رؤية البيئة المبنية والناس: التصميم الحضري من خلال التصوير الرقمي لسكان المدينة

YANG Junyan, ZHANG Xun, SHI Yi, HUANG Yuyue, CHEN Jiahao

الملخص: جعل التحضر الواسع في الصين مطلب التصميم الحضري المتكرر، أي فهم البيئة المبنية ومستخدميها معا، أكثر أهمية. ويتقدم هذا المطلب بالتوازي مع تقنيات رقمية متعددة، ويمثل خطا رئيسيا في تطور علم التصميم الحضري المعاصر. تستعرض الدراسة التحولات النظرية في التصميم الحضري وفي بحوث السكان الحضريين، وتتتبع الأصول متعددة التخصصات للتصوير السكاني، وتوضح دور الملفات الرقمية للسكان في الاعتراف بالفرد بوصفه فاعلا، وإعادة بناء جماعة الإنسان والمدينة، وربط البيانات الكبيرة والصغيرة. وتعرض مشاريع التخطيط تطبيقات متعددة المقاييس وتحديات تشغيلية، ثم تقترح اتجاهات مستقبلية في التصوير السكاني والتنبؤ الذكي والتصميم الحضري الرقمي من أجل تعايش الإنسان والمدينة.

الكلمات المفتاحية: التصميم الحضري؛ التصوير الرقمي للسكان؛ جماعة الإنسان والمدينة؛ البيانات الضخمة؛ التخطيط المتمحور حول الإنسان

ملاحظة التمويل: برنامج جيانغسو الرئيسي للبحث والتطوير العلمي والتقني، " Technology Demonstration of an Urban Safety Intelligent Management Platform Based on Big Data" (BE2023799)؛ المشروع الرئيسي لقاعدة أبحاث وزارة التعليم لتعزيز الوعي بجماعة الأمة الصينية (21JJDM004)؛ مشروع عام للمؤسسة الوطنية الصينية للعلوم الطبيعية.

1 لماذا نرسم ملفات للسكان الحضريين؟

1.1 مطلب جديد في التصميم الحضري: «رؤية البيئة المبنية والناس»

ركز التصميم الحضري تاريخيا على الشكل المادي. فقد شكلت الجماليات الكلاسيكية، والتناغم بين الإنسان والطبيعة، والنظام المحوري، والهندسة، وضبط الأبعاد، الممارسة الصينية والغربية من كتاب Zhou Li وفيتروفيوس إلى المدينة المحرمة والأكروبول [1]. وواصلت خطط القرن التاسع عشر لبرلين وباريس ومدن أخرى التركيز على الشكل المعماري. ثم كشف التحضر الصناعي حدود هذا النهج المتمحور حول الشيء: فالفوضى واسعة النطاق، والمدن الجديدة الخالية، والازدحام، وتدهور البيئة، وعدم تكافؤ الخدمات، كلها تتطلب تفسير كيفية استخدام الناس المختلفين للفضاء فعليا.

يعزز التحضر المعاصر العلاقة المتبادلة بين الناس والمدن. فالنشاط الإنساني ينتج الفضاء الحضري، بينما تشكل البيئة السلوك والإدراك والفرص والعلاقات الاجتماعية. وقد وسعت دراسات المجتمع الشبكي [2] والمدينة الذكية [3] وتاريخ تقنيات التصميم [4] نطاق التصميم الحضري. وتحتاج الدراسة الآن إلى طرائق تربط الشكل المادي بحاجات الأفراد والجماعات من دون اختزال المستخدمين إلى ساكن متوسط.

1.2 اتجاهات جديدة في بحث «الناس الحضريين»

انتقلت بحوث السكان الحضريين من الفئات الاجتماعية المجمعة إلى الأنماط الدينامية للأفراد والجماعات. وتفسر السوسيولوجيا وتقنيات التعقيد والتخطيط تقسيم العمل والأنظمة التكيفية والرسالة المعاصرة للتخطيط [5-7]. وقد وفر نظام تسجيل الأسر صورة إدارية مبكرة للسكان [8]، بينما تسمح الأساليب الرقمية اليوم بربط السمات الديموغرافية بالنشاط والحركة والعاطفة والتفضيل المكاني [9-12].

