

Teorie

Města, komplexita a vznikající řád

Michael Batty

^{en}— Cities, Complexity, and Emergent Order

E

Většina měst roste organicky bez plánů směrem zdola v důsledku individuálních i skupinových rozhodnutí o tom, jak a kterým směrem se rozvíjet. Představujeme modely z komplexních věd, jež ilustrují, jak se z této městské kaše vynořují familiární vzorce městské morfologie.

^{en}— *Většina měst roste organicky bez plánů směrem zdola v důsledku individuálních i skupinových rozhodnutí o tom, jak a kterým směrem se rozvíjet. Představujeme modely z komplexních věd, jež ilustrují, jak se z této městské kaše vynořují familiární vzorce městské morfologie.*

Michael Batty

je profesorem plánování na University College London, kde řídí Centrum pokročilé prostorové analýzy (Centre for Advanced Spatial Analysis, CASA). Je průkopníkem využití fraktální geometrie a teorie komplexity pro pochopení a simulaci měst, o nichž píše v knihách *Fractal Cities* (Fraktální města, 1994) a *Cities and Complexity* (Města a komplexita, 2005).

Po celé dvacáté století byla většina měst považována za poněkud disfunkční stereotypy, v nichž je kvalita života ubohá, hustota osídlení příliš vysoká a estetická úroveň vkus postrádající. Když se k tomu přidala ucpaná centra a rozrůstající se periferie, začali se urbanisté snažit o nastolení jasného řádu určujícího jejich velikost a tvar, především užitím nástrojů kontroly shora dolů.¹ V polovině minulého století byla města obecně chápána jako systémy, jejichž formu a strukturu lze přetvořit pomocí centralizovaného plánování podobně, jako je možné řídit fyzicky zkonstruovaný systém na základě kybernetických principů.

Přesto je urbanistická praxe posledních padesáti let obecně považována za katastrofální, neboť plány, které byly realizovány, často vedly k ještě závažnějším problémům, než byly ty, které měly původně zmírnit, nebo dokonce vyřešit. Zkrátka systémový model města spolu se současně vyvinutými plánovacími postupy byly založeny na koncepci měst a jejich správy, která nemá nic společného s tím, jak se města ve skutečnosti vyvíjejí, totiž jako důsledek množství individuálních i kolektivních rozhodnutí vycházejících zdola nahoru. Města rostou organicky jako výsledek milionů rozhodnutí a tváří v tvář této složitosti není překvapivé, že regulace shora dolů má na jejich strukturu jen nepatrný vliv. Města ukazují příklady toho, co Horst Rittel² před čtyřiceti lety nazval „zádnými problémy“: problémy, které mají tendenci odolávat přímému útoku a jasným řešením kvůli

ERA21 - 5 / 2011 - GENERACE MĚST

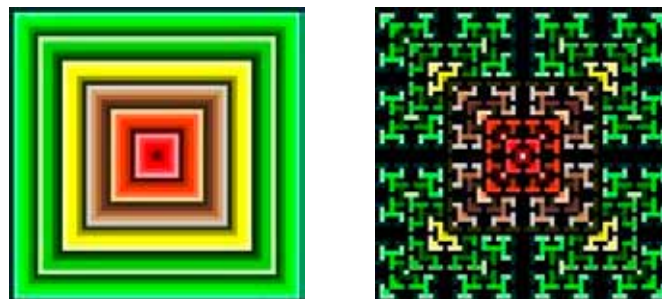
masivním, avšak nepřímým dopadům a důsledkům, jež se projevují v systémech složených z mnoha sítí a vztahů.

Postupem času se vynořil nový model fungování měst. Analogie města jako fyzikálního systému byla nahrazena analogií systému biologického,³ který, jak víme z vlastní zkušenosti, vyrůstá odspodu vzhůru. Takové systémy pracují díky své rozmanitosti a značnému přebytku v jejich jednotlivých částech, který jim dodává odolnosti vůči turbulentním změnám prostředí. Tato proměna ve vnímání problému probíhala souběžně s rozvojem nových přístupů k systémům, které jsou dnes zkoumány pod hlavičkou věd o komplexitě.⁴ Už si nemyslíme, že města jsou v rovnováze, právě naopak – jsou od rovnováhy vzdálena, nacházejí se ve stavu věčné nerovnováhy, která je důsledkem jejich živosti a rozmanitosti. Představa rovnováhy, zásadní při vytváření plánu, je pro způsob, jímž musíme k problémům měst přistupovat, čím dál více nepodstatná, nové přístupy plánování jsou založeny na identifikaci klíčových bodů působení. Spíše než na rozvíjení omezených nástrojů, které po staletí ovládaly plánování měst, se pozornost čím dál více zaměřuje na rozvojové nástroje, jež nám umožňují zasahovat sice méně, ale s mnohem větším účinkem.

