التخطيط العمراني بناءً على تقنية التوأمة الرقمية: رسم دقيق لعدد السكان في المدينة: الإطار التقني المبتكر وآفاق تطبيقات التخطيط

Wu Jiang, Zhang Yiping, Yuan Ye, Tang Ge, Duan Ruiyan, Xu Shiyan, Kong Ling

الملخص

التوأمة الرقمية هي أساس تنفيذ التخطيط الذكي للمساحات الإقليمية. وعلى عكس التوأمة الرقمية التقليدية المستخدمة في التقنيات الهندسية، فإن التوأمة الرقمية للمدن تواجه تحديات في تحديد عدد السكان بدقة بسبب العوامل الاجتماعية والديموغرافية المعقدة والديناميكية في السكان. وهذا يجعل من الصعب على التقنيات الحالية توفير معلومات دقيقة عن ،السكان لدعم قرارات التخطيط الحضري. هذا المقال يستعرض تطور التوأمة الرقمية للمدن والتحديات التقنية المتعلقة بها ويلخص الأساليب السائدة لتمثيل عدد السكان والمشاكل المرتبطة بها، ويقدم إطارًا تقنيًا مبتكرًا لرسم عدد السكان بدقة في .المدينة، يعتمد على البيانات الحكومية المختلفة لإنشاء منصة رقمية لعدد السكان بناءً على احتياجات الخدمة الحكومية يساعد هذا النظام في تحقيق تحليل دقيق للسكان في المدينة، وتحسين تقديم الخدمات العامة في الأحياء، وكذلك التخطيط .الجغرافي المكاني عالي الجودة

الكلمات الرئيسية

التوأمة الرقمية للمدن، عدد السكان، الرسم الدقيق، الإطار التقني المبتكر، آفاق تطبيقات التخطيط

لقد دخلت التحضر في بلادنا مرحلة جديدة تركز على تحسين الجودة، ويواجه أسلوب التطوير الحضري ونماذج الحوكمة تحديات وفرصًا جديدة. في هذا السياق، يعد كيفية بناء تخطيط ذكي وقابل للتكيف مع البيئة الرقمية الجديدة والتفاعل مع هذه البيئة من أهم الاتجاهات الاستراتيجية في المستقبل. تُعتبر التوأمة الرقمية من الأساسيات لتحقيق هذا النوع من التخطيط الذكي، حيث تعكس العالم الحقيقي إلى العالم الافتراضي. وفي الوقت ذاته، عزز تقرير المؤتمر العشرين للحزب مفهوم "المدينة من صنع الشعب" الذي ينص على "المدينة هي بناء الشعب، والمدينة هي من أجل الشعب". تحت تمكين تقنية التوأمة الرقمية، يتم من جهة بناء منصات حكومية رقمية متنوعة لاستيعاب أفكار السكان بشأن تحديث تطور المدينة، مما يساعد على تحقيق "المدينة من صنع الشعب". من جهة أخرى، يتم استخدام التوأمة الرقمية لرسم احتياجات الشؤون العامة للسكان بدقة، مما يوفر أساسًا موضوعيًا لتوزيع الخدمات العامة في الفضاء، وبالتالي تحقيق "المدينة من ."أجل الشعب

ومع ذلك، وبسبب التأثير التقليدي للتوأمة الرقمية الهندسية، تواجه التوأمة الرقمية للمدن مشكلة "إهمال الإنسان"، حيث يتم تمثيل معلومات السكان بشكل غير كافٍ، أو تمثيل نوع واحد فقط من "السكان"، مما يسبب فروقات كبيرة بين طبقة عدد السكان في التوأمة الرقمية وبين الواقع. إذا كانت التوأمة الرقمية لا تستطيع تمثيل بيانات السكان بشكل دقيق، فلن يكون من الممكن تحديد وتقييم قضايا الشؤون العامة بدقة خلال عمليات التخطيط والبناء والإدارة الحضرية، مما يؤدي إلى اتخاذ قرارات خاطئة أو غير فعالة، ويؤثر في العدالة الاجتماعية ورفاهية السكان. لذا، من الضروري في التوأمة الرقمية للمدن تحقيق رسم دقيق لعدد السكان. بناءً على هذه الفكرة، يستعرض هذا المقال أولاً الوضع الحالي لتطور التوأمة الرقمية للمدن محليًا ودوليًا، ويُلخص الأساليب الحالية لتمثيل عدد السكان والمشاكل المرتبطة بها، ثم يقدم إطارًا تقنيًا مبتكرًا لتمثيل معلومات السكان الحقيقية في المدينة لتحقيق دقة تمثيل عدد السكان. في النهاية، يناقش المقال كيفية تطبيق هذه التقنية في .الممارسات التخطيطية

1. نظرة عامة على تطور التوأمة الرقمية للمدن والتحديات

التوأمة الرقمية والتوأمة الرقمية للمدن 1.1

التوأمة الرقمية هي إنشاء نموذج افتراضي ديناميكي متعدد الأبعاد والمتغيرات والمتغيرات الزمنية والمكانية لأشياء مادية من خلال الرقمية، بهدف رسم وتوضيح ومحاكاة الخصائص والسلوكيات والقواعد للأشياء في البيئة الواقعية. تم تقديم مفهوم ،التوأمة الرقمية لأول مرة من قبل البروفيسور مايكل غريفز في عام 2003 في دورة إدارة دورة حياة المنتج في جامعة ميشيغان حيث عرفها بأنها صورة رقمية للأشياء أو العمليات الفيزيائية. وفي عام 2012، قدمت وكالة ناسا تقريرًا عن "نموذج التوأمة .الرقمية للطائرات الفضائية والطائرات العسكرية الأمريكية المستقبلية"، وهو واحد من التعريفات الهامة للتوأمة الرقمية ومنذ ذلك الحين، أثمر البحث العلمي المشترك بين العلماء في جميع أنحاء العالم عن تطور نظريات التوأمة الرقمية. ومع الدفع القوي للتحول الرقمي في بلادنا في السنوات الأخيرة، تم إطلاق الكثير من الدراسات حول تطبيقات التوأمة الرقمية في مختلف المجالات، مثل شبكات الأقمار الصناعية/الاتصالات الفضائية، والصيانة طويلة الأجل للسفن، وتأثير السيارات ضد .الضرر، وإدارة الكهرباء الذكية، والتوأمة الرقمية للمدن

بدأت فكرة التوأمة الرقمية في الدخول إلى مجال المدن في أواخر العقد 2010، وهي تقنية تفاعلية بين الواقع والافتراضي تستهدف إدارة المدينة. الهدف هو تحقيق تبادل الزمان والمكان للمعلومات عبر دورة حياة المدينة كاملة لدعم اتخاذ قرارات .دقيقة وتوفير الأصول الرقمية من أجل تحسين التوزيع الفعال للموارد

التحديات في مدن التوائم الرقمية: تعقيد المدينة ورصد دقيق للعدد السكاني 1.2

تعتبر خصائص تعقيد المدينة التحدي الأكبر في تطبيق التوائم الرقمية في المجال الحضري. نشأت فكرة التوائم الرقمية في البداية في مجال صناعة الطيران والفضاء، وكان استخدامها الكلاسيكي هو المراقبة اللحظية لحالة تشغيل الطائرات باستخدام أجهزة الاستشعار والمحاكاة الحاسوبية [19]. ومع ذلك، كما قال بيتر هول، فإن البرامج الفضائية لها أهداف محددة، ويمكن تشبيهها بالهدف الثابت، مما يجعل من الممكن التنبؤ بمسارها [8]؛ في حين أن التخطيط الحضري يواجه عدم اليقين الديناميكي للعوامل الاجتماعية، مما يجعله يشبه إلى حد بعيد الرماية على هدف متحرك، وهو أمر أكثر صعوبة من البرامج الفضائية. كما يعتقد باتي وآخرون [4] أن الفكرة الرئيسية للتوائم الرقمية هي التجريد من بعض الأنظمة الفيزيائية التي تعتبر صعبة"، وأنه سيكون من الصعب جدًا تطبيقها على الأنظمة "المرنة" التي تركز على السلوك البشري. وبالتالي، يختلف" تطبيق تكنولوجيا التوائم الرقمية في التخطيط الحضري اختلافًا جوهريًا عن تطبيقها في الهندسة، حيث يتطلب الأمر لا فقط رسم خريطة للمساحة الفيزيائية، ولكن أيضًا الانتباه الشامل للمشاركين في اتخاذ القرار والمتأثرين بتغيرات المساحات .الفيزيائية، مع الاستجابة النقدية للعوامل المؤسسية في المدينة [7]، وهذا بحد ذاته مليء بالتعقيد الديناميكي

