

基于位置服务与人类活动的关系和影响

萧世瑜

美国田纳西大学

关键词：基于位置的服务 时间地理学 时空地理信息系统 人类活动形态

人类活动的时空特性

为了满足生理、经济和社交等各方面的需求，人们需要在不同时间、地点从事各种不同活动。例如每天必须分配足够的睡眠时间；早晨起床洗漱并吃完早餐后，大多数人前往学校或工作地点；中午休息时间除了用餐外，也可能外出办些琐事；放学或下班后，可以选择购物、运动、约朋友吃饭或从事其它休闲活动；最后回家休息。在一天的生活中，我们都面对一个问题——如何在有限的24小时中，往来于不同的地点间从事不同的活动。在早期自给自足的社会中，人类生存所需的大部分物资或活动都可以在居住地点的附近获取或进行，因此不需要面对长距离交通运输。随着科技的进步和人类社会与经济活动的转变，今日的世界已经成为高度分工与全球化的社会，个人活动空间大幅扩张，彼此依赖关系也大幅加强。人流、物流和信息流在时间与空间的架构下彼此互动，形成了一个复杂却又紧密相连的社会。

随着活动空间的增大和活动形式与地点选择的多样化，如何在有限的时间高效地安排与选择不同地点的活动成为了今日社会的迫切需求，因此，基于位置服务应运而生。基于位置的服务可以随时根据用户的位置以及用户和其他人或物之间的空间关系提供有用的信息。例如，用户可以查询距离最近的咖啡店的地点及其营业时间；可以获得如何前往某地点的导航信息；可以使用如谷歌

纵横（Google Latitude）（<http://www.google.com/latitude/>）或雅虎火魔（Yahoo Fire Eagle）（<http://fireeagle.yahoo.net/>）提供的服务随时查看家人或朋友的位置，也可以要求谷歌纵横或雅虎火魔在家人或朋友到达用户附近时自动发出通知；用户还可以记录自己的时空轨迹与家人及朋友共享。根据累积的个人时空轨迹历史数据，如果家人或朋友去了平常没去过的地方，或者在不该出现的时间内出现于某些地点，基于位置的服务可以自动发出通知。最近几年，随着移动信息与通讯科技（Mobile Information and Communication Technology, Mobile ICT）的快速发展与普及，各类基于位置的服务不断地推陈出新。可以预期，人类活动的时空形态必然会受到基于位置的服务的影响，社会运作的方式、经济活动及政府提供的服务与设施也会产生相应的变化。目前学术界在此方面的研究相对有限，希望此篇文章能鼓励产、学、研各界除了对基于位置的服务的技术和应用方面不停地突破外，也在基于位置的服务对人类活动与社会运作的互动和影响方面研究出新成果。

基于位置服务及其面临的挑战

提供基于位置服务必须具备数项条件。首先，服务商需要获取用户的位置信息。随着全球卫星定位系统、手机定位系统、无线保真定位系统和无线射频识别技术等科技的发展与普及，定位与移动目

标追踪的功能已经内建于许多手机、个人数码助理（Personal Digital Assistant, PDA）、iPod及其它移动设备中，因此获取实时用户位置信息已不是问题。目前主要面临的挑战是如何提高定位的精度和保护用户隐私。例如，Skyhook Wireless公司（<http://www.skyhookwireless.com/>）结合全球卫星定位系统、手机定位系统和Wi-Fi定位系统而开发出的混合定位系统可以在世界许多城市与地区提供定位精度达到10米至20米（无论室内或户外）的服务。另外，虽然个人隐私是一个重要的考虑，但是现代社会中越来越多的人愿意分享他们的个人信息。如美国的Facebook（<http://www.facebook.com/>）、YouTube（<http://www.youtube.com/>）、Blippy（<http://blippy.com/>）、中国的人人网（<http://renren.com/>）、优酷（<http://www.youku.com/>）等。此外，在用户使用许多付费或免费服务的同时，服务提供商也在搜集用户的信息。例如，信用卡公司掌握客户每一笔交易的时间、地点、商品和金额；手机公司可以知道每一个用户的位置，以及用户进行通话或收发短信的对象、时间、地点和频繁程度；网络服务商能够通过免费账户的服务收集用户信息。这些公司可以寻求其它数据分析公司如Sense Networks（<http://www.sensenetworks.com/>）来分析客户的消费活动及其它相关行为的时空特性。这些分析结果可以在不泄露个人隐私的条件下，用来做市场分析，提高客户服务质量或者发展新的应用等。本专辑中的其他作者对提高定位的精度和保护用户隐私这两项挑战有深入的探讨，本文不再赘述。

