicación: la regeneración CIM+ para la ciudad antigua de Suzhou



Fig.7 La negociación de las especificaciones de los permisos de construcción: la regeneración CIM+ para la ciudad antigua de Suzhou

3 El gemelo digital de la antigua ciudad de Suzhou impulsado por la tecnología

3.1 sistemas de codificación física y espacial

Partiendo de las necesidades de los escenarios de gemelo digital, Clasificamos las unidades espaciales más pequeñas del gemelo digital de la antigua ciudad de Suzhou como edificios, establecemos relaciones de asociación que cubren diferentes niveles de unidades espaciales y diferentes tipos de entidades espaciales, como edificios, tierras, parcelas, cuadrículas, bloques, calles, distritos, condados, ciudades, etc., abriendo así la relación entre negocios y datos en diferentes campos, satisfaciendo las necesidades de montaje de atributos de datos tridimensionales y escenarios de aplicación de integración bidimensional y tridimensional, y

estableciendo un código único de "tarjeta de identificación" para cada unidad espacial y entidad espacial. Establece un código único de "id" para cada unidad espacial y entidad espacial. Véase la figura 8.

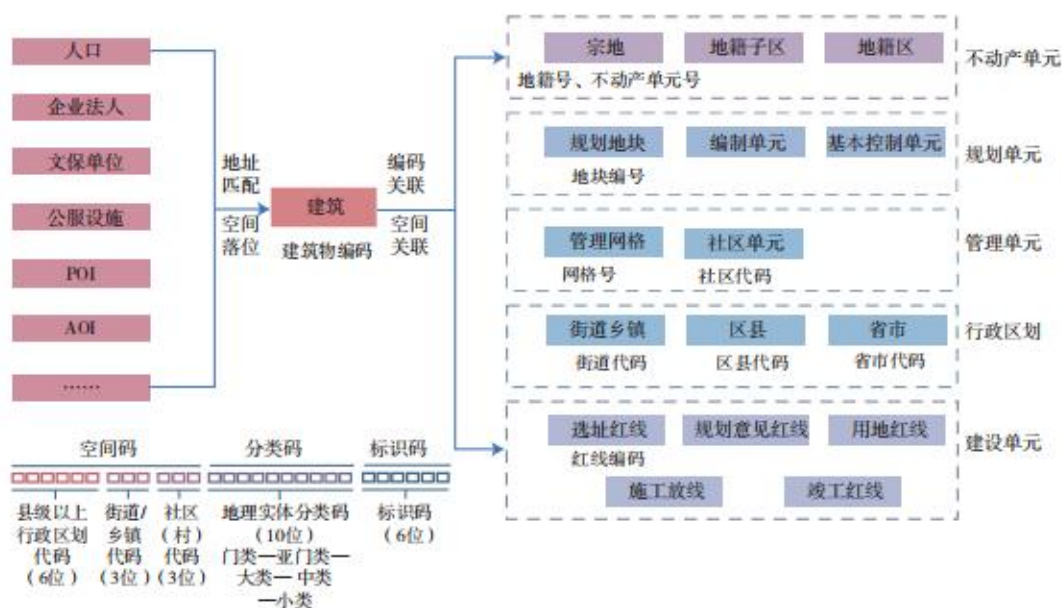


Fig.8 El sistema de codificación espacial: el estándar para los gemelos digitales de Suzhou

Establecer un punto de anclaje de topografía y cartografía de realidad virtual gemela digital de la ciudad antigua basado en la codificación espacial, realizar la gestión de cada árbol antiguo, puente antiguo, casa antigua, etc., integrar los datos relevantes, lograr la coherencia de los datos de arquitectura, parcela, parcela de planificación, comunidad y vecindario, y unificar las diversas restricciones, condiciones favorables y otros datos actuales relacionados de la protección histórica y cultural en "bloques" basados en la misma unidad espacial. "El Código en sí es un algoritmo incorporado.

El Código en sí mismo es un algoritmo incorporado que construye una "medida" para el reconocimiento espacial y las transacciones. Al tiempo que se fortalece la gestión de los elementos digitales del patrimonio histórico y cultural, se sientan las bases para actualizar la investigación y la gestión integral de la ciudad antigua, facilitando la consulta y el intercambio de información relacionada con cualquier elemento cultural, cualquier parcela y cualquier extensión espacial, y logrando los siguientes objetivos. en el futuro, el intercambio de datos y El comercio de datos se pueden lograr en unidades de "bloques".