إن تعدد الأطراف والأهداف والسلوكيات والخصائص التنظيمية للسكان يعزز تعقيد المدينة، كما أن هذا هو "المنطق الأساسي" الذي يؤثر على قرارات التنمية الحضرية، والتفاعلات السلوكية وبناء المؤسسات. على الرغم من أن بعض الباحثين يقارنون التوائم الرقمية للمدن بنموذج معقد مكدس (نموذج التكديس)، وهو نموذج يتكون من طبقات تشغيلية عمودية متعددة الأنواع، متعددة المقاييس، متعددة الخصائص، ومتعددة الوحدات، مع واجهات داخلية وبروتوكولات تدمج هذه الطبقات التشغيلية بشكل استبدادي وتستمر في التكرار [20]، إلا أن هذا لا يعني أن بيانات التوائم الرقمية للمدن يجب أن تكون بقدر ما أمكن، ولكن يجب أن تنطلق من الاحتياجات الفعلية، ورسم "الكمية المطلوبة" [8]. من بين العديد من بيانات المدينة، يعد العدد السكاني أحد العناصر الأساسية في تحديد القضايا العامة، وتحليل العلاقة بين العرض والطلب، وتقييم العدالة الحضرية، ويحتاج إلى رسم خريطة كاملة لبياناته الأساسية. لذلك، يجب أن تحل التوائم الرقمية للمدن أولاً مسألة واقعية ودقة رسم خرائط العدد السكاني، وذلك من أجل خلق الظروف المبدئية لتعزيز الحوكمة العامة الفعالة والنشطة في المدينة. في الوقت الحالي، ظهرت العديد من الطرق لرسم خرائط البيانات السكانية في استكشافات العلوم البيانية، والعلوم الجغرافية، والرؤية الحاسوبية، والمجالات المتداخلة ذات الصلة، مما يوفر أساسًا لاستكشاف مسارات بناء العدد السكاني .للمدن

2. الطرق الحالية لرسم خرائط العدد السكاني والمشاكل المرتبطة بها

2.1 تحويل البيانات السكانية إلى شبكات

تحويل البيانات السكانية إلى وحدات شبكية هو طريقة شائعة يمكن من خلالها تقديم توزيع السكان باستخدام وحدات متجانسة. في الدراسات الحالية، تُستخدم طريقتان رئيسيتان للتحويل إلى شبكات: الأولى هي التحويل التفصيلي، حيث يتم تحويل بيانات التعداد السكاني باستخدام معلومات الفضاء الجغرافي، والبيانات الاجتماعية والاقتصادية، وأي معلومات مساعدة أخرى إلى شبكة [21-22]، وتشمل الطرق المستخدمة فيها التداخل المكاني، والانحدار الإحصائي، والتعلم الآلي، والتكديس المدمج، وما إلى ذلك. هذه الطريقة قد تم تطبيقها بشكل ناضج، حيث قامت العديد من المؤسسات المحلية والدولية بتطوير منتجات بيانات متعددة لتحقيق التحويل الشبكي لبيانات التعداد السكاني بدقة عالية [23] (الجدول 1). الطريقة الثانية هي التجميع الإحصائي، ومع الانتشار الواسع للأجهزة المحمولة مثل الهواتف المحمولة، تم استخدام البيانات الناتجة من إشارات الهواتف المحمولة على نطاق واسع لدراسة توزيع السكان [24]. هذه الطريقة تعتمد على البيانات التي تتركها أجهزة الاتصالات المحمولة والتي تتضمن معلومات عن الوقت والموقع، وتجمع عدد الأفراد في كل وحدة شبكية بناءً على سلوكيات منتظمة، مما يعكس أنشطة مختلفة مثل العمل، والإقامة، والترفيه، وما إلى ذلك [25-26].

2.2 التحويل المكاني للبيانات السكانية بناءً على وحدات جغرافية محددة

تشبه المبادئ والأساليب للتحويل المكاني للبيانات السكانية باستخدام وحدات جغرافية محددة تلك التي تستخدم في تحويل البيانات إلى شبكات، ولكن عادة ما يتم رسم البيانات السكانية على وحدات إدارية (مثل الأحياء)، أو مناطق النقل، أو مناطق خدمات الرعاية الصحية، أو الأحياء التعليمية، أو الوحدات السكنية [27-28]. تساعد هذه الطريقة في استكشاف مسائل توزيع السكان وأداء الخدمات العامة. على سبيل المثال: في دراسات توزيع السكان في المدينة عبر الزمن والمكان، عادة ما يتم استخدام التقسيمات الإدارية كوحدات رسم الخرائط [27-28]؛ في دراسات خدمات النقل، تستخدم المناطق النقلية الموزعة حسب الطرق الرئيسية كوحدات رسم خرائط لبيانات السكان لمزيد من البحث في قضايا التنقل والعمل [29] أو خدمات النقل العام [30]؛ في دراسات توزيع المرافق الصحية، تستخدم مناطق الخدمة للمستشفيات كأجزاء لرسم الخرائط لتقييم الفروق في إمكانية الوصول للرعاية الصحية بين المناطق المختلفة [31-32]؛ في دراسات المرافق التعليمية، يتم استخدام المناطق التعليمية كوحدات رسم خرائط لبيانات السكان، لتقييم مدى توافق هيكل السكان في مناطق معينة مع سعة المرافق التعليمية [33].

بالإضافة إلى هذه الوحدات الفضائية الكبيرة، أظهرت بعض الدراسات تفصيل البيانات السكانية إلى مقياس الوحدات السكنية. على سبيل المثال، استخدم بعض الباحثين [34] خصائص مثل مساحة الكتل السكنية، نسبة مساحة البناء، عدد طوابق المباني، ونسبة المساحات المشتركة لوصف الفضاء السكني، ثم قاموا بتطوير نموذج للعلاقة بين عدد السكان المقيمين وخصائص الفضاء السكني، مما يسمح باستخدام خصائص الكتل السكنية للتنبؤ بعدد السكان المقيمين؛ كما قام آخرون بتطوير نموذج للعلاقة بين حجم المباني وتوزيع السكان الثابت [35]، ثم دمجوا بيانات جغرافية متعددة لتحديد السكان بناءً على تحليل الوظائف ومعدلات الشغور [36-40]. هذه الدراسات تقوم بتفصيل مقياس الرسم إلى المباني السكنية، وتستخدم المؤشرات ذات الصلة للمباني لتقدير عدد السكان، لكن النتائج تتعلق بـ "السكان في النموذج"، وليس بالسكان الفعليين.

2.3 التحويل المكاني للبيانات السكانية باستخدام أجهزة استشعار حضرية

أصبحت البنية التحتية لأجهزة الاستشعار الحضرية أكثر تقدمًا، مما أدى إلى توفير (IoT)، مع تطور تقنيات الإنترنت للأشياء مصادر بيانات جديدة لرسم الخرائط السكانية. يتكون هيكل الإنترنت للأشياء من ثلاثة طبقات: طبقة الاستشعار، وطبقة الإنترنت، وطبقة التطبيقات، حيث تقع أجهزة الاستشعار في طبقة الاستشعار وهي مسؤولة عن تحديد الأشياء وجمع

البيانات في الوقت الفعلي، مما يعزز من جمع البيانات السكانية (الجدول 2). يمكن تصنيف هذه البيانات إلى فئتين: الأولى هي بيانات الصور والفيديو التي تجمعها أجهزة المراقبة، والتي يمكن تحليلها باستخدام الرؤية الحاسوبية لتقدير عدد الأشخاص في المناطق [41]. في مجالات التخطيط الحضري والخدمات العامة، استخدم الباحثون البيانات الجغرافية ثم تقدير العدد السكاني في الوحدات المكانية المعرفة. الفئة GIS، للصور لإجراء رسم خرائط مكاني، وتخزينها في بيانات ،وإشارات الترددات الراديوية Wi-Fi، الثانية هي بيانات تم جمعها بواسطة أجهزة استشعار غير بصرية مثل إشارات والمعلومات البيئية، والتي تكون غنية بالأنواع وذات دقة عالية ويمكن استخدامها أيضًا لرسم الخرائط السكانية. على سبيل ،لتحديد عدد الزوار بناءً على تواجد الأجهزة المحمولة Wi-Fi تسجيل إشارات Wi-Fi المثال، يمكن أن تستخدم مجسات أو يمكن للأجهزة الراديوية في المداخل حساب تدفق الأشخاص استنادًا إلى عدد التوقفات في إشارات الترددات الراديوية، أو .يمكن للأجهزة البيئية التفاعلية تقدير حركة الناس بناءً على التفاعلات المتعددة بين الأشخاص والبيئة المبنية [42]