2 من صور السكان إلى الملفات الرقمية

2.1 أصول متعددة التخصصات

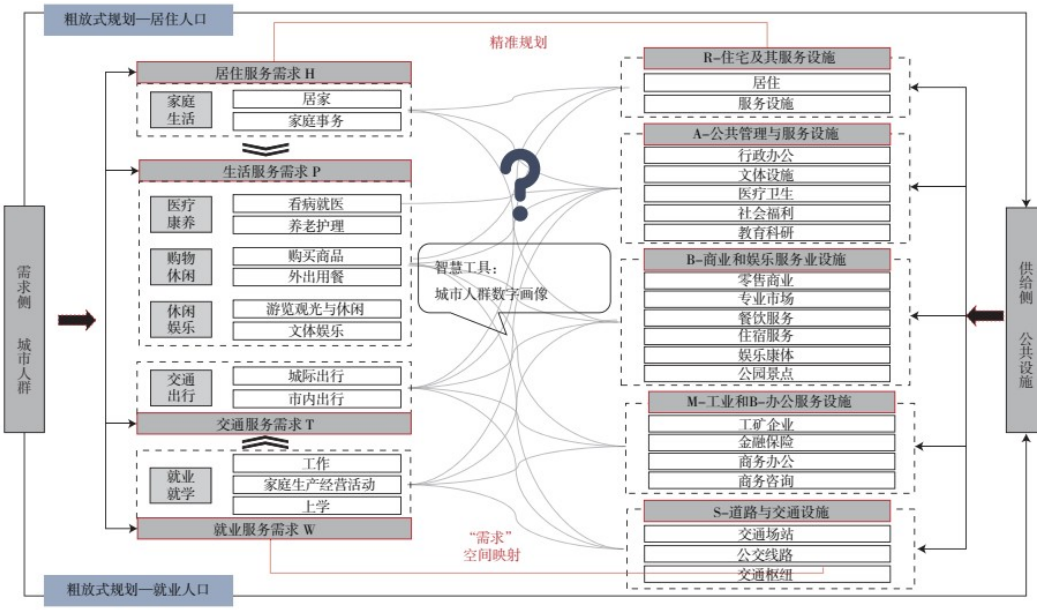
يعتمد تصوير السكان على الديموغرافيا والسوسيولوجيا والجغرافيا وعلم النفس وعلوم السلوك والتخطيط وعلوم الحاسوب. أعادت الثورة المعرفية توجيه الاهتمام إلى الإدراك واتخاذ القرار [13-15]. ثم جمع التحليل الحضري بين المسوح والملاحظة والمقابلات وبيانات التسجيل والنحو المكاني والقياسات البيئية [16-19]. تلتقط كل طريقة علاقة مختلفة بين الناس والمكان، غير أن الدراسات التقليدية تبقى محدودة في حجم العينة والتغطية الزمنية والقدرة على تمثيل السلوك اليومي المتكرر.

2.2 التحول التقني في علم حضري جديد

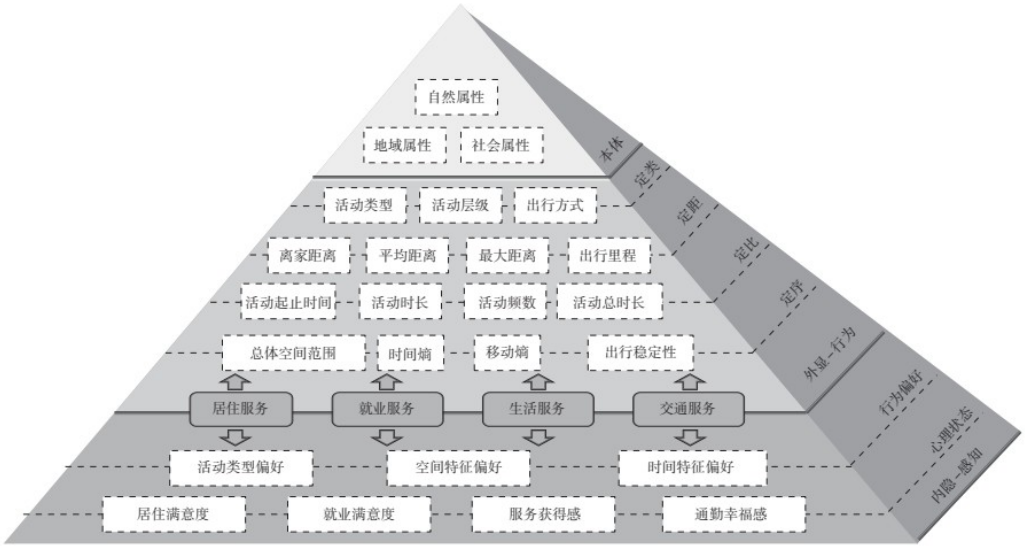
أتاحت بيانات تموضع الهاتف، ونقاط الاهتمام، ووسائل التواصل، والحساسات، والاستشعار عن بعد، وصور الشارع، وسجلات المنصات، مراقبة مستمرة لسكان واسع النطاق. وتبين ممارسات التصميم المعتمد على البيانات كيف يمكن للبيانات الكبيرة دعم أنظمة المشاة وشبكات الفضاء العام [20]. وعندما تجعل الأدوات الجديدة علاقات غير مرئية قابلة للقياس تتغير النماذج العلمية [21]. وفي التصميم الحضري تصف البيانات الضخمة الأبعاد الدينامية والثابتة والصريحة والكامنة للحياة الحضرية [22].