3.2 Sistemas de arquitectura distribuida que conectan las bases con el resto del mundo

En los sistemas de información tradicionales, la arquitectura distribuida consiste en utilizar redes informáticas de alta velocidad para conectar unidades físicamente descentralizadas para formar un todo lógicamente unificado ^[36], que puede resolver eficazmente el problema de alta concurrencia y proporcionar escalabilidad y alta disponibilidad. El gemelo digital de la antigua ciudad se basa en el concepto de arquitectura distribuida, creando un sistema de arquitectura distribuida de acceso eficiente y rápido para los usuarios, conectando las bases con el resto del mundo, fortaleciendo la difusión cultural de la antigua ciudad y los intercambios culturales con el resto del mundo, y logrando el uso adaptativo del patrimonio histórico y cultural.

Por un lado, los diferentes tipos de objetos de protección histórica y cultural se integran en el gemelo digital de la antigua ciudad en forma de elementos digitales, incluyendo unidades nacionales, provinciales y municipales de protección de reliquias culturales y edificios históricos, reliquias culturales inmuebles que aún no han sido aprobadas como unidades de protección, patrimonio cultural inmaterial, etc., que se refinan aún más. En diferentes escalas espaciales de ciudades antiguas, barrios, bloques, parcelas y edificios, y se transforman en edificios digitales en la protección y renovación de la antigua Ciudad. Estos elementos digitales se refinarán y mostrarán aún más en diferentes escalas espaciales, como ciudades antiguas, barrios, bloques, parcelas y edificios, y se transformarán en los requisitos de control de las unidades espaciales correspondientes en la protección y renovación de ciudades antiguas para lograr una protección histórica y cultural refinada y la gobernanza espacial.

Por otro lado, en el futuro, fuera de la antigua ciudad de Suzhou, los recursos históricos y culturales de diferentes regiones, ciudades y países también pueden construir sus respectivos nodos de datos distribuidos históricos y culturales con la misma jerarquía. Los nodos de todo el mundo construirán un sistema de gemelo digital de la antigua ciudad de Suzhou de manera "crowdfunding" a través de la interconexión de redes informáticas de alta velocidad, promoviendo el gemelo digital de los recursos culturales y promoviendo el gemelo digital de los activos culturales y la digitalización de los activos culturales. La construcción conjunta de un sistema de gemelo digital a través del "crowdfunding" promoverá la integración eficiente de los recursos culturales de gemelo digital, se abrirá al público mundial con el apoyo de un acceso altamente simultáneo, permitirá al público experimentar las características multiculturales en escenarios de gemelo digital, fortalecerá la protección, herencia y desarrollo de los recursos del patrimonio cultural y promoverá los intercambios históricos y culturales globales y la prosperidad cultural y artística.

3.3 simulación de respuesta en tiempo real basada en Big data de confianza e inteligencia artificial

Las tecnologías más importantes en la construcción de Ciudades gemelas digitales son los algoritmos y la simulación. A través de la simulación en tiempo real basada en inteligencia artificial como Big data de confianza y percepción de Internet de las cosas en el mundo de Ciudades gemelas digitales, se pueden resolver la simulación y la toma de decisiones de varios escenarios complejos en el mundo real que no se pueden lograr a través de la simulación. En la protección de la ciudad antigua, a través del escaneo tridimensional y el modelado del patrimonio histórico y cultural, y los puntos de acceso reales a los datos de monitoreo de percepción de Internet de las cosas, es conveniente para los usuarios percibir los diversos datos dinámicos en tiempo real del patrimonio en tiempo real, y establecer los umbrales correspondientes a través del sistema, fortalecer la protección dinámica del patrimonio y la alerta temprana de monitoreo, detectar oportunamente los cambios en el patrimonio cultural y hacer frente a la crisis.

En términos de activación y utilización de la ciudad antigua, al incorporar datos de monitoreo de flujo de personas en tiempo real de varios lugares pintorescos de la ciudad antigua en el espacio gemelo digital, combinados con información sobre retratos de población como edad, sexo y fuente, se puede mejorar la vitalidad de la ciudad antigua planificando las actividades fuera de línea correspondientes o apoyando las instalaciones comerciales correspondientes en lugares pintorescos con gran flujo de personas. En cuanto a las emergencias

de Seguridad en la ciudad antigua, a través del modelado tridimensional refinado de tuberías subterráneas, edificios, carreteras, bocetos de instalaciones, etc. en la ciudad antigua e instalación de los dispositivos de monitoreo o alarma correspondientes en diferentes puntos, a través del aprendizaje de la creíble, cuando se encuentran algunas mercancías peligrosas o fuentes de peligro en la ciudad antigua, Se puede alertar con antelación de situaciones peligrosas, o cuando se producen situaciones peligrosas, también se puede simular y recomendar planes de emergencia a tiempo para optimizar el efecto de respuesta de emergencia.

