

# 假如核弹在身旁爆炸……

## 模拟人工社会帮规划者应对突发事件

5月的一个星期一上午11:15,一辆看似普通的货车驶进了美国华盛顿市中心的第16街和K街交汇处,就在白宫北边的几个街区。在车里,自杀式炸弹袭击者打开了一个开关。

当核弹爆炸后,整个城市街区瞬间化为乌有,方圆一英里内的建筑物全被摧毁,数十万人在废墟中死亡或垂死挣扎。一种电磁脉冲使5公里内的手机发生爆炸,整个城市的电网停电。风把炸弹产生的蘑菇云变成了放射性尘埃,并向东蔓延到马里兰州的郊区。

路上很快就挤满了人,有些人试图逃离,但更多的人在寻找失踪的家庭成员或寻求医疗帮助。

### 灾难模拟

当然,这一切都是虚构的,但却有着严肃的目的。这个被称为国家计划情景1(NPS1)的核攻击故事线起源于20世纪50年代,是为美国国家安全官员和应急管理人員在面面对真实事件之前测试他们的反应计划的一种安全途径。

60年后的今天,官员仍在反思发生核灾难的后果。直到现在,他们还没有固定的故事线和预测,而是仅仅用计算机来“假设”一个完整的人工社会——一种基于主体的高级计算机模拟。

今天的NPS1模型包括了对受炸弹影响地区的每栋建筑的数字模拟,以及道路、电线、医院,甚至是发射塔。该模型包括天气数据,以模拟放射性尘埃流。这个场景是由大约73万个个体组成——从统计上看,在年龄、性别和职业等因素上,与受影响地区的真实人口完全相同。每个个体都是一个独立的子程序,能通过切换多种行为模式,以合理的人类方式响应其他个体和不断演变的灾难。

这种模式的目的是避免用固定的方程式描述人事务。事实上,诸如金融崩溃或疾病传播等事件的影响从底层开始,通过许多人的相互作用,产生了现实世界的丰富和自发的行为,而这很难模拟。

而这种细节正是应急管理人员所需要的,弗吉尼亚理工学院生物复杂性研究所所长、计算机科学家Christopher Barrett说。该研究所为政府开发了NPS1模型。例如,NPS1模型可以提醒管理者,一个电源故障点X可能导致意外交通阻塞点Y;如果他们决定在凌晨部署移动发射塔恢复通信,NPS1可以告诉他们有多少平民涌向道路。“基于主体的模型是如何将所有这些部分整理出来,并观察它们之间的相互作用。”Barrett说。

缺点是,像NPS1这样的模型往往十分巨大,迫使参与个体相对简单。“个体的复杂性和模拟的规模之间存在着根本性的权衡。”国防高级研究项目局项目经理Jonathan Pfautz说。

### 基于主体的模型

但是随着计算机越来越强大,在经济、交通、公共卫生和城市规划等诸多领域,越来越多的决策者正在认真对待基于主体的模型。“它们是最灵活、最详细的模型。”佛罗里达大学流行病学专家Ira Longini说,“这使得其在理解和指导政策方面是最有效的。”



美国国家计划情景1模拟核攻击。

基于主体的建模至少可以追溯到20世纪40年代,当时像图灵这样的计算机先驱们尝试了本地交互软件,模拟物理学和生物学的复杂行为。但目前的发展浪潮是上世纪90年代中期才开始发展起来的。

一个早期成功案例是由弗吉尼亚州乔治梅森大学经济学家Robert Axtell和纽约大学Joshua Epstein共同开发的“糖城”。因为他们的目标是在普通台式电脑上模拟社会现象,于是将基于主体的模型简化:一组简单的主体,在网格中移动以寻找“糖”——一种类似于食物的资源,在某些地方很丰富,而在其他地方则很少见。尽管很简单,这个模型却产生了令人惊讶的复杂群体行为,如迁徙、战斗和邻里隔离等。

另一个里程碑是20世纪90年代的交通分析和模拟系统,这是一个由Barrett等人在洛斯阿拉莫斯国家实验室开发的基于主体的交通模型。与传统交通模型不同,它使用方程式描述移动车辆作为一种流体,并将每辆车和司机都建模为一个通过城市道路网络的主体。这个模拟实验包括了汽车、卡车和公共汽车,并由具有现实年龄、能力和目的地的人驾驶。当应用到实际城市的道路网络时,该系统在预测交通拥堵和地方污染水平方面好于传统模式。

流行病学家也在经历类似转变。在过去1个世纪里,他们用一组相对简单的方程式评估疾病暴发,这些方程式将人分为几个类别——如易感、传染性和免疫,并且假定完美混合,这意味着受影响地区的每个人都与其他所有人保持联系。这些基于方程式的模型仍然广泛使用。