除了获取用户的位置信息外，基于位置的服务通常使用地理信息系统（GIS）的数据库将用户的位置显示到电子地图上，同时使用地理信息系统来查询、分析用户与其他人及物之间的位置关系。地理信息系统的软件与数据库已发展得相当成熟，目前最欠缺的是处理时间的功能。如前所述，人类的活动是在一个时空架构下进行的，时间与空间是一体的两面。为了完成在不同地点的活动，我们使用各种交通工具由一个地点移动到另一个地点（例如由家里到工作地点），这其实是一种以时间换取空间的行为。换

句话说，提供基于位置的服务的地理信息系统应该具备同时处理空间与时间数据的功能。近年来，基于时间地理学（Time Geography）的“时空地理信息系统（Space-Time GIS）在这方面的研究取得了一些成果。本文稍后将会介绍时间地理学、时空地理信息系统以及人类活动与基于位置的服务之间的关系。另外，基于位置的服务必须提供面向用户的应用软件，同时用户必须拥有一个和基于位置服务兼容的终端（如手机、计算机、个人数码伴侣），通过服务商（Service Provider）上传用户需求或下载所需信息，这就是基于位置的服务的整体架构。

时间地理学与基于位置服务间的关系

为了研究人类活动在空间、时间及其它限制条件下所受的影响，瑞典地理学者赫格斯特兰德（Hägerstrand）^[1]提出了时间地理学的概念。时间地理学认为人类在时空中的活动受到三类限制。第一，能力限制（Capability Constraints），指生理或物理因素对人类活动产生的限制。例如，我们每天必须分配一定的时间来满足吃饭、睡觉等生理需求，剩余的时间用来安排其它活动。又如，乘车可以让我们在同样的时间内抵达比步行更远的地点，因此有车族比无车族拥有更大的活动选择空间；第二，权利限制（Authority Constraints），指因活动场所常由不同的人或单位控制而对他人产生的限制。例如，某商场的营业时间是上午九点至晚上十点，一般顾客只有在此时间段内可以进入这个商场的空间。另外，许多场所不允许外人进入，我们在安排活动时必须考虑这些制约因素；第三，结对限制（Coupling Constraints），指我们经常需要在特定的地点从事某项活动（例如到上班地点工作、到商场购物），或者是必须和其他人共同从事某项活动（例如开会、进行篮球比赛），因此要在时间与空间上彼此相互协调配合。换言之，人们在这些限制条件下寻求如何在时间与空间中做出合理安排，以满足我们生理，经济，社交等各方面的需求。

