بناء وكيل ذكي لاسترجاع معلومات التخطيط التفصيلي التنظيمي موجها إلى المشاركة العامة: منهجية البناء وتطبيقات سيناريوهات الحوكمة الرشيدة

المؤلفون

وانغ شيفو، لي يونغهاو، هوانغ دو، لي شينجيان

الملخص

في ظل التوجه نحو "المدينة المتمحورة حول الإنسان" والتحول الرقمي العميق في التخطيط المكاني الإقليمي، لم تستجب الدراسات القائمة بعد بصورة كافية لحاجة الجمهور إلى استرجاع ذكي دقيق وميسر ومنخفض التكلفة لمعلومات التخطيط التفصيلي التنظيمي. تناقش هذه الدراسة أولا مسارا إجرائيا لتنمية وكلاء التخطيط، ثم توضح منطق بناء وكيل لاسترجاع معلومات التخطيط يدمج النماذج اللغوية الكبيرة والرسوم البيانية المعرفية ضمن إطار التوليد المعزز بالاسترجاع. وبناء على ذلك، تقترح منهجية من ثلاث مراحل، اعتمادا على منصة Dify منخفضة الكود، لبناء وكيل لاسترجاع معلومات التخطيط التنظيمي موجه إلى المشاركة العامة باسم ZoKnow. وتستخدم الدراسة سبع خطط قانونية من منطقة فوتيان في شنتشن، تشمل نحو 80 ألف محرف صيني من نصوص التخطيط و1185 مؤشرا رقابيا على مستوى القطع الأرضية، للتحقق التطبيقي من خلال تطوير نموذج أولي، وتقييم أداء السؤال والجواب، والمقارنة مع النسخة العامة من منصة "الخريطة الواحدة". وتبين النتائج أن المنهجية المقترحة قابلة للتطبيق وتحقق أداء استرجاعيا متقدما، ولا سيما في شرح المصطلحات، وتتبع مصدر النتائج القانونية، وتحليل البيانات في سياق المشاركة العامة في التخطيط التنظيمي. وتستشرف الدراسة إمكان توسيع وكلاء استرجاع معلومات التخطيط نحو أنواع متعددة من وكلاء التخطيط، وتناقش أهميتهم بعيدة المدى في تحول قطاع التخطيط. وبذلك تقدم مرجعا منخفض التكلفة وقابلا للتكرار والتوسع لبناء وكلاء تخطيط يدعمون التحول الرقمي الذكي في التخطيط والحوكمة المكانية الرشيدة المدعومة بالتقنية.

الكلمات المفتاحية

النماذج اللغوية الكبيرة؛ التخطيط التفصيلي التنظيمي؛ الوكيل الذكي؛ الرسم البياني المعرفي؛ المشاركة العامة؛ الحوكمة

مقدمة

يؤكد مفهوم "المدينة المتمحورة حول الإنسان" أن المدن تبنى من قبل الناس ومن أجل الناس. وقد مثل إنشاء نظام التخطيط المكاني الإقليمي في الصين انتقالا نحو تنسيق التنمية والحماية على كامل المجال وبجميع عناصره [1-2]. وفي هذا التحول المؤسسي، يؤدي التخطيط التفصيلي التنظيمي، ويشار إليه لاحقا بالتخطيط التنظيمي، دورا محوريا في وصل التخطيط المكاني الإقليمي الأعلى مستوى بضبط التنمية على المستويين المتوسط والدقيق. فمن خلال تحديد وظائف استعمالات الأراضي، وكثافة التنمية، وتوفير مرافق الخدمات العامة، ومؤشرات ضبط التصميم الحضري، يترجم التخطيط التنظيمي متطلبات بناء المدينة المتمحورة حول الإنسان إلى شكل مادي وتوزيع مكاني للمنافع في أماكن محددة [3-4].

يمتلك المواطنون العاديون حق المعرفة والمشاركة والرقابة في كامل عملية التخطيط المكاني الإقليمي والبناء والحوكمة. لذلك تعد المشاركة العامة عالية الجودة شرطا أساسيا لفعالية إعداد التخطيط التنظيمي وتنفيذه وعدالته. ويعد الوصول الدقيق إلى محتوى التخطيط التنظيمي عبر رقمنة المعلومات المكانية الإقليمية ومعالجتها بذكاء وسيلة مهمة لتعزيز المشاركة العامة [5-16]. غير أن بناء نظم الاسترجاع الذكي للتخطيط التنظيمي وتطبيقها لا يزالان قاصرين في ثلاثة جوانب: الاستجابة لاحتياجات المشاركة العامة، وتحسين سهولة الاستخدام، وخفض كلفة معالجة البيانات [19-12,17-6,10]. أولا، إن المنصات الرقمية من الجيل الجديد، مثل نظام "الخريطة الواحدة" للتخطيط المكاني الإقليمي وشبكة China Spatial Planning Observation Network (CSPON)، موجهة أساسا إلى الدوائر الحكومية وبعض المهنيين في التخطيط [6-9]. ثانيا، لا تزال المنصات الرقمية الموجهة إلى الجمهور لاسترجاع معلومات التخطيط التنظيمي محدودة في سرعة الحصول على النتائج، وفي دعم فهم المعنى المكاني، وفي تتبع الأسس القانونية، الأمر الذي يضعف حماسة الجمهور وجودة مشاركته [10-12]. ثالثا، تتسم مخرجات التخطيط التنظيمي، بما فيها النصوص التخطيطية والأطالس القانونية، بدرجة عالية من التغاير وعدم البنينة؛ ولذلك يتطلب تحقيق دقة استرجاع مرتفعة كلفة كبيرة في معالجة البيانات [20-22].

أضاف تطور النماذج اللغوية الكبيرة، والتوليد المعزز بالاسترجاع RAG، والرسوم البيانية المعرفية زخما جديدا للتحول الرقمي في تقنيات التخطيط [23-25]. وقد بدأت مجالات التخطيط باستكشاف رسوم معرفية للمخططات الشاملة مدعومة بالاستعلام البرمجي [26]، ومناهج للإدراك الديناميكي الحضري قائمة على الرسوم البيانية المعرفية [24]، ومساعدات لتوليد النصوص التخطيطية قائمة

على [27] RAG. ومع ذلك، قلما تناولت الدراسات كيفية بناء وكيل لاسترجاع معلومات التخطيط التنظيمي يمكّن المواطنين العاديين من الحصول بدقة على المعلومات ذات الصلة، وفهم معاني التخطيط بسرعة، وتشغيل النظام بتكلفة منخفضة. وهذا النقص يحد من تحسين مستوى المشاركة العامة [26-28].

لهذا تقترح هذه الدراسة منهجية لبناء ZoKnow، وهو وكيل لاسترجاع معلومات التخطيط التنظيمي موجه إلى المشاركة العامة يدمج النماذج اللغوية الكبيرة والرسوم البيانية المعرفية ضمن إطار RAG، وتتحقق من تطبيقه. تناقش الدراسة أولا مسار تنمية وكلاء التخطيط وتوضح مبادئ بناء وكلاء استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي. ثم تقترح منهجية من ثلاث مراحل لبناء ZoKnow. وباستخدام نصوص وأطالس الخطط القانونية في منطقة فوتيان في شنتشن بوصفها بيانات حالة، تطور الدراسة نموذجا أوليا، وتقيم أداء السؤال والجواب، وتقارن سيناريوهات الحوكمة مع النسخة العامة من منصة الخريطة الواحدة. وتختتم بتحديد اتجاهات تعميق المنهجية واستشراف إمكانات وكلاء استرجاع معلومات التخطيط في تطبيقات الحوكمة الرشيدة وتحول قطاع التخطيط.

1 مسار تنمية وكلاء التخطيط ومبادئ بناء وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي

1.1 المسار الإجرائي لتنمية وكلاء التخطيط

يشير الوكيل الذكي إلى نظام رقمي يتصف بالاستقلالية والاستجابة والمبادرة والاجتماعية، ويستطيع، اعتمادا على بيانات متعددة المصادر وخوارزميات متقدمة، أن يدرك البيئة، ويكوّن ذاكرة، ويتخذ قرارات، ويتفاعل مع الإنسان، وينفذ إجراءات لتحقيق أهداف محددة [29]. ومع إظهار النماذج اللغوية الكبيرة قدرة عامة قوية في فهم اللغة الطبيعية وتوليدها، تطور الوكيل من نظام تفاعل معياري ثابت إلى نظام مستقل قادر على تنفيذ إجراءات متعددة الخطوات في بيئات معقدة. وباعتبار النماذج اللغوية الكبيرة مركزا للاستدلال واتخاذ القرار، يمكن للوكيل عبر التخطيط والذاكرة واستدعاء الأدوات الخارجية أن يكتسب المعلومات باستمرار، ويعدل استراتيجيته، ويكمل المهام أثناء التفاعل [30]. وتصنف الدراسات الحالية الوكلاء المستقلين القائمين على النماذج اللغوية الكبيرة إلى وكلاء عامة، وأداتية، ومحاكاة، ومجسدة، وألعاب، وشبكية، ومساعدة، تبعا لغرض التطبيق وحدود الوظيفة ومنطق البناء [30].