3.4 interacción hombre - computadora flexible para la protección de la ciudad antigua

Otra tecnología importante en la construcción de Ciudades gemelas digitales es la interacción y el control. Como espacio Mapeado en tiempo real con el mundo real, el espacio gemelo digital puede lograr los efectos correspondientes controlando los objetos en el espacio virtual, y luego proporcionar soporte para las decisiones correspondientes en el mundo real. Esta tecnología es particularmente importante para proteger y revitalizar las ciudades antiguas. En cuanto a la protección cultural, al planificar y aprobar proyectos de renovación de barrios históricos y culturales, al colocar el programa en escenarios reales para su comparación y visualización, los usuarios pueden colocarlo en la carretera o en una posición específica alrededor del programa desde una perspectiva de primera persona, tener una sensación real del programa, ver si el programa está coordinado con El estilo arquitectónico circundante, si bloquea algunos puntos de referencia importantes, si afecta a los corredores de observación, etc., al tiempo que apoyan el desarrollo de espacios virtuales para lograr los efectos correspondientes, apoyando así las decisiones correspondientes en el mundo real. También admite cambios de materiales en línea, cambios de color y cambios de componentes para maximizar la protección del estilo y la textura de la antigua ciudad a través de una revisión flexible de los programas de planificación asistida por interacción hombre - computadora.

En cuanto al renacimiento cultural y la herencia de la antigua ciudad, a través del modelado fino de los edificios protegidos y la recopilación y conexión de datos brutos, se ha construido un museo digital virtual, que permite a los usuarios ver realmente en el espacio digital cada componente del edificio protegido, la textura de cada detalle, e incluso las alusiones culturales y los datos históricos detrás de él, y adoptar formas flexibles de interacción hombre - computadora a través de aplicaciones multiterminales, una interfaz interactiva amigable y una operación simple y fluida. A través de aplicaciones multiterminales, interfaces interactivas amigables y experiencias de operación simples y fluidas, los usuarios pueden sentir más verdaderamente el encanto del patrimonio histórico y cultural sin restricciones de tiempo y lugar, restaurar la originalidad de la cultura del patrimonio histórico y cultural a través del diálogo "hombre y escena" y lograr la mejora y herencia del valor del patrimonio cultural.

4 perspectivas de futuro del emparejamiento digital de la antigua ciudad de Suzhou

4.1 renacimiento digital de los métodos arquitectónicos tradicionales de la antigua ciudad

En la actualidad, hay dos formas principales de renovar la antigua ciudad de Suzhou, una es restaurar edificios protegidos y la otra es renovar, ampliar o reconstruir edificios ordinarios. La tecnología digital de gemelo ayuda a restaurar y restaurar todo tipo de edificios protegidos de manera más precisa y científica, fortaleciendo la revisión y gestión de nuevos edificios para satisfacer escenarios de gestión refinada y colaboración multiprofesional en la protección de la ciudad antigua.

Para los edificios protegidos por la historia y la cultura, la tecnología de gemelo digital puede

registrar y restaurar los datos más reales y detallados de los edificios actuales, analizar y simular materiales de construcción antiguos, componentes de registro digital, mientras registra la tecnología de construcción de edificios antiguos como el patrimonio cultural inmaterial, reproduciendo el recorrido de edificios antiguos, simulando así el proceso de construcción de edificios históricos en espacios gemelos digitales, y también puede combinarse con la tecnología 3D para mejorar la gestión de nuevos edificios. El proceso de construcción también se puede combinar con impresión 3d, construcción modular y otras tecnologías para copiar y producir componentes preciosos, proporcionando activos valiosos para el mantenimiento y restauración de edificios históricos en el futuro. En segundo lugar, los efectos de los diferentes esquemas de restauración se pueden simular en línea a través de la simulación digital para ayudar a determinar el esquema que mejor se ajusta a la escena real de la ciudad antigua. Además, se puede combinar la tecnología baja en carbono para explorar la renovación y transformación de edificios antiguos, mejorar la eficiencia energética a través de la transformación de ahorro de energía, monitoreo del consumo de energía, ajuste automático, etc., para crear edificios bajos en carbono y cero en carbono, y lograr la combinación de tecnologías de construcción nuevas y antiguas.

4.2 evolución digital del estilo de vida tradicional en la antigua ciudad

La antigua ciudad de Suzhou tiene una historia de 2500 años y todavía conserva el patrón de doble tablero de ajedrez de "agua y tierra paralelas, ríos y calles adyacentes" y el estilo único de "pequeños puentes que fluyen, paredes blancas y azulejos". Hoy en día, con un patrimonio material y cultural bien conservado, la tecnología de gemelo digital puede lograr mejor la evolución digital de los patrones de vida tradicionales, haciendo que la antigua ciudad realmente "parezca una historia de 2.500 años afuera y entre en el interior para experimentar 2035".