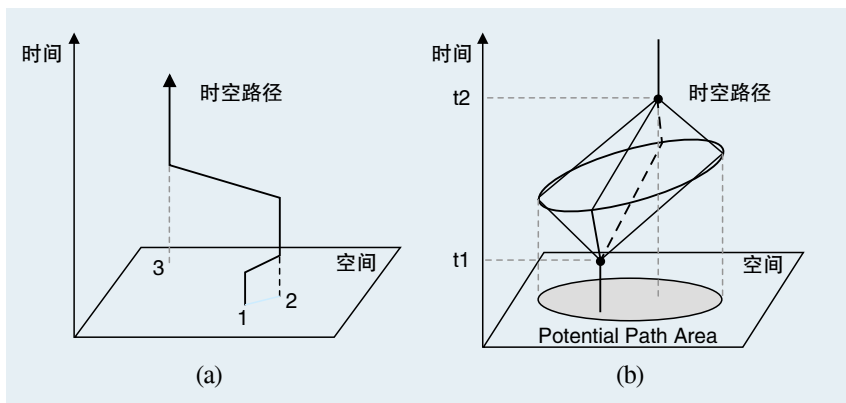


图1 时空路径与时空棱柱

赫格斯特兰德还提出了使用“时空路径 (Space-Time Path)”来表达每个人在时空环境中的活动过程 (如图1a)。此图中的 (x, y) 平面显示空间位置, 垂直轴则代表时间 (t) , 在这个三维时空环境中每个人在时空中的活动过程以时空路径表达。时空路径中的垂直线段表示此人停留在某一地点一段时间, 斜线表示此人从一个地点移动到另一个地点, 斜率则反应出移动速度的快慢。例如, 图1a中的人从地点1经地点2到地点3, 且分别在3个地点各停留一段时间。赫格斯特兰德还提出了使用“时空棱柱 (Space-Time Prism)”的观念来推算一个人在时空环境中的可能活动范围 (如图1b)。此例中的个人在时间 t_1 时刻位于第一个地点, 且必须在 t_2 时刻抵达另一个地点, 根据此人的平均移动速度 (斜率), 我们可以推算出一个棱形体范围, 这个棱形体范围即为此人在 t_1 到 t_2 的时间段内的最大可能活动范围, 超出了范围, 此人就无法在 t_2 时刻前抵达预定的目的地。

这些时间地理学的观念对基于位置的服务究竟有什么作用? 如前所述, 基于位置的服务根据用户的位置及其与其他人或物之间的空间关系提供有用的信息。时空路径可以随时让我们追踪每个人在时空中的轨迹, 而时空棱柱可以用来推算每个人在时空环境中的可能活动范围。如果这些观念能在一个

时空地理信息系统下实现, 我们不仅可以为用户提供更为有用的信息 (例如, 距离A商场5公里, 以目前的行进速度, 抵达时A商场将关门, 建议你考虑前往B商场), 还可以提供其它有用的时空互动分析功能。图2显示了四种人与人在时空中互动的关系, 第一种为“时空共存 (Co-Existence)”关系, 代表两个或多个人的时空路径在某时间段

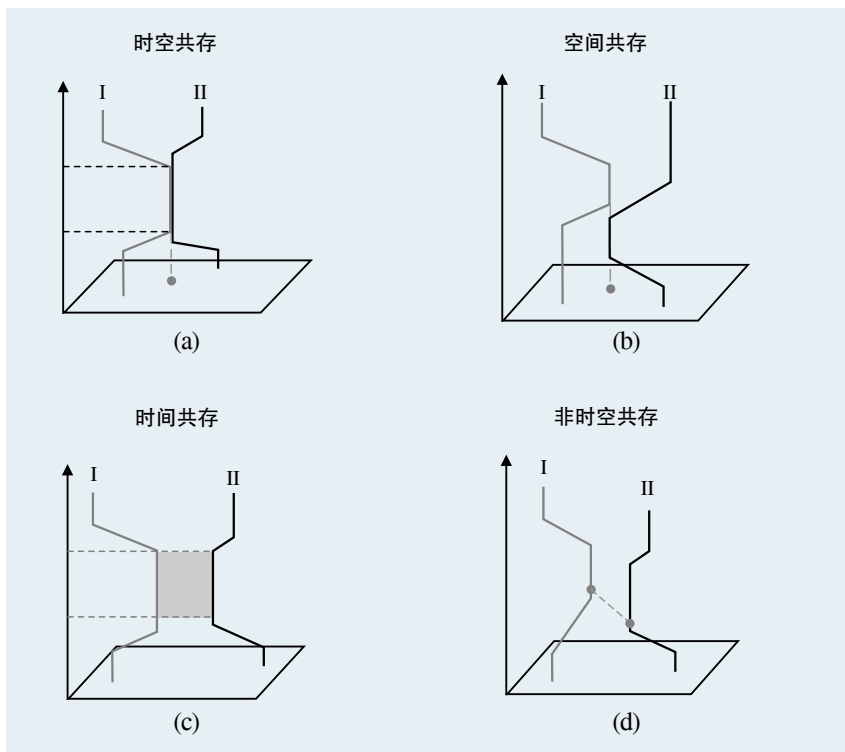


图2 个人互动的四种时空形态 (根据文献[14]修改)