وكلاء التخطيط هم نظم ذكية موجهة إلى احتياجات دورة التخطيط كاملة: الإعداد، والموافقة، والتعديل، والتنفيذ، والرقابة. وهي قادرة على الإدراك والذاكرة والقرار والتفاعل والتنفيذ بصورة مستقلة. وبالاستناد إلى المنطق التقني لبناء الوكلاء القائمين على النماذج اللغوية الكبيرة وإلى خبرة مجال التخطيط، بدأ يتشكل مسار إجرائي لتنمية وكلاء التخطيط يشمل تحديد احتياجات السيناريو، وبناء القاعدة المعرفية، وتطوير قاعدة البيانات، ومواءمة أدوات التخطيط، وتنظيم سير المهام، والحوكمة عبر التقييم والتغذية الراجعة. وتعد القاعدة المعرفية شرطا أساسيا لبناء وكيل تخطيط محدد، إذ تدمج المعرفة المهنية وتبني مدونات عالية الجودة بما يحقق تمثيل المعرفة التخطيطية بصورة بنيوية، ومواءمتها دلاليا، وجعلها قابلة للاسترجاع. أما قاعدة البيانات فتصل البيانات المتغايرة متعددة المصادر، وتدعم إدراك العناصر المكانية من أبعاد متعددة ووصفها ديناميا، وتعزز فهم الوكيل للحالات الحضرية المعقدة. ثم تأتي مواءمة أدوات التخطيط، إذ تدمج المناهج التخطيطية في الوكيل بوصفها وحدات رقمية قابلة للاستدعاء، في صورة خوارزميات أو بروتوكولات أو أدوات. ويتيح تنظيم سير المهام تنسيقا بين الإدراك والتقييم والتحليل والقرار في سياقات متعددة. وأخيرا، يتيح التقييم والتغذية الراجعة التحقق المستمر من الوكيل وتحسينه، بما يرفع موثوقيته وفعاليته في الممارسة.

1.2 المبادئ الجوهرية لبناء وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي

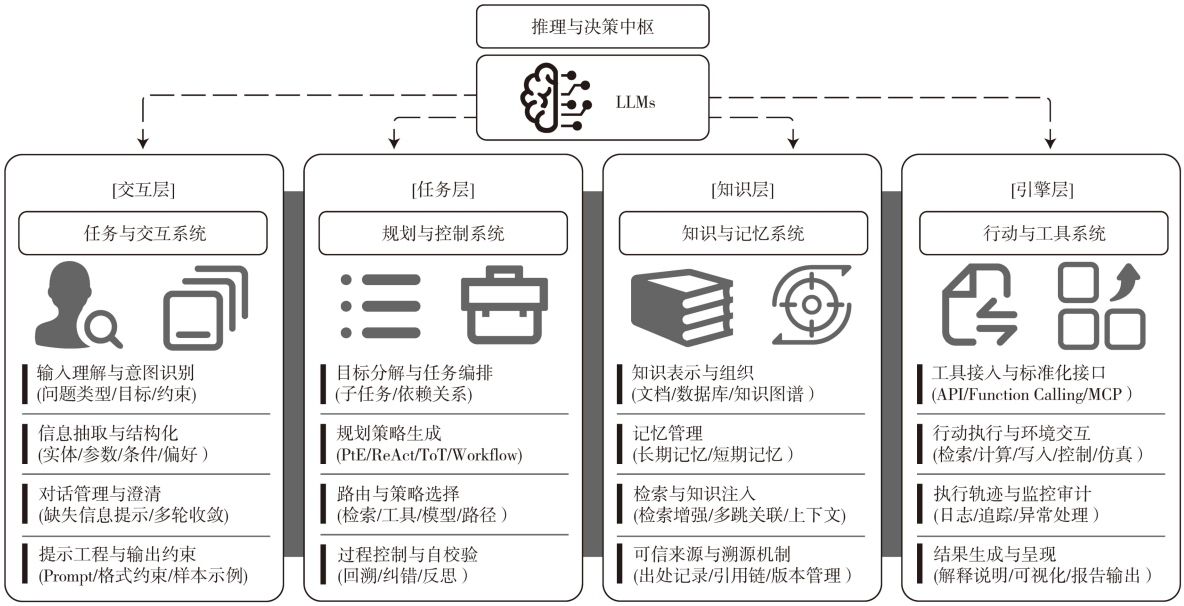
يقصد بوكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي نظام ذكي يستجيب لاحتياجات الجمهور في استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي، ويوفر تفاعلا منخفض العتبة، وتنظيما للمهام، وتخزينا للمعرفة المهنية، واستدعاء للأدوات الخارجية، وقدرة على إنجاز مهام تخطيطية قابلة للتنفيذ. ومع أن المواطنين العاديين غالبا ما تكون معرفتهم التخطيطية وقدراتهم التقنية محدودة، فإنهم يحتاجون مع ذلك إلى الحصول على معلومات التخطيط التنظيمي وفهمها وتحليلها بكفاءة من أجل مشاركة عامة عالية الجودة. ومن ثم يمثل الوكيل التخطيطي الأداتي مسارا تقنيا ملائما، لأن جوهر بنائه يتمثل في "استدعاء أدوات خارجية لإنجاز مهام تخطيطية قابلة للتنفيذ". ويتمحور ذلك حول إطار "3W": هل ينبغي استدعاء أداة، وأي أداة ينبغي اختيارها، وكيف تستخدم هذه الأداة، بما يضمن استدعاء الأدوات المناسبة في التوقيت المناسب لحل مشكلات السؤال والجواب المهني والاستعلام عن البيانات في مجال التخطيط.

استنادا إلى منطق بناء الوكلاء الأداتيين [30] ومتطلبات تطوير نظم المعلومات، يمكن تلخيص البنية الجوهرية لوكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي في أربعة أنظمة: نظام المهام والتفاعل، أي طبقة التفاعل؛ ونظام التخطيط والضبط، أي طبقة المهام؛ ونظام المعرفة والذاكرة، أي طبقة المعرفة؛ ونظام الإجراءات والأدوات، أي طبقة المحرك (الشكل 1).

نظام المهام والتفاعل هو حد الإدخال والإخراج الذي يتيح تبادل المعلومات بين الوكيل والبيئة الخارجية، وتتمثل قدرته الأساسية في تحويل تعبير المستخدم باللغة الطبيعية إلى وصف مهمة قابل للتنفيذ. أما نظام التخطيط والضبط فهو طريقة تنظيم القرار وآلية

التحكم في المهام أثناء التنفيذ؛ إذ يفكك المشكلات المعقدة إلى خطوات قابلة للتنفيذ ضمن إطار تفكير مسبق، ثم يستخدم الأدلة والتغذية الراجعة أثناء العمل للتتبع والتصحيح واستكمال الإجراءات. ويشير نظام المعرفة والذاكرة إلى تركيبة القاعدة المعرفية وآلية إدارة الذاكرة التي تدعم الحصول على المعلومات. فمن جهة، يحتاج الوكيل إلى مصادر معرفة خارجية قابلة للتحديث للحصول على أدلة واقعية موثوقة لمهام محددة. ومن جهة أخرى، يحتاج إلى حفظ حالات المهمة والمعلومات الأساسية عبر جولات الحوار وقراءتها، حتى يفهم حالة التنفيذ والاحتياج الحقيقي للمستخدم. أما نظام الإجراءات والأدوات فيتكون من وحدات وظيفية لاستدعاء الأدوات الخارجية وتنفيذها؛ إذ ينقل خطوات رئيسية مثل الحساب والتحقق إلى سلاسل أدوات قابلة للتنفيذ، فيحول التحليل إلى عملية قابلة للمراجعة.

تشكل هذه الأنظمة الأربعة معا منظومة تشغيل مترابطة وديناميكية قائمة على التغذية الراجعة. فنظام المهام والتفاعل يحدد "ما المشكلة المراد حلها"، ونظام التخطيط والضبط ينظم "بأي خطوات تحل المشكلة"، ونظام المعرفة والذاكرة يوفر "على أي دليل تستند عملية الحل"، ونظام الإجراءات والأدوات يحقق "بأي وسيلة تنفذ عملية الحل". وبذلك ينتقل وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي من مجرد "القابلية للتفاعل" إلى قدرات حل مهام معقدة تكون مفهومة وقابلة للتحقق والتحليل.



