



另一方面，近几个世纪以来，城市化的脚步在世界各地逐步加快，而全世界的人口仅居住在约0.4%的地球表面积上。本已经资源紧张的地球，正面临着因城市规模不断扩大和人口增加带来的巨大压力。各种能耗、污染、环境和交通等关系到人类生存的问题已逐步显露。如何妥善解决诸多问题并为人类提供更好的城市生活已经变得迫在眉睫。

在这样的场景下，城市计算的概念被提出并很快受到了极大的关注。在这个概念中，城市里的任意传感器、道路、房屋、车辆和人都可作为一个计算单元来协同完成一个城市级别的计算（不仅仅在一条道路上或者一栋楼房里）。通过城市感知、数据挖掘、智能提取和服务提供这四个主要环节来建立一个生态循环系统，以产生一个双赢的结果。即，为城市里的人提供更美好的城市生活，同时也让城市变得更加绿色和智能，提升整个城市的环境。



图 2 城市计算的关键环节

近几年来，涌现了一些有代表性的前期研究工作。比如，利用上万辆装有 GPS 传感器的出租车来感知整个城市的交通流量和人们的移动规律（如图 3 所示）。具体应用包括：整个城市级别的交通流量预测，并为驾车人员设计实际快速可行的行车线路；或为乘客推荐有可能找到空载出租车的打车地点；或实时检测一些异常事件（如道路坍塌、临时交通管制和大型集会等），以便提前预警或及时处置。通过对长期数据的分析，还可以发现城市规划中存在的不足，并从一定程度上验证已经实施规划的有效性。在一些城市（如哥本哈根），研究人员通过在自行车上安装传感器来探知城市中不同地方的空气质量和温度，并利用手机将这些数据共享给信息中心或自己的朋友。在新加坡，研究人员利用人们的手机信号来探知城市里的人流、热点地区和异常事件等。以上这些事例同时用到了车、手机、各种传感器、道路和兴趣点等多种计算单元及其产生的数据，产生的结果也反映了整个城市的韵律和动态。

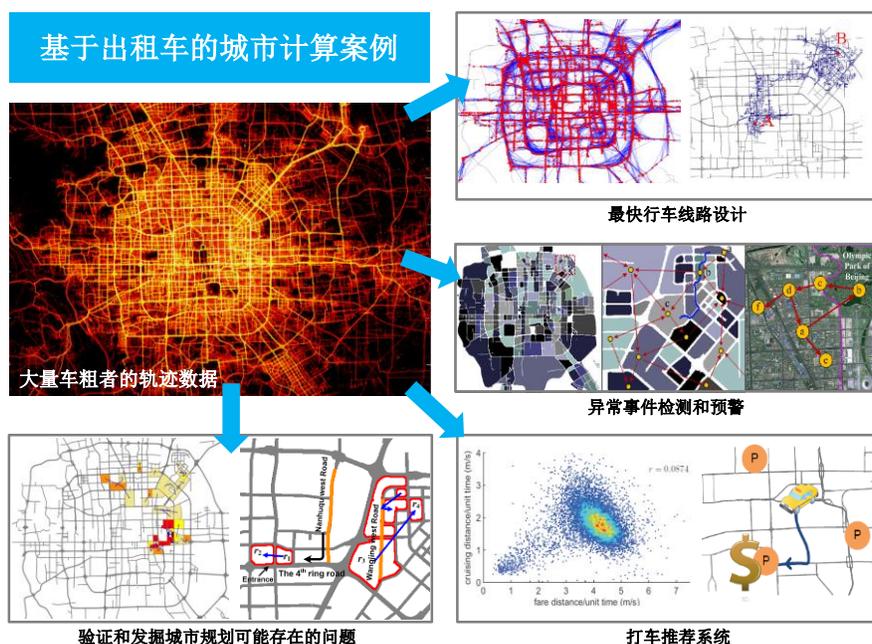


图 3 基于装有 GPS 的出租车的城市计算案例

还有一些研究，结合大量用户在社交网络（如 Twitter 或 Facebook）上产生的数据来完成城市计算，如异常事件检测、旅行推荐和广告投放等。这里异常事件检测基于的其假设是，当有不寻常的事情发生时，会有很多目击者在社交网络上发布大量的相关信息（如微博）。也有一些应用通过分析大量用户在基于位置的社交网络（如 Foursquare）中产生的带有位置属性的数据（如照片、轨迹数据或签到记录等）来发现一个城市中的热门景点和经典旅行线路，从而为外来的游客提供更好的旅行线路设计和推荐服务。此外，还有一些研究利用人们在城市中的移动性来分析不同地域的相关性，从而实现一些娱乐和广告推荐等应用。假如发现大部分人在去过一家电影院之后都会去附近的一个超市，那么在考虑投放超市促销信息的地点时可以重点考虑这家电影院。这些应用中，除了前面提到的道路、传感器和兴趣点等，人也变成了一个计算单元，其所处的社交网络和生成数据也融入了城市计算中，来共同感知这个城市的脉搏。

城市计算在未来将面临的主要挑战来自于以下几个方面：1）如何更加合理有效的感知城市动态，包括人在城市里的移动性、车流、环境和能耗等。这个感知过程既要不要影响到人们的正常生活，并考虑到能耗和环保，同时也要有足够大的覆盖范围、实时性和准确性。2）如何管理和挖掘大规模的异构数据，如道路和地理数据、视频和图像数据、轨迹数据和文本数据、以及社交网络结构数据等。首先，由于城市计算所涉及的很多应用均有很高的实时性要求（如异常事件预警和交通流量感知等）。虽然数据规模巨大，但这个挖掘过程必须快速高效。再者，一方面的数据往往只能告知我们局部的信息量，融合来自不同数据源的信息才能更深层次地了解事件的根源。例如，通过路面上的传感器我们可以知道某条道路发生了拥堵。通过摄像头获取的视频数据，我们进一步发现这条道路上发生了车祸。再进一步，通过用户发表在微博上的数据，我们就可能知道车祸的原因、具体责任人和一些更详实的信息。但这些数据具有完全不同的结构和特性，目前也分别适用于不同的挖掘算法。因此，数据的庞大规模和异构属性将为快速的协同挖掘和深度理解带来很大的挑战性。3）如何将获取的知识有效的表达出来，并从中提取能用来做决策的智能。比如城市中人们在不同时间段中的移动规律如何展现，以及如何利用已获悉的交通流量来指导人们的出行；或者，如何从车流和人流中发现城市规划中存在的问题，并如何改进。从知识到智能（尤其是可以帮助我们作决策的智能）的飞跃仍需要相当大的努力。

城市的发展和其规模的不断扩大给我们同时带来了挑战和机遇。如果我们未能应对好当前的局势，将很有可能导致经济、环境、能源和健康上的灾难。但是，通过合理有效的城市计算，我们将有机会为人们提供更加美好、绿色的城市和高品质的城市生活。当前的城市计算还处于初期阶段，可探索的空间非常巨大，并且任重而道远。

[1] <http://research.microsoft.com/en-us/projects/urbancomputing/default.aspx>

[2] <http://research.microsoft.com/en-us/projects/lbsn/default.aspx>