

Agente de planificación urbana: concepto, arquitectura sistémica y reflexiones sobre la práctica

Autores

Wu Zhiqiang; Wu Tao; Zhou Mimi; Zhang Jiaqi; Jiang Qingrui; Yang Shujie; Chen Yijie; Wu Xiaolong

Resumen

La inteligencia artificial está transformando profundamente la producción de conocimiento, la organización metodológica y los mecanismos de gobernanza de la planificación urbana. Ante la creciente complejidad de los sistemas urbanos, las mayores dificultades para coordinar el interés público y la incertidumbre de la implementación, la planificación urbana necesita una metodología inteligente, profesional y orientada a todo el proceso. Este artículo propone el concepto de «agente de planificación urbana», definido como un sistema inteligente profesional que toma los datos urbanos multifuente como base perceptiva, se apoya en conocimientos de planificación, normas y estándares, métodos de modelización, experiencias de casos y retroalimentación de implementación, y fundamenta sus juicios en el valor público, el orden espacial y los objetivos de gobernanza. El artículo examina su contenido conceptual, estructura de capacidades, arquitectura sistémica, mapa de aplicaciones y contexto chino. Propone un marco de ocho capacidades - percepción, cognición, simulación, creación, toma de decisiones, ejecución, coordinación y aprendizaje -, construye una arquitectura operativa de cuatro capas - datos, cálculo, decisión y aplicación - e identifica ocho agentes especializados: percepción espacio-temporal, cognición de regularidades, simulación de planificación, elaboración de planes, decisión de acción, coordinación organizativa, respuesta de emergencia e iteración del conocimiento. En China, estos agentes deben integrarse en el sistema de planificación territorial y espacial, y articularse con la gestión unificada de recursos naturales, la evaluación urbana, la renovación urbana y el gobierno digital. Su funcionamiento requiere cinco bases de conocimiento: recursos naturales, construcción urbana, condiciones socioeconómicas, estándares y reglamentos de planificación, y casos de planificación. Los agentes de planificación urbana pueden impulsar el paso desde la preparación de resultados por etapas hacia una gobernanza espacial continua, ofreciendo vías teóricas y prácticas para la gobernanza territorial y la planificación colaborativa humano-IA.

Palabras clave

agente de planificación urbana; planificación inteligente; métodos de planificación urbana; gobernanza espacial; colaboración humano-agente

1 La planificación urbana tradicional reclama un fortalecimiento metodológico inteligente

En la práctica prolongada de la planificación tradicional, la investigación, el análisis, la elaboración de planes, la revisión técnica y la gestión de la implementación han contenido numerosas zonas ciegas de decisión: unas veces por falta de apoyo cuantitativo, otras por ausencia de diagnóstico preciso [1-4]. La racionalidad ecológica integral de la planificación ha estado limitada durante largo tiempo por decisiones autoritarias o intuitivas, por la desatención a las necesidades objetivas de la población y por la búsqueda de formalismo espacial. También ha faltado una exploración sistemática de la inteligencia interna de la vida urbana y de las reglas de su evolución e iteración, lo que ha dificultado formar una metodología disciplinaria completa [5].

Sin embargo, los profundos cambios de la era urbana exigen ampliar las fronteras de capacidad de la planificación. Las investigaciones no sistemáticas no captan oportunamente las causas profundas de los

cambios en el funcionamiento urbano y en la demanda social. La generación de planes dirigida por una sola autoridad difícilmente equilibra objetivos, restricciones y escenarios múltiples. Los mecanismos de implementación divididos entre departamentos no producen una coordinación efectiva entre profesiones, actores y niveles. Las desviaciones, los resultados de desempeño y los nuevos problemas de ejecución tampoco se reintegran con rapidez en los sistemas de preparación, revisión y mantenimiento dinámico [6-7]. Por tanto, el reto clave ya no es mejorar la eficiencia de algunos eslabones, sino hacer emerger una nueva planificación, innovar el paradigma y reconstruir de manera sistémica las capacidades de todo el proceso.

Las tecnologías digitales e inteligentes ofrecen una oportunidad histórica para reforzar los modos de pensar y trabajar en planificación urbana. La introducción de sistemas digitales inteligentes, como el city information modeling (CIM), los centros operativos urbanos y los gemelos digitales intergeneracionales, ha mejorado notablemente la minería de datos, el análisis espacial, la generación de planes, el monitoreo operativo y la coordinación de la gobernanza [8-10]. No obstante, estos avances puntuales aún no bastan para producir un salto integrado desde la investigación diagnóstica hasta la elaboración, implementación y operación de los planes. Las aplicaciones existentes siguen siendo fragmentarias: algunas se concentran en plataformas de datos sin intervenir en comandos de acción ni en la articulación global, y todavía no se ha formado un sistema metodológico continuo que conecte identificación de problemas, simulación de escenarios, verificación normativa, retroalimentación de implementación y coordinación de actores [11]. El impacto profundo de la tecnología inteligente en la planificación consiste, por tanto, en la cuantificación, la sistematización ecológica y la integración de pensamiento y acción durante todo el ciclo de vida, reorganizando históricamente las relaciones entre conocimiento, juicio y acción de planificación.

En los últimos años, los grandes modelos y las tecnologías de agentes han permitido que los sistemas inteligentes comprendan tareas, perciban entornos, invoquen herramientas, conserven memoria del proceso, planifiquen acciones y aprendan de la retroalimentación. Esto abre nuevas posibilidades metodológicas para la planificación urbana: identificación del estado actual, diagnóstico de problemas, simulación de escenarios, generación de planes, revisión normativa, comunicación pública, monitoreo de implementación y coordinación interdepartamental ya no tienen por qué ser segmentos aislados, sino que pueden organizarse como un proceso inteligente de operación continua, retroalimentación dinámica y coevolución colaborativa [12-16]. En este contexto, la planificación urbana necesita un concepto con atributos disciplinarios y orientación profesional para explicar y guiar la entrada de la IA en el campo.

Sobre esta base, el artículo propone el concepto de agente de planificación. Un agente de planificación es un sistema inteligente profesional orientado a todo el proceso de planificación urbana, capaz de asistir o participar en la percepción, cognición, simulación, creación, decisión, ejecución y aprendizaje. Su núcleo no es sustituir al planificador en tareas aisladas, sino organizar datos de planificación dispersos, reglas de conocimiento, métodos y modelos, experiencias de casos y retroalimentación de implementación en un sistema metodológico operable, verificable e iterable. Así reconfigura las relaciones entre percepción del estado urbano, cognición profesional, juicio de valor, acción espacial y retroalimentación de implementación [17-18].

El artículo desarrolla esta construcción conceptual en cuatro aspectos. Primero, define el contenido básico del agente de planificación y lo distingue de los sistemas de apoyo a la planificación, las

plataformas de ciudad inteligente, el «cerebro urbano» y los agentes generales de IA. Segundo, propone una estructura de capacidades compuesta por percepción, cognición, simulación, creación, decisión, ejecución, coordinación y aprendizaje, y explica su lógica operativa al servicio de todo el proceso. Tercero, construye un mapa de aplicaciones para ocho agentes especializados: percepción espacio-temporal, cognición de regularidades, simulación de planificación, elaboración de planes, decisión de acción, coordinación organizativa, respuesta de emergencia e iteración del conocimiento. Cuarto, con base en casi veinte años de exploración de la planificación digital e inteligente desde 2006, en particular cinco rondas consecutivas de investigación de la Academia China de Ingeniería desde 2016, sintetiza experiencias obtenidas mediante experimentación, ensayo y error, reflexión e iteración. Estas experiencias abarcan 96 proyectos y estudios sobre estrategia urbana regional, planificación territorial y espacial general, diseño urbano, renovación urbana, imagen urbana, color urbano y vitalidad de la innovación urbana. Así se resumen por primera vez veinte años de práctica digital inteligente y diez años de reflexión teórica sobre la planificación potenciada por IA.

