

размышления о технических путях и ценностных ориентациях модели принятия решений в играх simcity

Ding Meichen, Shen Guoqiang

Аннотация: С момента своего создания городские видеоигры, такие как simcity, стали отличными интегрированными платформами человека-компьютера для моделирования городского развития. Считается, что основные технические пути и ценностные ориентации этих игр соответствуют тем, которые реально принимают городские решения, хотя систематических исследований, подтверждающих это, мало. исследование анализирует результаты моделирования двух репрезентативных игр simcity, simcity и блок-капот, и сравнивает оптимальные решения моделей ввода-вывода для пространственной эффективности и равновесия круговой экономики. исследование показывает, что в одной и той же алгоритмической структуре различные целевые функции и соответствующие факторы приводят к значительным изменениям в структуре и результатах алгоритма. Кроме того, он подробно рассматривает неизбежное использование рациональности инструментов в технических путях и подчеркивает важность ценностной рациональности при принятии городских решений. наконец, исследование рассматривает городское планирование, основанное на новейшем искусственном интеллекте, городские ценностные ориентации, воплощенные в человеческих вмешательствах, уточнение алгоритмов посредством поправок и динамическое участие нескольких заинтересованных сторон. эти элементы направлены на способствовать сотрудничеству человека и машины и модели принятия городских решений, основанной на ценностях

ключевые слова: игры simcity; модели принятия решений; технические алгоритмы; ценностные ориентации; отражения и ответы

1 происхождение исследования

в 1960-х годах данные в человеческом обществе начали взрывно расти. от телеграфов и телевизоров до компьютеров и мобильных телефонов, от текстов и символов до звуков и изображений, все виды информации с постоянно растущей скоростью, громкостью и разнообразием проникают во все пространства жизни граждан, фиксируя цифровой след каждого человека и строя информационный век с перегруженными данными^[1]Си Цзиньпин сталкивается с миллиардами данных каждый день, и способность человека получать и анализировать данные явно не может обрабатывать даже одну десятую тысяч. принятие системы поддержки принятия решений (DSS), предложенной Кейном и др. ^[2]в качестве типичного примера решения по городскому развитию превратились из традиционного человеческого поведения, основанного на интуиции и опыте, в системную модель «человек-машина», основанную на принятии решений по данным^[3]В то время видеоигры только появились и быстро стали популярными во всем мире. Сегодня видеоигры стали одним из важнейших форм развлечений для молодежи сегодня и оказали огромное влияние на экономику, общество и культуру. Джеспер Джул, ученый по теории видеоигр^[4]Си Цзиньпин подчеркнул моделирование в своей книге «Полуреальность»: видеоигры между законами реальности и миром художественной литературы. он считал, что видеоигры — это правила игры и взаимодействие человека с компьютером в имитационном мире. SimCity, впервые созданная Уиллом Райтом в 1989 году, сочетает в себе городские симуляции, принятие решений, симуляции и игровые развлечения. Габер ^[5]Си Цзиньпин использовал simcity при планировании учебных занятий, чтобы студенты поняли, как города работают как система через игру. шахтный и др. ^[6]использовал его, чтобы помочь студентам понять, как настройки

системы принятия решений влияют на городское планирование. Весс Снер^[7]использовали игры городского симуляции для обучения симуляции политологии и Уизели и др.^[8] использовал игры городского моделирования для обучения моделированию в управлении умными городами. ученые, представленные Терзано и др.^[9] Си Цзиньпин обнаружил, что использование имитационных игр повысит энтузиазм и интерес учащихся к планированию обучения. Игры городского моделирования стали превосходной стадией моделирования и обучения для интерактивного принятия решений человеко-компьютером по городскому развитию.

В 2023 году родился chatgpt, который позволил новому поколению AI обеспечить городское планирование и открыть новые возможности и вызовы. Батти^[10], Лонг Ин и другие^[11]предложили парадигму исследования модели крупных городов, основанную на крупномасштабных данных, у Чжицян и др.^[12]Си Цзиньпин предложил развитие города Ай, и данные и алгоритмы становятся все более важными. В настоящее время многие ученые, основанные на данных и основанных на пространственных и экономических математических методах, предлагают различные алгоритмные модели для оценки городского развития в промышленности.^[13] занятость^[14], население^[15], земля^[16], транспорт^[17]и экологическая^[18-19]. В то же время ценностное смещение самих эмпирических данных, а также ценности и идеологические предпочтения техников, указывающих алгоритм, также обеспокоены.^[20-21]Когда применение инструментов I g с в градостроительстве постепенно углубляется до^[22]Вызовы этики и справедливости, социальная ценностная ориентация, лежащая в основе алгоритма, и другие вопросы, которые необходимо срочно изучить^[23]Для большинства людей состав знаний моделей городских принятых решений странный и сложный, а скрытые за ними правила принятия решений и ценностная ориентация абстрактны и трудно обнаружить, особенно в то время, когда информационный взрыв срочно нуждается в различных алгоритмных моделях для длительного вычислительного анализа. никогда не обсуждай технологии и ценности, людей и искусственный интеллект в романах, драмах, фильмах и играх. Сложная с реальностью по сравнению с многочисленными моделями принятия решений в городских моделированных играх модель принятия решений является реальным зеркалом, техническим правилом и ценностным желанием, что усиливает конфликт между формой города, состоянием работы и направлением принятия решений. Игровая технология создала растущий виртуальный симуляционный город, усиливая «драматическое напряжение» при принятии решений, позволяя игрокам столкнуться с влиянием его городского развития. Европейские и американские ученые обычно используют simcity в качестве моделирующей учебной платформы, позволяющей студентам понять влияние решений на городское развитие, но редко размышляют о ценностной ориентации, подразумеваемой игровой моделью на принятие решений пользователями.

время и мир меняются. в некотором смысле на эволюцию городов в основном влияет желание людей или результат игры народов. когда видеоигры сочетаются с городскими системами, ограниченное электронное оборудование обречено на моделирование личных идей тысяч публики, но оно может использовать модель для упрощения сложности. этот процесс упрощения может только отражать текущее мышление людей о городе, и этот процесс неизбежно порождает ряд ценностей и задушает другие возможности развития. настолько, что каждая игровая механика также подразумевает идеологию, которая указывает, как игрок должен смотреть на город. эта статья пытается начать с точки зрения игры моделирования города, изучить основную теорию городского планирования и влияние изменения ценностной ориентации на нее, а также выбрать s i m c i t y и b l o c k o o d в качестве репрезентативной игры, анализировать ценность различных правил принятия решений, чтобы понять и понять будущую модель принятия решений в городе ai с ценностной ориентацией интеллектуального алгоритма и направлять направление мышления кейсов.