تلخيص المشاكل الحالية: دقة، مصداقية، وتغطية خرائط السكان الأساسية غير كافية 2.4

تم استخدام الطرق الثلاث المذكورة لرسم بيانات السكان بشكل كبير في البحث والممارسة. ومع ذلك، من وجهة نظر إنشاء العدد الأساسي للسكان" المطلوب لإدارة تشغيل المدينة، فإن الطرق الحالية تعاني من نقص في الدقة والمصداقية" تحوّل بيانات السكان إلى خلايا تمويج، وتتمتع بقيمة على المستوى (Rasterization(والتغطية. أولاً، طريقة التمويج .الكلي، لكنها تشوه على المستويات المتوسطة والصغرى لأنها تتجاهل تأثير البيئة المبنية المعقدة على تغييرات توزيع السكان ثانيًا، على الرغم من أن الطريقة المعتمدة على وحدات الخريطة المحددة تأخذ في الاعتبار تعقيد البيئة المبنية وخصائصها ،الشكلية، فإن دقة الحسابات تزداد بمرور الوقت، إلا أن هذه الطريقة غالبًا ما تستخدم نماذج إحصائية لتقدير عدد السكان ،مما يتجاهل الهوية المحلية للسكان، مما يؤدي إلى عدم القدرة على تحديد احتياجاتهم من الخدمات العامة بدقة. ثالثًا تستخدم طرق أجهزة الاستشعار لتحديد حركة السكان في المناطق الرئيسية للمدينة، ولها مزايا في إدارة تصميم المدن "والمراقبة الأمنية العامة، ولكن نظرًا لأن نطاق التعرف يقتصر على المناطق المحلية، فإنها لا تفي بمتطلبات "العدد الكامل لخطط المدينة وبنائها وإدارتها. لذلك، هناك حاجة ماسة إلى طريقة لرسم العدد الأساسي للسكان تجمع بين الدقة .والمصداقية والتغطية الكاملة، لتلبية احتياجات إدارة دورة الحياة الكاملة للمدينة في عصر التوأمة الرقمية

إطار تقني مبتكر لرسم عدد السكان الأساسي بدقة في المدن .3

مع التحول الرقمي الحكومي في السنوات الأخيرة، احتفظت المنصات الرقمية في مختلف الإدارات الحكومية بكميات كبيرة من المعلومات حول خدمات المواطنين، مما أدى إلى ظهور "البيانات الحكومية" كمصدر بيانات جديد. توفر هذه البيانات الأساس لتنفيذ رسم دقيق، مفصل وكامل للسكان. في السنوات الأخيرة، قام فريق الباحثين بتطبيقات عملية في مدن مختلفة مثل بودونغ[47]، هوانغبو، وجينغان، وبعد التحقق المستمر والتعديل والتحسين، تم تطوير إطار تقني مبتكر لحل مشكلة بناء عدد السكان الأساسي في المدن. في عملية إنشاء هذا الإطار، تم التأكيد على مبدأ "الواقعية" كأساس، ومن خلال منطق ،"الفضاء-السكان-الاحتياجات"، تم توسيع ثلاث جوانب وهي: "رسم الفضاء الحقيقي"، "وصف السكان الحقيقيين" .و"الاستجابة للاحتياجات الحقيقية" (انظر الشكل 1)

رسم الفضاء الحقيقي: إنشاء خريطة فضائية "مفصلة" تمثل البيئة الفيزيائية للمدينة، وتشمل جزئين رئيسيين: الأول)1(هو بيانات الجغرافيا لحدود الإدارات الإدارية على مستويات مختلفة، بالإضافة إلى عناصر البيئة المبنية مثل الأحياء، القطع الأرضية، والمباني؛ والثاني هو بيانات العناوين المحددة على مستوى "الوحدات السكنية"، والتي يتم الحصول عليها من خلال بيانات حكومية متعددة. من خلال دمج بيانات الحدود الإدارية، وبيانات البيئة المبنية، وبيانات العناوين، يمكن إنشاء خريطة فضائية "دقيقة حتى مستوى الوحدة السكنية". هذه الطريقة لا تتجنب فقط مشكلة التشويه الناتج عن البيانات .المرسومة بشكل تمويجي، ولكنها أيضًا تحسن من دقة البيانات وموثوقيتها

وصف السكان الحقيقيين: من خلال البيانات الحكومية من قطاعات متعددة، يتم جمع معلومات حقيقية عن السكان **)2(** وربطها بالخريطة الفضائية لتحقيق دقة البيانات "حتى مستوى الوحدة السكنية". بعد ذلك، يتم دمج البيانات الكبيرة متعددة المصادر عن السكان، مما يتيح إضافة وتكملة المعلومات السكانية على أساس البيانات الحكومية للسكان، ثم يتم بناء ملف شخصي لحياة السكان باستخدام الخرائط التصويرية الخاصة، مع احترام الخصوصية القانونية وفي نفس الوقت، يتم تصوير الهوية الحقيقية للسكان بشكل معتدل.

الاستجابة للاحتياجات الحقيقية: استخدام قاعدة بيانات رسومية كأساس لحل "الفضاء-السكان" من أجل إنشاء **)3(** منتج منصة بيانات، وتوفير تقنيات وآليات الصيانة والمراقبة والتحديث المرتبطة بها. على هذه الأساس، يتم استخراج مجموعات بيانات معينة من قاعدة البيانات الرسومية لدعم التطبيقات المتعلقة بالخدمات العامة الحكومية في مختلف المجالات مثل الخدمات الاجتماعية، والتعليم، والرعاية الصحية، وإدارة المجتمعات.

3.1 رسم الفضاء الحقيقي: إنشاء خريطة فضائية "دقيقة حتى مستوى الوحدة السكنية"

3.1.1 إنشاء خريطة فضائية مبنية على البيئة المبنية وحدود الإدارات

يجب على سكان المدينة عند ممارسة أي نشاط غير خارجي أن يعتمدوا على البيئة المبنية التي تقدم وظائف سكنية أو تجارية أو مكتبية كمحفز لهذه الأنشطة. في الوقت نفسه، من منظور الحوكمة الإدارية، هناك نظام آخر يتكون من حدود إدارة المدينة، وهو يمثل "المدينة" التي يتم من خلالها التعامل مع شؤونها العامة عبر هيئات إدارية مختلفة. في بناء الخريطة الفضائية، سيتم رسم النظامين معًا: من ناحية البيئة المبنية، يشمل النموذج المكاني للمباني الفردية، القطع الأرضية، الأحياء السكنية، والمقاطعات، والمدن، التي تتناسب مع الوحدات الإدارية وتتغير بشكل ديناميكي مع تغيرات الحدود الإدارية.

طريقة تنفيذ رسم هذه الخريطة الفضائية تشمل:

1. جمع وتنظيم البيانات المتعلقة من مصادر خرائط مختلفة. تأتي بيانات الحدود الإدارية من المعلومات الرسمية الحكومية؛ بينما تأتي بيانات البيئة المادية من بيانات رسم الخرائط الجغرافية، السجلات الميدانية من الأعمال الحكومية، والخرائط الإلكترونية على الإنترنت.

2. معالجة البيانات بأشكالها المختلفة وتوحيد التنسيق الخاص بها. إذا كانت هناك نقص في بيانات الحدود الإدارية، يمكن معالجتها عن طريق الرسم اليدوي والتصحيح؛ بالنسبة للبيانات المتنوعة من الإنترنت غير الحكومية، يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، التعرف على الصور، واستخراج المعلومات.

3. ربط البيانات الجغرافية الموحدة مكانياً وفقًا للظروف الفعلية، وضمان دقة العلاقات الهرمية: من ناحية، يجب أن تغطي كل وحدة إدارية المستوى الأدنى بشكل سلس؛ ومن ناحية أخرى، يجب أن يغطي نموذج المبنى جميع بيانات الطوابق والوحدات السكنية. انظر الشكل 2.