2.3 الملف الرقمي كعدسة لعلاقات الإنسان والمدينة

الملف الرقمي تمثيل منظم لسمات السكان وسلوكهم. وهو يربط السمات الطبيعية والاجتماعية والمجالية بأبعاد النشاط مثل النوع والتكرار والمدة والمسافة والوقت ووسيلة التنقل. وتكمل قياسات الرضا والرفاه والتفضيل السلوك المرصود. ويحدد هذا الإطار الحاجات المتباينة ويترجمها إلى متطلبات مكانية للسكن والعمل والخدمات اليومية والنقل [23-24].



الشكل 1 عناصر العرض والطلب في جماعة «الإنسان والمدينة»



الشكل 2 نظام سمات الملفات الرقمية للسكان

3 الآليات العلمية للتصميم الحضري القائم على الملفات الرقمية

3.1 الاعتراف بالفرد بوصفه فاعلا

يحول التخطيط التقليدي السكان المتباينين إلى إجماليات سكن أو عمل. أما الملفات الرقمية فتبقي فروق الجداول اليومية والوجهات والقدرة على الحركة ومرحلة الحياة والاعتماد على الخدمات. وهي تكشف لماذا تنتج البيئات المتشابهة خبرات مختلفة ولماذا لا تؤدي

الكميات المتساوية من المرافق إلى إتاحة متساوية. وبذلك يمكن للتصميم الحضري الانتقال من توفير عام إلى استجابات مكانية خاصة بالجماعات.

3.2 إعادة بناء «جماعة الإنسان والمدينة»

يتفاعل الناس والفضاء عبر السكن والعمل والخدمات والنقل والترفيه. تربط الملفات الرقمية طلب السكان بكمية المرافق وإتاحتها ومزيجها الوظيفي وترتيبها المكاني. ويشرح التحليل المشترك ما إذا كان نظام العرض الحضري يدعم أنماط الحياة الفعلية ويساعد في تكوين جماعة إنسان ومدينة منظمة ومتبادلة الدعم.

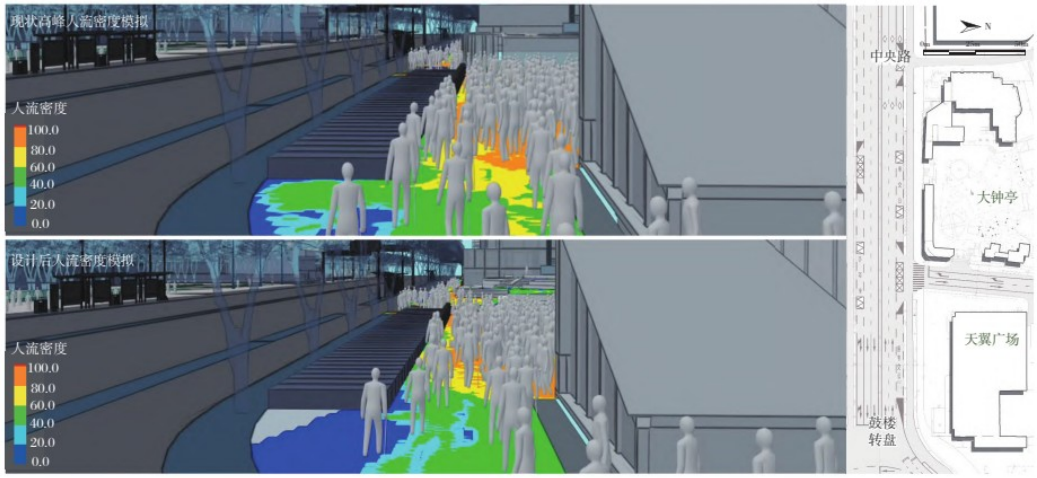
3.3 ربط الملاحظة بالتصميم التكراري من خلال تغذية راجعة بين البيانات الكبيرة والصغيرة