2 Proceso global de desarrollo de los agentes de planificación urbana

2.1 Cinco etapas históricas del desarrollo de los agentes de planificación

Los fundamentos de los sistemas inteligentes de planificación pueden rastrearse a casi un siglo de investigaciones relacionadas: desde las descripciones de morfología urbana de la escuela de Conzen a comienzos del siglo XX y los macromodelos de transporte de los años cincuenta, hasta las exploraciones recientes de 2025 que vinculan en profundidad los grandes modelos con tareas de planificación. En términos temporales, estas investigaciones crecieron de forma explosiva después de 2023, año en que Park y sus coautores propusieron los agentes generativos y que los autores denominan el primer año de la planificación generada por inteligencia artificial (AIGP). Esto marca el paso de la IA desde el reconocimiento, análisis y predicción urbanos hacia la generación de planes y la expresión del diseño.

2.1.1 Etapa 1: emergencia basada en reglas y lógica simbólica, 1982-1996

Esta etapa se apoyó en sistemas adaptativos complejos (CAS), autómatas celulares (CA) y primeros sistemas multiagente (MAS). La planificación empezó a tratar la ciudad como un «organismo vivo» dinámico y no como un plano estático [19]. Su rasgo central fue la simulación ascendente basada en reglas: suelo, carreteras, vehículos, viviendas, parcelas, capital y demanda de mercado se abstraieron como microsujetos urbanos, mientras la lógica simbólica y las reglas de transformación simulaban la evolución de la forma espacial. A partir de 1 700 casos de desarrollo del suelo en Shanghái, las primeras investigaciones de los autores exploraron la «información blanda» y la simulación de la evolución espacial urbana [20-21]. Entre 1988 y 1992, estos métodos se aplicaron al análisis espacial de Hamburgo, Fráncfort y Berlín, incorporando progresivamente tecnologías informáticas y de procesamiento digital inteligente [22]. Esta etapa planteó la búsqueda de una «planificación ecológicamente racional» de la ciudad y sentó bases epistemológicas para grandes bases de datos urbanas y plataformas de cálculo. Desde 1988, el equipo de los autores comenzó a construir la primera generación de una gran base de datos urbana.

2.1.2 Etapa 2: avances en minería de datos y cálculo perceptivo, 1996-2006

Esta etapa se basó en la informática urbana, la ciencia de datos espaciales, el aprendizaje automático tradicional y las primeras redes neuronales. La investigación de planificación inteligente empezó a pasar de un enfoque guiado por reglas a otro impulsado por datos. Su rasgo central fue la reducción de dimensionalidad y la extracción de características para proyectos de planificación y diseño. Datos

espacio-temporales multifuente, imágenes de escenas, simulaciones microclimáticas, entornos hidrológicos, datos de transporte, economía y actividad dinámica permitieron una percepción integrada de ciudades y sitios. La simulación de la planificación de la Exposición Universal de Shanghái fue una práctica clave: para 70 millones de visitas totales, un flujo diario de un millón de personas, 256 pabellones y un parque de 6,28 km², se simuló cada día de 9:00 a 24:00 la distribución espacial de un millón de personas, se compararon múltiples planes, se identificaron áreas de congestión de alto riesgo y se optimizaron las soluciones. En particular, se detectaron diez sitios con mayor probabilidad de estampida y se corrigieron los planes hasta eliminar los riesgos. La simulación del Expo marcó el paso de los métodos de big data de la exploración conceptual a la práctica de ingeniería a gran escala. Sus 22 525 unidades espaciales constituyeron un precedente mundial en simulación de planificación urbana, y el equipo iteró al mismo tiempo la mayor base de datos urbana de segunda generación del mundo.

2.1.3 Etapa 3: formación de la teoría de inteligencia urbana y de la lógica generativa, 2006-2016

Esta etapa se apoyó en aprendizaje profundo, aprendizaje por refuerzo, regresión multimodal, modelos generativos y métodos explicables. La investigación de planificación inteligente comenzó a formar el bucle metalógico del agente de planificación: «percepción - juicio - acción - aprendizaje». Alrededor de 2012, el equipo de los autores propuso sistemáticamente la teoría del City IQ, subrayando que la ciudad no solo debe ser percibida y diagnosticada, sino también poseer capacidades de juicio, acción y aprendizaje [23]. El rasgo central fue el paso del diagnóstico a la generación: el sistema inteligente ya no ofrece solo resultados evaluativos, sino que empieza a formar una lógica de generación de planes comprensible, comparable y trazable. En esta etapa, la IA entró en escenarios como la integración funcional, la mejora de frentes de agua, la organización de espacios de innovación científica y tecnológica y la generación de diseño conceptual.

2.1.4 Etapa 4: avance sistémico de la planificación potenciada por IA, 2016-2023

Después de 2016, la investigación de planificación inteligente se integró plenamente al desarrollo global de la IA y entró en una fase de avances sistémicos. Los autores participaron en el proyecto estratégico IA 2.0 de la Academia China de Ingeniería, centrado en potenciar ciudad y planificación mediante IA. El aprendizaje profundo por refuerzo (DRL), las redes generativas antagónicas (GANs), el aprendizaje multimodal y la IA explicable (XAI/SHAP) desplazaron los agentes desde herramientas de análisis hacia el diseño. Esta etapa presenta tres rasgos: el paso del diagnóstico a la generación para simular diseños a escala de calle, comunidad y distrito bajo restricciones espaciales complejas; la superación de la «caja negra» mediante métodos explicables que hacen comprensible y verificable la trayectoria de juicio del agente; y la integración multimodal de vectores espaciales, imágenes de teledetección, imágenes de calle y textos de planificación. En esta etapa, el equipo impulsó la aplicación de la IA a la planificación urbana y desarrolló marcos algorítmicos inteligentes para apoyar la generación de planes y la mejora de la calidad espacial.

2.1.5 Etapa 5: madurez impulsada por grandes modelos e interacción humano-agente de proceso completo, desde 2024

Desde 2024, los agentes de planificación entran en una fase impulsada por grandes modelos y por la interacción humano-agente (HAI) en todo el proceso. Los modelos multimodales de gran escala (MLLM), las arquitecturas LLM Agents y el aprendizaje federado mueven los agentes de herramientas aisladas hacia sistemas de plataforma, sistemáticos y colaborativos. Su rasgo central es la formación de un ecosistema HAI de proceso completo: los agentes pueden atravesar la construcción de plataformas, el

diseño de proyectos, la validación académica y la expresión de ingeniería, generando capacidades extremo a extremo desde la simulación conceptual hasta resultados de alta fidelidad. En campos sensibles como la planificación territorial y espacial, las plataformas inteligentes empiezan también a incorporar clasificación multinivel, protección de seguridad y control de todo el proceso. Los agentes entrenados con literatura profesional, planos de planificación, normas políticas y experiencia de ingeniería se convierten en «sistemas expertos 2.0» con sentido común sectorial. El equipo de los autores destaca la integración profunda de «inteligencia de máquina» y «sabiduría humana», de modo que el agente de planificación deje de ser una herramienta de dibujo y se convierta en colaborador digital para innovación científica, diseño de rutas técnicas y coordinación de la gobernanza espacial.