La tecnología de gemelo digital ha traído dos cambios importantes en el estilo de vida tradicional de la antigua Ciudad. El primero es mejorar la experiencia de vida de las personas en el mundo real a través del gemelo digital de diversas industrias, como combinar la creatividad digital con el estilo de vida "lento" de los pequeños puentes de la antigua ciudad y los jardines de agua, las personas pueden conectarse digitalmente a una vida conveniente en la antigua ciudad gemela digital, incluyendo espectáculos En línea, clases en línea, teletrabajo, hospitales inteligentes, supermercados inteligentes, etc. En el mundo real, los gemelos digitales también se pueden usar en el mundo real. Las personas en el gemelo digital pueden establecer conexiones de vida convenientes a través de métodos digitales, incluyendo espectáculos en línea, cursos en línea, teletrabajo, hospitales inteligentes, supermercados inteligentes, etc., mientras que en las ciudades antiguas físicas, todavía pueden experimentar un entorno arquitectónico ecológicamente habitable y agradable; Otro ejemplo es la combinación de sensores de Internet de las cosas (iot), computación de borde y tecnología de conducción autónoma, que promoverá la aplicación de vehículos sin conductor y otros nuevos medios de transporte en el futuro para mejorar la eficiencia operativa del tráfico, ahorrar aún más espacio vial, devolver las calles a la gente y proporcionar más espacio de movimiento lento y variable. La otra es que al construir un mundo digital, la réplica gemela del mundo real, las personas puedan experimentar escenas de vida digital en el espacio digital, por ejemplo, crear una imagen digital personal única, experimentar tipos de escenas de vida como compras y entretenimiento en la ciudad antigua digital, y también participar en actividades de multitud inteligente en el mundo virtual, simular la planificación, diseño y actualización de la ciudad antigua de experiencia, así como operar sus

propios activos digitales, y transferir algunos buenos contenidos y algunos buenos atributos y modelos al mundo real para su reproducción, mejorando la sensación de adquisición y felicidad de las personas en la realidad.

4.3 mejora digital del valor de la cultura tradicional de la antigua ciudad

La reproducción digital del patrimonio cultural de la antigua ciudad a través de la tecnología de gemelo digital puede promover la transformación de los "recursos culturales" relevantes en "activos culturales" y mejorar de manera integral el valor cultural de la antigua Ciudad. El valor del patrimonio histórico y cultural consta de dos dimensiones: el valor del patrimonio cultural en sí y el valor de la cadena industrial derivada del patrimonio cultural.

Por un lado, el uso del patrimonio cultural para promover el desarrollo de industrias culturales características regionales, el patrimonio cultural engendra marcas, las marcas impulsan industrias, aumentan los ingresos de los residentes a través del apoyo industrial al patrimonio cultural, activan la fuerza motriz del desarrollo interno y promueven el desarrollo de industrias características regionales ^[37], por ejemplo, el proyecto Suzhou Tiancheng 2077 es explorar elementos para deconstruir y reconstruir elementos históricos y culturales de Suzhou, y mejorar el valor cultural de la antigua ciudad a través de la experiencia inmersiva de la escena y la socialización de la realidad virtual. Socialización de la realidad virtual, etc.

A través de la experiencia de escena inmersiva y la socialización de la realidad virtual, la historia, el presente y el pasado de Suzhou se presentan en forma digital, promoviendo así el consumo cultural local y el desarrollo urbano.

Por otro lado, el gemelo digital de la antigua ciudad también puede proporcionar escenarios de exhibición y comercio para varios elementos digitales del patrimonio histórico y cultural de la antigua Ciudad. En el futuro, el patrimonio histórico y cultural se puede conservar para siempre en el meta - universo o ir más allá del espacio real. a través del Meta - universo, se pueden reorganizar diversos patrimonios históricos y culturales tangibles e intangibles en nuevas comunidades civilizadas en el espacio virtual, mejorando así la experiencia del gemelo digital y abriendo creaciones y desarrollos culturales relevantes para personas de todo el mundo. El escenario de gemelo digital puede mejorar la experiencia del escenario de gemelo digital, llevar a cabo actividades relacionadas con la creación cultural y el comercio económico para personas de todo el mundo, y llevar a cabo el comercio digital de derivados culturales del patrimonio cultural. A través de la digitalización, la artesanía, los materiales, la tecnología, las connotaciones culturales, las historias y los estilos de vida de las reliquias culturales o edificios antiguos se difundirán y consumirán a mayor escala, fortaleciendo así la protección de las reliquias culturales y los edificios antiguos, promoviendo la aparición de nuevas ideas comerciales, promoviendo escenarios de consumo y comercio en el mundo real y ampliando el alcance del patrimonio histórico y cultural de la localidad y China al medio ambiente global, logrando así la mejora digital del valor cultural tradicional de las ciudades antiguas. La digitalización ha mejorado el valor cultural tradicional de la antigua Ciudad.