3.1.2 تفصيل معلومات "الوحدات السكنية" في الخريطة الأساسية للفضاء

يجب أن تعتمد الخريطة الأساسية الدقيقة والواقعية على معلومات العناوين الحقيقية لدعمها، وعادة ما تكون هذه

المعلومات تعتمد على "الوحدات السكنية" للمباني كوحدات أساسية. على الرغم من أن "الوحدات السكنية" هي الحاملة للسكان في الفضاء، إلا أن هذه البيانات عادة لا تظهر في بيانات المسح أو الخرائط، ويمكن الحصول عليها فقط من خلال قنوات أخرى. وفقًا للتجارب العملية الحالية، فإن الحصول على بيانات "الوحدات السكنية" في الخريطة الأساسية يتم عادة في حالتين: الحالة الأولى هي أن بعض الأنظمة الحكومية في المدن الكبرى قد أنشأت بيانات أساسية للمباني، مثل البيانات المخزنة من قبل إدارة الإسكان أو قواعد بيانات المباني التي أنشأتها المجالس المحلية أو لجان الأحياء (بصيغة قواعد بيانات أو مخططات ورقية)، أو قواعد بيانات العناوين في أنظمة مثل "السحابة المجتمعية" في شنغهاي أو "منصات الحوكمة المحلية الأربع" في هانغتشو. تحتوي هذه البيانات على معلومات العناوين الدقيقة "إلى الوحدة السكنية"، ويتم تحديثها باستمرار من خلال الزيارات الميدانية. في هذه الحالة، يمكن الحصول على البيانات بشكل مباشر ودمجها في الخريطة الأساسية. الحالة الثانية هي أن بعض الأماكن لم تكمل بعد قاعدة بيانات المباني الأساسية، وبالتالي يجب استخدام "تقنية العناوين التفصيلية للسكان" للحصول على بيانات الوحدات السكنية، حيث يتم عكس بناء المعلومات الدقيقة عن "الوحدات السكنية" من خلال الحصول على بيانات عناوين السكان في السجلات الحكومية. في التنفيذ الفعلي، يتم أولاً الحصول على معلومات —العناوين، ثم يتم استخدام طريقة تحليل اللغة الطبيعية في الحاسوب لتحديد البيانات وفقًا لهياكل "المحافظة—المدينة المنطقة—الشارع—الممر—الرقم—الغرفة"، ثم استخراج بيانات "الوحدات السكنية" بدقة، وأخيرًا ربطها بنموذج تقسيم .المباني ودمجها في الخريطة الأساسية

رسم صورة حقيقية للسكان: ربط السكان بالفضاء، وإنشاء النظام التصويري 3.2

"معلومات السكان الدقيقة هي أساس تحليل مشكلات الخدمات العامة، وتشمل أمرين رئيسيين: الأول هو "معلومات المكان للسكان، والتي يتم تحقيقها من خلال الربط مع الخريطة الأساسية. الثاني هو تصوير خصائص السكان، ويتعلق بكيفية رسم صورهم. يُقترح مفهوم "رسم صورة شاملة للسكان خلال دورة الحياة" ويتم تعزيز "الصور الموضوعية" من خلال دمج .البيانات متعددة المصادر غير الحكومية. الخطوات المذكورة تشكل معًا إطارًا لرسم صورة دقيقة للسكان. انظر الشكل 3

ربط بيانات السكان بالخريطة الأساسية 3.2.1

تأتي بيانات السكان أساسًا من بيانات الحكومة متعددة الأنشطة مثل بيانات إدارة الهويات من قبل إدارة الأمن العام، وبيانات الصحة والتخصيب التي تحتفظ بها وزارة الصحة، وبيانات الزواج والرعاية الاجتماعية التي تحتفظ بها وزارة الشؤون ،المدنية، وبيانات العمل والتأمينات الاجتماعية التي تحتفظ بها وزارة العمل والشؤون الاجتماعية، إلخ. كما أن الشركات باعتبارها كائنات اجتماعية، تترك بيانات في قواعد بيانات الشركات أثناء تنفيذ الأنشطة مثل تسجيل الشركات، طلبات براءات الاختراع، والاستثمارات. علاوة على ذلك، أنشأت بعض أقسام البيانات أو إدارة المدن أيضًا أنواعًا مختلفة من التطبيقات الرقمية التي تراكمت من خلالها بيانات أنشطة السكان مثل خطوط الهاتف لتقديم الطلبات أو الاستفسارات. يتطلب بناء قاعدة بيانات دقيقة للسكان دمج بيانات السكان من هذه الأقسام الحكومية المختلفة. أثناء عملية الدمج، يتم تحديد الأولويات المختلفة لمصادر البيانات المختلفة لتجنب جمع البيانات المكررة. بعد إتمام الدمج، يتم ربط بيانات السكان مع الخريطة الأساسية من خلال حقل معلومات العنوان، مثل: ربط معلومات الوحدة السكنية في عنوان إقامة السكان مع بيانات .المباني السكنية المقابلة؛ وربط بيانات التأمينات الاجتماعية للشركات مع بيانات المباني المكتبية المقابلة

رسم صورة شاملة للسكان طوال دورة الحياة 3.2.2

معلومات الهوية هي المفتاح لتحقيق "الواقعية" في بيانات السكان، في حين أن المعلومات الضرورية للهوية تفي أيضًا باحتياجات الإدارة الحكومية الفعالة والخدمات العامة الدقيقة. بناءً على مفهوم "إدارة دورة الحياة الكاملة"، تم بناء إطار شامل "لرسم صورة السكان"، مع الاستناد إلى ثلاثة جوانب رئيسية: أولاً، الدراسات الأكاديمية المتعلقة بدورة الحياة الكاملة ،للسكان، وعائلاتهم، وصور السكان، إلخ؛ ثانيًا، المعايير الحالية للأكواد السكانية والتصنيفات، بما في ذلك المعايير الوطنية معايير الصناعات المختلفة والمعايير المحلية لكل من المقاطعات والمدن؛ ثالثًا، الوضع الحالي لتصنيف البيانات في الإدارات الحكومية، والسيناريوهات التطبيقية للبيانات استنادًا إلى احتياجات أعمال كل قسم، مع الإشارة إلى أبحاث الفريق في بناء

لرسم "X+قواعد بيانات السكان في مدن مثل شنغهاي، بكين، وهانغتشو. بناءً على هذه الدراسات، تم اقتراح نظام "1+9 صورة السكان: "1" تشير إلى الخصائص الأساسية للسكان، بما في ذلك الجنس، الفئة العمرية، العرق، والمكان الذي يعيش ،"فيه الشخص، حيث يشير "مكان الإقامة" إلى التحقق من خلال سجلات الحي لمعرفة ما إذا كان الشخص "مقيمًا في المكان والتحقق من السجلات الحكومية لمعرفة ما إذا كان "مقيمًا في السجلات". "9" تشير إلى الأبعاد المختلفة للمعلومات السكانية المتعلقة بمجالات الحكم مثل التعليم، والعمل، والزواج، والرعاية الاجتماعية، والأنشطة الاجتماعية، والهوية تشير إلى خصائص سكانية تحت ظروف خاصة، مثل الأحداث العامة الطارئة ذات الطابع الزمني مثل "X" .الاجتماعية، إلخ حالة "إيجابية/سلبية" لاختبار شخص في حالة تفشي وباء، أو عادات تقليدية مرتبطة بالخصائص الإقليمية مثل شخص في في النظام على مرونة وقابلة للتعديل وفقًا "X" منطقة عرقية معين يتسم بكونه "أحد كبار السن في العائلة". تحتوي .للظروف الفعلية

3.2.3 دمج البيانات متعددة المصادر

البيانات الحكومية قادرة أساسًا على رسم صورة للسكان المقيمين في المدينة، والسكان العاملين، ولكنها تفتقر إلى وصف ،السكان الذين يشاركون في الأنشطة المتعددة مثل الترفيه، والسياحة، والاستهلاك، إلخ. لتصوير هذه الفئة من السكان يتطلب الأمر إضافة بيانات تجارية من مصادر غير حكومية. على سبيل المثال، يمكن استخدام نماذج تحليل بيانات إشارات الهاتف المحمول لرسم توزيع السكان الذين يمارسون الأنشطة الترفيهية في المدينة، وتعكس اتجاهاتهم واتجاهاتهم الزمنية والمكانية. علاوة على ذلك، يمكن دمج بيانات استهلاك الإنترنت، والتعليقات، ووسائل التواصل الاجتماعي، والمحتوى النصي والفيديو لتصوير نشاط السكان المستهلكين وتوزيعهم المكاني والزماني. من خلال مقارنة ودمج هذه البيانات الكبيرة المتعددة المصادر مع بيانات السكان الحكومية، يمكن تعزيز وتوسيع أبعاد البيانات السكانية، كما يمكن تصوير السكان .بطريقة "موضعية"