2.2 Cinco direcciones de desarrollo

2.2.1 Dirección 1: grandes modelos de lenguaje y sistemas multiagente: cerebro cognitivo y colaborativo

Esta dirección concierne al marco cognitivo subyacente del agente: arquitectura cognitiva, memoria a largo plazo, planificación de tareas, llamada de herramientas, división de roles y formación de consensos. Su objetivo es permitir que el agente comprenda tareas, coordine múltiples partes y produzca juicios de acción en contextos urbanos complejos. También puede convertir a gobiernos, planificadores, desarrolladores y ciudadanos en agentes de rol con objetivos y restricciones distintos, simulando los juegos sociales de la planificación real. Los sistemas simbólicos y de reglas de los años setenta a noventa, junto con los trabajos de Wooldridge et al. [24], sentaron las bases de los agentes distribuidos. En las décadas de 2000 y 2010, la IA distribuida y los sistemas multiagente se usaron ampliamente para simular escenarios de uso del suelo y localización residencial. En 2016, el modelo CityGo desarrollado por el equipo de los autores también demostró la importancia de la decisión colaborativa mediante juegos multi-actor. Desde 2023, los agentes generativos impulsados por LLM, como los Generative Agents de Park et al. [25], dotan a los agentes de memoria, reflexión y comportamiento personalizado; MetaGPT de Hong et al. [26] muestra posibilidades adicionales de división de roles y organización de flujos de trabajo. Los principales cuellos de botella son la deriva de memoria en simulaciones largas, los bloqueos y la polarización grupal en juegos sociales, y la insuficiente autenticidad de los roles.

2.2.2 Dirección 2: diseño urbano generativo y generación geométrica espacial: cuerpo encarnado y manos

Esta dirección determina si el agente puede convertir objetivos textuales, normas de planificación y restricciones espaciales en planes visibles y evaluables. En las décadas de 1980 a 2000, el CAD y la modelización paramétrica permitieron a los diseñadores controlar la geometría mediante reglas y parámetros. Entre 2016 y 2023, la generación espacial por aprendizaje profundo, incluidos modelos condicionales como Pix2Pix [27], proporcionó una base para generar imágenes espaciales; el aprendizaje por refuerzo y las redes neuronales de grafos también se aplicaron a la optimización del uso del suelo urbano. Desde 2024, los agentes IA multimodales empiezan a integrar modelos de difusión, ControlNet, grandes modelos y motores SIG, desplazando las tareas de planificación desde la entrada semántica hacia la generación espacial. Los obstáculos son las rupturas semánticas en topologías de alta dimensión, la distorsión de la generación entre escalas y la inestabilidad al convertir semántica textual en parámetros de planificación.

2.2.3 Dirección 3: morfología urbana y sintaxis espacial: sentido común profesional y rigor científico

La IA generativa puede producir esquemas aparentemente plausibles pero sin base profesional. Esta dirección ofrece restricciones científicas y una línea de base contra la alucinación, de modo que los planes no solo sean «atractivos», sino coherentes con las leyes de la evolución espacial. La morfología clásica cualitativa de los años setenta, incluida la escuela de Conzen y la tradición italiana, analizó el tejido urbano mediante mapas históricos. Entre los años ochenta y 2010, la sintaxis espacial y la morfología computacional se consolidaron: Hillier et al. [28] establecieron la base teórica de la sintaxis espacial, mientras Batty [29] explicó la evolución espacial urbana desde los sistemas complejos. Desde 2023, en una etapa impulsada conjuntamente por datos y teoría, el conocimiento morfológico se traduce en grafos de conocimiento, funciones de evaluación y restricciones generativas. El equipo construyó «árboles urbanos» con una cuadrícula de 30 m durante cuarenta años y clasificó 13 861 áreas urbanas construidas en siete tipos de desarrollo, mostrando que la forma urbana posee regularidades reconocibles, generalizables y aprendibles. La dificultad reside en que la sintaxis espacial no expresa plenamente el contexto histórico ni la experiencia vivida, y en la brecha persistente entre modelos generativos y teoría morfológica.

2.2.4 Dirección 4: simulación de población y transporte basada en agentes: sandbox conductual y prueba de estrés

Esta dirección se usa para probar las consecuencias conductuales y el desempeño sistémico de los planes en operación real. Se extiende desde la predicción de demanda de transporte y la estimación de carga de redes en las décadas de 1950 a 1980, pasando por los ABM tradicionales y la microsimulación de tráfico entre los años noventa y 2020 [30-31], hasta la simulación social reforzada por LLM desde 2023. Aún se requieren avances para conciliar recursos de cómputo y retroalimentación en tiempo real, verificar comportamientos emergentes y cerrar el ciclo entre resultados de simulación y generación de planes.

2.2.5 Dirección 5: optimización multiobjetivo y evaluación de planificación: evolución y timón

Esta dirección apoya al agente en la identificación de conflictos entre planes, la comparación de desempeños y la corrección iterativa. La optimización numérica de objetivo único de 1960 a 1990 resolvió, por ejemplo, problemas de localización de instalaciones mediante programación lineal. Entre 2000 y 2020, los algoritmos heurísticos y la optimización multiobjetivo, como NSGA-II, introdujeron la optimización de Pareto en problemas complejos de planificación, mientras modelos como ENVI-met proporcionaron herramientas para evaluar microclima y desempeño ambiental [32]. Desde 2023, los mecanismos human-in-the-loop y el aprendizaje por refuerzo incorporan experiencia de planificadores y retroalimentación pública en la revisión de planes. Los problemas clave son la dependencia de los pesos respecto de la experiencia experta, la dificultad de unificar lógicas de valor en una función de optimización estable y la complejidad de traducir intuición y juicio estético del maestro planificador en parámetros ejecutables.

Tabla 1. Panorama de cinco direcciones principales relacionadas con los agentes de planificación urbana

Dirección técnica	Capacidad correspondiente	Apoyo al agente de planificación urbana	Problemas principales
Grandes modelos de	Cognición y coordinación	Comprensión de tareas,	Deriva de memoria a

lenguaje y sistemas multiagente		reparto de roles, llamada de herramientas, memoria de proceso y negociación multi-actor	largo plazo, polarización grupal e insuficiente autenticidad de roles
Diseño urbano generativo y generación geométrica espacial	Producción espacial	Organización de usos del suelo, redes viarias, formas edificadas y generación de planes	Relaciones topológicas inestables, baja coherencia entre escalas y dificultad para incorporar normas
Morfología urbana y sintaxis espacial	Restricciones profesionales	Comprensión de estructuras espaciales, identificación de regularidades morfológicas y control profesional de planes	Difícil parametrización de conceptos morfológicos; expresión computacional limitada del contexto histórico y la experiencia local
Simulación de población y transporte	Simulación conductual	Simulación de cadenas de actividad, prueba operativa del transporte y evaluación de estrés de planes	Alto costo computacional, validación difícil de parámetros conductuales y débil ciclo cerrado con la generación
Optimización multiobjetivo y evaluación de planificación	Evolución por retroalimentación	Comparación de planes, identificación de conflictos, evaluación de desempeño y optimización iterativa	Pesos dependientes de la negociación y dificultad de convertir juicios de valor en funciones de optimización

En conjunto, el desarrollo global de los agentes de planificación converge con la cognición de la forma urbana, la simulación conductual, la generación espacial, la evaluación de la planificación y la colaboración humano-agente. Las cinco etapas históricas revelan una evolución desde la simulación por reglas, la percepción de datos y la teoría de inteligencia urbana hacia el empoderamiento por IA y el impulso de grandes modelos. Las cinco direcciones muestran cómo esta evolución se traduce en capacidades concretas: los LLM y los sistemas multiagente proporcionan base cognitiva y colaborativa; el diseño urbano generativo ofrece capacidad de producción espacial; la morfología y la sintaxis espacial aportan restricciones profesionales; la simulación de población y transporte ofrece prueba conductual; y la optimización multiobjetivo y la evaluación aseguran corrección por retroalimentación. El agente de planificación debe entenderse, por tanto, como un sistema compuesto por métodos de pensamiento planificador, modelos de ciencia urbana y tecnologías de IA. Su valor central es transformar una práctica que dependía de experiencia, planos y resultados por etapas en una metodología inteligente capaz de percibir continuamente la ciudad, explicar regularidades, generar planes, verificar reglas, retroalimentar la implementación y coordinar la gobernanza.