5 Conclusiones

La tecnología del gemelo digital es una nueva herramienta para proteger y revitalizar el patrimonio histórico y cultural y un medio para mejorar la vida. Las necesidades de la vida proporcionan ideas innovadoras y escenarios de aplicación para la tecnología. la simulación y experimentación de la tecnología en escenarios gemelos digitales de la antigua ciudad promoverá a su vez el desarrollo de industrias tecnológicas emergentes relacionadas en la

realidad y se aplicará a la vida real para crear nuevas experiencias de vida y estilos de vida. Al resolver los problemas existentes en el proceso de protección y renovación de la antigua ciudad de Suzhou, combinado con su situación actual y necesidades de desarrollo, este artículo propone creativamente utilizar la tecnología de gemelo digital para construir una "escena de gemelo digital", construir un sistema de gemelo digital de la antigua ciudad de Suzhou y explorar el modo de construcción de la antigua ciudad de Suzhou de gemelo digital impulsado por escenas y tecnología para resolver las contradicciones en el proceso de protección y renovación de la antigua ciudad de Suzhou y liberar nuevas experiencias de vida y estilos de vida en la vida real. Resolverá las contradicciones en el proceso de protección y renovación de la antigua ciudad de Suzhou, liberará el valor cultural único de la antigua ciudad, promoverá la protección, utilización y herencia del patrimonio histórico y cultural, realizará la protección general y el desarrollo sostenible de la antigua ciudad, explorará la aplicación del gemelo digital de la antigua ciudad de Suzhou en la economía digital, La vida digital y la cultura digital en el futuro, y realizará el intercambio espacial a tiempo completo del gemelo, la gobernanza conjunta de todo el ciclo y la interacción en todo el campo. Sobre la base del gemelo digital, los valores culturales tradicionales y el estilo de vida cultural emergente se integran constantemente, la cultura de vida se itera constantemente y la connotación de calidad de la antigua ciudad es eterna.

Sin embargo, la tecnología de gemelo digital todavía está en sus primeras etapas, la capacidad de visualización es mucho mayor que la capacidad de simulación e interoperabilidad, y la capacidad de visualización de posicionamiento aún debe mejorarse. Por lo tanto, el proceso de gemelo digital de la antigua ciudad de Suzhou será gradual e iterativo. En primer lugar, los conocimientos de varias industrias basados en la protección y renovación de la ciudad antigua deben transformarse en modelos de simulación para lograr avances en la innovación futura del modelado colaborativo interdisciplinario; En segundo lugar, la acumulación de datos emocionales basados es necesaria de acuerdo con escenarios de aplicación efectivos para actualizar constantemente los datos durante el uso y mantener la vitalidad de la plataforma gemela digital de la ciudad antigua; En tercer lugar, la innovación creativa de la ciudad antigua requiere la adopción oportuna de tecnologías digitales generativas (como el modelado generativo a gran escala). En tercer lugar, la innovación creativa de la antigua ciudad requiere abrazar oportunamente las tecnologías digitales generativas (como los grandes modelos generativos) y crear el mayor número posible de nuevos modelos económicos, de vida, culturales y de gestión de la antigua ciudad, para que los objetos y culturas tradicionales de la antigua ciudad puedan continuar y promoverse creativamente en la vida cotidiana de las personas.

参考文献

Referencias

[1] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 [EB/OL]. 新华社 . http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm, 2021-03-13

Esbozo del 14º Plan Quinquenal para el Desarrollo Económico y Social Nacional de la República Popular China y los Objetivos a Largo Plazo hasta el Año 2035 [EB/OL]. Agencia de Noticias Xinhua . http://www.Gobernador CN/Xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm, 2021-03-13

[2] 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于 推进实施国家文化数字化战略的意见》

[EB/OL]. 新华社 . http://www.gov.cn/zhengce/2022-05/22/content_5691759.htm, 2022-05-22

La Oficina General del Comité Central del Partido Comunista de China y la Oficina General del Consejo de Estado emitieron las "Opiniones sobre la Promoción de la Implementación de la Estrategia Nacional de Digitalización Cultural" [EB/OL]. Agencia de Noticias Xinhua . http://www.Gobernador CN/ Zhengce/2022-05/22/content_5691759.htm, 2022-05-22

[3] 张松 . 城市生活遗产保护传承机制建设的理念及路径:上海历史风貌保护实践的经 验与挑战[J]. 城市规划学刊, 2021(6): 100- 108.

Zhang Song . El concepto y el camino de la construcción del mecanismo para la protección y la herencia del patrimonio vivo urbano: la experiencia y los desafíos de la práctica de conservación de las características históricas de Shanghái[J]. Revista de Planificación Urbana, 2021(6): 100- 108.

[4] 张松, 张广汉, 张杰, 等 . “新时代中国特色 历史城市的价值认识及保护要义”学术笔 谈会[J]. 城市规划学刊, 2018(1): 1-9.