توفر البيانات الكبيرة تغطية واسعة زمنيا ومكانيا، لكنها قد تغفل النيات والسلوك غير الرسمي والفئات الهشة. أما المسوح والمقابلات والملاحظة والتصميم التشاركي فتمنح عمقا مع تغطية أضيق. ويتيح الجمع بينها اكتشاف الأنماط، وتفسيرها نوعيا، وإنتاج التصميم، والمحاكاة، والملاحظة بعد التنفيذ، والتعديل المتجدد [25-28].

4 تطبيقات في التصميم الحضري

4.1 من محاكاة السلوك الدقيقة إلى تصميم الشارع

على مقياس الشارع تجمع الملفات الرقمية أعداد المشاة وأغراض النشاط والمسارات ومدة البقاء والذروات الزمنية. وتقارن المحاكاة بين الوضع القائم والمقترح، وتحدد الاختناقات والحواف غير النشطة، وتختبر كيفية إعادة توزيع الحركة عبر المداخل وعرض الفضاء العام واستخدامات الطابق الأرضي والمعابر ومناطق الانتظار. وقد استخدم مشروع حول برج الطبل في نانجينغ هذه العملية لتحسين توزيع فضاء الشارع.



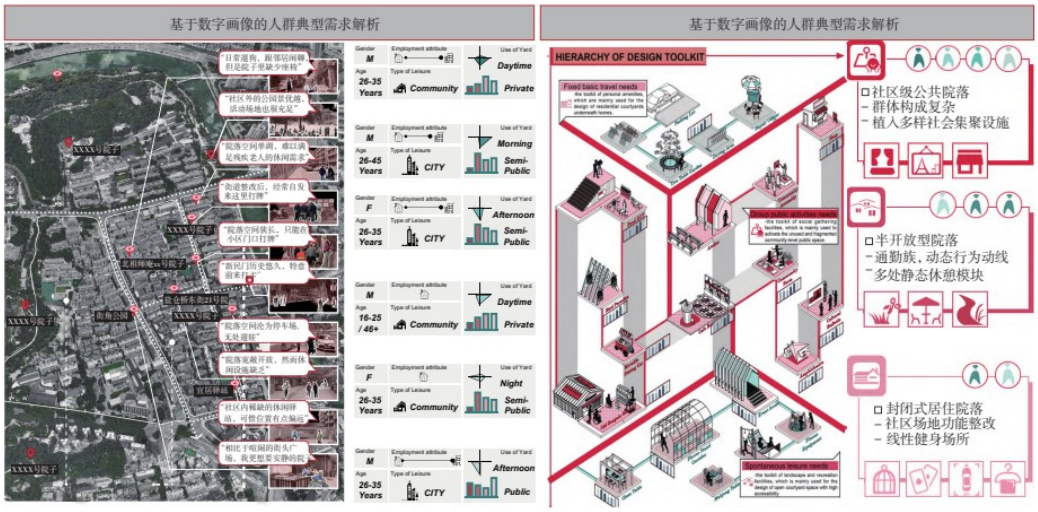
الشكل 3 محاكاة تدفق المشاة على مقياس الشارع قبل التصميم وبعده

4.2 من الحاجات اليومية المتباينة إلى تصميم الحي

على مقياس الحي تميز الملفات العمال والسكان والزوار وكبار السن والأطفال ومستخدمي الخدمات. وتكشف سلاسلهم اليومية متى وأين يلزم الفضاء العام والمرافق التجارية والخدمات المجتمعية وروابط النقل. ويساعد تراكب أنصاف أقطار النشاط مع توزيع المرافق على تحديد الحلقات الناقصة ودعم التصميم بين الأحياء لا في مواقع منفصلة فقط.