3 Arquitectura técnica: composición de capacidades del agente de planificación urbana

El agente de planificación urbana (UPA) no es un modelo aislado de IA, sino un sistema inteligente compuesto que integra percepción espacio-temporal multifuente, razonamiento profesional basado en conocimientos, simulación de escenarios complejos y ejecución autónoma de tareas. Su lógica central consiste en usar un gran modelo de lenguaje (LLM) como «centro» cognitivo. Frente a los sistemas tradicionales de apoyo a la planificación (PSS), el agente subraya más la descomposición de objetivos, la llamada de herramientas, la memoria del proceso, el aprendizaje por retroalimentación y la coordinación de acciones.

3.1 Definición conceptual

El agente de planificación urbana es un sistema inteligente profesional orientado a todo el proceso de planificación. Usa datos urbanos multifuente como base perceptiva, conocimientos de planificación, normas, estándares, métodos de modelización, experiencia de casos y retroalimentación de implementación como soporte cognitivo, y valor público, orden espacial y objetivos de gobernanza como fundamentos del juicio. Puede asistir o participar en percepción, cognición, simulación, toma de decisiones, ejecución, coordinación y aprendizaje, sirviendo a la elaboración, revisión, monitoreo, evaluación y coordinación de la gobernanza.

Esta definición requiere distinguir tres límites. Primero, el agente se diferencia de las herramientas ordinarias de eficiencia: una herramienta ejecuta un comando puntual, mientras el agente descompone tareas en torno a objetivos, llama herramientas, registra procesos y corrige acciones según la retroalimentación. Segundo, difiere de agentes generales de IA: la planificación no es una simple generación espacial, sino un proceso de decisión pública que involucra recursos del suelo, servicios públicos, seguridad ecológica, cultura histórica, equidad social y responsabilidad intergeneracional [33-34]. Por ello, el agente debe integrarse en objetivos de planificación, restricciones normativas, experiencia local y procedimientos institucionales. Tercero, difiere de un modelo único: no es aplicar un algoritmo a una tarea, sino organizar datos, modelos, conocimientos, reglas, valores y retroalimentación en un sistema metodológico operativo.

Metodológicamente, el agente reconfigura tres relaciones. La primera es entre hechos y problemas: los datos del estado urbano se convierten en problemas espaciales y cuestiones de gobernanza. La segunda es entre conocimiento y juicio: textos normativos, experiencia experta y materiales de casos se organizan en estructuras de conocimiento razonables, explicables y verificables. La tercera es entre planes y acciones: los planes se incorporan a revisión, implementación, monitoreo, retroalimentación y coordinación, para producir efectos reales de gobernanza espacial.

3.2 Formación de capacidades: ocho capacidades especializadas

La estructura de capacidades del agente debe derivarse del propio proceso de planificación urbana. La planificación no es una operación puntual de procesamiento de información, sino un proceso continuo en torno al estado urbano, los problemas espaciales, los escenarios futuros, los juicios de valor, las acciones de implementación y la corrección por retroalimentación. Por ello, el agente necesita ocho capacidades: percepción, cognición, simulación, creación, decisión, ejecución, coordinación y aprendizaje. No son una lista paralela de funciones, sino la expresión capacitaria del proceso planificador dentro de un sistema inteligente.

La percepción espacio-temporal corresponde a la comprensión continua del estado real de la ciudad. Mediante datos sobre recursos naturales, entorno construido, actividades de población, economía

industrial, movilidad, ambiente ecológico, servicios públicos, opiniones y monitoreo de implementación, el agente identifica cambios urbanos y desplaza el conocimiento planificador desde investigaciones periódicas hacia observación continua.

La cognición de regularidades corresponde a la explicación profesional de los problemas urbanos: transformar hechos de datos en explicaciones de mecanismos espaciales, fenómenos locales en cuestiones de planificación y juicios de experiencia en estructuras de conocimiento reutilizables.

La simulación de futuro corresponde a organizar posibilidades futuras. Mediante definición de escenarios, simulación de modelos, generación de planes y evaluación de impactos, el agente convierte la incertidumbre en conjuntos comparables de escenarios [35].

La creación de planes corresponde a la elaboración sustantiva de planes y resultados normativos. Sobre la base de escenarios simulados, el agente traduce intenciones de planificación en planos espaciales y reglas de control operables mediante generación de diseño, asignación precisa de elementos, redacción de textos y producción automática de dibujos.

La decisión de acción corresponde al tratamiento del valor público y de conflictos multiobjetivo. Debe organizar sistemas de objetivos, normas y estándares, modelos de evaluación, experiencia experta y retroalimentación pública en fundamentos de juicio explicables [36].

La ejecución ascendente y descendente transforma los juicios de planificación en procedimientos de trabajo: verificación de reglas, generación de resultados, cálculo de indicadores, detección de conflictos espaciales, descomposición de tareas, emparejamiento de proyectos y secuenciación de la implementación [37].

La coordinación multipartita responde a la necesidad organizativa de la planificación como proceso de gobernanza pública. Mediante descomposición de objetivos, seguimiento de tareas, intercambio de información, agregación de opiniones y negociación de planes, el agente favorece acciones coordinadas entre departamentos, niveles, regiones y actores sociales.

El aprendizaje automático corresponde a la actualización dinámica del sistema. Mediante acumulación de casos, monitoreo de ejecución, retroalimentación pública, correcciones expertas y revisión de reglas, optimiza continuamente estructuras de conocimiento, reglas de juicio y estrategias de acción. Estas ocho capacidades forman una cadena procesual que permite al agente pasar de herramienta de procesamiento de información a sistema metodológico para todo el proceso de planificación.

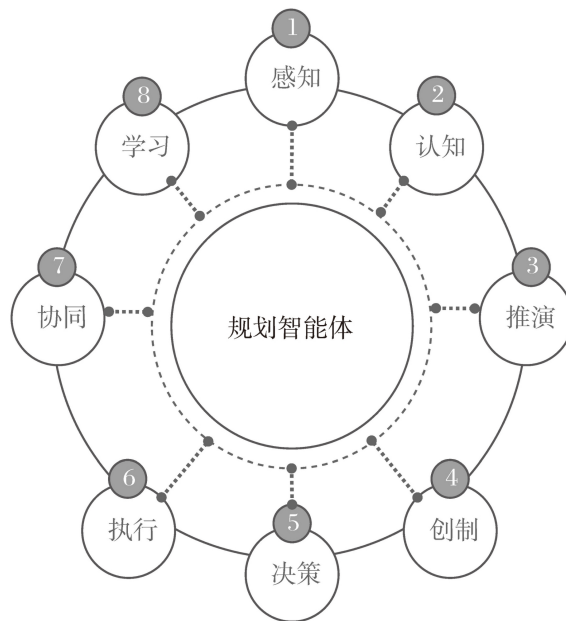


Figura 1. Estructura de capacidades del agente de planificación urbana.

3.3 Arquitectura básica: datos, cálculo, decisión y aplicación

El funcionamiento de las capacidades del agente requiere una arquitectura sistémica clara. Combinando el flujo de trabajo de la planificación urbana y la lógica de los sistemas inteligentes, el agente puede componerse de cuatro capas: datos, cálculo, decisión y aplicación. La capa de datos aporta información sobre el estado urbano y la planificación; la capa de cálculo identifica problemas y simula planes; la capa de decisión forma compromisos de valor y juicios normativos; la capa de aplicación conduce la ejecución de tareas y la coordinación de la gobernanza. El significado teórico de esta arquitectura es organizar datos urbanos, conocimientos de planificación, métodos de modelización, valor público y acciones de gobernanza en un sistema metodológico operable, verificable e iterable.

La capa de datos es la base factual. Su foco es organizar los datos de manera espacial, temporal, objetual y semántica. Los datos sobre recursos naturales, construcción urbana, condiciones socioeconómicas, opiniones públicas y monitoreo de implementación apoyan respectivamente la identificación de líneas de fondo, el juicio del estado actual, el análisis de demanda, la comprensión de reivindicaciones y el ajuste por retroalimentación.