الشكل 1. البنية الجوهرية ذات الطبقات الأربع لوكيل استرجاع معلومات التخطيط التفصيلي التنظيمي.

1.3 المنطق التقني لإدماج الرسم البياني المعرفي في طبقة المعرفة ضمن إطار RAG

بالنسبة إلى وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي، يتيح إدماج الرسم البياني المعرفي في طبقة المعرفة ضمن إطار RAG ثلاث مزايا تقنية: دقة عالية، وكلفة تشغيل منخفضة، وسهولة في التطوير. أولا، يدرج إطار RAG نصوص التخطيط بوصفها مصادر معرفة خارجية ويسترجعها عبر التشابه الدلالي، فيوفر للنماذج اللغوية الكبيرة سياقا أوفر وأكثر قابلية للضبط، مما يخفف إلى حد معين من الهلوسة في أسئلة الشرح المفاهيمي المتعلقة بالتخطيط التنظيمي. ثانيا، يخزن الرسم البياني المعرفي المعرفة في صورة ثلاثيات "كيان - علاقة - كيان" ويشكل قاعدة بيانات بنيوية؛ وعند إدماجه في طبقة المعرفة لدى الوكيل يستطيع، عبر تعزيز الاسترجاع البياني وبناء سلاسل الاستدلال، أن يحسن بدرجة ملحوظة دقة النماذج اللغوية الكبيرة وقابليتها للضبط في السؤال والجواب المعرفي والاستدلال متعدد القفزات. ثالثا، تستطيع النماذج اللغوية الكبيرة، من دون تدريب مسبق خاص، أن تستخرج آليا ثلاثيات "كيان - علاقة - كيان" من مخرجات التخطيط باستخدام الموجهات، بما يسرع بناء الرسم البياني المعرفي. كما تستطيع أن تكون واجهة فعالة للاستعلام والاستدلال في قواعد البيانات البيانية عبر تحويل اللغة الطبيعية إلى عبارات استعلام، فتيسر اكتساب المعرفة تفاعليا بين المواطن والوكيل.

2 منهجية بناء وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي الموجه إلى المشاركة العامة

ينتمي وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي الموجه إلى المشاركة العامة إلى النمط الأداتي من وكلاء التخطيط. وتتمثل خصائصه في اعتماد معلومات تنظيمية محددة وحدود بيانات واضحة كمصادر خارجية، وتقديم دعم دقيق وسريع ومنخفض العتبة للمواطنين

في الاسترجاع والتحقق والشرح، ثم تحويل النتائج إلى أدلة تخطيطية قابلة للنقاش والتشاور. وانطلاقا من هذا التموضع الوظيفي، ومن مبادئ بناء الوكيل ومنصة Dify منخفضة الكود، تقترح الدراسة منهجية من ثلاث مراحل لبناء ZoKnow.

2.1 المعالجة المسبقة لنصوص التخطيط التنظيمي وأطالسها

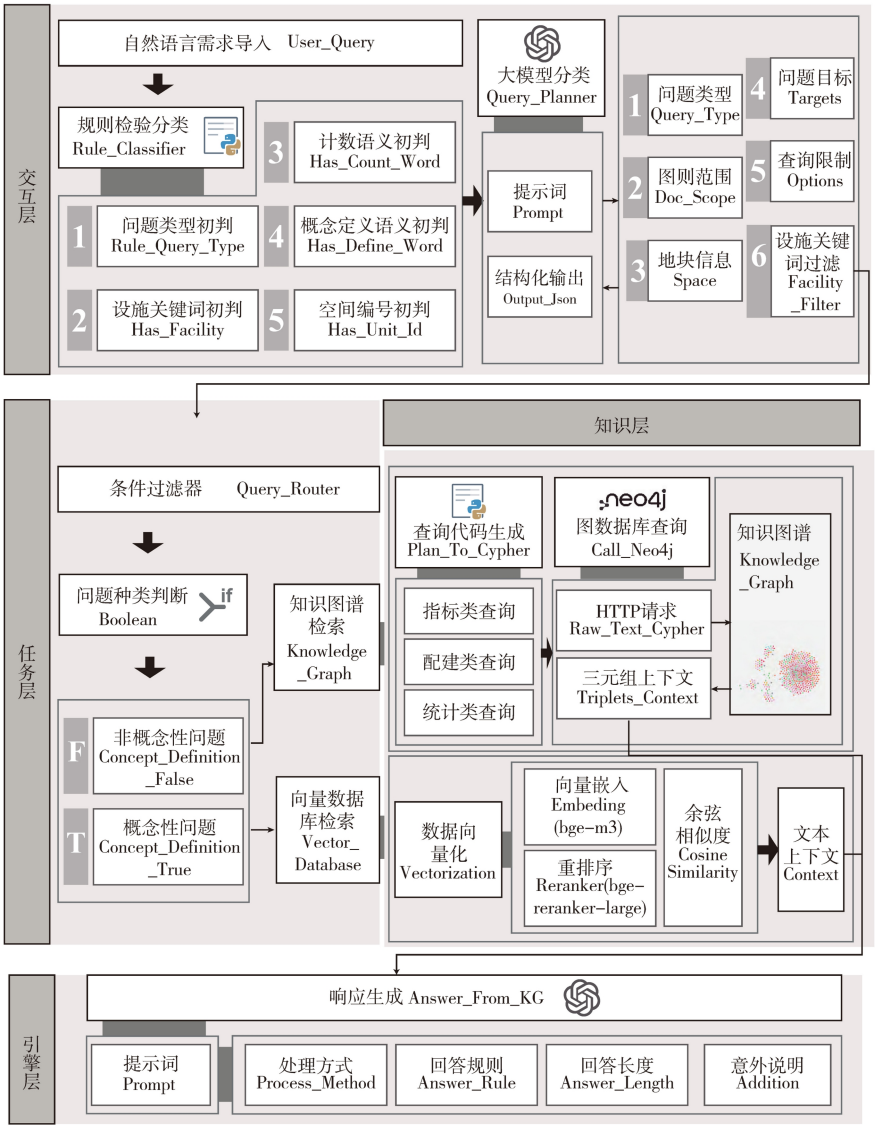
في ما يخص نصوص التخطيط التنظيمي، تعد الصينية لغة تميل إلى الاتساق الدلالي السياقي أكثر من العلامات النحوية الصريحة، كما تعتمد العلاقات الدلالية فيها بدرجة عالية على السياق. لذلك تستخدم هذه المرحلة حزمة HanLP لإضافة معلومات تركيبية إلى اللغة الطبيعية وتقليل أخطاء استخراج الثلاثيات التي قد تسببها اللبس الدلالي في معالجة النماذج اللغوية الكبيرة. أما أطالس التخطيط التنظيمي فهي تمتلك قدرا من البنينة أصلا؛ ولذلك تستخدم معالجة تقسيم الخلايا الصورية مع ضمان بقاء محتوى الجداول والرسوم كاملا وقابلا للقراءة، بما يخفض كثافة المعلومات في كل إدخال ويساعد النماذج اللغوية الكبيرة على تمييز المؤشرات والأشياء وعلاقات القيود داخل الجداول والرسوم بصورة أوضح.

2.2 البناء الآلي للرسم البياني المعرفي اعتمادا على النماذج اللغوية الكبيرة

بعد إتمام المعالجة المسبقة للبيانات متعددة الوسائط، تبني هذه المرحلة سير عمل تكون النماذج اللغوية الكبيرة محوره لتحقيق البناء الآلي للرسم البياني المعرفي للتخطيط التنظيمي. وتقسم مهمة البناء إلى ثلاث خطوات: التعرف إلى الكيانات المسماة، واستخراج العلاقات، وإسناد الوسوم. وبهذا يمكن تحويل نصوص التخطيط التنظيمي غير المهيكلة ومعلومات الجداول والرسوم في الخطط القانونية بصورة مستقرة إلى معلومات مهيكلة ثم بناء قاعدة بيانات بيانية.

2.3 بناء ZoKnow على منصة Dify وفق البنية الجوهرية ذات الطبقات الأربع

استنادا إلى مبادئ بناء وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي، تصمم هذه المرحلة ZoKnow على منصة Dify وفق بنية جوهرية تتكون من طبقة التفاعل، وطبقة المهام، وطبقة المعرفة، وطبقة المحرك. ويدمج الرسم البياني المعرفي للتخطيط التنظيمي في طبقة المعرفة لدعم الاسترجاع الدقيق للمعلومات، وتنظيم الأدلة، وتوليد إجابات قابلة للتفسير (الشكل 2).