2 влияние изменения теории градостроительства на тип игр городского моделирования

2.1 Изменение концепций планирования, обусловленных событиями и мыслями: от систематической рациональности к цифровому интеллекту

2.1.1 Институциональная рациональность и градостроительство

городское планирование и строительство в каждую эпоху тесно связаны с событиями и основными тенденциями мысли на каждом этапе. до 19 века архитекторы и планировщики никогда не переставали исследовать «идеальный город». Будущие городские видения, такие как «садовый город» Ховарда, «сияющий город» Ле Корбюзье, «Бродный город» Райта и «функционализм» Сиама, в основном основаны на концепциях физического планирования и формы. ^[24-25]с реконструкцией западных городов после Второй мировой войны города разных стран с беспрецедентной скоростью и масштабом выросли и расширились до обширных природных и сельских районов. современное городское планирование начало сосредоточиться на городских социальных, экономических целях и пространственном порядке. ^[26] Основываясь на понятии «рациональности» немецких социологов, франкфуртская школа сформировала важный инструмент для объяснения проблем капиталистического общества того времени — инструментальную рациональность, то есть стремление к максимальной эффективности. ^[27]В этом контексте родилась модель рационального комплексного планирования. ^[28] Основная идея этой модели заключается в систематическом сборе различных данных, рациональном и всестороннем анализе, а затем разработке нескольких планов, а затем сравнении, чтобы максимизировать общее благосостояние. это согласуется с научной парадигмой Карла Поппера ^[29]: При планировании должны использоваться логические научные процедуры, планировщики являются нейтральными аналитиками, результаты проверяемые и измеримые. Маклофлин ^[30]Си Цзиньпин поднял его на вершину рациональности и предложил модель рационального планирования, основанную на системном подходе. С тех пор многие эксперты и ученые предложили различные модели принятия решений по городской математике в области экономики, земли, транспорта и промышленности. после теоретической тенденции 1960-х годов Джей В. Форрестер ^[31]Си Цзиньпин, который преподавал динамику систем в Мит, обратил свое внимание на города и предложил модель городской динамики. Непреднамеренно он посадил теоретические семена для рождения городских симуляционных игр.

2.1.2 Гуманизм и цифровой интеллект

разум и вера являются краеугольными камнями западного общества. как только они становятся инструментами достижения целей, процессы научного рационального анализа и расчета отрываются от реальности, рациональность ценностей часто игнорируется и учитывается только цель. ограниченные техникой того времени, при анализе проблем в сложных системах, таких как города, правила оптимизации часто строго и жестко применяются, не учитывая, существует ли «удовлетворительный» критерий, заменяющий «оптимальный» критерий, что также приводит к отчуждению и реализации людей в городском обществе. ^[32]. впоследствии, в 1970-х и 1980-х годах, проникли либерализм и идеи, ориентированные на людей, в доминировании которых доминировал постмодернизм. соответствующие теории планирования, такие как городской маркизм ^[33], городское правосудие ^[34], контекстуализм ^[35] и возрождение

района^[36] Си Цзиньпин последовательно предложили, и социологи и градостроительные работники обратили свое внимание на людей и формирование духовной культуры в городах. В то же время с публикацией таких работ, как « Молчатая весна »^[37] и «пределы роста»^[38] и возникновение все более серьезных городских экологических проблем, таких концепций, как устойчивые города^[39], экологический след^[40] и умный рост^[41] были восприняты серьезно. За 20 лет, прошедших с тех пор, жизнь в гармонии с природой, строительство зеленых, низкоуглеродных, экологических городов и достижение устойчивого развития стали основными ценностями социального развития и продолжают по сей день.

В XXI веке, с процессом глобальной урбанизации и быстрым развитием информационных технологий, города больше не являются изолированными местными социально-экономическими системами, а интегрированы в узлы и центры.^[42] глобальной экономической и культурной сети. Использование компьютеров изменило отношения между людьми и городами, и города, пронизываемые информацией, стали перемещенным и неограниченным пространством. городская жизнь была переопределена, и новая городская наука, основанная на данных^[43-44] Широко используются умные города, города-побратимы и сложные адаптивные системы. В 2021 году^[45] Городская информатика (городская информатика), которая сочетает в себе базовые теории, технологии и приложения городской науки, городских систем и приложений, городского восприятия, городских вычислений и городской инфраструктуры больших данных, привлекла широкое внимание академического сообщества. В 2022 году chatgpt возглавит развитие технологий AI AI во всех областях. Исследование теории города и разрыв городов вселенной из романов, фильмов и игр, они переходят в реальный мир^[46].

2.2 Технологические и ценностные игровые жанры: от симуляции системы до нескольких тем

2.2.1 Системная рациональность и городское моделирование

С 1950-х годов, на примере первых видеоигр *noughts & crosses*, жанры видеоигр были повлияны реальной жизнью, контент был сосредоточен на спорте, стрельбе и других спортивных развлечениях. В 1980-х годах тихо появился новый тип видеоигры, игра богов. Типичным примером является серия цивилизации, разработанная британцем Питером Молиню на основе исторических процессов. главное в том, что сама игра — это бог, который предсказывает результаты действий игроков, но позволяет игрокам иметь свободную волю. Можно понять, что правила игры, данные игровым мейкером, определяют путь развития игры, и независимо от того, как выбирает игрок, конец предсказуем. Исходя из этого, Уилл Райт дал игрокам право устанавливать правила в игре и в 1989 году создал производный тип игры богов — игры богов богов, то есть *simcity*.

согласно статье 2006 года в Нью-Йорке^[47] Уилл Райт, родившийся и выросший в 1960-х годах, был вдохновлен городской динамикой, основанной на рациональности теории городской системы и динамики систем, и игрой жизни, основанной на принципах клеточных автоматов. Уилл Райт нашел идеальное сочетание между реальными городами и видеоиграми. Он применил теорию систем и кибернетику к играм и использовал преимущества компьютерного моделирования для моделирования эволюции городского пространства, вызванной стимулом принятия решений, чтобы игроки могли наиболее интуитивно понятным и быстрым образом ощутить влияние решений на город. игроки становятся богами, которые создают и управляют этим динамично развивающимся городом. В 1989 году запуск *simcity* открыл новую эру городских симуляционных игр^[48] На

самом деле, рождение и развитие игр городского моделирования всегда находились под глубоким влиянием реальных городов и их теории планирования, как показано на рисунке 1. Первая версия simcity представляет собой первый этап разработки игры городского симулятора, а именно создание городских симуляционных моделей. Благодаря теории системной рациональности и технологии компьютерного моделирования игра разбивает город на такие элементы, как здания, инфраструктура, ресурсы и окружающая среда. они похожи на машины, с четким разделением труда и организованы и работают в определенном порядке. как настоящий город, у игры нет конца, нет конкретной истории, только постоянно развивающаяся цель. Игрокам нужно только следовать этой цели и предоставить методы мгновенного планирования на основе различных информационных данных, обратной связи в режиме реального времени в игровом интерфейсе, чтобы управлять и направлять сложную систему города.