Zhang Song, Zhang Guanghan, Zhang Jie, et al. El Valor, el Reconocimiento y la Protección Esenciales de las Ciudades Históricas con Características Chinas en la Nueva Era[J]. Revista de Planificación Urbana, 2018(1): 1-9.

[5] 兰伟杰, 胡敏, 赵中枢 . 历史文化名城保护 制度的回顾、特征与展望[J]. 城市规划学 刊, 2019(2): 30-35.

Lan Weijie, Hu Min, Zhao Zhongshu . Revisión, características y perspectivas del sistema de protección de las ciudades históricas y culturales famosas[J]. Revista de Planificación Urbana, 2019(2): 30-35.

[6] 常青, 阮仪三, 张松, 等 . “文化遗产与历史 保护 ”学术笔谈[J]. 城市规划学刊 , 2019 (S1): 105-108.

Chang Qing, Ruan Yisan, Zhang Song, et al. Una discusión académica sobre la herencia cultural y la protección histórica[j]. Revista de Urbanismo, 2019 (S1): 105-108.

[7] 党安荣, 梁媛媛, 陈麦尼, 等 . 历史文化名 城保护的信息技术方法研究进展与趋势 [J]. 中国名城, 2021, 35(4): 33-37.

Dang Anrong, Liang Yuanyuan, Chen M, et al. Progreso de la investigación y tendencia de los métodos de tecnología de la información para la protección de ciudades históricas y culturales famosas [j]. Ciudades famosas de China, 2021, 35(4): 33-37.

[8] 陈蔚, 胡斌 . 我国历史文化遗产保护理论 体系的框架性研究[J]. 室内设计, 2012, 27 (5): 35-38.

Chen Wei, Hu Bin . Un estudio marco sobre el sistema teórico de protección del patrimonio histórico y cultural en China[j]. Diseño de Interiores, 2012, 27 (5): 35-38.

[9] 黄勇, 石亚灵 . 国内外历史街区保护更新 规划与实践评述及启示[J]. 规划师, 2015, 31(4): 98-104.

Huang Y, Shi Yaling . Conservación y renovación de distritos históricos: una revisión e iluminación de la planificación y la práctica en el país y en el extranjero. Planificador, 2015, 31(4): 98-104.

[10] 屠李, 张超荣, 赵鹏军 . 走向可持续性保 护:城市遗产保护的理論演进与规划响应 [C]//新常态: 传承与变革——2015 中国城 市规划年会论文集 (08 城市文化) . 2015.

Tu Li, Zhang Chaorong, Zhao Pengjun . Hacia la Conservación Sostenible: Evolución Teórica y Respuesta Planificada de la Conservación del Patrimonio Urbano [C]//La Nueva Normalidad: Herencia y Cambio: Actas de la Conferencia Anual de Planificación Urbana de China 2015 (08 Cultura Urbana). 2015.

[11] 刘辉龙 . 基于“有机更新”理论的北京南锣鼓巷历史文化保护区的提升策略[J]. 中国 文化遗产, 2018(4): 85-92.

Liu Huilong . Estrategias para la promoción de la Reserva Histórica y Cultural de Nanluoguxiang en Beijing basadas en la teoría de la "renovación orgánica"[J]. China Cultural Heritage, 2018(4): 85-92.

[12] 朱佳奇, 夏健, 刘露 . 基于“城市触媒”理论 的历史文化街区保护更新研究: 以苏州古城 15 号街坊为例[J]. 苏州科技大学学报(工 程技术版), 2020, 33(2): 45-50.

Zhu Jiaqi, Xia Jian, Liu Lu . Investigación sobre la protección y renovación de bloques históricos y culturales basada en la teoría del "catalizador urbano": un estudio de caso del barrio No. 15 en la ciudad antigua de Suzhou[J]. Revista de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Suzhou (Edición de Tecnología de Ingeniería), 2020, 33(2): 45-50.

[13] 秦海东, 胡李平 . 基于城市触媒效应的传 统商业街区微更新策略[J]. 规划师, 2019, 35(S1): 81-86.

Qin Haidong, Hu Liping . Estrategia de micro-renovación de bloques comerciales tradicionales basada en el efecto catalizador urbano[J]. Planificador, 2019, 35(S1): 81-86.

[14] 李和平, 靳泓, Terry N. Clark, 等 . 场景理 论及其在我国历史城镇保护与更新中的应用[J]. 城市规划学刊, 2022(3): 102-110.

Li Heping, Jin Hong, Terry N. Clark, et al. Teoría de la escena y su aplicación en la protección y renovación de las ciudades históricas de China. Revista de Urbanismo, 2022(3): 102-110.

[15] 吴军, 夏建中, 特里·克拉克 . 场景理论与城 市发展:芝加哥学派城市研究新理论范式 [J]. 中国名城, 2013(12): 8-14.