重叠,即这些人曾经在同一时间段位于同样的地点(如图2a)。第二种为“空间共存(Co-Location in Space)”关系,代表两个或多个人在不同时间段去过相同的地点;例如,不同的人前后到同一个商场购物(如图2b)。第三种为“时间共存(Co-Location in Time)”关系,代表两个或多个人使用通讯网络(如电话或互联网)在不同的地点同时参与远距交流,例如视频会议或实时通讯(Instant Message)(如图2c)。第四种为“非时空共存(No Co-Location in Either Space or Time)关系,代表两个或多个人使用通讯网络从事非实时的交流,如电子邮件或电话留言(如图2d)。

如果能开发出一套时空地理信息系统,将上述时空分析功能与基于位置的服务整合,将能协助我们进一步了解人类活动的时空形态与互动关系。分析长期收集的个人时空路径可以协助我们了解每个人的生活形态,例如哪些地点是某个人常去的场所?某人通常在哪些时段前往何种地点?某人是否经常和某些人有“时空共存”、“空间共存”或“时间共存”的关系?基于位置的服务可以根据这些分析结果提供有用的交通、购物和饮食等信息。另外,依据不同人之间的“时空共存”或“空间共存”关系,服务商可以找出哪些地方在哪些时段是热点(Hot Spot)。美国的感觉网络(Sense Networks)公司以此观念推出了城市感应(Citysense)应用,提供旧金山市内人们活动的实时空间分布信息。如果我们比对实时的活动空间分布形态和历史数据归纳出的同时段典型活动空间分布形态,就可以告知用户哪些地点出现了异于平时的活动形态。另外,根据不同人之间“时空共存”或“空间共存”关系的相似程度可以分析哪些人可能具有类似的生活形态或喜爱的地点。更进一步,我们可以分析两个人或多个人之间“时空棱柱”的关系来推荐朋友间最方便聚会的地点与时间。如果他们的时空棱柱不重叠,则代表他们的预定行程无法让他们相遇,如果想要见面,只有改变预定行程。从另一个角度思考,如果两人事先约定好见面的时间与地点,基于位置的服务可以实时监测两人的时空关

系,当两人的时空关系导致他们无法在预定的时间与地点见面时,基于位置的服务可自动给两人发信息,通知他们必须更改见面的时间或地点。

米勒(Miller)^[2]在地理信息系统的环境中以二维的方式实现了时间地理学中时空棱柱的观念。关(Kwan)^[3-4]将时空路径的观念在地理信息系统中以三维可视化的方式实现。弗里伊达(Frihida)等人^[5-6]用面向对象地理信息系统处理个人出行的时空数据。巴伦(Buliung)和卡纳劳卢(Kanaroglou)^[7-8]开发了一些地理信息系统(Geographic Information System, GIS)工具来分析个人出行及活动的数据。辛哈(Sinha)、马克(Mark)^[9]、Shoval和Isaacson^[10]提出了比较时空路径之间的相似度来分析个人活动的时空形态。近年来在美国国家科学基金会的资助下,本文作者和研究团队将时间地理学的理论架构加以扩展,使其更适应现代社会人们广泛使用信息和通信科技(Information and Communication Technology, ICT)所造成的活动形态的改变^[11],同时也开发出了一个三维时空地理信息系统(Space-Time GIS)来管理、查询、显示和分析时空路径和时空棱柱^[12-14]。这个三维时空地理信息系统是由二维的空间(x, y),加上第三维的时间(t)组成(如图3)。该时空地理信息系统中根据时间地理学观念所设计的分析功能可以自动辨别图2中的四种时空互动形态,因此可以直接用于基于位置的服