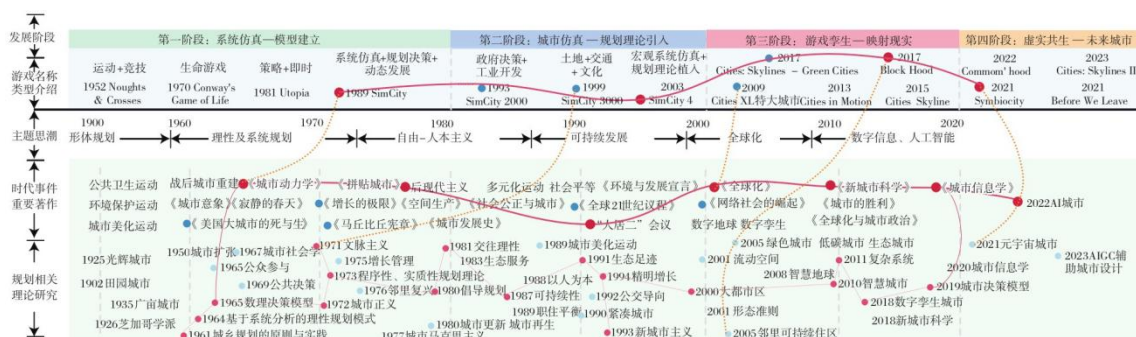


рис. 1 Влияние изменения теории градостроительства на видеоигры по моделированию города

2.2.2 Виртуальная реальность и несколько тем

Второй этап игры по моделированию города заключается в внедрении реальных концепций городского планирования. Чтобы помочь игрокам получить более реалистичный опыт городского планирования в виртуальном городе, simcity2000 в 1993 году добавил модели управления политикой и промышленного развития. В simcity3000 в 1999 году были добавлены такие разделы, как земельные ресурсы, транспортная система и культурное формирование, которые глубоко интегрированы с теориями промышленности, земли, транспорта и культуры, подчеркиваемыми в реальном городском планировании. До 2003 года simcity4 в основном реализовал моделирование городских макросистем сверху вниз и обратную связь с данными концепции планирования снизу вверх, в сочетании с более реалистичным и плавным интерфейсом моделирования — реальной городской средой, рельефом и климатом, и создал одну из знаковых работ игр по моделированию города. с тех пор третий этап городских симуляционных игр начал синхронно расти и размышлять с реальным миром. устойчивое развитие и тенденции глобализации привели к городским формам, таким как городские агломерации и столичные районы. Реальные города, такие как региональное сотрудничество, компактные города, умный рост и автобусная ориентация, не только Си Цзиньпин вызвал новую волну городского развития во всем мире, а также принес новые темы в городские симуляционные игры. например, города xl в 2009 году предоставили игрокам достаточно большую карту для достижения расширения и развития городов, установления торговых обменов между городами и т. д.; города, действующие в 2013 году, сосредоточены на влиянии создания городских сетей общественного транспорта на городское развитие; город: Скайны 2015 года представляют собой сочетание городских трехмерных пространств и транспортных

систем (корабли, самолеты, пути, виадуки и т. д.); город: горизонт — зеленый город и блок в 2017 году. Первый включает концепции зеленого, низкоуглеродного и экологического города в тему игры, а второй включает круговую экономику, выбросы углерода и соседний су.

С развитием цифровой информации и технологий искусственного интеллекта темы игр городского моделирования на четвертом этапе не только разнообразны и открыты, но и демонстрируют мышление о будущем мире и его интеграции с реальной жизнью. например: морозный панк 2018 года сочетает в себе суд судна, стимпанк, экстремальный климат и городское строительство; перед отъездом в 2021 году мы осуществляем городское строительство на дикой планете; коммун Hood 2022 фокусируется на экономическом управлении и будущих вертикальных сообществах; City: Skylines ii в 2023 году представила концепцию открытого мира, подчеркивая создание беспрецедентных городов. Кроме того, в настоящее время изучается внедрение реальных мероприятий, таких как городское создание, социальные развлечения и торговые сделки, в виртуальное городское пространство, а также использование технологии nft + vr для создания метавселенных городов, таких как проект разработки игр « Симбиоцидность » в исследовательском кластере ucl 12. Игры городского симулятора переходят от симуляции и близнецов к виртуально-реальному симбиозу.

3 Игра по моделированию города: ценностная ориентация, основанная на технологическом пути модели ввода-вывода

Игры городского моделирования руководствуются теорией систем городской динамики. они выбирают реальные городские модели для упрощения и используют общие технические пути принятия городских решений в качестве игровых технических правил для реализации моделирования виртуальных городов. Технические пути моделей принятия решений в городах в основном делятся на две категории: макро моделирование сверху вниз и микро моделирование снизу вверх ^[49] Первые в основном представляют собой модели пространственного взаимодействия (модель гравитации, модель теории максимальной энтропии) и модели пространственной экономики (модель рента алонсо, модель дискретного выбора, модель пространственного ввода-вывода и т. Д.), В то время как вторые включают сотовые автоматы (CA) и модели на основе агентов ^[50]. Характерной особенностью модели принятия решений в игре является явление городских данных при работе технических правил. У города, ограниченного правилами, есть неизбежный путь развития, и все, что игрокам нужно сделать, это сделать выбор в бесчисленных узлах. Модель макропространственной экономики сверху вниз — модель пространственного ввода-вывода (модель пространственного ввода-вывода) особенно классична и выдающаяся как модель принятия решений, подразумевающая технические правила в играх городского моделирования. В этой статье используются simcity и block hood в качестве представителей для анализа и объяснения.

3.1 Оптимальное решение доходов и расходов, ориентированных на выгоды

Как показано на рисунке 2, на примере серии simcity игроки могут выполнять строительство зонирования, планировку дорог и модернизацию зданий на операционном уровне, а также использовать различные решения по городскому планированию и управлению для достижения городского развития. Модель принятия решений использует модель расходов и доходов в качестве

технического пути, а ценностная ориентация является оптимальным решением, основанным на выгодах. С точки зрения городского управления логика принятия решений, скрытая за правилами игры, очевидна: использовать природные ресурсы в качестве источника расходов, чтобы максимизировать их экономическую ценность для городского строительства; достижение роста населения и экономического процветания за счет оптимальной конфигурации строительства, такой как функциональная планировка и транспортная сеть; и, наконец, добиться налоговых поступлений, увеличения прибыли и доходов от городского богатства. когда богатство растет, больше денег используется для повышения эффективности расходов на природные ресурсы, строительства крупных городов, сбора большего количества людей, осуществления более масштабной экономической деятельности и сбора растущего богатства, и этот цикл повторяется. Под руководством технических правил simcity оптимальное решение должно быть наиболее выгодным способом, что будет нав целом заставляют игроков развивать крупные города с высокой плотностью. игра, похоже, не имеет четких целей достижения, но тайно дает игрокам определенное направление развития. Самая значительная проблема в этом типе игр заключается в том, что не будет постоянно тратящихся природных ресурсов, не будет постоянного дохода богатства и постоянно развивающихся городов. Это также проблема, с которой большинству игроков приходится сталкиваться на более поздних этапах серии игр simcity. В этом ориентированном на капиталы пространственном пути ввода-вывода ядром решения игрока является городское пространство, то есть комбинация конфигурации жилых, коммерческих и промышленных земель. природное пространство стало объектом пренебрежения и траты. источник дохода, мы

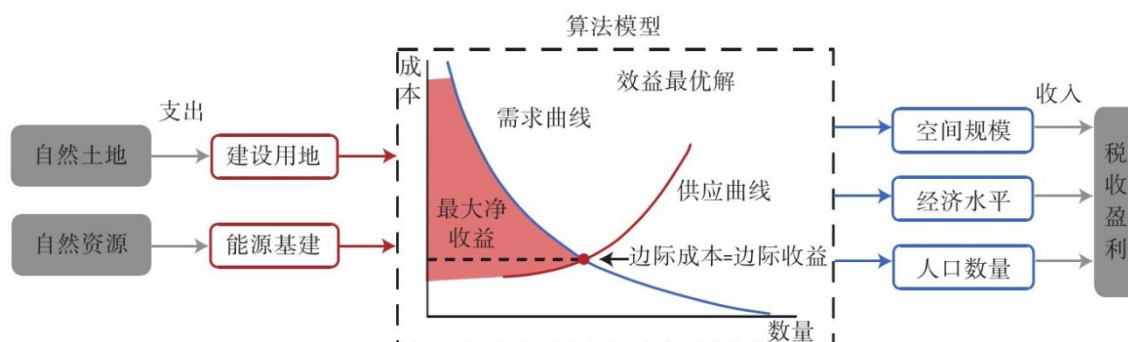


Рисунок 2 путь технологического развития по оптимальному решению модели ввода-вывода