La capa de cálculo es el momento de generación cognitiva. Convierte datos en identificación de problemas, análisis espacial, simulación de escenarios, generación de planes, evaluación de impactos y verificación de reglas. Puede invocar análisis geoespacial, simulación urbana, grafos de conocimiento, aprendizaje automático, modelos generativos y optimización multiobjetivo, pero su núcleo es transformar fenómenos urbanos complejos en problemas de planificación explicables.

La capa de decisión organiza el valor. Sitúa los resultados de cálculo en el marco de valor público, objetivos de planificación, estándares normativos, experiencia experta y restricciones de implementación, formando juicios integrales. La planificación urbana es una elección pública que debe ser explicable, revisable y responsable en contextos concretos.

La capa de aplicación transforma en acción. Introduce los resultados de datos, cálculo y decisión en elaboración de planes, revisión, monitoreo, comunicación pública, respuesta de emergencia y coordinación interdepartamental. Nuevos datos, problemas y retroalimentaciones generados durante la aplicación vuelven a la capa de datos y actualizan modelos, reglas y modos de uso. Así, la arquitectura de cuatro capas forma un circuito cerrado entre estado urbano, cognición planificadora, valor público y acción de gobernanza.

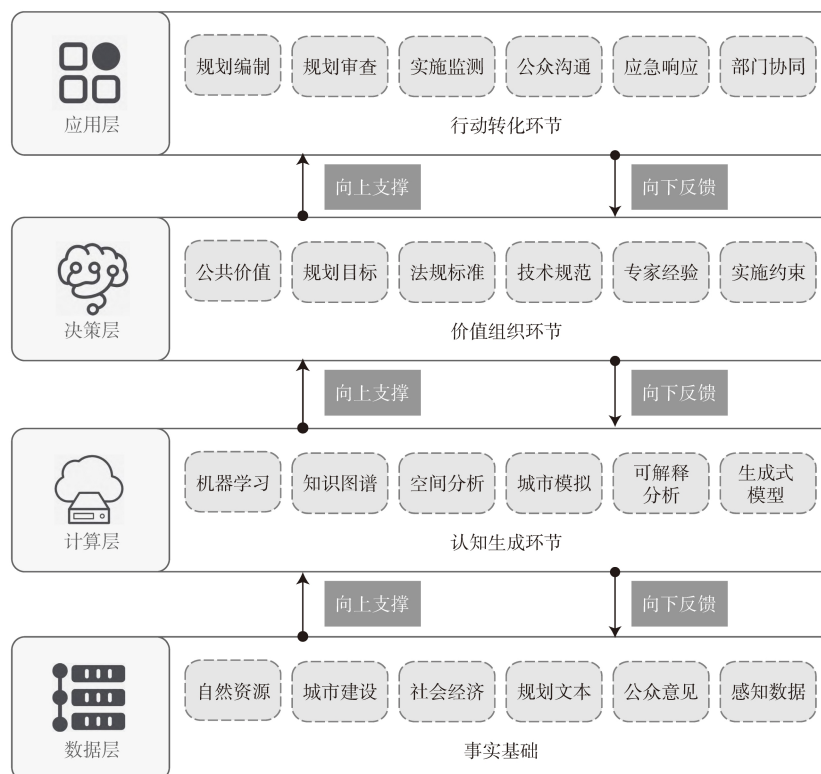


Figura 2. Arquitectura básica del agente de planificación urbana.

4 Mapa de aplicaciones: ocho agentes especializados para todo el proceso

Cuando el agente entra en la planificación urbana, su valor reside en organizar sistémicamente todo el proceso. La planificación debe absorber demandas públicas, identificar problemas urbanos, formar planes espaciales, mantener reglas institucionales, evaluar efectos de implementación, responder a riesgos excepcionales y coordinar acciones de múltiples actores. Para facilitar la exposición, este artículo llama «agentes especializados» a los agentes profesionales orientados a tareas específicas. En todo el proceso pueden resumirse ocho tipos: percepción espacio-temporal, cognición de regularidades, simulación de planificación, elaboración de planes, decisión de acción, coordinación organizativa, respuesta de emergencia e iteración de conocimiento. Corresponden al diagnóstico del estado urbano, identificación de mecanismos espaciales, formación de planes, revisión de reglas, evaluación de implementación, coordinación de acción, gobernanza de resiliencia y actualización de conocimiento.

4.1 Agente de percepción espacio-temporal: identificación continua del estado urbano

Este agente procesa información multifuente sobre recursos naturales, entorno construido, actividades de población, economía industrial, movilidad, ambiente ecológico, servicios públicos, opiniones y monitoreo de ejecución [38-39]. Identifica continuamente el estado operativo de la ciudad y los cambios

espaciales. Mediante procesamiento espacial, temporal y objetual, convierte datos dispersos, demandas sociales e información operativa en resultados perceptivos con localización, tipo, intensidad y tendencia. Desplaza el conocimiento de la ciudad desde encuestas periódicas hacia observación continua y ofrece un mapa base real para la cognición de regularidades y la simulación de planes.

4.2 Agente de cognición de regularidades: explicación diagnóstica de mecanismos espaciales

Este agente aborda problemas complejos como estructura poblacional, funciones espaciales, operación del transporte, servicios públicos, ambiente ecológico, oferta de vivienda y capacidad de gobernanza [40]. Revela estructuras espaciales, mecanismos operativos y desviaciones de implementación detrás de los fenómenos observados. Al convertir hechos de datos en explicaciones de mecanismos espaciales, fenómenos locales en cuestiones de planificación y juicios de experiencia en conocimiento reutilizable, apoya el diagnóstico urbano, la priorización de gobernanza y la selección de intervenciones.

4.3 Agente de simulación de planificación: organización y comparación de escenarios futuros

Este agente trata la incertidumbre del desarrollo urbano. Mediante construcción de escenarios, simulación de modelos, evaluación de impactos y comparación de planes, convierte cambios demográficos, evolución industrial, organización del transporte, restricciones ecológicas y ritmos de renovación en escenarios futuros comparables. Ayuda al planificador a ver las consecuencias espaciales de distintas opciones y transforma problemas futuros difíciles de captar en conjuntos calculables, comparables y discutibles.

4.4 Agente de elaboración de planes: creación de planes espaciales y resultados normativos

Este agente se orienta a producir planes espaciales y resultados normativos. Bajo objetivos, líneas de fondo, condiciones de implementación y supervisión humana claramente definidos, ayuda a organizar la estructura espacial, optimizar usos del suelo, asignar con precisión elementos, redactar textos y producir dibujos [41]. Amplía el alcance de exploración de alternativas y mejora la eficiencia de representación, pero la definición de problemas, fijación de objetivos, configuración de reglas y juicio de valor siguen siendo responsabilidades esenciales del planificador.

4.5 Agente de decisión de acción: arbitraje multiobjetivo y selección de planes

Este agente aborda conflictos entre seguridad ecológica, eficiencia de desarrollo, equidad espacial, cultura histórica, servicios públicos, resiliencia, seguridad y costos de implementación. Organiza objetivos, estándares normativos, modelos de evaluación, experiencia experta y retroalimentación pública en fundamentos de juicio explicables. Apoya la comparación de planes, la identificación de riesgos y la elección de acciones, desplazando la decisión desde un óptimo técnico único hacia un arbitraje integral orientado por el valor público, donde el cálculo de máquina queda subordinado a la racionalidad planificadora y la responsabilidad de gobernanza.