Od šedesátých let dvacátého století se vyvíjejí počítačové modely měst, na kterých lze otestovat dopady plánovaného (nebo jakéhokoli jiného) rozvoje na jejich strukturu – nejprve u měst v rovnováze, kde se simulují úhrnné ekonomické a demografické aktivity z hlediska jejich lokace, a pak, pomalu a dosti bolestivě, i u dynamicky se měnících městských struktur, u nichž se zacílení pozornosti postupně tříští a postupuje do většího detailu. Z teorie komplexity vzešly modely, které namísto generování městských struktur shora dolů v časové posloupnosti simulují proměny urbánních struktur v čase umožňující zobrazit změny jak plynulé, tak i nesouvislé. Města se však obvykle nemění plynule. Mezi proměnou zastavěného prostředí a reakcí aktivit na ni vzniká nevyhnutelná prodleva. Životní aktivity se mění ještě rychlejším tempem ve srovnání s městskou infrastrukturou, jejíž jsou sice součástí, která má ale mnohem delší životnost. Pro řešení podobných úkolů simulace byly vytvořeny jednoduché modely měst rostoucích zdola nahoru tak, že rozdělují městskou krajinu na menší buňky, z nichž se výstavba šíří s přihlédnutím na vzájemné vazby libovolných buněk mezi sebou. Modely *buněčných automatů* (BA) formulují rozvojové procesy pomocí jednotných pravidel, která se rovnocenně uplatňují ve všech buňkách, přičemž každá buňka může přecházet z jednoho stavu funkčního využití pozemku do jiného podle toho, v jakém stavu se nacházejí buňky v jejím bezprostředním sousedství. Tyto změny stavu mohou být velmi detailně specifikovány a tak odrážet rozvojový proces od akvizice pozemku, jeho rozvoje, prodeje či nákupu, formy stavební konstrukce až po její konečné obsazení rozličnými ekonomickými a demografickými aktivitami. Tímto způsobem je možné simulovat jednoduché dražební procesy odrážející způsob, jakým fungují trhy s pozemky, jak si ukážeme v následujícím příkladě.

Obr. 1 ukazuje město rastrově uspořádané buněčné krajiny, v níž je zástavba v každé buňce funkcí toho, co se stane v přilehlých buňkách, v takzvaném sousedství. Sousedství mohou mít různou velikost a každá sestava prvků sousedství, které ovlivňují buněčný rozvoj, závisí na právě modelovaných procesech. Nejprve

postavíme model buněčného rozvoje, který je založen na buňce, jež se „zapne“, pokud je nebo již byla zastavěna, a „vypne“, pokud nikdy zastavěná nebyla nebo o zástavbu přišla a vrátila se do nedotčeného stavu. Pokud je jedna *libovolná buňka* v osmibuněčném sousedství okolo jedné konkrétní buňky zastavěná, bude následně zastavěna i buňka v centru sousedství. Pokud zastavíme centrální plochu, povede tento model k pravidelné difuzi buněk kolem dané centrální plochy. Když zpřísníme pravidla tak, že buňka bude zastavěna jen a pouze, pokud se v jednom z nejbližších rohů jejího sousedství nachází *právě jedna buňka* již zastavěná, pak takový proces vygeneruje zdola nahoru mnohem řídkší strukturu, která při růstu vykazuje fraktální podobnost. Pravidlo *libovolné buňky* i *právě jedné buňky* ilustrují obr. 1a a 1b.