Хотя большинство городских симуляционных игр отличаются темами и фокусами, технический путь их моделей принятия решений и их ценностная ориентация схожи. Например, в городах: горизонтах, в метро происходит разговор между горожанами: «Вы не ездите на автобусе, вы ездите куда-то на автобусе, какое ваше назначение?» «Это пляж». когда единственной ценностью путешествия человека является пункт назначения, сокращение времени поездки на работу становится естественным решением. кажется, что игроки имеют большую свободу принимать различные решения, но на самом деле они направляются к «лучшим или оптимальным» правилам игры. самый быстрый способ добраться до места назначения — лучший способ проектирования транспорта, наиболее прибыльная комбинация зданий —

лучший план функционального зонирования... Мысль о том, что он заботится только о результатах и игнорирует процесс, уже проникает во все уголки игры. разработчики игр непреднамеренно посадили невидимое ценное семя для игровой серии simcity.

3.2 Потребление производства, ориентированное на цикл, является наиболее сбалансированным решением

Возьмем, к примеру, симуляционную игру с капотом блока, запущенную в 2017 году ^[51]Технический путь его модели принятия решений по-прежнему является моделью ввода-вывода, но ее ценностная ориентация основана на решении баланса вывода и потребления в циркулярной экономике. в игровом пространстве больше нет обширной земли, и город может развиваться вертикально только на ограниченной земле. Основным моментом технического пути капота блока является сбалансирование потребностей города и устойчивости окружающей среды, рассматривая город и природу как целую экосистему, каждый компонент принимает то, что ему нужно, и гармонично сосуществует. Как показано на рисунке 3, город в игре в основном состоит из четырех типов пространств: органической среды, производственной среды, построенной среды и общественного пространства. их строительство требует потребления четырех видов ресурсов: ресурсов и энергии, биологического пространства, загрязнения и отходов, а также общественного производства. генерация различных типов пространств потребует нескольких типов ресурсов, а также будет генерировать другие типы ресурсов. например: посадка одной сетки деревьев потребляет 2 сетки чистой воды, но генерирует 1 сетку свежего воздуха; строительство одной сети жилья потребляет 1 сетку свежего воздуха, три сетки электричества и лейсурЕ пространства, но образует 2 сетки рабочей силы и 1 сетка органических отходов; и так далее. они похожи на транзитную станцию, реализующую производство и потребление экологических ресурсов. показатели потребления и производства каждого пространства также будут меняться в зависимости от его типа, масштаба и высоты. Все виды пространственного строительства должны быть построены на основе соответствия показателям потребления, и после завершения строительства они могут увеличить производство по другим соответствующим показателям. каждый тип пространства в игровой модели имеет уникальные функции и влияние на окружающую среду. игрокам необходимо объединить эти блоки вместе, чтобы создать целую экосистему и обратить внимание на взаимодействие между каждым компонентом. если комбинация хорошая, город станет богатым и мирным; Если

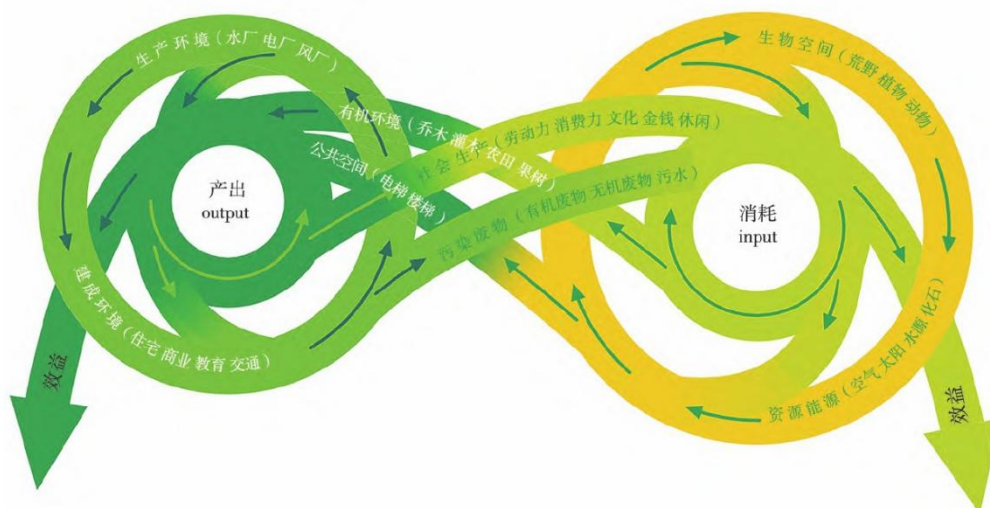


рис. 3 путь технологического развития при оптимальном балансе модель ввода-вывода

на технологическом пути производства и потребления, ориентированном на цикл, модель ввода-вывода ищет сбалансированное решение. во всей экосистеме у любого объекта есть преимущества и недостатки. Что нам нужно подумать, так это о том, как создать циркуляционную и сбалансированную систему, в которой каждый ресурс играет свою роль и обеспечивает сбалансированный краеугольный камень для городского строительства снизу вверх. игроки больше не грабят природу и постоянно решают проблемы, вызванные расширением города, а борются с балансом и развиваются в конфронтации. Хотя темпы развития будут медленными, есть больше факторов, которые необходимо учитывать, и ваши желания не могут быть растрчены по желанию, это стабильное, непрерывное и прогрессивное развитие. На разработчиков игр явно повлияли темы устойчивого развития и глобального городского планирования 1990-х и 2010-х годов, что отражает рациональное возвращение игр с городскими симуляциями к городским ценностям.

4 Модель городских решений: инструмент технического пути и значение различий алгоритмов

хотя модели принятия решений в городах имеют сходства и различия в базовых теориях и методах моделирования, они обычно основаны на функциональных формулах, поддерживаемых экономикой, географией, социологией и статистикой. с помощью модели ввода-вывода, предложенной экономистом Василии Леонтифом в 1930-х годах, она предоставила людям новый способ понять законы экономического поведения с макроперспективы и объяснить пространственное распределение экономической деятельности. теоретическая основа и аналитические инструменты [52]. Основа принятия решений двух городских моделирующих игр основана на модели пространственного ввода-вывода. на одном и том же математическом алгоритме разные целевые функции и дополнительные факторы приведут к значительным различиям в результатах.

4.1 Различия алгоритмов на основе технологического пути модели вход-выход

С точки зрения реальных алгоритмов модели принятия решений в городах, первый предпочитает создавать модель ввода-вывода, основанную на оптимальном решении

пространственных выгод, в то время как второй представляет собой модель ввода-вывода, основанную на равновесном решении круговой экономики. во-первых, модель ввода-вывода оптимального решения с целью пространственных выгод, ядром которой является учет пространственных размеров и транспортных затрат; Другой-это алгоритм сбалансированного решения, основанный на модели ввода-вывода, ориентированной на круговую экономику, который должен учитывать основные принципы круговой экономики: сокращение вводов ресурсов, увеличение переработки и повторного использования и минимизация отходов.