4.6 Agente de coordinación organizativa: coordinación de gobernanza multi-actor

Este agente trata tareas transversales: renovación urbana, mejora del transporte, restauración ecológica, elevación de servicios públicos, ajuste de espacios industriales y cooperación regional. Organiza de forma estructurada objetivos de planificación, tareas espaciales, instrumentos de política y actores de implementación. Apoya la descomposición de objetivos, la articulación de responsabilidades, el seguimiento del progreso y las alertas de retroalimentación, formando relaciones más claras de acción colaborativa entre departamentos, niveles, regiones y actores sociales.

4.7 Agente de respuesta de emergencia: respuesta espacial a riesgos excepcionales

Este agente se orienta a clima extremo, inundaciones, eventos de salud pública, fallas de infraestructura e incidentes mayores de seguridad pública, apoyando identificación de riesgos, movilización de recursos y respuesta rápida [42]. Conecta prevención, intervención y retroalimentación posterior, y devuelve a la planificación territorial, planificación detallada e infraestructura las debilidades reveladas por los eventos excepcionales: fragilidad de infraestructura, insuficiencia de espacio público, mala organización de pasos o baja resiliencia comunitaria.

4.8 Agente de iteración de conocimiento: actualización continua de la experiencia

Este agente trabaja con casos de planificación, opiniones de revisión, efectos de implementación, retroalimentación pública, correcciones expertas y revisiones de reglas. Acumula recursos de conocimiento reutilizables. Convierte experiencias, desviaciones y lecciones del proceso en bases para actualizar conocimiento, optimizar reglas y corregir modelos, permitiendo que el agente desarrolle capacidades de reaprendizaje, recalibración y evolución dinámica en la práctica continua.

4.9 Mecanismo de operación coordinada

Los ocho agentes especializados forman conjuntamente la estructura colectiva del agente de planificación. La percepción espacio-temporal ofrece la base del estado urbano; la cognición de regularidades explica mecanismos espaciales; la simulación organiza escenarios futuros; la elaboración produce planes espaciales y resultados normativos; la decisión apoya arbitrajes multiobjetivo; la coordinación garantiza acciones de múltiples actores; la respuesta de emergencia atiende riesgos excepcionales; y la iteración de conocimiento acumula retroalimentaciones y actualiza reglas.

La clave de su colaboración reside en la relación continua «estado - regularidad - escenario - plan - decisión - coordinación - respuesta - iteración»: el estado urbano se percibe continuamente, las regularidades se identifican y explican, los futuros se organizan y comparan, los planes se generan y expresan, las acciones se evalúan, las tareas multi-actor se coordinan, los riesgos reciben respuesta rápida y la retroalimentación de implementación junto con la experiencia práctica se sedimentan. Así, el agente evoluciona desde herramienta auxiliar adherida a procedimientos existentes hacia mecanismo organizativo inteligente que sostiene todo el proceso de planificación urbana.

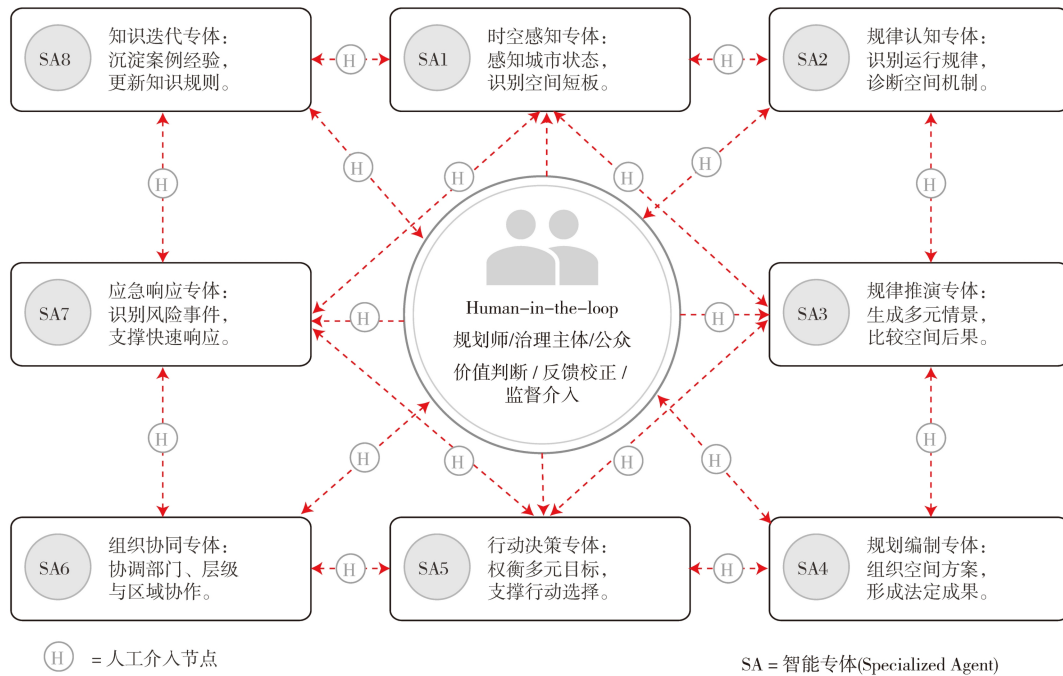


Figura 3. Marco de racionalidad ecológica de las relaciones entre ocho agentes especializados de planificación urbana.

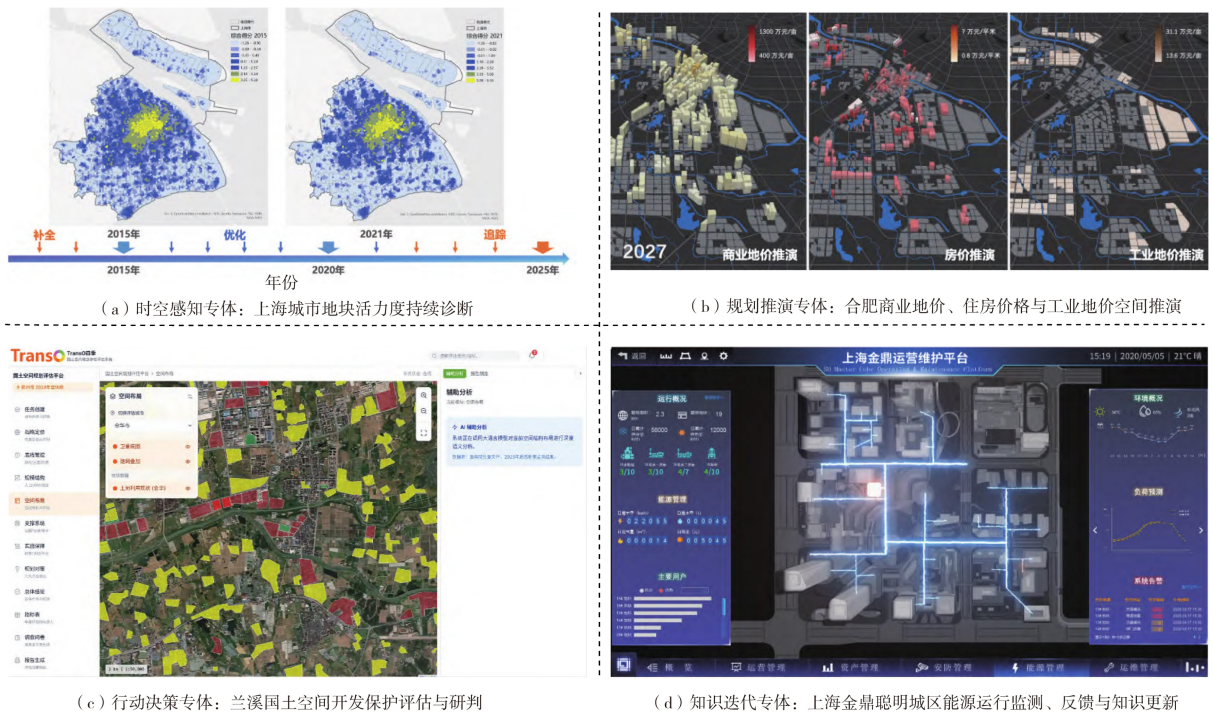


Figura 4. Aplicaciones de algunos agentes especializados: (a) agente de percepción espacio-temporal, diagnóstico continuo de la vitalidad de parcelas en Shanghai; (b) agente de simulación, simulación espacial de precios de suelo comercial, vivienda y suelo industrial en Hefei; (c) agente de decisión de acción, evaluación del desarrollo y protección del espacio territorial en Lanxi; (d) agente de iteración de

conocimiento, monitoreo energético, retroalimentación y actualización del conocimiento en el distrito inteligente Shanghai Jinding.