Wu Jun, Xia Jianzhong, Terry Clark . Teoría de la escena y desarrollo urbano: un nuevo paradigma teórico de los estudios urbanos de la Escuela de Chicago [J]. Ciudades famosas de China, 2013(12): 8-14.

[16] GLAESSGEN E, STARGEL D. The digi - tal twin paradigm for future NASA and U. S. Air Force vehicles[C]//Proceedings of the 53rd AIAA/ ASME/ ASCE/ AHS/ ASC Structures. Structural Dynamics and Materials Conference . Honolulu, USA: AIAA, 2012.

GLAESSGEN E, STARGEL D. El paradigma de los gemelos digitales para los futuros vehículos de la NASA y la Fuerza Aérea de los EE. UU. [C]//Actas de la 53ª AIAA / ASME / ASCE / AHS / ASC Structures. Jornada de Dinámica Estructural y Materiales. Honolulu, Estados Unidos: AIAA, 2012.

[17] TAO Fei, ZHANG Meng, LIU Yu, et al. Digital twin driven prognostics and health management for complex equipment[J]. CIRP Annals-Manufacturing Technolo - gy, 2018, 67 (1):169-172.

TAO Fei, ZHANG Meng, LIU Yu, et al. Pronóstico y gestión de la salud impulsados por gemelos digitales para equipos complejos[J]. CIRP Annals-Manufacturing Technolo - gy, 2018, 67 (1):169-172

[18] 陶飞, 刘蔚然, 张萌, 等 . 数字孪生五维模 型及十大领域应用[J]. 计算机集成制造系 统, 2019, 25(1): 1-18.

Tao Fei, Liu Weiran, Zhang Meng y otros. Modelo pentadimensional de gemelo digital y su aplicación en diez campos[J]. Sistemas de fabricación integrados por computadora, 2019, 25(1): 1-18.

[19] 杨林瑶, 陈思远, 王晓, 等 . 数字孪生与平 行系统:发展现状、对比及展望[J]. 自动化 学报, 2019, 45(11): 2001-2031.

Yang L, Chen S, Wang X, et al. Gemelos digitales y sistemas paralelos: estado de desarrollo, comparación y perspectivas[J]. Acta Automatica Sinica, 2019, 45(11): 2001-2031.

[20] 党安荣, 王飞飞, 曲葳, 等 . 城市信息模型 (CIM) 赋能新型智慧城市发展综述[J]. 中国名城, 2022, 36(1): 40-45.

Dang Anrong, Wang Feifei, Qu Wei et al. Encuesta sobre el Modelo de Información Urbana (CIM) Potenciando el Desarrollo de Nuevas Ciudades Inteligentes[J]. Ciudad famosa de China, 2022, 36(1): 40-45.

[21] 杨訢 . 数字技术在历史建筑保护与修复中的应用研究[J]. 中国房地产, 2021(21): 74-79.

Yang H . Investigación sobre la aplicación de la tecnología digital en la conservación y restauración de edificios históricos[J]. Bienes raíces de China, 2021(21): 74- 79.

[22] 周庆, 吕扬, 李兵 . 多时态三维技术在历史文化街区保护中的应用: 以北京石景山区模式口文保区修缮整治为例[J]. 北京测绘, 2018, 32(1): 84-88.

Zhou Qing, Lv Yang, Li Bing. Aplicación de la tecnología 3D multitemporal en la protección de bloques históricos y culturales: un estudio de caso de la renovación y remediación del Área de Conservación Cultural de Modekou en el distrito de Shijingshan, Beijing. Revista de Topografía y Cartografía de Beijing, 2018, 32(1): 84-88.

[23] 陈仲光, 徐建刚, 蒋海兵. 基于空间句法的历史街区多尺度空间分析研究: 以福州三坊七巷历史街区为例[J]. 城市规划, 2009 (8): 92-96.

Chen Zhongguang, Xu Jiangan, Jiang Haibing. Revista de Planificación Urbana, 2009 (8): 92-96.

[24] 秦晓珠, 张兴旺 . 数字孪生技术在物质文化遗产数字化建设中的应用[J]. 情报资料工作, 2018(2): 103-111.

Qin Xiaozhu, Zhang Xingwang . Aplicación de la tecnología de gemelos digitales en la construcción digital del patrimonio cultural material[J]. Trabajo de Inteligencia y Datos, 2018(2): 103-111.

[25] 吴志强 , 甘惟 , 臧伟 , 等 . 城市智能模型 (CIM)的概念及发展[J]. 城市规划, 2021, 45(4): 106-113.

Wu Zhiqiang, Gan Wei, Zang Wei y otros. Concepto y Desarrollo del Modelo Urbano Inteligente (CIM)[J]. Revista de Planificación Urbana, 2021, 45(4): 106-113.

[26] 吴志强, 甘惟, 刘朝晖, 等 . AI 城市: 理论与模型架构[J]. 城市规划学刊, 2022(5): 17-23.