3.3 تلبية الاحتياجات الحقيقية: تطبيق الخدمات الحكومية متعددة السيناريوهات باستخدام نهج هندسة البيانات

تعتمد أقسام الحكومة البلدية والمؤسسات العامة، وفقًا لقيود بيئات الخدمة الخاصة بها، على بيانات ديموغرافية بأساليب مختلفة. ولتلبية احتياجات "تعدد المستخدمين، تنوع السيناريوهات، والتغيرات السريعة" بين هذه الأقسام، طورت مجموعة بحثية نهجًا هندسيًا لمعالجة البيانات الديموغرافية وتحويلها إلى منصة رقمية قادرة على تلبية الاستخدام اليومي للمستخدمين المختلفين وتحقيق دورة مغلقة تلقائية كاملة تشمل "التجميع، الحوكمة، الصيانة، والتحديث". يتألف هذا النهج الهندسي من **"نظام هيكلة قواعد البيانات"** و**"نظام تشغيل وصيانة البيانات"** (انظر الشكل 4). الأول يدعم الشبكات الارتباطية وعملية رسم الخرائط للبيانات الديموغرافية، بالإضافة إلى تلبية طلبات التطبيقات الصادرة من المستخدمين المختلفين، بينما يضمن الثاني دقة البيانات، مصداقيتها، وتحديثها في الوقت المناسب باستخدام آلية تقنية .مخصصة

يعتبر **"نظام هيكلة قواعد البيانات"** طريقة هندسية لمزامنة البيانات الديموغرافية مع العناصر الحضرية المعقدة وتوسيعها بمرونة. وبالتالي، يجب أن تكون هذه البنية قادرة على توفير خصائص عامة قوية، وقيود أقل، وكفاءة عالية في التكامل. نظرًا للتعقيدات والديناميكيات بين "المكان، السكان، والاحتياجات" في البيانات الديموغرافية، فإن استخدام قواعد البيانات التقليدية القائمة على العلاقات يمكن أن يؤدي إلى بطء استدعاء البيانات، انخفاض أداء المنتج، وتعذر استخدام .المستخدمين أثناء التعديلات. ولذلك، تم اختيار قاعدة بيانات تعتمد على بنية **"الكائن - العلاقة"** كهيكل أساسي للمنتج

في البيانات الديموغرافية التفصيلية، تعتبر المباني، السكان، والشركات **"كائنات"**، بينما تعتبر العلاقات بينها، مثل مواطن يعيش في" مبنى معين، أو "يعمل في" شركة معينة، أو "مسجل لدى" منظمة معينة، **"علاقات"**. وعند حدوث أي تغيير في" - البيانات، يكفي تعديل خصائص العلاقة فقط. توفر بنية قاعدة البيانات هذه، التي تعتمد على هيكل بسيط "الكائن

العلاقة"، دعمًا لتوسيع استخدامات منصة البيانات الديموغرافية التفصيلية وتمكين استخدامها المرن من قِبل الأطراف المختلفة.

يتألف **"نظام تشغيل وصيانة البيانات"** من ثلاثة أجزاء: هندسة حوكمة البيانات، مراقبة جودة البيانات، ودورة صيانة مغلقة. تعتبر هندسة حوكمة البيانات بمثابة "تدفق إنتاج" لبناء خريطة أساس للبيانات، حيث تدخل البيانات لاحقًا إلى قاعدة البيانات وتخضع لعدة مراحل مثل إدخال البيانات الأولي، التنظيف والتصحيح، الحسابات الإحصائية، إنشاء ملامح ديموغرافية، وتقسيم البيانات حسب التطبيقات.

تمثل مراقبة جودة البيانات **"تدفق المراقبة"** الذي يعتمد على وسائل آلية ويدوية، بالإضافة إلى متابعة حالات استخدام البيانات، لضمان الاتساق والدقة وحداثة البيانات.

أما دورة الصيانة المغلقة، أو **"تدفق التحديث"**، فهي تعمل في اتجاهين:

- **الدورة الصاعدة** التي تضمن تحديث البيانات بشكل دوري مع مصادر البيانات العليا (مثل مركز البيانات أو الأقسام الحكومية).
- **الدورة الهابطة** التي تركز على تحديث البيانات، التحقق منها وتصحيحها من قبل المستخدمين في الخطوط الأمامية أثناء الاستخدام.

4. آفاق استخدام البيانات الديموغرافية التفصيلية

4.1 ضرورة الاستخدام وضمان أمان البيانات

تنطوي عملية رسم خرائط البيانات الديموغرافية التفصيلية على كميات هائلة من المعلومات الشخصية الحساسة، مثل العمر، الهوية، العنوان، الحالة الصحية، والتحركات. وفقًا للقانون المدني، فإن المعلومات الشخصية مثل الاسم، تاريخ الميلاد، العنوان، رقم الهوية، والبيانات الصحية محمية قانونيًا. يثير هذا نقطتين:

1. هل هناك حاجة فعلية لاستخدام مثل هذه البيانات الحساسة على نطاق واسع؟
2. إذا كان ذلك ضروريًا، كيف يمكن ضمان أمان هذه البيانات؟

بالنسبة للنقطة الأولى، تشجع القوانين الصينية استخدام البيانات الشخصية في تحسين الخدمات العامة. على سبيل المثال، ينص القانون المدني على أن جمع البيانات الشخصية للحفاظ على المصلحة العامة أو حماية الحقوق الشرعية للأفراد لا يترتب عليه مسؤولية مدنية. وتوضح "قانون أمن البيانات" بشكل أكبر أن "الدولة تدعم تطوير واستغلال الموارد البيانية لتحسين مستوى الذكاء في الخدمات العامة". وبالتالي، من منظور تحسين جودة الخدمات العامة وتعزيز إدارة المدن، فإن رسم خرائط قاعدة البيانات الديموغرافية الشاملة له ضرورته.

أما بالنسبة للنقطة الثانية، فإن التجارب العملية تقدم حلولًا. تتضمن البيانات الديموغرافية التفصيلية مرحلتين:

- **مرحلة التطوير** التي تتضمن دمج البيانات في بيئة شبكية معزولة، بدون تدخل مباشر من المستخدمين، مما

.يضمن أمانها

- **مرحلة التطبيق**، وهي أكثر انفتاحًا، وتُطبق فيها أنظمة صارمة للتحكم في الوصول، معايير الإدارة، وسياسات المساءلة لضمان حماية البيانات.

4.2 استخدام البيانات الديموغرافية التفصيلية في تحليل السكان الحضريين

تستمد البيانات الديموغرافية التفصيلية من مصادر حكومية وغير حكومية، وتختلف تواتر تحديث هذه البيانات على النحو التالي:

1. تعتمد تحديثات البيانات الحكومية على الأحداث التي تؤدي إلى تغييرات في السجلات (مثل تسجيل الإقامة، التعليم، وغيرها)، وبالتالي تكون ذات تواتر غير محدد.

2. تختلف تواتر تحديثات سجلات العمل الميداني وفقًا لوتيرة زيارات العاملين الاجتماعيين وتركيزهم على فئات معينة من السكان.

3. تشمل البيانات غير الحكومية الإشارات الهاتفية، تحديد المواقع عبر GPS، وبيانات وسائل التواصل الاجتماعي، وعادةً ما تُسجل باستمرار خلال استخدام الأجهزة.

إدماج بيانات السكان متعددة المصادر والأنواع ضمن منصة قاعدة البيانات التفصيلية، من جهة، يمكن تجميعها كوحدات فضائية بمقاييس مختلفة لتحديد التباين في تكرار بيانات السكان الخاصة ضمن الوحدات الفضائية المختلفة، ومن جهة أخرى، يمكن تحليل التغيرات الزمانية والمكانية متعددة الأبعاد لسكان المدينة من منظور زوايا مختلفة:

1. بناءً على بيانات الحكومة، يمكن تحليل الخصائص الزمنية والمكانية لتوطين السكان، وتدفق التلاميذ نحو المدارس ورياض الأطفال، وتوزيع السكان العاملين والعاطلين عن العمل زمانيًا ومكانيًا، وكذلك التردد الزمني لاستخدام المرافق الصحية من قبل السكان، مما يوفر الأساس لصياغة السياسات العامة المناسبة للمدينة.