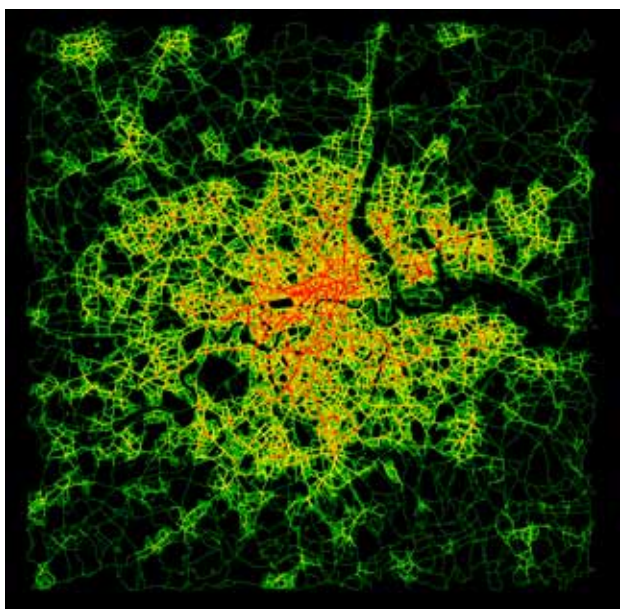
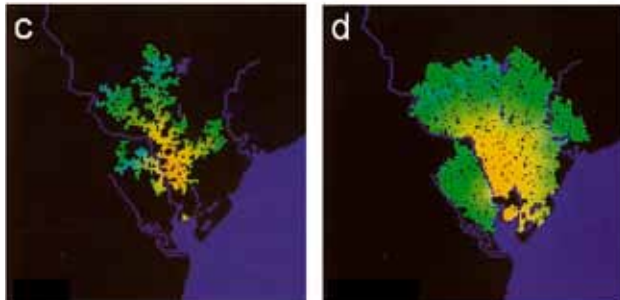
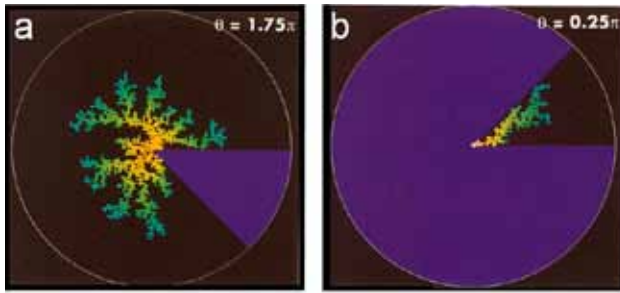


1 Buněčná difuze z centrálního zdroje – například centrální obchodní čtvrtě – uplatňující různá pravidla sousedství: a – na základě zastavění libovolné buňky, b – na základě zastavění právě jedné buňky v rohovém sousedství.

Pravidlo můžeme zmírnit tak, že k zastavění buňky dojde, pokud splňuje pravidlo „libovolné buňky“, ale současně pokud je náhodně zvolená pravděpodobnost jejího rozvoje vyšší než padesát procent. Tak vznikne kruhovitý vzor, který se s postupem simulace zahušťuje. Stále jde o difuzi, ale už není pravidelná, konečné vzory jsou náhodné. Je celkem zřejmé, že tímto způsobem lze při změně pravidel generovat řadu různých druhů morfologie s různými stupni řídkosti nebo hustoty, různé konfigurace nebo geometrie. Rozvinutím pravidel, v nichž se systematicky obměňuje buněčná hustota typického sousedství a pravděpodobnost zástavby, můžeme vytvořit skutečnou „zoologickou zahradu“ forem, jež poskytuje celou škálu možných městu podobných zástaveb s velice rozdílnými podmínkami hustoty.

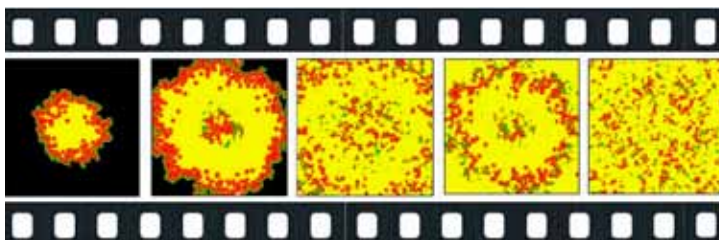
Takové modely vytvářejí různé druhy fraktálních (systémově pravidelných a soběpodobných) útvarů, které můžeme použít k odvození podmínek, při nichž vznikají konkrétní formy měst s různou hustotou osídlení a dostupností. To je podstatné při úvahách o tom, jaký tvar města by mohl být v budoucnosti vhodnější než ty, s nimiž se dnes setkáváme, a zároveň jakých nástrojů je k dosažení podobných (optimalizovaných) forem potřeba. Nejsme ještě ani zdaleka v rovině plánování ani optimalizace, ale jde o důležitý výzkum pro budoucí objevy. Na obr. 2a vidíme, jak lze generování buněčnými automaty využít k vytvoření městu podobných forem (s přihlédnutím k topografii města Cardiff) a na obr. 2b se díváme na rozvoj dopravní sítě na území tzv. Velkého Londýna, který odráží obdobný buněčný růst kolem centra. Řada měst dosahuje stejného tvaru v důsledku rozvoje zdola nahoru, při němž dochází k zaplňování prostoru tak, aby byl každý obyvatel dopravně napojen na město, ale současně měl kolem sebe co největší prostor.