сравнить основные этапы построения и связанные с ними математические выражения двух упрощенных моделей:

(1) определенный символ:

X: матрица общего объема производства, представляющая общий объем производства по каждому региону (или отрасли);

A: матрица коэффициентов прямого потребления, представляющая прямое экономическое взаимодействие между регионами (или отраслями);

Y: матрица конечного спроса, указывающая конечный потребительский спрос в каждом регионе.

дополнительная функция модели оптимизации пространственных выгод:

T: матрица транспортных затрат, представляющая единичную транспортную стоимость между регионами;

S: матрица пространственных преимуществ, указывающая пространственное преимущество или преимущество каждого региона.

дополнительные функции самой равновесной модели круговой экономики:

R: матрица восстановления и повторного использования, в которой r_{ij} представляет собой объем ресурсов, извлекаемых и используемых отраслью i из отрасли j ;

E: матрица воздействия на окружающую среду, которая количественно оценивает воздействие каждой отрасли на окружающую среду.

(2) Модель здания:

базовое уравнение входного выхода: $X = AX + Y$

уравнение оптимального решения для пространственной выгоды: $X = (A + T) X + SY$

уравнение баланса круговой экономики: $X = (A-R) X + Y$

(3) целевая функция:

Максимизация пространственных выгод: максимальный $c^t X$; минимизировать транспортные расходы: мин $t^t X$.

минимизация воздействия на окружающую среду: мин $e^t X$; Максимальная эффективность повторного использования ресурсов: максимальный $r^t X$.

4.2 необходимость инструментальной рациональности и важность ценностной рациональности

на одном и том же техническом пути структура алгоритмов моделей принятия решений в городах изменится из-за различий в дополнительных факторах и целевых функциях. например, модель пространственной выгоды фокусируется на затратах и выгодах, в то время как модель циркулярного баланса фокусируется на переработке ресурсов. разница в ценностной ориентации определяет разница в алгоритмах. при решении целевой функции дополнительные факторы представляют собой фокус расчета решения, а целевой результат по-прежнему является максимальным или минимальным значением. это также показывает, что инструментальная рациональность, представленная целью, всегда существует в моделях принятия решений в городах. концепции инструментальной рациональности и ценностной рациональности были предложены Максом Вебером.^[53] оба являются неразрывными и

важными аспектами человеческого разума. Так называемая инструментальная рациональность относится к тому, являются ли выбранные средства наиболее эффективными, с минимальными затратами и наибольшими выгодами^[54]. Перед лицом природных объектов с объективными законами, таких как изменение климата, преемственность растений и другие прогнозные модели принятия городских решений, они имеют чрезвычайно широкие перспективы применения. Однако при принятии городских решений, в которых доминируют экономические, социальные, политические и другие человеческие факторы, ценностная рациональность, представленная дополнительными факторами, становится чрезвычайно важной. Так называемая «ценностная рациональность» означает, что актер обращает внимание на ценность, которую может представлять само поведение, то есть на то, может ли он достичь социальной справедливости, справедливости, лояльности, чести и т. Д., И даже не заботится о последствиях, а не о результатах выбранного поведения. Инструментальная рациональность направляет человека «как это делать» в процессе понимания и трансформации мира, в то время как ценностная рациональность говорит людям «почему это делать». органическое единство этих двух может эффективно направлять производственную практику, которая отвечает потребностям человека^[55]В повседневной жизни города потребности граждан-это не просто основные инстинкты выживания, как животные, но, что более важно, ценность выживания. аналогичным образом, в процессе городского развития пространственные выгоды и экономические издержки являются не единственными целями. природа, культура и сами люди еще важнее.

5 вдохновение от построения модели принятия решений в городах: сотрудничество человека и машины и ценностное руководство

5.1 Искусственное руководство основными ценностями

наша повседневная городская жизнь может быть сведена к цепочке электронных цифровых следов на техническом пути интеллектуальной модели принятия решений, которая не имеет ничего общего с «настоящим я» людей. На самом деле, простые данные о популярности не могут точно отражать истинную ценность городского опыта. наоборот, благодаря сбору и статистике данных инструкции модели принятия решений будут постепенно разрушаться и доминировать в городской жизни людей. Карл Маркс^[56] Си Цзиньпин отметил, что «технологии, как развитие сущностной силы человека, содержат превосходные качества и ценностные стремления людей. Ценность технологии должна быть объединена с человеческими ценностями и культурными ценностями и в конечном итоге реализовать человеческую свободу». Интеллектуальный алгоритм, лежащий в основе модели принятия городских решений, расширяет возможности городского управления и руководства развитием. Он должен доминировать в целостных ценностных потребностях, использовать технологии и данные в качестве инструментов, определить фундаментальный вопрос «кому обслуживают принятие решений в городе», и заложить прочную основу для основной ценности алгоритма. целостные ценностные потребности состоят из общих характеристик людей, которые в основном проявляются в основной ценностной ориентации, социальной и гуманистической заботе, а также общих социальных интересов и основном консенсусе. Модель принятия решений в городах использует силу алгоритмов для эффективного сбора и визуализации данных о восприятии городов, но алгоритму все еще необходимо улучшить свою способность понимать глубокую социальную психологию людей. Поэтому рекомендуется добавить периодическое руководство человеком в процессе работы и расчета модели принятия решений и определить определенный вес суждения по решениям, принятым интью.неразумный алгоритм. Модель принятия решений в городе должна использоваться в качестве вспомогательного инструмента в процессе городского планирования и управления, чтобы в полной мере использовать субъективность и инициативу людей в нем и отражать

общие ценности общества в форме модели принятия решений между человеком и машиной.

5.2 Надзор и коррекция алгоритмических программ

В игре городского симулятора у нас все еще есть свое суждение и выбор, когда мы сталкиваемся с лучшим и оптимальным выбором, но искусственный интеллект, основанный на алгоритме трансформатора, больше не требует слишком большого человеческого вмешательства, а генерируемые требования к содержанию и эффективности полностью определяются контекстом. Поэтому, как только во время первоначального обучения или онлайн-обучения появится неправильное направление, оно полностью пойдет в «неправильное» направлении и не поворачивается назад. Интеллектуальные алгоритмические модели генерируют решения посредством автономного обучения данных и в приложениях становятся «авторитетом алгоритма», направляющим человеческую практику и определяя подлинность информации. В то же время, поскольку моральная ответственность модели принятия решений в городах децентрализована, алгоритмы и данные в модели несут разные обязанности, и ни один независимый человек не может нести последствия ошибок модели принятия решений. Поэтому, прежде чем существующая модель сможет сформировать сильный уровень интеллекта с самосогласованным познанием и логикой, нам необходимо учитывать механизм надзора и коррекции алгоритмической программы при указании модели и использование данных обучения ее

5.3 Динамическое участие нескольких субъектов

Данные, собранные моделью принятия решений в городах, не имеют полной информационной справедливости, и необходимо учитывать пробелы в данных, вызванные проблемами развития или количества в некоторых регионах или группах. Цель анализа данных состоит в том, чтобы принять решения более всесторонне, но иногда бенефициарами решения являются в основном объекты с данными и объекты с большим количеством данных. Поэтому моделям принятия решений в городах, основанным на данных и алгоритмах, трудно избежать предвзятости и дискриминации в анализе и услугах. с другой стороны, данные в информационную эпоху быстро меняются, и только полный процесс и динамический обмен информацией и принятие решений участниками могут обеспечить полноту анализа принятия решений. Цель сотрудничества человека и машины состоит в том, чтобы достичь инклюзивности и открытости модели принятия решений. Си Цзиньпин рассмотрел возможность создания открытых портов в модели принятия решений, таких как игры городского моделирования, чтобы все виды граждан могли в любое время участвовать в интерактивном общении с моделью принятия решений в городе, чтобы расширить возможности каждого в городском развитии.