4.3 وحدات ساحات مجتمعية وفق حاجات سكانية نموذجية

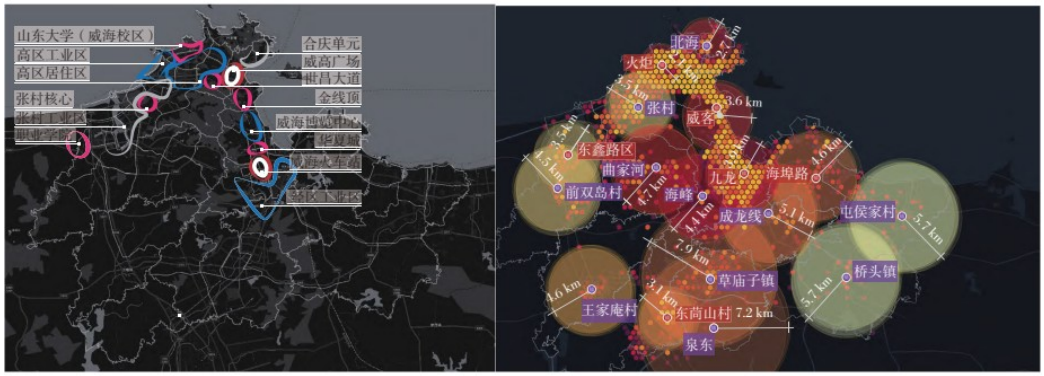
يمكن لمشاريع المجتمع ترجمة الملفات النموذجية إلى تدخلات معيارية. فالساحات العامة المتصلة تدعم أنشطة الجماعة؛ والساحات المفتوحة توفر مسارات حركة متواصلة ومرافق مرنة؛ والساحات المغلقة تحسن الخصوصية والخدمات اليومية. وتوضح الصور الرقمية أي توليفات تناسب حاجات كل جماعة وكل وقت.



الشكل 4 وحدات تصميم الساحات المجتمعية بناء على الملفات الرقمية للسكان

4.4 تفكيك سلوك دائرة الحياة على مقياس المدينة

استخدم مشروع على مستوى المدينة ستة أشهر من بيانات التموضع لنحو مليوني شخص و18,752,065 سجلا يوميا، إضافة إلى بيانات استخدام الأرض ونقاط الاهتمام. وحدد مرتكزات السكن والعمل والترفيه ضمن إطار ثلاثي الأبعاد للزمان والمكان والسلوك. وأنتج تجميع 147 نتيجة أربعة عشر نمطا، وكشف مناطق مختلطة ومتقدمة في السن وضعيفة تجاريا وأحادية الوظيفة، فضلا عن عدم تطابق بين حدود الأحياء والحركة الفعلية.



الشكل 5 تفكيك سلوك دائرة الحياة بناء على الملفات الرقمية للسكان

5 آفاق

5.1 تخصيص مكاني شخصي

ينبغي للتصميم الحضري المستقبلي تنسيق حاجات السكان مع العرض المكاني على مستوى الأفراد والجماعات. ولا يعني التخصيص تصميم فضاء منفصل لكل شخص، بل التعرف على فروق متكررة وإنشاء بيئات قابلة للتكيف مع مسارات حياة وأنماط زمنية متعددة.

5.2 الذكاء الاصطناعي والتطور السريع للملفات

يمكن للنماذج المركبة والأنظمة متعددة الوكلاء والذكاء الاصطناعي توسيع التصوير السكاني وتحسين التنبؤ. وقد تكشف خوارزميات التعلم الآلي علاقات بين سمات الجماعات والفضاء المادي وتحاكي السلوك المستقبلي وتقيم السيناريوهات. وتبقى الشفافية والتحقق والحد من تحيز بيانات المنصات شروطا أساسية.

5.3 تصميم حضري رقمي لتعايش الإنسان والمدينة

يدعم التصوير الرقمي عملية تصميم حضري كاملة من التشخيص والتصميم المشترك إلى التنفيذ والتقييم. فهو يساعد على تفسير المشكلات الحضرية، ومواءمة المرافق مع السلوك، وإنشاء تغذية راجعة بين التغير المكاني والاستجابة الاجتماعية.