但是,流行病学家越来越多地求助于基于主体的模型,包括那些方程式忽略的因素,如地

理、交通网络、家庭结构和行为变化——所有这些因素都能强烈影响疾病传播的方式。

例如,在2014年西非埃博拉疫情期间,弗吉尼亚理工学院使用了这种模型,帮助美国军方确定战地医院的地点。规划者需要知道当移动设备最终到达时,最高的感染率会是多少,病人在该地区道路上移动速度有多快、距离多远等。

在经济学中,基于主体模型是一个理解全球贫困的强大工具。世界银行经济学家Stephane Hallegatte说,如果你分析的是标准度量,如国内生产总值和总收入,那么在大多数国家,你只能看到富人:穷人钱很少,他们几乎没有登记。

为了得出更好结论,Hallegatte和同事正在研究单个家庭。该团队建立了一个包括全球140万个家庭的模型,并研究了气候变化和灾难如何影响健康、粮食安全和劳动生产率。该模型能估计风暴或干旱会如何影响作物产量和市场价格,或者地震如何通过摧毁汽车、道路甚至工厂削弱工人收入。

这个模型显示了一些显而易见的事实:穷人比富人更容易受到灾难和气候变化的影响。但是Hallegatte团队还看到了其他变化。例如,如果一个特定国家的穷人大多是农民,那么当全球粮食价格上涨时,他们实际上可能受益于气候变化。但是,如果这个国家的穷人大部分都挤进了城市,那么粮食价格上涨可能会造成严重伤害。

### 更容易、更方便

如果相关模型建模者选择一个优先级,那就是让模拟更容易构建、运行和使用。

例如,Epstein设想了一个国家中心,在那里,决策者可以访问他所谓的剧本,这里有每个大城市的数字档案,每一个潜在的危险都有预先计算的模型。“然后,如果真的发生了什么事情,比如毒烟弥漫。”他说,“我们可以挑选出最匹配的模型,并进行接近实时计算,比如适当的庇护所和疏散的最佳组合。”

在弗吉尼亚理工学院,计算机科学家Madhav Marathe也在思考同样的问题。他说,当一场五级飓风正在减弱时,像圣胡安市长这样的人不能等1周时间才在这场风暴可能对波多黎各电网造成的影响进行分析。他说,她需要的是可操作的信息,“这意味着需要一个简单的模型,在很短的时间内提供非常复杂的分析”。

Marathe称其为“基于主体的建模服务”。他的实验室在过去4年里一直在开发和测试一种基于网络的工具,让公共卫生官员进行大流行病模拟,并进行假设分析,而无须雇佣程序员。只需点击几下鼠标,用户就可以指定关键变量,比如感兴趣的区域以及疾病类型。然后,使用该工具的内置地图和图表,用户可以观看模拟过程,并看到他们提出的治疗方案的效果。

尽管它是专门针对流行病的,但该工具的基础地理模型和合成人群是通用的,它们可以应用于其他类型的灾难,如化学品溢出、飓风和电力网络级联故障。最终,Marathe说:“我们希望将这些模型应用在个性化的服务中——为你、你的家庭或你的城市服务。”

或者,正如Barrett所说,“如果我今天送Jimm去上学,他感染寨卡的概率是多少?我们能像用谷歌地图一样使用这些工具。”

(张章编译)

# 当真蟾蜍遇到假蛤蟆

## 3D打印助力生物学野外研究



图片来源:ALEXMUSTARD

且观察野生雌性蟾蜍会选择哪一只。短暂的繁殖窗口意味着时间很紧张。Mennill介绍说,该团队已经到了哥斯达黎加的野外。“坐在那里盯着天空,然后等待第一场降雨的到来。”

而在加拿大,卡尔顿大学生物学家Grégoire Bulté正利用3D打印回答一个困扰了他十多年的问题。Bulté研究的是北部地图龟。这种龟雌性的身长可达雄性的两倍。Bulté想知道,雌性龟是否可能被体型较大的雄性吸引。但这种乌龟易受惊吓的特质以及在湖底交配的事实,使

对它们的观察变得非常棘手。

Bulté团队打印了两个除大小外其他所有方面都相同的雌性龟3D模型,并将它们放置在湖床上相隔1米的地方。同时,他们支起摄像机,以记录野生雌性龟作出何种反应。正如预测的那样,雌性龟试图更加频繁地同较大模型交配。研究人员在日前出版的《动物行为》杂志上报告了这一发现。Bulté表示,在此类研究中利用活体动物会引入一系列很难控制的其他变量。例如,其中一只动物可能同雄性存在“血缘”