الشكل 2. الإطار ذو الطبقات الأربع لوكيل ZoKnow.

3 بيانات التحقق التطبيقي ومنهجيته

3.1 اختيار بيانات الحالة ومصادرها

3.1.1 اختيار بيانات الحالة

تختار الدراسة، للتحقق التطبيقي، الخطط القانونية للوحدات الحضرية في التخطيط التفصيلي بمنطقة فوتيان في شنتشن بوصفها بيانات حالة. فبعد أكثر من عشرين عاما من التحسين المستمر، شكلت الخطط القانونية في فوتيان نموذجا تطبيقيا متقدما على المستوى الوطني في قواعد الإعداد وبنية المحتوى وأدوات التعبير، ولذلك تمتلك قيمة مرجعية جيدة [18].

3.1.2 مصادر البيانات وأنواعها

تأتي البيانات أساسا من الخطط القانونية والنتائج ذات الصلة لمنطقة فوتيان التي نشرتها علنا مصلحة التخطيط والموارد الطبيعية في بلدية شنتشن، وتشمل نوعين رئيسيين.

الأول هو أطالس وجداول الخطط القانونية. وتقدم هذه البيانات بصيغ PDF أو صور، وتتضمن أرقام القطع الأرضية، ورموز استعمالات الأرض، وطبيعة الاستعمال، ونسبة مساحة الأرضية، وكثافة البناء، وارتفاع المباني، ونسبة المساحات الخضراء، ومتطلبات

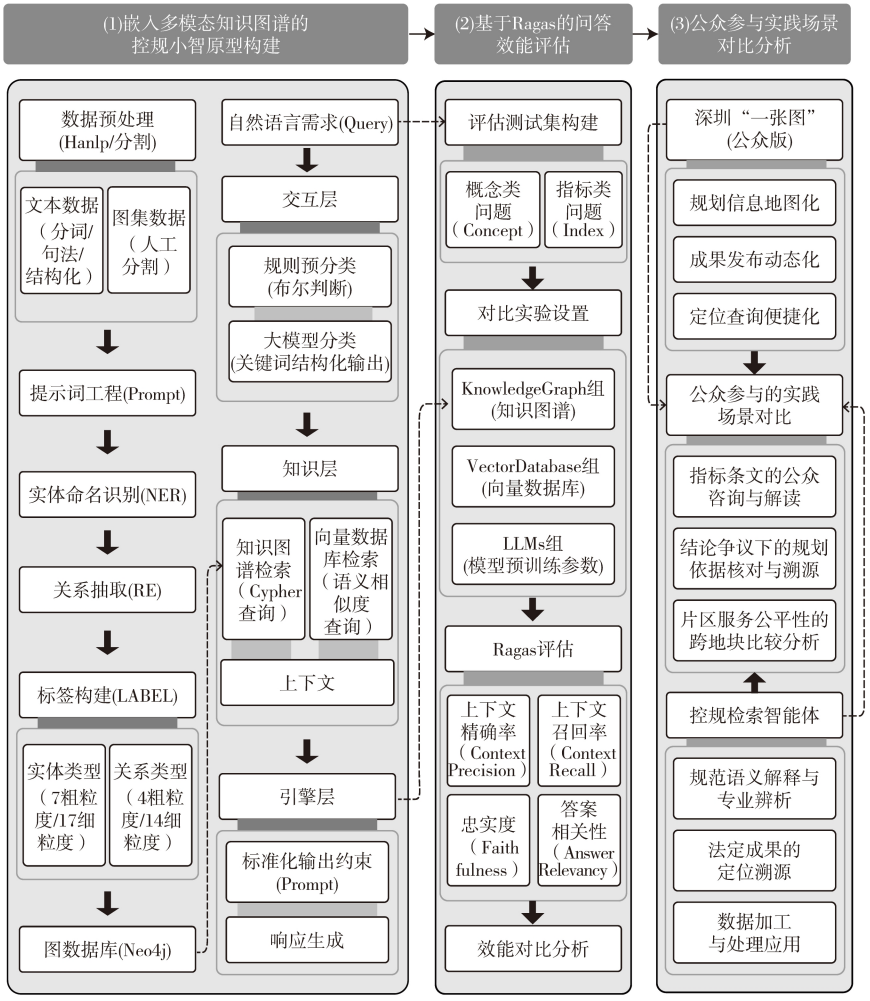
توفير مرافق الخدمات العامة. وتشكل هذه البيانات مصدر معلومات "القيود الصلبة" في الرسم البياني المعرفي للتخطيط التنظيمي، أي متطلبات الضبط الإلزامية [31].

الثاني هو نصوص الخطط القانونية، وتشمل كراسات الشرح ومذكرات التعديل لكل وحدة حضرية، بصيغ مثل PDF وHTML. وإلى جانب معلومات "القيود الصلبة" المتكررة في الأطالس، تتضمن هذه النصوص خلفية التخطيط وأهدافه ومتطلبات ضبط التصميم الحضري، ومن ثم تشكل مصدر معلومات "القيود اللينة" في الرسم البياني المعرفي للتخطيط التنظيمي، أي المتطلبات الإرشادية [31].

ونظرا إلى أن بعض مخرجات الخطط القانونية صدرت في وقت مبكر، ولم تعد نصوصها وأطالسها قادرة على توفير دقة البيانات اللازمة لهذه الدراسة، كما يتكرر جزء منها مع خطط قانونية لاحقة، فقد أجري فرز يدوي للخطط القانونية لوحدات التخطيط التفصيلي في منطقة فوتيان. وفي النهاية اختيرت سبع خطط قانونية منذ عام 2010، تشمل قرابة 80 ألف محرف من النصوص التخطيطية، ومؤشرات ضبط لـ 1185 قطعة أرضية موزعة على 118 بلوكا في أطالس التخطيط.

3.2 خطوات التحقق التطبيقي وأساليب التقييم

بعد تطوير النموذج الأولي لـ ZoKnow اعتمادا على بيانات حالة فوتيان، جرى التحقق التطبيقي على مرحلتين: تقييم مقارن لكفاءة الاسترجاع لدى الوكيل، وتحليل مقارن لسيناريوهات الحوكمة (الشكل 3). تقارن المرحلة الأولى أداء استراتيجيات الاسترجاع المختلفة في إطار تقييم موحد للتحقق من ميزة ZoKnow في الاسترجاع. أما المرحلة الثانية فتفحص قدرته على دعم المشاركة العامة في سيناريوهات حوكمة واقعية.



الشكل 3. خطوات التحقق التطبيقي.

3.2.1 طريقة التقييم المقارن لكفاءة استرجاع الوكيل

من أجل تقييم أثر وظائف الاسترجاع الجوهرية في ZoKnow في سيناريوهات تخطيطية حقيقية، بنيت مجموعة اختبار منظمة للسؤال والجواب استنادا إلى احتياجات استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي. وصممت لكل واحدة من الخطط القانونية السبع ثلاثون زوجا من الأسئلة والأجوبة، بما مجموعه 210 أزواج، لاختبار الأداء الشامل لمخططات الاسترجاع المختلفة. ومن حيث المحتوى، استندت مجموعة الاختبار إلى مبادئ تقييم التخطيط التنظيمي المتداولة في مجال التخطيط، وأخذت في الاعتبار المهام الجوهرية للتخطيط التنظيمي، وهي التحديد النوعي والضبط الكمي وتعريف الشكل المكاني، إضافة إلى متطلبات الإعداد المتعلقة بالمطابقة والترابط وقابلية التنفيذ، ثم حاكت احتياجات الاسترجاع التي تظهر في سيناريوهات التخطيط الواقعية. ومن حيث القواعد، التزمت بنية أزواج السؤال والجواب بالقواعد الست الجوهرية لإطار Ragas، أي Retrieval-Augmented Generation Assessment System، لضمان علمية البنية وصلاحية التقييم.

اعتمادا على إطار Ragas، قارنت الدراسة بصورة منهجية أداء النماذج اللغوية الكبيرة عندما تقترن باستراتيجيات استرجاع مختلفة في مهام السؤال والجواب الخاصة بالتخطيط التنظيمي. يستخدم ZoKnow مخططا يجمع بين نموذج لغوي كبير ورسم بياني معرفي. وأقيمت مجموعتان ضابطتان: مخطط قاعدة بيانات متجهية، ومخطط نموذج لغوي كبير صرف. يستخدم مخطط قاعدة البيانات المتجهية قاعدة البيانات المتجهية للخطط القانونية وحدها مصدرا خارجيا. أما مخطط النموذج اللغوي الكبير الصرف فلا يتصل بأي مصدر بيانات خارجي، بل يعتمد على معلماته المدربة مسبقا في توليد الإجابات. واختيرت أربعة مؤشرات تقليدية للتقييم: دقة السياق، واستدعاء السياق، والوفاء للمصدر، وصلات الإجابة بالسؤال.