المراجع

[1] Wang Jianguo. Four generations of urban-design paradigms from the perspective of rational planning [J]. City Planning Review, 2018, 42(1): 9-19.

[2] Castells M. The Rise of the Network Society [M]. Oxford: Blackwell, 1996.

[3] Batty M, Zhao Yiting, Long Ying. The future smart city [J]. Urban Planning International, 2014, 29(6): 12-30.

[4] Yang Junyan, Zhu Xiao, Shao Dian. A century of urban-design technology through knowledge mapping [J]. Urban Planning Forum, 2021(6): 20-27.

[5] Durkheim E. The Division of Labour in Society [M] // Longhofer W, Winchester D. Social Theory Re-wired. London: Routledge, 2023.

[6] Liu Chuncheng. The Hidden Order of Cities: Urban Applications of Complex Adaptive Systems [M]. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2017.

[7] Shi Nan, Wei Hang. Semantic evolution and the contemporary mission of urban planning [J]. Urban Planning Forum, 2024(5): 18-28.

[8] Song Changbin. History of the Household Registration System in Ancient China [M]. Xi'an: Sanqin Press, 1991.

[9] Chen Zhong. Urban society: civilizational diversity and a community with a shared future [J]. Social Sciences in China, 2017(1): 46-62.

[10] Wang J. The digital presentation of human-oriented urban design [J]. Sustainable Cities and Society, 2023, 97: 104746.

[11] Wu S Z Q, Zhen F, Wu X L, et al. Rethinking and exploring smart-city development [J/OL]. Frontiers of Urban and Rural Planning, 2023, 1: 8.

[12] Ye X Y, Huang T C, Song Y, et al. Geodesign in the era of artificial intelligence [J/OL]. Frontiers of Urban and Rural Planning, 2025, 3(4).

[13] Miller G A. The cognitive revolution: a historical perspective [J]. Trends in Cognitive Sciences, 2003, 7(3): 141-144.

[14] Han Xiaopu, Zhou Tao, Wang Binghong. An adaptive-regulation model of human dynamics [J]. Complex Systems and Complexity Science, 2007(4): 1-5.

[15] Li Qiwei. The cognitive revolution and second-generation cognitive science [J]. Acta Psychologica Sinica, 2008, 40(12): 1306-1327.

[16] Penn A, Shen Yao, Sun Wei, et al. Urban design in a new data environment: interview with Alan Penn [J]. Beijing Planning Review, 2016, 169(4): 178-195.

[17] White M G. The Age of Analysis [M]. New York: New American Library, 1955.

[18] Dalton R C. Space syntax and spatial cognition [J]. World Architecture, 2005, 185(11): 41-45.

[19] Bakry M S, Hamdy M, Mohamed A, et al. Energy-saving potential in open museum spaces [J]. Building and Environment, 2022, 225: 109639.

[20] Cao Zhejing, Long Ying. Data-adaptive urban design: the pedestrian system of Shanghai's Hengfu historic district [J]. Urban Planning Forum, 2017(4): 47-55.

[21] Kuhn T S. The Structure of Scientific Revolutions [M]. Beijing: Peking University Press, 2012.

[22] Yang Junyan, Cao Jun. Dynamic, static, explicit, and latent modes of big-data application in urban design [J]. Urban Planning Forum, 2017(4): 39-46.

[23] Zheng Degao, Lin Chenhui, Wu Hao, et al. Spatial research and digital-profiling framework for sustainable urban development [J]. Urban Planning Forum, 2023(6): 32-39.

[24] Long Ying. Future human settlements driven by disruptive technologies [J]. Architectural Journal, 2020(S1): 34-40.

[25] Calvino I. Invisible Cities [M]. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 1978.

[26] Kuang Xiaoming, Liu Wenbo, Chen Jun, et al. Co-construction and process in shaping spatial order in urban design [J]. Urban Planning Forum, 2024(S1): 95-102.

[27] Tian Baojiang, Niu Xinyi. Urban-design practice supported by big data: public activity networks in the Hengshan-Fuxing historic district [J]. Urban Planning Forum, 2017(2): 78-86.

[28] Wang Jianguo, Yang Junyan. Digital urban-design methods addressing core urban values: Guangzhou [J]. Urban Planning Forum, 2021(4): 10-17.

ترجمة بمساعدة الذكاء الاصطناعي