6 Выводы

развитие истории иногда похоже на круг. В 1960-х годах концепция сложных систем и модели принятия городских решений была внедрена в городское развитие на основе рационалистической концепции городского планирования. с пробуждением гуманизма и ограничениями технологий об этом долгое время не упоминалось. Быстрое развитие компьютерных технологий и снижение предельной стоимости цифровой информации предоставили отличную сцену и возможность для модели принятия решений в интеллектуальных городах. отрасль находится на подъеме с точки зрения технологического развития, а академическое сообщество изучает модель

принятия решений в интеллектуальных городах. В этом процессе заслуживают внимания продолжение и реконструкция существующего порядка городского планирования алгоритмами, сложное взаимодействие между алгоритмами и людьми и т. Д. Как и в игре с городским симулятором, алгоритмы действительно изменяют будущий город, в котором мы живем, и даже играют важную роль в процессе взаимодействия между людьми и обществом. Мы должны четко осознать необходимость его инструментальной рациональности и важность его ценностной рациональности и даже необходимость совместного использования непрерывно исследуйте модель синергетического симбиоза между людьми и алгоритмическими моделями. но независимо от того, каков конечный результат, мы вступили в эру, когда интеллектуальные алгоритмы достаточно мощны, чтобы привлечь внимание

Ссылки на

- [1] MARCUS A, WANG W T, et al. Design, user experience, and usability: designing interactions[C]. 7th International Conference, DUXU 2018, held as part of HCI International 2018. Las Vegas, NV, USA, 2018.
- [2] KEEN P G, SCOTT MORTON M S. Decision support system: an organizational perspective[M]. Reading, MA: Addison Wesley, 1978.
- [3] MARDANIA,ZAVADSKASEK, KHALIFAH Z, et al. A review of multi- criteria decision-making applications to solve energy management problems: two decades from 1995 to 2015[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017, 71(5): 216-256.
- [4] JESPER J. Half-real:video games between real rules and fictional world[M]. The MIT Press, 2006.
- [5] GABER J. Simulating planning: SimCity as a pedagogical tool[J]. Journal of Planning Education and Research, 2007, 27(2): 113-21.
- [6] MINNERY J, SEARLE G. Toying with the city? using the computer game SimCity4 in planning education[J]. Planning, Practice and Research, 2014,29 (1): 41-55.
- [7] WOESSNER M. Teaching with SimCity: using sophisticated gaming simulations to teach concepts in introductory American government[J]. Political Science & Politics, 2015,48 (2): 358-63.
- [8] WISELID,TANUSETIAWANR, PURNOMO F. Simulation game as a reference to smart city management[C]. Inter- national Conference on Computer Science and Computational Intelligence, 2017,116: 468-475.
- [9] TERZANO K, MORCKEL V. SimCity in the community planning classroom: effects on student knowledge, interests, and perceptions of the discipline of planning[J]. Journal of Planning Education and Re- search, 2017,37(1): 105-95.
- [10] BATTY M. Building a science of cities[J]. Cities, 2012,29:9-16.
- [11] 龙瀛, 吴康, 王江浩, 等. 大模型: 城市和区域研究的新范式[J]. 城市规划学刊, 2014,(6): 52-60.
- [12] 吴志强, 甘惟, 刘朝晖, 等. AI城市: 理论与模型架构[J]. 城市规划学刊, 2022(5): 17-23.
- [13] 方创琳.“中国城镇产业布局分析与决策支持系统”开发研究成果[J]. 地理研究, 2011, 30(4): 770.
- [14] 王亚如. 基于决策树算法的大学生就业预测模型及应用研究[D]. 华中师范大学, 2018.
- [15] 王晓军, 陈惠民, 赵晓月. 我国男女两性老龄人口死亡率联合建模与预测[J]. 统计研究, 2021, 38(10): 151-160.
- [16] LIANG X, GUAN Q F, CLARKE C K, et al. Understanding the drivers of sustain- able land expansion using a patch generating land use simulation (PLUS) model: a case study in

- Wuhan, China[J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2021, 85(1): 101569.
- [17] WANG J, ZHANG J P, XIONG N N, et al. Spatial and temporal variation, simulation and prediction of land use in ecological conservation area of Western Beijing[J]. *Remote Sensing*, 2022, 14(6): 1452.
- [18] WANG H, ZHANG C, YAO X, et al. Scenario simulation of the trade off between ecological land and farmland in black soil region of Northeast China[J]. *Land Use Policy*, 2022, 114(3): 105991.
- [19] GAO L, TAO F, LIU R, et al. Multi-scenario simulation and ecological risk analysis of land use based on the PLUS model: a case study of Nanjing[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2022, 85(10): 104055.
- [20] BABUTA A, OSWALD M. Data analytics and algorithmic bias in policing[M]. Royal United Services Institute for Defence and Security Studies, 2019.
- [21] ENSIGN D, FRIEDLER S A, NEVILLES, et al. Runaway feedback loops in predictive policing. conference on fairness, accountability and transparency[C]. New York City, NY, USA, 2018.
- [22] 甘惟, 吴志强, 王元楷, 等. AIGC辅助城市设计的理论模型建构 [J]. *城市规划学刊*, 2023(2): 12-18.
- [23] HERZOG O, 潘海啸, 邓智团, 等. 新一代人工智能赋能城市规划: 机遇与挑战 [J]. *城市规划学刊*, 2023(4): 1-11.
- [24] 仇保兴. 19 世纪以来西方城市规划理论演变的六次转折[J]. *规划师*, 2003(11): 5-10.
- [25] 张京祥. 西方城市规划思想史纲[M]. 东南大学出版社, 2005.
- [26] 于文波, 刘晓霞, 王竹. 美国城市蔓延之后的规划运动及其启示[J]. *人文地理*, 2004(4): 55-58.
- [27] WEBER M. *Economy and society: an outline of interpretive sociology*[M]. University of California Press, 1978.
- [28] INNES J E, BOOHER D E. A turning point for planning theory? overcoming dividingdiscourses[J]. *Planning Theory*, 2015, 14(2): 195-213.
- [29] 张华夏. 波普尔的证伪主义和进化认识论[J]. *自然辩证法研究*, 2003(3): 10-13.
- [30] MCLOUGHLIN J B. *Urban and regional planning: a systems approach*[M]. London: Faber and Faber, 1969.
- [31] FORRESTER J W. *Urban dynamics*[M]. The MIT Press, 1969.
- [32] 李强, 张鲸. 理性与西方城市规划理论[J]. *城市发展研究*, 2019, 26(4): 17-24.
- [33] KIPFER S. Urbanization, everyday life and the survival of capitalism: Lefebvre, gramsci and the problematic of hegemony [J]. *Capitalism, Nature, Socialism*, 2002, 2(13):117-149.
- [34] HARVEY D. *Social justice and the city* [M]. University of Georgia Press, 2010.
- [35] 孙俊桥. 走向新文脉主义[D]. 重庆大学, 2010.
- [36] RUPP L A, ZIMMERMAN M A, SLY K W, et al. Community - engaged neighbor- hood revitalization and empowerment: busy streets theory in action[J]. *American Journal of Community Psychology*, 2020, 65(1-2): 90-106.
- [37] 蕾切尔·卡逊. 寂静的春天[M]. 吕瑞兰, 李长生, 译. 上海译文出版社, 2007.
- [38] 德内拉·梅多斯, 乔根·兰德斯, 丹尼斯·梅多斯. 增长的极限[M]. 李涛, 王智勇, 译. 机械工业出版社, 2013.
- [39] YIGITCANLAR T, KAMRUZZAMAN M, FOTH M, et al. Can cities become smart without being sustainable? a systematic review of the literature[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2019, 45(2): 348-365.
- [40] DANISH W Z. Investigation of the ecological footprint's driving factors: what we learn from the experience of emerging economies[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2019, 49(8): 101626-101633.
- [41] 唐相龙. “精明增长”研究综述[J]. *城市问题*, 2009(8): 98-102.
- [42] 曼纽尔·卡斯特. 网络社会: 跨文化的视角[M]. 周凯, 译. 社会科学文献出版社, 2009.