5 Conclusión: el agente de planificación en el contexto chino, fundamentos institucionales y apoyo de conocimiento

5.1 Apoyo de conocimiento en China: sistema de cinco bases

El funcionamiento del agente depende de una base de conocimiento estable, sistemática y actualizable. La planificación urbana china posee abundantes datos, reglas institucionales y experiencias prácticas, pero estos recursos han estado dispersos entre departamentos, plataformas, resultados de planificación y procesos de proyecto [43]. Para formar juicios profesionales, el agente debe organizar estos recursos en un sistema de conocimiento con significado planificador.

En torno a las tareas principales de la práctica china, el apoyo de conocimiento puede resumirse en cinco bases: recursos naturales, construcción urbana, condiciones socioeconómicas, estándares y reglamentos, y casos de planificación. La clave no es acumular materiales, sino organizar conocimiento de planificación. Solo al organizar datos, reglas, modelos, casos y retroalimentación en un sistema invocable, explicable y actualizable puede el agente formar una capacidad de juicio verdaderamente profesional.

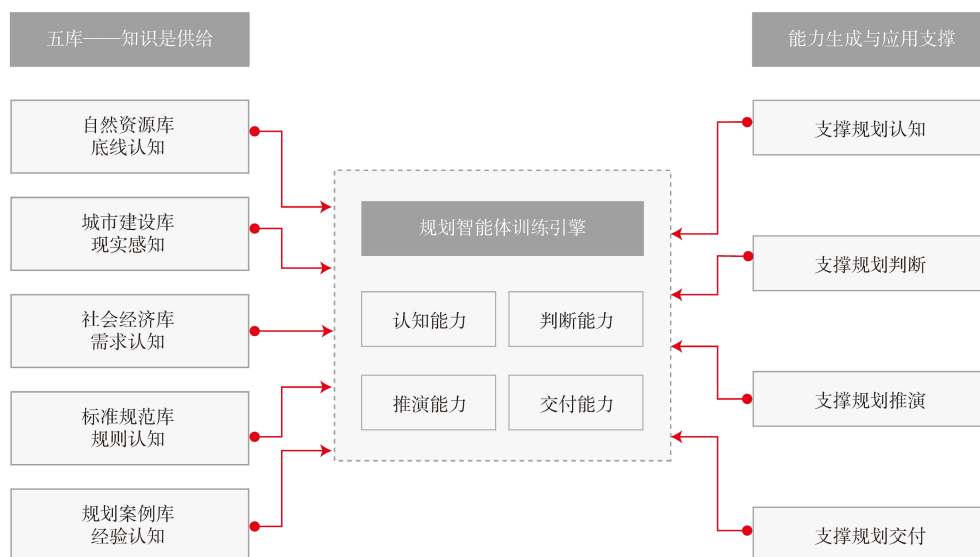


Figura 5. Sistema de cinco bases de datos que apoya al agente de planificación urbana.

5.2 Impulsar un salto metodológico de la planificación en la era inteligente

La propuesta del agente de planificación marca una nueva etapa en la relación entre planificación urbana e inteligencia artificial. Para la disciplina, plantea preguntas centrales de la era inteligente: cómo conocer la ciudad de forma continua; cómo juzgar problemas con precisión; cómo simular planes racionalmente; cómo transmitir reglas de manera estable; cómo incorporar valor en procesos inteligentes; y cómo devolver la implementación al sistema de planificación. Estas preguntas superan la aplicación técnica ordinaria y apuntan a la renovación teórica de la disciplina. La planificación no debe considerar la IA solo como herramienta externa ni limitarse a transferir tecnología; debe construir una teoría de planificación inteligente con posición disciplinaria propia, integrando sistemas urbanos

complejos, ingeniería del conocimiento planificador, decisión colaborativa humano-agente, restricciones de valor público y mecanismos de gobernanza espacial en un marco unificado.

Para la profesión, el agente modificará la estructura de capacidades del trabajo planificador. Las competencias centrales se concentrarán más en definir problemas, fijar objetivos, formular juicios de valor, organizar reglas, interpretar escenarios, gobernar colaborativamente y controlar responsabilidades. El agente puede ampliar el campo perceptivo, la capacidad de simulación, comparación y retroalimentación, pero la orientación de la planificación, el valor público y la responsabilidad final deben seguir en manos de la comunidad profesional y de las instituciones de gobernanza pública. Cuanto más entra la planificación en la era inteligente, más debe reforzar su racionalidad profesional y preservar las líneas de fondo del interés público, la equidad espacial, la seguridad ecológica, la continuidad cultural y la responsabilidad a largo plazo. El desarrollo del agente no debe debilitar el juicio humano, sino aumentar la capacidad del planificador para abordar problemas urbanos complejos [44].

La clave para construir agentes de planificación es transformar datos, reglas, casos, experiencias y juicios de valor acumulados por la profesión en sistemas de conocimiento organizables, explicables, revisables y actualizables. Sin conocimiento de planificación, el agente queda como herramienta inteligente general; sin restricciones de valor público, puede caer en la lógica de eficiencia prioritaria y óptimo local; sin retroalimentación de implementación, difícilmente servirá a la gobernanza urbana real. En el futuro, el agente debe apoyarse en las cinco bases - recursos naturales, construcción urbana, condiciones socioeconómicas, estándares y reglamentos, y casos de planificación -, acumular continuamente conocimientos, métodos y experiencias, y formar un sistema profesional de capacidades que sostenga elaboración, revisión, implementación, evaluación y gobernanza colaborativa. Así podrá aportar sabiduría y experiencia chinas al desarrollo mundial de la disciplina y la práctica de la planificación urbana en la era inteligente.

Referencias

- [1] GALLOTTI R, SACCO P, DE DOMENICO M. Sistemas urbanos complejos: desafíos y soluciones integradas para la sostenibilidad y resiliencia de las ciudades[J]. Complexity, 2021(1): 1782354.
- [2] Zhou Changlin, Bai Yu, Xie Shumu. Desempeño espacial urbano orientado al desarrollo de alta calidad: paradoja multiobjetivo y modelo de evaluación[J]. Urban Planning Forum, 2022(4): 58-63.
- [3] Yang Xuanmei. Resiliencia territorial y espacial: marco conceptual y vías de implementación[J]. Urban Planning Forum, 2021(3): 112-118.
- [4] Wu Zhiqiang, Liu Xiaochang, Zhao Gang, et al. Sustituir la expansión simple por una orientación de beneficios espaciales: indicadores clave de evaluación para la gobernanza urbana[J]. Urban Planning Forum, 2021(5): 15-22.
- [5] ZHOU X, LIN Y, MONSTADT J, et al. Examinar procesos y resultados de planificación colaborativa en la renovación urbana: ¿un giro deliberativo en China?[J]. Urban Studies, 2024, 62(4): 682-699.
- [6] Cao Chunhua, Lu Tao, Li Peng, et al. Monitoreo, evaluación y alerta temprana en la planificación territorial y espacial: contenido, tareas y marco técnico[J]. Urban Planning Forum, 2022(6): 88-94.
- [7] Sun Shiwen. Investigación básica sobre el sistema de supervisión de la implementación de la planificación territorial y espacial[J]. Urban Planning Forum, 2024(2): 12-17.
- [8] PAN H, GEERTMAN S, DEAL B, et al. Apoyo a la planificación para ciudades inteligentes en la era pos-COVID[J]. Journal of Urban Technology, 2022, 29(2): 1-5.