3.2.2 طريقة التحليل المقارن لسيناريوهات الحوكمة

تركز هذه المرحلة على ثلاثة احتياجات رئيسية تجعل الأدوات الرقمية أكثر قدرة على تحسين سهولة المشاركة العامة: الفهم الأيسر، والتتبع الأدق، والتحليل الأشمل. وتقارن بين أداء النسخة العامة من منصة "الخريطة الواحدة" للتخطيط التفصيلي في شنتشن وأداء ZoKnow في ثلاثة سيناريوهات حوكمة نموذجية: الاستشارة العامة وشرح المؤشرات والبنود، والتحقق من أساس التخطيط وتتبع مصدره عند وجود خلاف حول النتائج، والتحليل المقارن عبر القطع الأرضية لعدالة الخدمات العامة على مستوى المنطقة. وبذلك تقيم هذه المقارنة متعددة الأبعاد قدرة ZoKnow التطبيقية.

في سيناريو الاستشارة العامة وشرح المؤشرات والبنود، يحتاج المواطنون العاديون، عند اختيار موقع للسكن أو التواصل داخل المجتمع أو متابعة التطوير المجاور، إلى الاستعلام عن نسبة مساحة الأرضية وحدود الارتفاع ووظيفة استعمال الأرض والبنود ذات الصلة لقطعة معينة. غير أنهم غالبا ما يواجهون حالة "يمكن العثور على المعلومة ولكن يصعب فهمها"، إذ لا يدركون معنى المؤشرات التخطيطية ونطاق تطبيقها. ومن ثم يلزم تقديم شرح مبسط وتمييز للمفاهيم يساعدان على تكوين حكم مرجعي مفهوم بسرعة.

وفي سيناريو التحقق من أساس التخطيط وتتبع مصدره، يواجه المواطنون العاديون في نزاعات مواقع المرافق أو رقابة عملية البناء أقوالا متباينة من قنوات مختلفة، ويفتقرون إلى سلسلة أدلة قابلة للتحقق تدعم مشاركتهم في التشاور. لذلك ينبغي للنظام أن يربط النتائج بنصوص تخطيطية محددة أو جداول مؤشرات أو مصادر وثائق، بما يساعد المواطنين على تحديد معلومات التخطيط المطلوبة والحصول عليها بكفاءة، ويرفع جودة المشاركة العامة وكفاءتها.

أما في سيناريو المقارنة عبر القطع الأرضية للخدمات العامة في المنطقة، فعندما يناقش المواطنون ما إذا كانت الخدمات العامة متوازنة أو ما إذا كان توفير مرفق معين يعاني فجوة، فإنهم يحتاجون عادة إلى جمع معلومات من قطع أو مناطق متعددة، ومقارنتها، وإجراء إحصاءات بسيطة، ثم توليد قضايا ذات معنى للنقاش العام. ومن ثم فإن إحصاء المؤشرات عبر القطع، ومقارنة الفروق، والتحقق من العتبات، تحول الاستعلامات المتفرقة إلى نتائج تحليلية أساسية تخدم التشاور العام.

4 نتائج التحقق التطبيقي

4.1 التقييم المقارن لكفاءة استرجاع ZoKnow

تعرض النتائج المقارنة لكفاءة الاسترجاع وفق إطار Ragas في الجدول 1.

الجدول 1. تقييم أداء الاستجابة لمخططات الاسترجاع وفق إطار Ragas.

نوع التقييم	مخطط الاسترجاع	دقة السياق	استدعاء السياق	الوفاء للمصدر	صلة الإجابة
الأداء العام	ZoKnow (مخطط الرسم البياني المعرفي)	0.92	0.84	0.99	0.68

الأداء العام	مخطط قاعدة البيانات المتجهية	0.64	0.57	0.99	0.40
الأداء العام	مخطط نموذج لغوي كبير صرف	0.19	0.12	0.99	0.00
أسئلة المؤشرات	ZoKnow (مخطط الرسم البياني المعرفي)	0.97	0.92	0.98	0.70
أسئلة المؤشرات	مخطط قاعدة البيانات المتجهية	0.37	0.31	0.98	0.26
أسئلة المؤشرات	مخطط نموذج لغوي كبير صرف	0.01	0.01	0.99	0.00
الأسئلة المفاهيمية	ZoKnow (مخطط الرسم البياني المعرفي)	0.88	0.76	0.99	0.65
الأسئلة المفاهيمية	مخطط قاعدة البيانات المتجهية	0.91	0.82	0.99	0.54
الأسئلة المفاهيمية	مخطط نموذج لغوي كبير صرف	0.37	0.24	0.99	0.00

في الأداء العام، يظهر ZoKnow تفوقا واضحا في دقة الاسترجاع وتركيز الاستجابة. فباستثناء مؤشر الوفاء للمصدر، يتقدم ZoKnow على مخطط قاعدة البيانات المتجهية ومخطط النموذج اللغوي الكبير الصرف في دقة السياق واستدعاء السياق وصلة الإجابة. وهذا يعني أن إدخال الرسم البياني المعرفي يمكّن ZoKnow من تحديد احتياجات الاسترجاع بدقة أكبر وتغطية البنود والمؤشرات الأساسية اللازمة للإجابة بصورة أكمل. وفي المقابل، يعتمد مخطط قاعدة البيانات المتجهية أساسا على التشابه الدلالي لاستدعاء المقاطع ذات الصلة، مما يجعله عرضة لنتائج زائدة في السيناريوهات المعقدة التي تمتزج فيها البنود بالمؤشرات، ويجعله أقل قدرة على التعبير عن مؤشرات الضبط المهيكلة. أما مخطط النموذج اللغوي الكبير الصرف، فبسبب افتقاره إلى بيانات مهنية خارجية، جاء أداؤه منخفضا في مختلف المؤشرات. وتبين هذه النتيجة أن الاتصال بمصادر بيانات خارجية هو شرط رئيسي لتحسين دقة الاسترجاع في مهام السؤال والجواب التخطيطية المتخصصة.

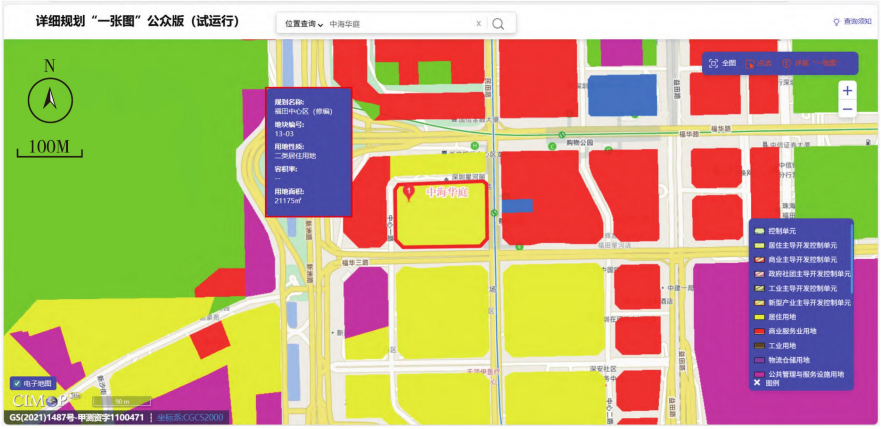
في الأسئلة المفاهيمية، يمتلك الاسترجاع المتجهي ميزة في التغطية الدلالية، غير أن ZoKnow يظل أكثر استقرارا في تركيز الاستجابة. فالمطابقة الدلالية في الاسترجاع المتجهي قادرة على تغطية جزء من شروح مصطلحات التخطيط ووصف البنود ذات الصلة. ومع ذلك، يحافظ ZoKnow على تفوقه في مؤشر صلة الإجابة، مما يعكس أنه حتى في حال استخدام قاعدة بيانات متجهية، فإن إدخال معلومات الكيانات والعلاقات والقيود المهيكلة عبر الرسم البياني المعرفي يوفر تكميلا نوعيا للمسائل التي لا يجيدها الاسترجاع المتجهي وحده، ويساعد النظام على تنظيم الإجابة حول جوهر السؤال وتقليل الشروح العامة والإضافات غير الفعالة.