2. استنادًا إلى سجلات العمل المحلية، يمكن إحصاء البيانات المتعلقة بمكان الإقامة والتسجيل للسكان بدقة، مما يتيح تصنيف السمات مثل "السكان موجودون في العنوان"، و"السكان غير موجودين في العنوان"، و"السكان غير مسجلين في العنوان"، وغيرها من السمات. "السكان الموجودون في العنوان" يشكلون جزءًا من السكان المقيمين الدائمين ويعتبرون جزءًا من السكان الثابتين في البيانات السكانية الحية للمدينة؛ و"السكان غير الموجودين في العنوان" يمكن تصنيفهم إلى السكان الدائمين والعمالة المتنقلة بناءً على مدة إقامتهم؛ بينما "السكان غير مسجلين في العنوان" يعتبرون سكانًا غير مقيمين. هذا سيساعد في تحديد عدد السكان المقيمين في المدينة وتحليل بيانات السكان الحية بشكل أكثر دقة.

3. البيانات غير الحكومية تُستخدم حاليًا في العديد من التطبيقات المتقدمة مثل تحليل كثافة المدينة، وتقييم الحيوية، واكتشاف الهيكل، وما إلى ذلك. هذا البحث يدمج البيانات غير الحكومية كبيانات تكميلية ضمن إطار قاعدة بيانات السكان التفصيلية، مما يوسع أبعاد البيانات في رسم خرائط السكان الحية في المدينة.

4.3 استخدام قاعدة بيانات السكان التفصيلية في تخطيط إدارة المجتمع

المجتمع هو الوحدة الأساسية لإدارة الفضاء، وتوفير الخدمات العامة بدقة هو أحد المهام الرئيسية لإدارة المجتمع. في سياق التغيرات المعقدة في "الفضاء-السكان"، يعد توفير الخدمات العامة بدقة في المجتمعات العامل الأساسي لتحسين جودة حياة السكان، وكذلك الطريق الضروري لاستخدام الموارد العامة المحدودة والمالية العامة بشكل فعال. توفر قاعدة بيانات السكان التفصيلية الأساس العلمي لتقديم الخدمات العامة بدقة. يمكن للقرار اتخاذ الاستناد إلى تقييم احتياجات الخدمات العامة بناءً على نوعيات مختلفة من المستفيدين، وتحديد تخطيط وتوزيع الخدمات العامة المناسبة في المجالات التالية:

1. **توفير خدمات ومرافق الفضاء**: باستخدام قاعدة بيانات السكان التفصيلية مع بيانات شبكة الطرق والمرافق

يمكن استخدام خوارزميات و نماذج البيانات لدعم مشاهد تقديم خدمات ومرافق الفضاء المختلفة. على ،POI العامة و ،سبيل المثال، يمكن استخدام خوارزميات المسافات لحساب نطاق الوصول الفعلي للمرافق عبر المسارات المخصصة .بالإضافة إلى تحديد حجم السكان المستفيدين المتنوعين بناءً على احتياجاتهم

2. **توفير خدمات ناعمة للفئات المستهدفة**: يمكن أن تساعد قاعدة بيانات السكان التفصيلية في تخصيص خدمات موجهة بدقة للفئات المستهدفة، مثل تقديم السياسات الاجتماعية لفئات السكان الضعيفة (مثل كبار السن أو ذوي الإعاقة) بتحديد أفضل المستفيدين بناءً على تحليل دقيق للبيانات.

3. **المشاركة العامة والخدمات العامة**: استخدام قاعدة بيانات السكان التفصيلية مع تقنيات التفاعل متعددة الأنماط على الإنترنت يمكن أن يعزز مشاركة المواطنين في الشؤون العامة، من خلال التفاعل عبر الإنترنت في الاجتماعات .مثل مجلس السكان أو الجمعيات السكنية، مما يسهل المشاركة العامة

4.4 استخدام قاعدة بيانات السكان التفصيلية في تخطيط المساحات الوطنية

مع التحسين المستمر في نظام تخطيط المساحات الوطنية، تتطلب العمل في التوأمة الرقمية للمدن أيضًا تحليلاً دقيقًا للمعلومات. بشكل عام، يوفر النهج الذي اقترحناه في هذا البحث قاعدة بيانات "الفضاء-السكان" الدقيقة، التي تتسم بتجميع .البيانات الدقيقة المتعلقة بالسكان إلى وحدات فضائية بمقاييس مختلفة

1. **التخطيط العام**: باستخدام قاعدة بيانات السكان التفصيلية، يمكن توفير الأساس اللازم لتحديد علاقات الفضاء وتحليل وظائف المساحة وتحسين توزيع الخدمات العامة.

2. **التخطيط التفصيلي**: يوفر استخدام قاعدة بيانات السكان التفصيلية بيانات دقيقة لدعم تحديد المعايير والتحديدات لوحدات التخطيط، وكذلك تحسين خطة تنفيذ المشاريع.

3. **التقييم والاختبار**: تساعد قاعدة بيانات السكان التفصيلية في تحسين تطبيقات الأنظمة الداعمة مثل البيئة والإسكان والخدمات العامة والمرور، من خلال توفير البيانات الدقيقة لملاءمة الفضاء-السكان.

Here is the translation of the provided text into Arabic:

أصبح إنشاء ،(CSPON(في جانب تنفيذ المراقبة. مع إصدار خطة بناء شبكة مراقبة تنفيذ تخطيط الأراضي الوطنية)4(،منصة المعلومات الأساسية "خريطة واحدة" على مختلف المستويات الوطنية والمحلية (المحافظة، المدينة، المقاطعة إلخ) باستخدام الوسائل الرقمية من المهام الهامة. هذه المنصة تتعاون مع العديد من الإدارات وترتبط أفقياً مع أنظمة الأعمال المختلفة، مما يساهم في بناء بيئة حوكمة مفتوحة تعزز التعاون المشترك والإدارة المشتركة والمشاركة [55]. يمكن أن فهي .CSPON تكون البيانات الدقيقة للسكان جزءاً من أنظمة الأعمال المرتبطة أفقياً في هذه الشبكة، وتُدمج داخل منصة بل يمكنها أيضاً دمج البيانات الأخرى داخل المنصة، مما ،CSPON لا توفر فقط معلومات دقيقة عن تعداد السكان لمنصة .يسمح بمتابعة العلاقات التفاعلية بين "المساحة والسكان" بدقة، مما يعزز فعالية مراقبة التنفيذ

5. الخاتمة

وآخرون [4]، فإنه لا معنى Batty إن الجَمع الرقمي للمدينة لا يعني أن يتم جمع كل عناصر المدينة الحقيقية. كما أشار لبناء جَمع مشابه تماماً للأشياء الواقعية، لأن الجَمع نفسه سيصبح النظام الحقيقي. يجب أن تكون فكرة التوأمة الرقمية هي أن يتم دمج الجَمع بطريقة ما مع النظام الحقيقي، ولكنه لا يصبح النظام الحقيقي نفسه. من هذه الناحية، يجب أن يُعتبر التوأم الرقمي" للمدينة ك "تكامل بيانات أساسية للتخطيط العمراني"، كأداة علمية لتحليل القضايا العامة وصياغة السياسات" المحسنة من قبل صانعي القرار. ومن بين العديد من الأهداف التي يمكن أن يُجمع عنها، يعد التعداد الدقيق للسكان في المدينة هو الجزء الأكثر أهمية والأصعب. بناءً على مراجعة الأساليب الحالية لتعداد السكان والقضايا المتعلقة بها، قام هذا المقال، بالتعاون مع التجارب العملية، بتطوير مسار دقيق لجمع بيانات التعداد السكاني باستخدام مزيج من البيانات الخرائطية، بيانات الحكومة، العلامات التعريفية، والبيانات الكبيرة التجارية، وتناول كيفية تمكين هذه التقنية لممارسات

التخطيط العمراني في المستقبل. تم تقديم هذا الإطار الفني استجابةً للاحتياجات الملحة لتحول الرقمنة في التخطيط العمراني والبناء والإدارة، حيث لا يعكس فقط المبدأ الأساسي "الإنسان في قلب التخطيط" ولكن أيضًا يساهم في تحقيق مفهوم "المدينة التي يخدمها الشعب" كفكرة جديدة للتنمية.