### 科学线人

全球科技政策新闻与解析

## 美转基因家畜监管存在分歧



图片来源:USDA/SCOTT BAUER

如果美国两个联邦机构能够达成一致意见,一种每年导致数百万头猪死亡的疾病可能很快就会消失。

猪繁殖与呼吸综合征病毒是科学家相信能依靠转基因技术攻克的最新案例之一,而它也被卷入美国农业部(USDA)和食品药品监督管理局(FDA)的争论中。两家机构就谁批准和多快批准这项技术存在分歧。一方是FDA局长Scott Gottlieb——他的机构负责监管转基因食物。另一方是USDA部长Sonny Perdue,敦促尽快批准生物技术,以阻止动物疾病和帮助奶牛产更多牛奶等。

“我认为Gottlieb和我就FDA的职责存在分歧。”Perdue在美国众议院农业拨款小组委员会听证会上说。

Perdue说,他担心FDA对转基因动物的监管可能会抑制创新,并减慢那些不使用药物或激素就有更高生产力或能抵抗疾病的动物的引进。他认为,基因编辑等新技术扩大了植物育种工具库,它们可以更快、更精准地培育出农作物新性状,可能在育种方面节约数年甚至数十年时间。

而FDA指导草案表示,这些牲畜进入食品供应和海运前,必须先进行授权。

对猪瘟病毒的研究是美英两家公司的一个为期4年的研究项目。据两家公司称,科学家可以让猪体内的单个基因失活,从而停止生产这种病毒所需的蛋白质。与通常所说的转基因作物需要转入外源遗传物质有所不同,该基因编辑使用CRISPR—Cas9或锌指核酸酶等技术对动物基因进行编辑,不涉及外源DNA。

但生物技术倡导者表示,监管当局可能会对还未达到转基因标准的方法施加太多限制。生物技术创新组织发言人Karen Batra说:“这里有很多困惑,要弄清楚需要花费大量时间。”

美国现行法律规定,只有由细菌等植物病原体或其DNA构建的转基因作物才会被认定为“管制作物”。上个月,USDA曾发表声明,表示不会对使用一些新技术育种的农作物进行监管,其中包括基因编辑技术。Perdue提出,根据USDA生物技术法规,只要这些新技术没有利用植物害虫,该部现在不会,也没有计划对使用这些新技术培育的农作物进行监管。(张章)

## 美宇航局迎来新局长



Jim Bridenstine

图片来源:NASA

总统唐纳德·特朗普领导的政府正将美国宇航局(NASA)的目标指向月球,现在该机构迎来新领导者。近日,美国参议院以50票对49票的微弱优势批准共和党众议员Jim Bridenstine担任NASA局长,接任即将退休的代理局长Robert Lightfoot。

与NASA众多前任局长不同,Bridenstine没有科研工作背景,但他是特朗普的坚定支持者。出生于1975年的他,曾在伊拉克和阿富汗执行战斗任务,2012年被选为众议员,目前是众议院军事委员会以及科学、空间与技术委员会的成员。他曾推动通过《美国太空复兴法案》,建议大力推进美国太空计划。

Bridenstine一直希望能领导这个价值207亿美元的机构,他希望通过立法影响其发展方向。不过,特朗普去年9月提名Bridenstine担任NASA局长,但7个多月后才以1票优势获得参议院批准。特别是,他面临民主党的强烈反对,反对理由之一是他曾否认气候变化是人类活动导致的,而部分NASA科学家则在从事气候变化研究。

此外,Marco Rubio和John McCain等共和党参议员也表示反对。Bridenstine曾于2017年9月和11月两次通过参议院商业、科学和交通委员会的批准,但Rubio阻挠其进入参议院确认程序。

Rubio在接受媒体采访时说,这个对国民经济至关重要的机构将迎来令人“目瞪口呆”的领导者。他认为Bridenstine是航天界的外行,在新的太空探索计划即将上马的关键时期不能胜任这一职位。民主党参议员Bill Nelson也发表声明指出,白宫需要一名专业人士执掌NASA。

当选NASA局长后,Bridenstine表示,得到美国参议院批准是一种荣耀。他盼望与NASA出色的团队一起工作,实现特朗普对于太空的愿景。Lightfoot对Bridenstine担任局长表示欢迎。

目前,NASA 2019年总预算接近199亿美元,其中约46亿美元用于深空探索系统开发。但该机原定今年10月发射的詹姆斯·韦伯太空望远镜,也因组件整合时间超出预期,决定延迟至2019年升空。此外,争议最大的是NASA取消了广域红外线探测望远镜的发射计划,该望远镜可用来发现暗能量和系外行星,被誉为下一代太空望远镜。(唐一尘)