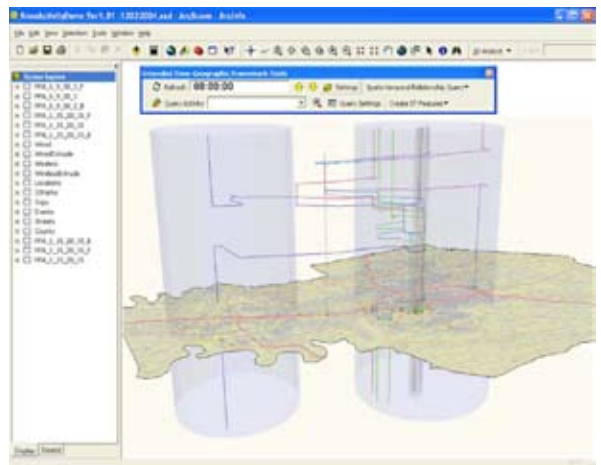


图3 时空地理信息系统

务。这套时空地理信息系统中的时空路径可视化功能已经包装成ArcGIS扩展模块(Extension),对此研究有兴趣的人可以从作者的研究网站免费下载(<http://web.utk.edu/~sshaw/NSF-Project-Website/default.htm>)。

基于位置服务对人类活动的影响

社会分工越来越精细,各种活动分布于不同的时间与地点,人们为了安排及参与各种活动也愈来愈倾向于寻求相关且有用的信息。目前基于位置的服务以提高个人活动的效率和方便性、丰富信息内容、提高社交互动机会等作为应用发展的方向。这些基于位置的服务除了可以对人类活动提供许多帮助外,也会对我们的活动形态与方式产生一定的影响。莫科塔里安(Mokhtarian)^[15]曾经提出了使用通信科技(Telecommunication)对人类的出行活动(Physical Travel)可能产生的四种不同影响。第一种是“替代(Substitution)”关系,指的是使用通信科技可以替代出行活动,例如视频会议可以取代面对面的会议;第二种是“补充(Complementarity)”关系,指的是使用通信科技可以增加出行活动的可能性,例如通知附近商场正在打折的电子邮件广告可以吸引人们前往购物;第三种是“修改(Modification)”关系,指的是使用通信科技可以改变对交通工具的使用,例如快递公司会将网上购买的数码相机送到家中,改变了人们平常去商场购买的行为,因此商品运送方式也因为网上购物行为而改变;最后一种是“中性(Neutrality)”关系,也就是使用通信科技并没有对出行活动产生直接的影响。

虽然基于位置服务和使用通信科技并不完全相同,但是莫科塔里安提出的四种关系以及前面所讨论的时间地理学观念也可以用来协助研究者了解基于位置的服务对人类活动产生的可能影响。例如,基于位置的服务可以分析某用户时空路径的轨迹与该路径附近活动机会的关系,推荐给该用户一些信息,该用户可能因此去尝试其中一些不曾去过的地

点,这种用户行为的改变类似前述的“补充”关系;如果该用户在尝试后放弃了以前常去的地点,取而代之以新尝试的地点,这种改变就相当于莫科塔里安提出的“替代”关系。假如基于位置的服务分析了所有用户的时空路径轨迹,用来提供哪些地点在哪些时段会是热点或是车流堵塞点信息,用户们有可能因此而改变他们活动的时空形态或方式,这种影响和“修改”关系相当类似。

另外,基于位置服务也可分析人们彼此间的关系。如果某些人的时空路径显示他们常在同样时段去同样的地点(即图2的“时空共存”关系),他们可能有共同的喜好,因此可以建议他们加入共同的社交网络(Social Network);如果他们的时空共存关系和通勤时空形态相吻合,则可成为拼车(Carpool)的潜在组合。基于位置的服务也可以利用时空棱柱的方法来分析人与人之间互动的机会,进而协助安排用户间彼此交流的最佳地点与时间。