وفي أسئلة المؤشرات، يكون تفوق ZoKnow أكثر بروزا، وهو ما يدعم تقدمه في التقييم العام. فالفروق بين مخططات الاسترجاع هي الأكبر في هذه الفئة. يحافظ ZoKnow على أفضلية واضحة في دقة السياق واستدعاء السياق وصلة الإجابة، بما يدل على أن مخطط الرسم البياني المعرفي أكثر استقرارا وقابلية للتفسير عند معالجة معلومات عالية البنينة مثل أرقام القطع الأرضية ومؤشرات الضبط والخصائص الرقمية. وهذا هو السبب الرئيسي لتفوقه العام. في المقابل، ينخفض أداء مخطط قاعدة البيانات المتجهية بوضوح في أسئلة المؤشرات، مما يعكس صعوبة التقاط علاقات المطابقة بين المعلومات الرسومية والجدولية بالاعتماد على التشابه المتجهي وحده. وتؤكد هذه النتيجة أن النماذج اللغوية الكبيرة، في غياب دعم بيانات خارجية مهيكلة، لا تكفي لمهام استرجاع مؤشرات التخطيط التنظيمي التي تتطلب دقة عالية وقابلية للتتبع.

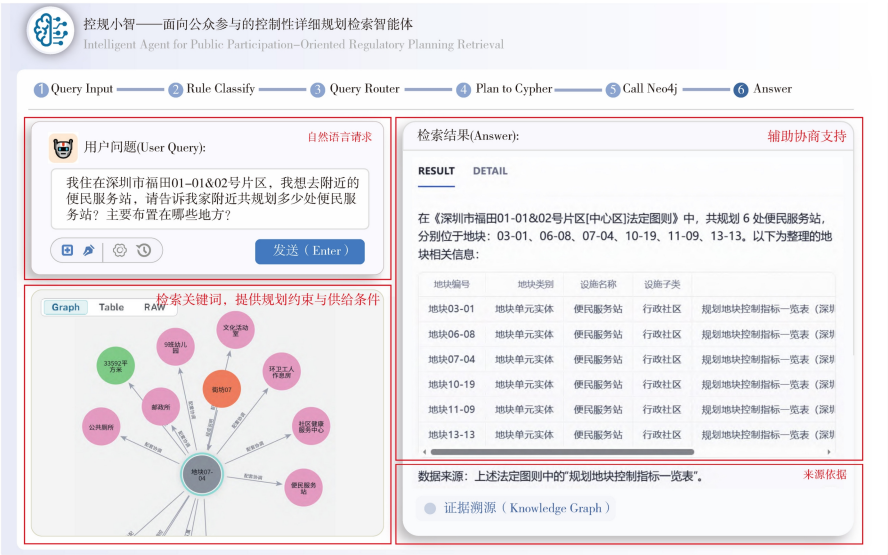
وبصفة عامة، يظهر ZoKnow، مقارنة بالمخططات الضابطة، سمات انخفاض الهلوسة وارتفاع الدقة في الاستجابة الدقيقة واسترجاع المؤشرات والإجابة المركزة. وهو ملائم على وجه خاص لسيناريوهات أعمال التخطيط التنظيمي التي تتمحور حول التحقق من المؤشرات وفحص البنود، ويوفر أساسا تقنيا لدعم مشاركة عامة فعالة.

4.2 التحليل المقارن لسيناريوهات الحوكمة بين ZoKnow والنسخة العامة من الخريطة الواحدة

استجابة لاحتياجات سيناريوهات الحوكمة المرتبطة بالمشاركة العامة، مثل الاستشارة وشرح المؤشرات والبنود، والتحقق من أساس التخطيط وتتبع مصدره، والتحليل المقارن عبر القطع الأرضية للخدمات العامة في المنطقة، لا تقدم النسخة العامة من منصة "الخريطة الواحدة" للتخطيط التفصيلي في شنتشن سوى وظائف أساسية للعرض والبحث وسرد المعلومات (الشكل 4). أما ZoKnow فيوفر وظائف أكثر اكتمالا في تفسير المعلومات وتتبع مصدرها وتحليلها، بما يخدم احتياجات الحوكمة المحددة بفعالية (الشكل 5).



الشكل 4. النسخة العامة من منصة "الخريطة الواحدة" للتخطيط التفصيلي في شنتشن.



الشكل 5. عرض لبعض تطبيقات ZoKnow في سيناريوهات الحوكمة.

أولا، يوفر ZoKnow ميزة تطبيقية تتمثل في تفسير دلالي مفهوم للمعايير والتمييز المهني بين المفاهيم. فعتبة المشاركة العامة في التخطيط التنظيمي لا تقتصر على القدرة على استرجاع مؤشر أو بند لقطعة أرضية، بل تتعلق أيضا بإمكان تحويل التعبيرات المهنية العالية في مخرجات التخطيط التنظيمي إلى محتوى دلالي يفهمه المواطن العادي. تستطيع النسخة العامة من "الخريطة الواحدة" في شنتشن استرجاع معلومات مثل نسبة مساحة الأرضية وطبيعة استعمال الأرض وحدود ارتفاع المباني، لكنها لا تشرح المعنى التخطيطي الكامن خلف هذه المؤشرات، مما يقلل سهولة استخدامها. أما ZoKnow فيقدم، إلى جانب نتائج الاسترجاع، شرحا مبسطا للمصطلحات المهنية وتمييزا للمفاهيم، وينتج إجابات أقرب إلى عادات فهم المواطنين، فيخفض عتبة الفهم.

ثانيا، يوفر ZoKnow ميزة التحقق من النتائج القانونية وتتبع مصادرها. ففي سيناريوهات المشاركة العامة مثل تخطيط المرافق ورقابة التنفيذ وتقديم الملاحظات على التعديلات، كثيرا ما يواجه المواطنون مشكلات من قبيل "استنتاج بلا دليل" أو "دليل يصعب تحديد

موضعه"، أو يستهلكون وقتا طويلا في مقارنة مطالبهم بوثائق التخطيط ذات الصلة. وبالمقارنة مع وظيفة الاستعلام والعرض في النسخة العامة من "الخريطة الواحدة"، يستطيع ZoKnow أن يقدم مع النتيجة معلومات مصدرية منظمة للنتائج القانونية، تشمل الفقرة النصية المقابلة، وجدول المؤشرات، ومصدر الوثيقة. وبهذا يدعم التشاور القائم على الأدلة وتحديد المسؤوليات في المشاركة العامة، ويجعل المواطنين قادرين على المشاركة في التفاوض اعتمادا على أسس واضحة وقواعد موثوقة، بما يحسن كفاءة المشاركة وجودتها.

ثالثا، يوفر ZoKnow ميزة تطبيقية في حساب بيانات الخدمات العامة عبر المناطق بصورة قابلة للتحليل. ففي عملية المشاركة في التخطيط التنظيمي، لا يحتاج المواطنون إلى معرفة معلومات القطعة الأرضية البسيطة فحسب، بل يحتاجون أيضا إلى معالجة أسئلة مقارنة متعددة القطع، مثل ما إذا كانت الخدمات العامة في المنطقة متوازنة، وما إذا كان عرض المرافق يعاني فجوة، وما إذا كانت مؤشرات القطع المختلفة تتضمن فروقا غير عادية. وتظل قدرة النسخة العامة من "الخريطة الواحدة" على معالجة البيانات محدودة، وغالبا ما تقف عند مستوى سرد المعلومات البسيطة. أما ZoKnow فيستطيع استخدام النماذج اللغوية الكبيرة لترجمة الطلبات اللغوية الطبيعية، ثم إجراء استرجاع وحساب مهيكلين، بما يحقق تلخيص المؤشرات، ومقارنة الفروق، والتحقق من العتبات، وإنتاج المخرجات الإحصائية. ويساعد ذلك المواطنين على تحليل بيانات التخطيط وفهم خصائص تطور المنطقة على نحو أفضل.

5 الخلاصة والآفاق

5.1 تلخيص منهجية بناء وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي واتجاهات تعميقها

ناقشت هذه الدراسة المسار الإجرائي لتنمية وكلاء التخطيط وفسرت مبادئ بناء وكيل لاسترجاع معلومات التخطيط التنظيمي موجه إلى المشاركة العامة. وبناء على ذلك، وبالاستناد إلى منصة Dify، اقترحت منهجية من ثلاث مراحل تتكون من معالجة بيانات النصوص والأطالس، والبناء الآلي للرسم البياني المعرفي، وبناء البنية الجوهرية المكونة من طبقات التفاعل والمهام والمعرفة والمحرك. وتبين نتائج التحقق التطبيقي المعتمد على بيانات منطقة فوتيان في شنتشن أن وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي الذي بنته الدراسة يتفوق بوضوح على مخطط النموذج اللغوي الكبير مع الاسترجاع المتجهي التقليدي وعلى مخطط النموذج اللغوي الكبير الصرف في دقة السياق والاستدعاء وغيرهما من المؤشرات، ولا سيما في السؤال والجواب المرتبطين بالمؤشرات ذات القيود الصارمة. وبالمقارنة مع النسخة العامة من منصة "الخريطة الواحدة" للتخطيط التفصيلي في شنتشن، يستطيع هذا الوكيل دعم المواطنين العاديين في شرح مصطلحات التخطيط التنظيمي، والاستعلام عن مؤشرات القطع الأرضية، وتتبع أسس النتائج باستخدام اللغة الطبيعية، وبذلك يخفض العتبة التقنية لفهم شؤون التخطيط التنظيمي والمشاركة فيها.