وللقادة المعنيين في مشاريع المدن الرقمية، Shanghai Mace Technology Co., Ltd شكرًا لدعم فريق التقنية في شركة في بودونغ وجينغان وهوانغبو، على مساعدتهم؛ وشكرًا للمراجعين الذين قدموا تعليقاتهم القيمة والمفيدة.

الملاحظات:

1. التوأم الرقمي (Digital Twin) تعريف ناسا: هو استخدام أفضل النماذج الفيزيائية الحالية، أجهزة استشعار جديدة، والبيانات التاريخية لمحاكاة متعددة الأبعاد والمقاييس والاحتمالات للمركبات أو الأنظمة المكتملة (المركبة أو النظام كما تم بناؤه) لتعكس حالة استخدام التوأم طوال دورة حياته. بعد تقديم هذا التعريف المعياري، بدأ تعريف التوأم الرقمي يظهر في نقاشات في مجالات مختلفة.

2. قاعدة بيانات الرسم البياني (GDB) هي مفهوم في علوم الكمبيوتر. تشير إلى قاعدة بيانات تستخدم "الهيكل البياني" لإجراء استعلامات دلالية، باستخدام العقد، والحواف، والخصائص لتمثيل وتخزين البيانات. المفهوم الرئيسي في هذا النظام هو الرسم البياني، حيث يتم ربط العناصر المخزنة مع العقد والعلاقات بينها التي تمثلها الحواف.

3. "الشبكة الدقيقة" تشير إلى الحفاظ على المستويات الحالية للعمل في الشبكة دون تغيير، مع تقسيم نطاق الحوكمة بشكل أدق، بحيث يتم تشكيل شبكات على مستوى المباني والوحدات إلى شبكة مجتمعية عامة، وشبكة مقاطعية، وشبكة دقيقة خاصة بالمباني.

4. السجلات غير المتصلة هي سجلات العمل الحكومية غير المتصلة بالشبكة. تُستخدم عادة لتوثيق المهام المختلفة، تقدم المشاريع، محاضر الاجتماعات، تنفيذ القرارات، وتلخيص الأعمال.

5. وفقًا للتجارب الحالية، من الصعب الحصول على بيانات قاعدة بيانات المكاتب السكنية، وهي نادرًا ما تُستخدم في الممارسة العملية.

6. حيث تستخدم الكمبيوتر (NLP) طريقة تقسيم القاموس هي خوارزمية شائعة في معالجة اللغة الطبيعية للعثور على المحتويات في النص المطابق لما هو موجود في القاموس وتوسيمه.

7. قاعدة البيانات العلائقية (RDB) هي طريقة لبناء هيكل البيانات في الجداول، الصفوف والأعمدة، حيث يتم ربط البيانات بين الجداول لتسهل عملية التحليل وفهم العلاقات بين البيانات.

المراجع:

[1] زوانغ شاو تشين، تشاو شينغ شو، لي تشين يوان. أبعاد ودرجات حرارة التخطيط المكاني للأراضي العمراني، 2020، 44(1): 9-13.

[2] دانغ آن رونغ، تيان يينغ، لي جوان، وآخرون. تطور وتوقعات إدارة التخطيط المكاني الذكي في الصين والتكنولوجيا، 2022، 40(13): 75-85.

[3] تاو في، ليو ويرن، زانغ منغ، وآخرون. نموذج الخمس أبعاد للتوأم الرقمي وتطبيقاته في عشرة مجالات التصنيع المدمجة بالحاسوب، 2019، 25(1): 1-18.

[4] مايكل باتي، لين شوهوي. التوأم الرقمي، اختبار تورينغ ونماذج المدن التخطيط العمراني في شنغهاي، 2023(5): 1-3.

[5] فولر أ، فان زي، داي سي، وآخرون. التوأم الرقمي: تقنيات تمكين، التحديات، والبحث المفتوح. IEEE Access، 2020، 8: 108952-108971.

[6] سيميرارو سي، ليزوتشي م، بانيتو إتش، وآخرون. التوأم الرقمي: مراجعة منهجية للأدبيات الحواسيب في الصناعة، 2021، 130: 103469.

[7] وان لي، يين لووي، تانغ جون تشينغ، وآخرون. التفكير النقدي في تطبيقات التوأم الرقمي في الممارسات التخطيطية التخطيط العمراني في شنغهاي، 2023(5): 18-23. الحضرية.

[8] يانغ تاو، تيان يينغ، شو يانج جي. التخطيط والتوجيه التوليدي التفاعلي المدعوم بالتوأم الرقمي التخطيط العمراني في شنغهاي، 2023(5): 4-10.

[9] يي شيويتشين. الخبرات والدروس المستفادة من بناء مدن التوأم الرقمي في الداخل والخارج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والسياسات، 2023، 49(8): 25-30.

[10] وو زهي تشيانغ، جان وي، زانغ وي، وآخرون. مفهوم ونمو مدينة النموذج الذكي (CIM) وتطورها التخطيط العمراني، 2021، 45(4): 106-113.

[11] يانغ تاو، يانغ باوجون، باو تشياولينغ، وآخرون. التوأم الرقمي والمدن الذكية ونموذج معلومات المدينة (CIM): حالة مشروع إدارة BIM في بناء وتخطيط منطقة شيونغ آن الجديدة. البناء الريفي، 2021(2): 34-37.

[12] تشو يو، ليو تشونغ تشينغ. منطق وابتكار بناء مدينة التوأم الرقمي في منطقة شيونغ آن الجديدة دراسات تطور المدن، 2018، 25(10): 60-67. [13] دانغ أن رونغ، وانغ في في، تشو وي، وآخرون. استعراض حول تمكين نموذج المعلومات الحضرية (CIM) لتطوير المدن الذكية الجديدة. المدن الصينية الشهيرة، 2022، 36(1): 40-45.

[14] يانغ جون يان. من التصميم الرقمي إلى التحكم الرقمي: استكشاف النموذج الرابع لتصميم المدن في ويهاي مجلة تخطيط المدن، 2020(2): 109-118.

[15] يانغ باو جون، يانغ تاو، فنغ تشين هوا، وآخرون. منصة التخطيط الرقمي: نموذج جديد لخدمة تصميم وتخطيط المدن المستقبلية. تخطيط المدن، 2022، 46(9): 7-12.

[16] تشنغ دي غاو، لين تشين هووي، وو هاو، وآخرون. إطار العمل لتقنيات التصوير الرقمي لدراسة الفضاء والتنمية المستدامة للمدن. مجلة تخطيط المدن، 2023(6): 32-39.

[17] يانغ تاو، لي جينغ، لي منغ ياو، وآخرون. طريقة التوأمة الرقمية لحماية وإحياء التراث الثقافي التاريخي لمدينة سوتشو. مجلة تخطيط المدن، 2024(1): 82-90. [J].

[18] وو تشي تشيانغ، تشو مي مي، ليو تشي، وآخرون. "التوأمة عبر الأجيال": انعكاس الخصائص الحياتية للمدينة. مجلة تخطيط المدن، 2024(1): 9-17.

[19] تيان يينغ، يانغ تاو، دانغ أن رونغ. منطق بناء مدينة توأم رقمية استناداً إلى تكرار المشاهد في تخطيط المدن شنغهاي، 2023(5): 24-30.

[20] هان تاو، قوه شي. من التوأمة الثقافية إلى التوأمة التكنولوجية ثم التوأمة الرقمية: دراسة منطق التوأمة الرقمية للمدن استناداً إلى وجهة نظر التاريخ الكبير. تخطيط المدن في شنغهاي، 2023(5): 31-35.

[21] وانغ شيوي مي، لي شين، ما مينغ غوي. تقدم الأبحاث في الفضاء المكاني للبيانات السكانية استناداً إلى الاستشعار عن بعد والتطبيقات، 2004(5): 320-327. وتحليل الحالات الدراسية GISبعد و تكنولوجيا الاستشعار عن.

[22] تشنغ إل، وانغ إل، فنغ آر، وآخرون. دمج بيانات الاستشعار عن بعد والبيانات الاجتماعية لإنشاء خرائط سكانية بدقة لمواضيع مختارة في الملاحظات الأرضية والتطبيقات IEEE مجلة. عالية باستخدام شبكة عصبية متعددة النماذج والاستشعار عن بعد، 2021، 14: 5973-5987.