本文开篇提出随着科技的进步和社会与经济的转变,人类活动的需求与方式也随之改变。许多创新性研究不停地推进基于位置服务的技术与应用范围,这是非常值得鼓励的现象;但同时我们也必须思考这些基于位置的服务对我们的生活和社会究竟会带来什么影响。科技提高了我们生活的方便性及质量,然而社会永远是“以人为本”的,我们不能忽略基于位置的服务与人类活动的关系与影响。基于位置的服务最大的用处就是提供可能会改变个人活动的形态与方式的信息,越成功的基于位置的服务对人类活动的影响也越大。随着人类活动时空形态和方式的转变,我们的交通形态与需求、“人与人”和“人与空间及时间”的互动关系、未来城市土地利用与公共设施的空间配置以及许多经济与社会的运作方式等,都会随之改变。希望这篇文章能够引发更多学者对基于位置的服务和人类活动的关系与影响这个课题,投入创新性与突破性的思维与研究。这些研究成果不仅会帮助我们更加了解哪些基于位置的服务对用户的活动形态与方式会产生最大的影响,也可以协助政府规划一个更为符合今日人类活动需求的城市发展蓝图。■

致谢

本研究由美国国家科学基金会资助 (NSF Grant No. BCS-0616724)。



萧世论

美国田纳西大学地理系教授。美国科学促进会院士。主要研究方向为交通地理信息系统、时间地理信息系统、时间地理学、交通地理学、交通规划及空间分析。sshaw@utk.edu

参考文献

- [1] Hägerstrand, T., 1970. What about people in regional science? Papers of the Regional Science Association 24, 7~21
- [2] Miller, H., 1991. Modeling accessibility using space-time prism concepts within geographical information systems. International Journal of Geographical Information Systems 5, 287~301
- [3] Kwan, M-P., 2000. Interactive geovisualization of activity-travel patterns using three dimensional geographical information systems: A methodological exploration with a large data set. Transportation Research C 8,185~203
- [4] Kwan, M-P., 2004. GIS methods in time-geographic research: Computation and geovisualization of human activity patterns. Geografiska Annaler B 86(4), 267~280
- [5] Frihida, A., Marceau, D., Thériault, M., 2002. Spatio-temporal object-oriented data model for disaggregate travel behavior. Transactions in GIS 6(3), 277~294
- [6] Frihida, A., Marceau, D., Thériault, M., 2004. Development of temporal extension to query travel behavior time paths using an object-oriented GIS. GeoInformatica 8 (3), 211~235
- [7] Buliung, R., Kanaroglou, P., 2004. On design and implementation of an object-relational spatial database for activity/travel behavior research. Journal of Geographical Systems 6, 237~262
- [8] Buliung, R., Kanaroglou, P., 2006. A GIS toolkit for exploring geographies of household activity/travel behavior. Journal of Transport Geography 14(1), 35~51
- [9] Sinha, G., Mark, D.M., 2005. Measuring similarity between geospatial lifelines in studies of environmental health. Journal of Geographical Systems 7, 115~136
- [10] Shoval, N., Isaacson, M., 2007. Sequence alignment as a method for human activity analysis in space and time. Annals of the Association of American Geographers 97, 282~297
- [11] Shaw, S-L., Yu, H., 2009. A GIS-based time-geographic approach of studying individual activities and interactions in a hybrid physical-virtual space. Journal of Transport Geography 17(2), 141~149
- [12] Shaw, S-L., Yu, H., Bombom, L., 2008. A space-time GIS approach to exploring large individual-based spatiotemporal datasets. Transactions in GIS 12(4), 425~441
- [13] Yu, H., 2006. Spatio-temporal GIS design for exploring interactions of human activities. Cartography and Geographic Information Science 33(1), 3~19
- [14] Yu, H., Shaw, S-L., 2008. Exploring potential human activities in physical and virtual spaces: a spatio-temporal GIS approach. International Journal of Geographical Information Science 22(4), 409~430
- [15] Mokhatarian, P.L., 2003. Telecommunications and travel: the case for complementarity. Journal of Industrial Ecology 6(2), 43~57