- [43] BATTY M, AXHAUSEN K W, GIANNOTTI F, et al. Smart cities of the future[J]. The European Physical Journal Special Topics, 2012, 214(12): 481-518.
- [44] BATTY M. The new science of cities[M]. MIT Press, 2013.
- [45] SHI W Z, GOODCHILD M F, BATTY M, et al. Urban informatics[M]. Singapore: Springer, 2021.
- [46] 邓智团. 元宇宙与城市发展: 逻辑阐释与规划应对[J]. 城市规划学刊, 2022(3): 44-49.
- [47] SEABROOK J. Game master [EB/OL].2006-11-06. <https://www.newyorker.com/magazine/2006/11/06/game-master>
- [48] GAMER_南桥. 城市: 天际线1200W销量的背后, 40年城市模拟营造游戏的重要里程碑和 发 展 史 [EB/OL]. 2022-12-01. https://www.bilibili.com/video/BV1gM411676K/?spm_id_from=333.788.top_right_bar_window_custom_collection.content.click&vd_source=23506254933e35e232600552708ff985
- [49] 万励, 金鹰. 国外应用城市模型发展回顾与新型空间政策模型综述[J]. 城市规划学刊, 2014(1): 81-91.
- [50] 龙瀛, 张雨洋. 城市模型研究展望[J]. 城市与区域规划研究, 2021, 13(1): 1-17.
- [51] SANCHEZ J. Block'hood-developing an architectural simulation video game[C]. Real time - proceedings of the 33rd eCAADe Conference, 2015,(1):88-97.
- [52] ISARD W. Interregional and regional input-output analysis: a model of a space-economy[J]. The Review of Economics and Statistics, 1951,33(4):318-328.
- [53] 王锟. 工具理性和价值理性: 理解韦伯的社会学思想[J]. 甘肃社会科学, 2005(1):120-122.
- [54] 陈振明. 工具理性批判: 从韦伯、卢卡奇到法兰克福学派[J]. 求是学刊, 1996(4): 3-8.
- [55] MURRAY D. A critical analysis of communicative rationality as a theoretical underpinning for collaborative approaches to integrated resource and environmental management[D]. Griffith University, 2006.
- [56] 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局. 马克思恩格斯全集: 第3卷. 1842年11月—1844年8月[M]. 北京: 人民出版社, 1998.

Ссылки:

- [1] MARCUS A., WANG W. T. и др. Дизайн, пользовательский опыт и удобство использования: проектирование взаимодействий [C]. 7-я Международная конференция DUXU 2018, проведенная в рамках HCI International 2018. Лас-Вегас, Невада, США, 2018.
- [2] KEEN P. G., SCOTT MORTON M. S. Система поддержки принятия решений: организационная перспектива [M]. Реддинг, Массачусетс: Addison-Wesley, 1978.
- [3] MARDANIA, ZAVADSKAS E., KHALIFAH Z. и др. Обзор применения многокритериальных методов принятия решений для решения задач управления энергией: два десятилетия с 1995 по 2015 гг. [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017, 71(5): 216-256.
- [4] JESPER J. Half-real: видеоигры между реальными правилами и вымышленным миром [M]. MIT Press, 2006.
- [5] GABER J. Имитационное планирование: SimCity как педагогический инструмент [J]. Journal of Planning Education and Research, 2007, 27(2): 113-121.
- [6] MINNERY J., SEARLE G. Игры с городом? Использование компьютерной игры SimCity 4 в образовательных целях планирования [J]. Planning, Practice and Research, 2014, 29(1): 41-55.
- [7] WOESSNER M. Обучение с SimCity: использование сложных игровых симуляций для преподавания концепций в курсе введения в американское правительство [J]. Political Science & Politics, 2015, 48(2): 358-363.
- [8] WISELID, TANUSETIAWAN R., PURNOMO F. Симуляционная игра как пример для

- управления умным городом [С]. Международная конференция по компьютерным наукам и вычислительному интеллекту, 2017, 116: 468-475.
- [9] TERZANO K., MORCKEL V. SimCity в аудитории для планирования сообщества: влияние на знания, интересы и восприятие дисциплины планирования [J]. *Journal of Planning Education and Research*, 2017, 37(1): 105-195.
- [10] BATTY M. Создание науки о городах [J]. *Cities*, 2012, 29: 9-16.
- [11] Лун Ин, У Кан, Ван Цзянхао и др. Большие модели: новая парадигма исследований городов и регионов [J]. *Journal of Urban Planning*, 2014, (6): 52-60.
- [12] У Чжицян, Гань Вэй, Лю Чаохуэй и др. AI-город: теория и архитектура модели [J]. *Journal of Urban Planning*, 2022, (5): 17-23.
- [13] Фан Чуанлин. Исследование и разработка системы анализа и поддержки принятия решений для «китайского городского промышленного распределения» [J]. *Географические исследования*, 2011, 30(4): 770.
- [14] Ван Яжу. Модель прогнозирования занятости студентов на основе алгоритма дерева решений и её применение [D]. Центрально-Китайский педагогический университет, 2018.
- [15] Ван Сяоцзюнь, Чэнь Хуэйминь, Чжао Сяоюэ. Моделирование и прогнозирование смертности пожилого населения в Китае для обоих полов [J]. *Статистические исследования*, 2021, 38(10): 151-160.
- [16] LIANG X., GUAN Q. F., CLARKE C. K. и др. Понимание факторов устойчивого расширения земель с использованием симуляционной модели использования земель PLUS: случай исследования Уханя, Китай [J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2021, 85(1): 101569.
- [17] WANG J., ZHANG J. P., XIONG N. N. и др. Пространственная и временная вариация, моделирование и прогнозирование использования земель в зоне экологического сохранения Западного Пекина [J]. *Remote Sensing*, 2022, 14(6): 1452.
- [18] WANG H., ZHANG C., YAO X. и др. Симуляция сценариев компромиссов между экологическими и сельскохозяйственными землями в черноземной зоне Северо-Восточного Китая [J]. *Land Use Policy*, 2022, 114(3): 105991.
- [19] GAO L., TAO F., LIU R. и др. Мульти-сценарная симуляция и анализ экологических рисков использования земель на основе модели PLUS: случай исследования Нанкина [J]. *Sustainable Cities and Society*, 2022, 85(10): 104055.
- [20] BABUTA A., OSWALD M. Анализ данных и алгоритмическая предвзятость в полицейской деятельности [M]. Royal United Services Institute for Defence and Security Studies, 2019.
- [21] ENSIGN D., FRIEDLER S. A., NEVILLE S. и др. «Бегущие петли обратной связи» в прогнозировании преступности. Конференция по справедливости, подотчетности и прозрачности [С]. Нью-Йорк, США, 2018.
- [22] Гань Вэй, У Чжицян, Ван Юанькай и др. Теоретическая модель AIGC для поддержки городского проектирования [J]. *Journal of Urban Planning*, 2023, (2): 12-18.
- [23] HERZOG O., Пан Хайсяо, Дэн Чжитуань и др. Новое поколение искусственного интеллекта для поддержки городского планирования: возможности и вызовы [J]. *Journal of Urban Planning*, 2023, (4): 1-11.
- [24] Цю Баосин. Шесть поворотных моментов в теории западного городского планирования с XIX века [J]. *Профессиональный планировщик*, 2003, (11): 5-10.
- [25] Чжан Цзинсян. История западной теории городского планирования [M]. Издательство Юго-Восточного университета, 2005.
- [26] Юй Вэньбо, Лю Сяося, Ван Чжу. Движение за планирование после урбанизации в США и его уроки [J]. *Гуманитарная география*, 2004, (4): 55-58.
- [27] WEBER M. Экономика и общество: очерк интерпретативной социологии [M]. Университет Калифорнии, 1978.