Města samozřejmě nemůžeme chápat čistě jen jako růstové mechanismy. Samy se současně regenerují míšením toho, co zde již existuje. Takové procesy mohou



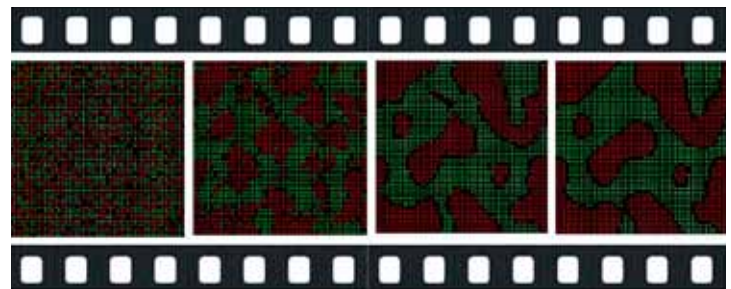
2 Modely buněčného rozvoje a vznikající morfologie v porovnání se skutečnou městskou formou: a – modely buněčného automatu v oblasti Cardiffu v porovnání s rozvojem dopravní sítě ve Velkém Londýně (b).

vést k segregaci, což je emergentní (v čase se vynořující) vznikající fenomén, stejně jako jsou emergentní dendritické struktury na obr. 2. Pokud předpokládáme, že města rostou od svého jádra směrem k periférii nerovnoměrně a že tento proces lze nasimulovat přidáním malého množství šumu do našich modelů buněčných automatů z obr. 1, pak po uplynutí nějaké doby se cyklus rozvoje začíná opakovat. Pokud rozvoj dále probíhá s podobným množstvím šumu, je vzniklá struktura zástavby kompletně promíšená co do data či roku jejího vzniku. To můžeme v časovém sledu pozorovat na obr. 3. Z počátečních poměrně pravidelných prstenců nové zástavby se s růstem města a s vlnami postupné regenerace dospívá k promíšení stáří výstavby.



3 Postupný difuzní růst kolem centrálního jádra a neustálé míšení v důsledku rozdílné postupné regenerace.

Je to pravý opak segregáčního procesu, v němž se v rámci zpočátku zcela promíšeného vzorce začínou postupně jednotlivé buňky přemísťovat podle preference sousedství s dalšími podobnými buňkami. Představte si skupinu obyvatel rozdělených mezi červené a zelené buňky. Červené buňky lehce upřednostňují bydlení poblíž jiných červených buněk a zelené to samé. Tuto lehkou preferenci definujeme následovně. Pokud se červená buňka ocitne řekněme mezi pěti zelenými buňkami a třemi červenými, snaží se přesunout pokud možno k jiné buňce, jejíž sousedé jsou více červení než zelení. Obdobný rozhodovací proces probíhá u zelených buněk. V tomto modelu, původně definovaném Thomasem Schellingem⁵ v roce 1969, žijí jedinci celkem spokojeně se stejným počtem rozdílných sousedů, ale jakmile začne jedna skupina převažovat, začnou si hledat jiné místo. V tomto modelu dojde k tomu, že ačkoli je vůle ke stěhování v případě početní převahy odlišné skupiny sousedů jen slabá, konečný vzorec se stává značně segregovaným. Jde o klasický příklad emergence iniciované odspodu, kde nic z pravidel pohybu v malém měřítku nenaznačuje podobu výsledku v měřítku velkém, jak ilustruje obr. 4.



4 Postup segregace s pomocí Schellingova modelu, v němž se jednotliví činitelé pohybují za účelem nalezení míst obklopených minimálně stejným počtem členů jejich vlastní skupiny jako členů skupin ostatních.

Komplexní morfologie jako města vznikají směrem zdola nahoru. Vzorce, které jsme si představili, nejsou nijak vynucovány shora; stručně řečeno, městské formy jako tyto nejsou plánované, ale jsou výsledkem řady rozhodnutí, která se hromadí a proudí napříč časem, podléhající neustálé regeneraci a obnově v souvislosti s tím, jak se neustále mění podmínky rozvoje. Města jsou příkladem komplexních systémů *par excellence* a rozvoj teorie komplexity na tomto poli pomáhá zdůrazňovat potřebu přemýšlet o jejich plánování úplně jiným způsobem, než se činilo dosud. ▲

Překlad z angličtiny: Tereza Fendrychová
Grafické zvýraznění v textu: redakce

1 Michael Batty: „The Size, Scale, and Shape of Cities“. In: *Science*, č. 319, (5864), 2008. s. 769–771.

2 Horst Rittel: „Dilemmas in a General Theory of Planning“. *Panel on Policy Sciences*, American Association for the Advancement of Science, č. 4, 1969, s. 155–169.

3 Herbert Simon: „Can There Be a Science of Complex Systems?“. In: Yaneer Bar-Yam (ed.): *Unifying Themes in Complex Systems*. Cambridge MA, 1999, s. 3–14.

4 Michael Batty: *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. Cambridge MA 2005.

5 Thomas Schelling: „Models of Segregation“. In: *American Economic Review*. Papers and Proceedings, 1969, č. 59 (3), s. 488–93.