وتحتاج البحوث اللاحقة إلى تعميق المنهجية في ثلاثة اتجاهات. أولا، توسيع سيناريوهات تطبيق الوكيل والتحقق من قدرته على التعميم في سيناريوهات معقدة تتعلق بتعارضات مصالح مكانية محددة. ثانيا، دفع الوكيل إلى التحديث الذاتي المتكرر، بما يحقق تطورا تكيفيا في مواجهة احتياجات المشاركة العامة الحقيقية وتحديث المعرفة التخطيطية. ثالثا، استكشاف آلية الربط بين استرجاع المعلومات وعملية الوصول إلى توافق عبر المشاركة التشاورية، بما يعزز مشاركة أصحاب المصلحة المتعددين. وستدفع هذه المسارات الوكيل من تطبيق منفرد لاسترجاع معلومات التخطيط التنظيمي إلى أداة حوكمة مفتوحة مدمجة في عملية المشاركة العامة، ويمكن أن تشكل نموذجا قابلا للنقل وإعادة الاستخدام لبناء بنية تحتية معرفية حضرية عامة.

5.2 التموضع التقني لوكلاء استرجاع معلومات التخطيط وتوسيع تطبيقاتهم في الحوكمة الرشيدة

يمثل وكيل استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي المقترح في هذه الدراسة فرعا تطبيقيا محددا من وكلاء التخطيط الأداتيين في مجال التخطيط التفصيلي التنظيمي. وتتمثل سمته الجوهرية في تحويل المعرفة المهنية المتغايرة ومتعددة المصادر في التخطيط إلى بيانات عامة قابلة لفهم الجمهور ولتعرف الآلة. ويمكن لوكلاء استرجاع معلومات التخطيط المشابهين أن يكونوا "قاعدة معرفة" ضمن المسار الإجرائي لتنمية وكلاء التخطيط، أو أن يدمجوا في صورة "وكلاء فرعيين" داخل وكلاء التخطيط العامة أو المساعدة أو المحاكاة وغيرها. وبهذا يمدونها بمعرفة مهنية عالية الدقة، قابلة للتتبع والتحديث المتكرر، فيعززون قدرتها على دعم القرار في الممارسة التخطيطية.

وخارج سيناريو استرجاع معلومات التخطيط التنظيمي الموجه إلى المشاركة العامة، يتطور وكيل التخطيط تدريجيا إلى حامل تقني مهم يصل المعرفة المهنية، والبيانات متعددة المصادر، والأدوات الرقمية، وفئات المستخدمين المختلفة. ويمكنه دعم سيناريوهات حوكمة متعددة، مثل مراجعة النتائج، والمساعدة في الإعداد، والتحليل المكاني، وتخصيص المرافق، ومحاكاة البدائل، والاستشعار الحضري، والتشاور التشاركي، وتعليم التخطيط. وتبين الحالات ذات الصلة أن حدود تطبيق وكلاء التخطيط انتقلت من الاسترجاع والسؤال والجواب المنفردين إلى حلقات تطبيقية أكثر تعقيدا، تشمل استدعاء الأدوات، وتنظيم المهام، وتوليد البدائل، ومحاكاة العمليات، ودعم القرار، بما يخدم تحقيق أهداف الحوكمة الرشيدة.

5.3 الدلالة بعيدة المدى لوكلاء التخطيط في تحول القطاع من منظور الحوكمة الرشيدة

تؤكد الحوكمة الحضرية الرشيدة التعددية والشمول والتشاور المشترك والبناء المشترك وتقاسم المنافع. وانطلاقا من هذه الفكرة، يمكن لتطوير وكلاء التخطيط وتطبيقهم أن يدفع التخطيط التقليدي نحو ممارسة اجتماعية أكثر انفتاحا. فهم لا يرفعون دقة معالجة معلومات التخطيط وكفاءة الحكم واتخاذ القرار فحسب، بل يعيدون أيضا تشكيل إنتاج المعرفة التخطيطية وتفاعلها واستخدامها. وهم ليسوا مجرد "توأم رقمي" للمخططين، بل منصات دعم حوكمي شاملة موجهة إلى مشاركة أصحاب المصلحة المتعددين، وتحقق مسارات تخطيطية مدعومة رقميا وذكيا في تمكين المعرفة المهنية، ودعم البيانات، والتكيف المؤسسي، وبناء التوافق.

سيحدث وكلاء التخطيط تحولا عميقا في سير عمل التخطيط ومنظومة قدرات المخططين. ففي المستقبل يمكن إدماج الوكلاء في كامل عملية إعداد الخطط والموافقة عليها وتعديلها وتنفيذها ورقابتها، بما يرفع بدرجة كبيرة مستوى الأتمتة والذكاء في أعمال التخطيط، ويعزز علميتها وقابليتها للتنفيذ، ويوفر كلفة العمل البشري. وبالتوازي مع ذلك، تحتاج القدرات الجوهرية للمخططين إلى ترقية متكررة؛ فعلى أساس التصميم التخطيطي التقليدي وإعداد الخطط والتنسيق الإداري، ينبغي تعزيز القدرة على تعلم أدوات الذكاء الاصطناعي وتطبيقها ومعالجة البيانات، وإدماجها في العملية الكاملة التي يخدم فيها التخطيط الحوكمة الحضرية الرشيدة، بما يعيد تشكيل القيمة المهنية.

إن تمكين وكلاء التخطيط لفكرة المدينة المتمحورة حول الإنسان والحوكمة الرشيدة سيكون رحلة طويلة الأمد في قطاع التخطيط. فمن جهة، يتسارع تطور الذكاء الاصطناعي، وتتجدد النماذج والخوارزميات والمنصات باستمرار، فتزداد سرعة التكرار "بين التقنية والتقنية". ومن جهة أخرى، لا تزال إعادة تشكيل العلاقة "بين الإنسان والتقنية" و"بين الإنسان والإنسان" عملية تدريجية تقيدها الأخلاقيات الاجتماعية، وبنى الحوكمة، ومعرفة الجمهور، وعوامل أخرى. ولا تزال قرارات التخطيط تتطلب موازنة دينامية بين العدالة الاجتماعية والمصلحة العامة وحماية الحقوق الخاصة. وهذا التوتر العميق بين التقنية والمجتمع يجعل وكلاء التخطيط أكثر من أدوات تقنية محضة؛ فهم بنية تحتية مستقبلية للحوكمة المكانية الرشيدة. ويمكنهم خفض عتبات الحصول على المعلومات وفهمها وتحليلها، وإعادة تشكيل مسارات التواصل بين الحكومة والجمهور والمهنة التخطيطية، ورفع شمولية العمل التخطيطي وفعاليته. ولا يكمن مفتاح تعظيم فاعليتهم في تقدم التقنية وحده، بل في القدرة على إقامة صلات فعالة بين منظومة تقنية سريعة التغير ومؤسسات اجتماعية أكثر استقرارا، بما يجعل كل فرد في المدينة جزءا من جماعة مكانية تتعلم معا وتتأثر معا وتتقدم معا.

الهوامش

[1] تشير هلوسة النماذج اللغوية الكبيرة إلى محتوى يبدو معقولا دلاليا لكنه غير دقيق على مستوى الوقائع أو البنود القانونية.

[2] تشير القواعد الست لإعداد أزواج السؤال والجواب في Ragas إلى أن الإجابة يمكن أن تستند بالكامل إلى السياق المعطى؛ وأن المعلومات ليست واقعة بسيطة؛ وأن الإجابة لا تتضمن روابط؛ وأن الصعوبة متوسطة؛ وأن السؤال معقول ويمكن للإنسان الإجابة عنه؛ وأنه لا يتضمن عبارات مثل "قدم السياق".

[3] تنشر النسخة العامة من منصة "الخريطة الواحدة" للتخطيط التفصيلي في شنتشن نتائج التخطيط التفصيلي في صورة خريطة إلكترونية. وتشمل خصائصها، من دون حصر، تحويل معلومات التخطيط إلى خرائط، والنشر الديناميكي للنتائج، وسهولة الاستعلام بالموقع (https://pnr.sz.gov.cn/d-xgmap/).