- [28] ИННЕС Дж. Е., БУХЕР Д. Е. Поворотный момент для теории планирования? Преодоление разделяющих дискурсов [J]. *Planning Theory*, 2015, 14(2): 195-213.
- [29] Чжан Хуася. Фальсификационизм и эволюционная эпистемология Поппера [J]. *Исследования диалектики природы*, 2003(3): 10-13.
- [30] МАКЛОУГЛИН Дж. Б. Городское и региональное планирование: системный подход [М]. Лондон: Фабер и Фабер, 1969.
- [31] ФОРРЕСТЕР Дж. У. Динамика города [М]. MIT Press, 1969.
- [32] Ли Цян, Чжан Цзин. Рациональность и западная теория городского планирования [J]. *Исследования городского развития*, 2019, 26(4): 17-24.
- [33] КИПФЕР С. Урбанизация, повседневная жизнь и выживание капитализма: Лефевр, Грамши и проблема гегемонии [J]. *Capitalism, Nature, Socialism*, 2002, 2(13):117-149.
- [34] ХАРВИ Д. Социальная справедливость и город [М]. Университет Джорджии Пресс, 2010.
- [35] Сунь Цзюньцяо. К новой текстуальности [D]. Чунцинский университет, 2010.
- [36] РАПП Л. А., ЗИММЕРМАН М. А., СЛАЙ К. В. и др. Возрождение и расширение прав и возможностей сообщества: теория оживленных улиц в действии [J]. *American Journal of Community Psychology*, 2020, 65(1-2): 90-106.
- [37] Рейчел Карсон. Безмолвная весна [М]. Лю Жуйлань, Ли Чаншэн, пер. Шанхайское издательство переводной литературы, 2007.
- [38] Донелла Медоуз, Йорген Рандерс, Деннис Медоуз. Пределы роста [М]. Ли Тао, Ван Чжюнь, пер. Издательство машиностроения, 2013.
- [39] Йигитджанлар Т., Камруззаман М., Фот М. и др. Могут ли города стать умными, не будучи устойчивыми? Систематический обзор литературы [J]. *Sustainable Cities and Society*, 2019, 45(2): 348-365.
- [40] ДАНИШ В. З. Исследование факторов, влияющих на экологический след: что мы узнаем из опыта развивающихся экономик [J]. *Sustainable Cities and Society*, 2019, 49(8): 101626-101633.
- [41] Тан Сянлун. Обзор исследований «умного роста» [J]. *Проблемы городов*, 2009(8): 98-102.
- [42] Мануэль Кастельс. Сетевая общность: межкультурная перспектива [М]. Чжоу Кай, пер. Издательство социальных наук, 2009.
- [43] Бэтти М., Аксхаузен К. В., Джанноти Ф. и др. Умные города будущего [J]. *The European Physical Journal Special Topics*, 2012, 214(12): 481-518.
- [44] Бэтти М. Новая наука о городах [М]. MIT Press, 2013.
- [45] Ши В. Ч., Гудчайлд М. Ф., Бэтти М. и др. Городская информатика [М]. Сингапур: Springer, 2021.
- [46] Дэн Чжитуан. Метавселенная и городское развитие: логическая интерпретация и подходы к планированию [J]. *Журнал исследований городского планирования*, 2022(3): 44-49.
- [47] СИБРУК Дж. Мастер игры [ЕВ/ОЛ]. 2006-11-06.
<https://www.newyorker.com/magazine/2006/11/06/game-master>
- [48] GAMER_Наньцяо. Города: за кулисами 12 миллионов продаж Cities: Skylines, важная веха и история развития 40-летних симуляторов городского строительства [ЕВ/ОЛ]. 2022-12-01.
https://www.bilibili.com/video/BV1gM411676K/?spm_id_from=333.788.top_right_bar_window_custom_collection.content.click&vd_source=23506254933e35e232600552708ff985
- [49] Ван Ли, Цзин Ин. Обзор развития зарубежных прикладных городских моделей и новых моделей пространственной политики [J]. *Журнал исследований городского планирования*, 2014(1): 81-91.

- [50] Лун Ин, Чжан Юйян. Перспективы исследования городских моделей [J]. Исследования городского и регионального планирования, 2021, 13(1): 1-17.
- [51] Санчес Х. Block'hood — разработка архитектурной симуляционной видеоигры [C]. Real time — Труды 33-й конференции eCAADe, 2015,(1):88-97.
- [52] Айзард У. Межрегиональный и региональный межотраслевой анализ: модель пространственной экономики [J]. The Review of Economics and Statistics, 1951, 33(4):318-328.
- [53] Ван Кунь. Инструментальная рациональность и ценностная рациональность: понимание социологической мысли Вебера [J]. Ганьсу Социальные науки, 2005(1):120-122.
- [54] Чэнь Чжэньмин. Критика инструментальной рациональности: от Вебера и Лукача к Франкфуртской школе [J]. Журнал «Искание истины», 1996(4): 3-8.
- [55] Мюррей Д. Критический анализ коммуникативной рациональности как теоретической основы для совместных подходов к интегрированному управлению ресурсами и окружающей средой [D]. Университет Гриффита, 2006.
- [56] Редакция произведений Маркса, Энгельса, Ленина и Сталина Центрального комитета КПК. Полное собрание сочинений Маркса и Энгельса: том 3. Ноябрь 1842 — август 1844 [M]. Пекин: Народное издательство, 1998.