Wu Zhiqiang, Gan Wei, Liu Zhaohui y otros. Ciudad de IA: Teoría y Arquitectura de Modelos[J]. Revista de Urbanismo, 2022(5): 17- 23.

[27] 吴志强, 王坚, 李德仁, 等 . 智慧城市热潮下的“冷”思考学术笔谈[J]. 城市规划学刊, 2022(2): 1-11.

Wu Zhiqiang, Wang Jian, Li Deren y otros. Discusión académica sobre el pensamiento "frío" bajo el auge de las ciudades inteligentes[J]. Revista de Planificación Urbana, 2022(2): 1-11.

[28] 张智, 党安荣, 侯妙乐, 等 . 长城文化遗产保护与利用的信息技术方法框架构建[J]. 遥感学报, 2021, 25(12): 2339-2350.

Zhang Zhi, Dang Anrong, Hou Miaole, et al. Construcción de un marco de tecnología de la información para la protección y utilización del patrimonio cultural de la Gran Muralla[J]. Revista de Teledetección, 2021, 25(12): 2339-2350.

[29] 王承华, 张进帅, 姜劲松 . 微更新视角下的历史文化街区保护与更新: 苏州平江历史文化街区城市设计 [J]. 城市规划学刊 , 2017(6): 96-104.

Wang Chenghua, Zhang Jinshuai, Jiang Jinsong. Protección y renovación de bloques históricos y culturales desde la perspectiva de la microrrenovación: diseño urbano de las calles históricas y culturales de Pingjiang en Suzhou [J]. Revista de Planificación Urbana, 2017(6): 96-104.

- [30] 杨俊宴 . 从数字设计到数字管控: 第四代 城市设计范型的威海探索[J]. 城市规划学刊, 2020(2): 109-118.
- Yang J . Del diseño digital al control digital: la exploración de Weihai del paradigma del diseño urbano de cuarta generación[J]. Revista de Planificación Urbana, 2020(2): 109-118.
- [31] 杨俊宴, 程洋, 邵典 . 从静态蓝图到动态智能规则:城市设计数字化管理平台理论初探[J]. 城市规划学刊, 2018(2): 65-74.
- Yang Junyan, Cheng Yang, Shao Dian. Del plano estático a las reglas inteligentes dinámicas: un estudio teórico preliminar sobre la plataforma de gestión digital para el diseño urbano[J]. Revista de Planificación Urbana, 2018(2): 65-74.
- [32] 杨滔 , 李晶 , 张月朋 , 等 . 城市信息模型 (CIM) 平台顶层设计的理论与方法探讨 : 以苏州为例[J]. 城市发展研究, 2022, 29(7): 24-29.
- Yang T, Li J, Zhang Yuepeng, et al. Discusión sobre la Teoría y el Método de Diseño de Alto Nivel de la Plataforma del Modelo de Información Urbana (CIM): Un Estudio de Caso de Suzhou[J]. Investigación en Desarrollo Urbano, 2022, 29(7): 24-29.
- [33] 把握好现代化进程中传统与现代的关系 [EB/OL]. 人民日报 . http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-09/11/nw . D1 10000renmrb_20230911_1-09. htm, 2023 -09-11.
- Comprender la relación entre tradición y modernidad en el proceso de modernización [EB/OL]. Diario del Pueblo. http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-09/11/nw . D1 10000renmrb_20230911_1-09. HTM, 2023 -09-11.
- [34] 吴军 . 城市社会学研究前沿: 场景理论述评[J]. 社会学评论, 2014, 2(2): 90-95.
- Wu J . Frontiers of Urban Sociology: A Literature Review of Scene Theory (Fronteras de la sociología urbana: una revisión de la literatura sobre la teoría de la escena). Revista Sociológica, 2014, 2(2): 90-95.
- [35] 温雯, 戴俊骋 . 场景理论的范式转型及其 中国实践[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2021(1): 44-53.
- Wen Wen, Dai Juncheng . La transformación del paradigma de la teoría de escenarios y su práctica en China[J]. REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE SHANDONG (Filosofía y Ciencias Sociales), 2021(1): 44-53.
- [36] 李明 . 浅谈分布式数据库在组织机构代码 系统中的应用[J]. 山东纺织经济, 2007(4): 2.
- Li M . Una breve discusión sobre la aplicación de la base de datos distribuida en el sistema de código de organización[J]. Economía Textil de Shandong, 2007(4): 2.
- [37] 黄永林, 李媛媛 . 文化强国战略背景下的 中国文化遗产保护与利用[J]. 理论月刊, 2022(3): 68-78.
- Huang Yonglin, Li Yuanyuan . Protección y utilización del patrimonio cultural de China en el marco de la estrategia del poder cultural[J]. Teoría Mensual, 2022(3): 68-78.