[4] في تقييم Ragas، طلب الموجه من النموذج تجنب الاختلاق عند غياب دليل الاسترجاع، وضبطت قيمة Temperature على 0. وتعني صلة الإجابة البالغة 0 في مخطط النموذج اللغوي الكبير الصرف أن الإجابة لا تسمح باستنتاج السؤال الأصلي عكسيا، ولا تعني تقييما لصحتها الواقعية. إضافة إلى ذلك، وبما أن هذه الدراسة أدرجت السؤال نفسه ضمن السياق، فإن درجات الوفاء المرتفعة في التجارب الثلاث لا تدل إلا على أن الإجابات مدعومة بالسياق المعطى، ولا تعني بالضرورة صحتها الواقعية.

المراجع

[1] LIU Y S, ZHOU Y. نظام التخطيط المكاني الإقليمي ونظام الحوكمة الوطنية في الصين2021 ,[J]. Land Use Policy, 102: 105288.

[2] YU Y D, CAO X D, YE D, et al. اعتبارات حاسمة في التخطيط المكاني الإقليمي على مستوى المقاطعات في الصين: تحليل نوعي ومكاني2025 ,[J]. Humanities & Social Sciences Communications, 12(1): 1422.

[3] WANG Yan, ZENG Xiangkun. بحث في تقييم التخطيط التفصيلي داخل حدود التنمية الحضرية من منظور الإدارة الكاملة للدورة2024 ,[J]. Urban Planning Forum, (5): 113-118.

[4] JIANG Tao, LI Yanxin, JIANG Mei. دراسة نظام عناصر ضبط التصميم الحضري في مرحلة التخطيط التفصيلي التنظيمي[J]. Urban Planning Forum, 2017(4): 65-73.
[5] LIU Xiaochang, WU Zhiqiang. بناء نموذج نظري للتشخيص المكاني الإقليمي المدعوم بالذكاء الاصطناعي وتحول مناهج التفكير والممارسة[J]. Urban Planning Forum, 2026(1): 12-20.
[6] JIANG Huaxiong. صعوبات تنفيذ نظم دعم التخطيط الغربية، ومسارات الحل، ودلالاتها[J]. Urban Planning International, 2023, 38(1): 117-123.
[7] DARGAN S, KUMAR M, AYYAGARI M R, et al. مسح للتعلم العميق وتطبيقاته: نموذج جديد للتعلم الآلي[J]. Archives of Computational Methods in Engineering, 2020, 27(4): 1071-1092.
[8] JIANG H, LI M, WITTE P, et al. الثرثرة الحضرية: استكشاف إمكانات ChatGPT والذكاء الاصطناعي التوليدي في تعزيز دعم التخطيط[J]. Cities, 2025, 158: 105701.
[9] BATTY M. التحول الرقمي للتخطيط[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2021, 48(4): 593-597.
[10] WILSON A, TEWDWR-JONES M, COMBER R. التخطيط الحضري والمشاركة العامة والتقنية الرقمية: تطوير التطبيقات كمنهج لتوليد مشاركة المواطنين في عمليات التخطيط المحلي[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2019, 46(2): 286-302.
[11] SHAHAB S, BAGHERI B, POTTS R. عوائق توظيف المشاركة الإلكترونية في نظام التخطيط الإيراني[J]. Cities, 2021, 116: 103281.
[12] ARANDA N R, DE WAEGEMAEKER J, VAN DE WEGHE N. تطور عوائق نظم GIS للمشاركة العامة (PPGIS) في ممارسة التخطيط المكاني[J]. Applied Geography, 2023, 155: 102999.
[13] YANG Junyan, ZHANG Xun, SHI Yi, et al. رؤية الأشياء والناس: استكشاف التصميم الحضري اعتمادا على الصور الرقمية للسكان الحضريين[J]. Urban Planning Forum, 2025(4): 41-49.
[14] CHEN Jun, ZHANG Shanqi, ZHANG Bing, et al. اتجاهات تطوير تمكين التخطيط المكاني الإقليمي بالمعلومات الزمانية المكانية[J]. Urban Planning Forum, 2025(2): 20-27.
[15] HERZOG O, PAN Haixiao, DENG Zhituan, et al. تمكين التخطيط الحضري بالجيل الجديد من الذكاء الاصطناعي: الفرص والتحديات[J]. Urban Planning Forum, 2023(4): 1-11.
[16] CHEN Yourong, ZHANG Lina. تأملات في التحول الرقمي للتخطيط التفصيلي في ظل نظام التخطيط المكاني الإقليمي: حالة منطقة نانهو في فوتشو[J]. Urban Planning Forum, 2025(4): 96-102.
[17] MA Chenxi, YANG Jianqiang, XU Zun, et al. تحليل إصلاح التخطيط التفصيلي التنظيمي وتعديله التكيفي في سياق التخطيط المكاني الإقليمي[J]. Urban Development Studies, 2025, 31(1): 26-32.
[18] WU Songtao, WANG Jingyuan, WEN Shipeng, et al. الهرمية والاستجابة والتنسيق: تطور وتأملات في وحدات التخطيط التفصيلي الموجهة إلى تحسين الأدوات المتوسطة المستوى[J]. City Planning Review, 2025, 49(1): 97-107.
[19] WU Zhiqiang, SHEN Qingji, WANG Yajuan, et al. نموذج تخطيط جديد: طرح المفهوم، والمنظومة المنهجية، ومسار الممارسة[J]. Urban Planning Forum, 2025(6): 11-17.
[20] KACZMAREK I, IWANIAK A, SWIETLICKA A, et al. نهج تعلم آلي لدمج خطط التنمية المكانية اعتمادا على معالجة اللغة الطبيعية[J]. Sustainable Cities and Society, 2022, 76.
[21] DENG Z Y, FU X Y, LI C S. أتمتة استخراج السياسات الحضرية: إطار قائم على نموذج لغوي كبير لاستخراج سياسات الحرارة المحلية من وثائق التخطيط[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2025.
[22] SILVENNOINEN H, CHADZYNSKI A, FARAZI F, et al. نهج الويب الدلالي لتنظيمات استعمال الأراضي في التخطيط الحضري: أنطولوجيا OntoZoning للمناطق واستعمالات الأراضي والبرامج في سنغافورة[J]. Journal of Urban Management, 2023, 12(2): 151-167.
[23] NIU Xinyi, LIU Sihan, SANG Tian, et al. التعلم المهني للنماذج الكبيرة: بناء نموذج لتوليد الصور يدمج معرفة تصميم الشكل المكاني الحضري[J]. Urban Planning Forum, 2025(1): 55-63.

[24] YAN Fengying, LU Yunmo. منهج للإدراك الحضري الديناميكي وتطبيقات المشاهد الدقيقة اعتمادا على الرسوم البيانية المعرفية[J]. Urban Planning Forum, 2025(5): 39-46.
[25] YANG Junyan, ZHU Xiao, SHAO Dian. العودة إلى التاريخ: مسارات تطور تقنيات التصميم الحضري خلال قرن واتجاهاتها المستقبلية بناء على الرسوم البيانية المعرفية[J]. Urban Planning Forum, 2021(6): 20-27.
[26] ZHANG W S Q, CHEN Y M, LIU X P, et al. نهج قائم على نموذج لغوي كبير لبناء الرسم البياني المعرفي للمخطط الشامل: حالة قوانغتشو في الصين[J]. Land Use Policy, 2025, 159: 106395.
[27] ZHU H, ZHANG W J, HUANG N X, et al. PlanGPT: تعزيز التخطيط الحضري بنموذج لغوي مخصص واسترجاع فعال[J/OL]. ArXiv Preprint, 2024. https://arxiv.org/abs/2402.19273.
[28] WU Zhiqiang, YAN Juan, XU Haowen, et al. أهم عشرة قضايا سنوية في تطور تخصص التخطيط الحضري والريفي، 2024-2025[J]. Urban Planning Forum, 2024(6): 8-11.
[29] WOOLDRIDGE M, JENNINGS N R. الوكلاء الأذكياء: النظرية والممارسة[J]. Knowledge Engineering Review, 1995, 10(2): 115-152.
[30] WANG L, MA C, FENG X Y, et al. مسح للوكلاء المستقلين القائمين على النماذج اللغوية الكبيرة[J]. Frontiers of Computer Science, 2024, 18(6): 186345.
[31] ZHAO Guangying, LIU Shujuan. تفكير جدلي في منطق التوجيه والضبط التخطيطي من منظور الفعل الإداري: في المحتوى الإلزامي والضبط الصارم[J]. Urban Planning Forum, 2025(5): 31-38.

ترجمة بمساعدة الذكاء الاصطناعي