نيو شين يي، لين شي جيه. البيانات الكبيرة المكانية والزمنية في بحوث التخطيط الحضري: تطور التكنولوجيا، قضايا [23]
.مجلة تخطيط المدن، 2022(6): 50-57 .[J] البحث والاتجاهات المستقبلية

.[J] دينغ ليانغ، نيو شين يي، سونغ شياو دونغ. التقدم في أبحاث الفضاء الحضري استناداً إلى بيانات الموقع المحمول [24]
.التخطيط الحضري الدولي، 2015، 30(4): 53-58

لي شينغ يوي، تشين فو لين. دراسة الروابط الحضرية في المدن الصغيرة والمتوسطة باستخدام بيانات إشارات الهواتف [25]
.النقل الحضري، 2020، 18(4): 47-54 .[J] المحمولة

لي فنغ تشينغ، تشاو مين، وو مينغ دي، وآخرون. حول "أداء الفضاء" الهيكلي في المدن الكبرى: دراسة باستخدام [26]
.مجلة تخطيط المدن، 2017(5): 21-32 .[J] في شيامن وبيانات التعداد التقليدية LBS بيانات تصوير

وانغ دي، ليو تشينغ يو، يو شياو تيان، وآخرون. تحليل وجهات النظر الاستراتيجية لحجم السكان في المدن: دراسة [27]
.مجلة تخطيط المدن، 2017(5): 58-65 .[J] حالة في ووهان

لونغ يينغ، تشانغ يو، تشوي تشنغ ين. استخدام بيانات بطاقة المرور لتحليل علاقات العمل والسكن والتنقل في بكين [28]
.المجلة الجغرافية، 2012، 67(10): 1339-1352 .[J]

تِيه بي تي، شينوزاكي م، تشاو إل دبليو، وآخرون. استخدام مساحة الطابق في المباني لتقدير السكان والعمل في مناطق [29]
.علوم الحضر، 2019، 3(1): 12 .[J] المحطات

باستخدام أساليب التقدير الزمني COVID-19 فنغ مينغ شياو، فانغ تشي يانغ، لو شياو شين، وآخرون. تقدير انتشار [30]
مجلة جامعة ووهان (نسخة علوم .[J] في ووهان LBS المكاني على مستوى مناطق التحليل باستخدام بيانات
.المعلومات)، 2020، 45(5): 651-657

ليو شياوكونغ، ليو يونغ وي، كاي في، وآخرون. أسلوب توصية للمؤسسات الطبية الطارئة في المدن بناءً على قابلية [31]
.مجلة علوم الأرض، 2019، 21(9): 1411-1419 .[J] الوصول الزمني المكاني

وسولوفسكي أ، أومايرا وي بي، تاتيم آي جي، وآخرون. قياس تأثير الوصولية على الرعاية الصحية الوقائية في أفريقيا [32]
.علم الأوبئة (كامبريدج، ماس.)، 2015، 26(2): 223 .[J] جنوب الصحراء باستخدام بيانات الهاتف المحمول

شياو تاو، ليو يينغ يينغ، لو غوي بي، وآخرون. أسلوب تكامل بيانات الفضاء السكاني: دراسة حالة من مقاطعة تشياوكو [33]
.دراسة الحضرية الحديثة، 2022، 7(37): 93-99 .[J] في مدينة ووهان

دونغ نان، يانغ شياو هوان، كاي هونغ يان. دراسة أسلوب تكامل بيانات الفضاء السكاني استناداً إلى خصائص الفضاء [34]
.التقدم الجغرافي، 2016، 35(11): 1317-1328 .[J] السكني

تشيو إف، سريدها ران هـ، تشون واي. نموذج الانحدار الذاتي المكاني لتقدير السكان في مستوى الكتل السكانية [35]
:خريطة وعلم المعلومات الجغرافية، 2010، 37(3) .[J] باستخدام بيانات المساحة المبنية المستخلصة من الليدار
239-257.

.[J] أورالز، حسين إي، شان جيه. تحديد خرائط السكان باستخدام الصور الجوية وبيانات نظم المعلومات الجغرافية [36]
.المجلة الدولية للتطبيقات الأرضية ونظم المعلومات الجغرافية، 2011، 13(6): 841-852

باكلا هـ، ليانغ إس، موباشيري آ، وآخرون. تقدير خرائط السكان عالية الدقة باستخدام نقاط الاهتمام في [37]
.المجلة الدولية لعلوم المعلومات الجغرافية، 2014، 28(9): 1940-1963 .[J] OpenStreetMap

:شنغهاي .[D] ليانغ تينغ. تقدير عدد السكان على مستوى المباني باستخدام بيانات الغابات العشوائية وإضاءة الليل [38]
.جامعة شرق الصين العادية، 2019

شانغ إس، دو إس، دو إس، وآخرون. تقدير عدد السكان على مستوى المباني باستخدام بيانات الفضاء متعددة [39]
.مدن، 2021، 111: 103002 .[J] المصادر

[40] جاريدو فالينزويلا إف، كاتس أو، فان كرانيبورغ إس. أين الناس؟ عد الناس في ملايين الصور على مستوى الشوارع [J]. الحاسبات، البيئة، وأنظمة المدن، 2023، 102: 101971. لاستكشاف العلاقة بين كثافة الناس وخصائص المدينة.

[41] لونغ يينغ، زو تشو. أسلوب تصميم المدينة الذاتية التغذية باستخدام الأجهزة الاستشعارية والمنصات الإلكترونية [J]. التخطيط الحضري الدولي، 2018، 33(1): 34-42. وممارساتها.

[42] لي لي، زانغ جينغ، فانغ لي شين. دراسة أسلوب جمع وتحليل بيانات استشعار الواي فاي منخفض الدقة: دراسة حالة [C] // المؤتمر الأكاديمي للمعهد الوطني للتكنولوجيا في العمارة في الصين، 2021. على مستوى الأحياء السكنية.

[43] لي رو بينغ، هه زي تشي، زانغ لين يان، وآخرون. نظام مراقبة حركة المرور باستخدام برامج صغيرة على WeChat [J]. التقنية الإلكترونية والهندسة البرمجية، 2021(8): 68-70. لتتبع تدفق الناس.

[44] كانان بي جي، فينكاتاجيري إس بي، تشان إم سي، وآخرون. العد الجماعي منخفض التكلفة باستخدام النغمات الصوتية [C] // أعمال المؤتمر العاشر لشبكات الاستشعار المدمجة، 2012: 155-168.

[45] تشانغ جون جون، شيه زهي جوانغ، لي جي تشنغ. دراسة حالة لتقنيات إحصاء العدد وكثافة الناس [J]. هندسة الكمبيوتر والعلوم، 2018، 40(2): 282-291.

[46] لي جيا نينغ، زانغ يي بينغ، تانغ جيه، وآخرون. بناء نظام العمل باستخدام الرقمية التوأمية في المدن القاعدية: دراسة [J]. التخطيط الحضري في شنغهاي، 2023(6): 91-97. حالة "المدينة التوأمية الرقمية في هوا مو".

[47] تشين سي. نموذج تحليل التوافق المكاني استنادًا إلى دورة حياة السكان، معلومات الفضاء الجغرافية، 2020، 18(12): 24-26.

[48] الجمعية الوطنية لنواب الشعب في جمهورية الصين الشعبية. قانون مدني لجمهورية الصين الشعبية [S]. 2020-05-28.

[49] الجمعية الوطنية لنواب الشعب في جمهورية الصين الشعبية. قانون أمن البيانات لجمهورية الصين الشعبية [S]. 2021-06-10.

[50] وانغ دي، رن شي يوان. توزيع السكان في مدينة شنغهاي وحركتهم من منظور الحركة اليومية [J]. مجلة تخطيط المدن، 2019(2): 36-43.

[51] تشانغ شانغ وو، يانغ لونغ شو، وانغ دي، وآخرون. تحليل المسارات السياسية لتحسين الهيكل المكاني لمنطقة شنغهاي الكبرى: استنادًا إلى تحليل توزيع السكان [J]. مجلة تخطيط المدن، 2015(6): 12-19.

[52] تشانغ شانغ وو، ليو تشينغ يو، تشانغ هاو. مناقشة حول التخطيط التفصيلي تحت نظام تخطيط الأرض: دراسة حالة [J]. مجلة تخطيط المدن، 2023(4): 12-17.

[53] وو جيانغ، وانغ شين، تشين يي، وآخرون. التحديات في فحص المدن الكبرى وممارسات شنغهاي [J]. مجلة تخطيط المدن، 2022(4): 28-34.

[54] وانغ وي، ليو زيه، لين يوشيان،

[55] الرابط: http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2882.tu.20240110.1523.002.html.