- [9] Wu Zhiqiang, Gan Wei, Zang Wei, et al. Concepto y desarrollo del city information modeling (CIM)[J]. City Planning Review, 2021, 45(4): 106-113.
- [10] BATTY M. Gemelos digitales en la planificación urbana[J]. Nature Computational Science, 2024, 4(3): 192-199.
- [11] RITTENBRUCH M, FOTH M, MITCHELL P, et al. Codiseñar sistemas de apoyo a la planificación en ciencia urbana: las preguntas que responden y las que plantean[J]. Journal of Urban Technology, 2021, 29(2): 7-32.
- [12] SON T H, WEEDON Z, YIGITCANLAR T, et al. Planificación urbana algorítmica para un desarrollo inteligente y sostenible: revisión sistemática de la literatura[J]. Sustainable Cities and Society, 2023, 94: 104562.
- [13] PENG Z R, LU K F, LIU Y, et al. La trayectoria de la IA en planificación urbana: del apoyo a la planificación a la elaboración de planes[J]. Journal of Planning Education and Research, 2023, 44(4): 2263-2279.
- [14] Wu Zhiqiang, Gan Wei, Liu Chaohui, et al. Ciudad IA: teoría y arquitectura del modelo[J]. Urban Planning Forum, 2022(5): 17-23.
- [15] Gan Wei, Wu Zhiqiang, Wang Yuankai, et al. Construcción de un modelo teórico para el diseño urbano asistido por AIGC[J]. Urban Planning Forum, 2023(2): 12-18.
- [16] ZHENG H, YUAN P F. Método generativo de diseño arquitectónico y urbano mediante redes neuronales artificiales[J]. Building and Environment, 2021, 205: 108242.
- [17] Wu Zhiqiang, Zhou Mimi, Liu Qi, et al. «Gemelo intergeneracional»: cartografiar las características vitales de la ciudad[J]. Urban Planning Forum, 2024(1): 9-17.
- [18] Wu Zhiqiang, Gan Wei, Li Shuran, et al. «Cerebro colectivo urbano»: modelo teórico y cuestiones clave[J]. Urban Planning Forum, 2023(6): 20-26.
- [19] Wu Zhiqiang. Transformación de los métodos de pensamiento en planificación urbana[J]. Urban Planning Forum, 1986(5): 1-7.
- [20] Wu Zhiqiang. Cómo tratar la información blanda: métodos de análisis multicriterio en la planificación del uso del suelo urbano[J]. Urban Planning Forum, 1985(3): 41-49.
- [21] Wu Zhiqiang. Investigación básica sobre el desarrollo del suelo urbano en Shanghai: distribución del volumen de desarrollo, medición del valor y mecanismo de desarrollo[D]. Shanghai: Tongji University, 1984.
- [22] WU Z Q. Globalisierung der grossstädte um die jahrtausendwende: forschung[D]. Berlin: Technische Universität Berlin, 1994.
- [23] WU Z Q, PAN Y, YE Q, et al. Sistema de evaluación del cociente de inteligencia urbana (City IQ): concepción y evaluación[J]. Engineering, 2016, 2(2): 196-211.
- [24] WOOLDRIDGE M, JENNINGS N R. Agentes inteligentes: teoría y práctica[J]. The Knowledge Engineering Review, 1995, 10(2): 115-152.
- [25] PARK J S, O'BRIEN J, CAI C J, et al. Agentes generativos: simulacros interactivos del comportamiento humano[C]//Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '23). San Francisco, CA, USA: Association for Computing Machinery, 2023: 1-22.
- [26] HONG S, ZHUGE M, CHEN J, et al. MetaGPT: metaprogramación para un marco colaborativo multiagente[C]//The Twelfth International Conference on Learning Representations (ICLR 2024). Vienna, Austria: OpenReview.net, 2024.

- [27] ZHENG Y, LIN Y, ZHAO L, et al. Planificación espacial de comunidades urbanas mediante aprendizaje profundo por refuerzo[J]. *Nature Computational Science*, 2023(9): 748-762.
- [28] HILLIER B, HANSON J. La lógica social del espacio[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- [29] BATTY M. Ciudades y complejidad: comprender las ciudades con autómatas celulares, modelos basados en agentes y fractales[M]. Cambridge, MA: The MIT Press, 2007.
- [30] HEPPENSTALL A, MALLESON N, CROOKS A. «El espacio, la última frontera»: ¿qué tan buenos son los modelos basados en agentes para simular individuos y espacio en las ciudades?[J]. *Systems*, 2016, 4(1): 9.
- [31] AXHAUSEN K W, HORNI A, NAGEL K, et al. La simulación de transporte multiagente MATSim[M]. London: Ubiquity Press, 2016.
- [32] BRUSE M, FLEER H. Simulación de interacciones superficie-planta-aire en entornos urbanos mediante un modelo numérico tridimensional[J]. *Environmental Modelling & Software*, 1998, 13(3-4): 373-384.
- [33] Tian Li, Xia Jing. Derechos de desarrollo del suelo y planificación territorial y espacial: lógica de gobernanza, instrumentos de política y aplicaciones prácticas[J]. *Urban Planning Forum*, 2021(6): 12-19.
- [34] HERZOG R H, GONCALVES J E, SLINGERLAND G, et al. ¡Ciudades para los ciudadanos! Esferas de valor público para comprender conflictos en la planificación urbana[J]. *Urban Studies*, 2023, 61(7): 1327-1344.
- [35] YAP J R, ROMAN O, ADEY B T, et al. Tendencias y oportunidades en la planificación adaptativa del entorno construido: revisión de literatura[J]. *City and Environment Interactions*, 2025, 26: 100196.
- [36] SHEYDAYI A, DADASHPOOR H. El interés público: escuelas de pensamiento en planificación[J]. *Progress in Planning*, 2022, 165: 100647.
- [37] NOARDO F, GULER D, FAUTH J, et al. Revelar el progreso real del permiso digital de construcción: conciencia mediante una revisión crítica del estado del arte[J]. *Building and Environment*, 2022, 213: 108854.
- [38] Bakowska-Waldmann E, Kaczmarek T. El uso de PPGIS: hacia una participación pública significativa en la planificación espacial[J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2021, 10(9): 581.
- [39] MARSHALL S, FARNDON D, HUDSON-SMITH A, et al. Participación en diseño y planificación urbana en la era digital: lecciones de una plataforma experimental en línea[J]. *Smart Cities*, 2024, 7(1): 615-632.
- [40] Wu Jiang, Wang Xin, Chen Ye, et al. Desafíos del examen de salud urbana en megaciudades y práctica de Shanghái[J]. *Urban Planning Forum*, 2022(4): 28-34.
- [41] HONG Q, XIA J, LONG Y. Inteligencia artificial generativa en diseño urbano: revisión de aplicaciones recientes[J]. *Landscape Architecture*, 2026, 32(12): 24-34.
- [42] SAENZ DE TEJADA C, DAHER C, HIDALGO L, et al. Enfoques de planificación, diseño y gestión urbana para construir resiliencia urbana: revisión rápida de evidencias[J]. *Cities & Health*, 2024, 8(5): 932-955.
- [43] Niu Xinyi, Lin Shijia, Sang Tian, et al. Tecnología de planificación digital: datos y conocimiento[J]. *Urban Planning Forum*, 2024(2): 18-24.
- [44] FU J, HAN H, SU X, et al. Hacia una investigación urbana colaborativa humano-IA habilitada por grandes modelos de lenguaje preentrenados[J]. *Urban Informatics*, 2024, 3(1): 8.

Traducción asistida por IA