



Air Quality Monitoring

作者:

Kathryn Kuhr

PerkinElmer, Inc.
Shelton, CT

TIBCO Spotfire®

珀金埃尔默是TIBCO™ Spotfire®
平台某些科学和临床研究应用的
全球独家经销商。

使用TIBCO Spotfire®和 Elm空气传感网络实现 城市空气质量数据 可视化取得的进展

简介

环境空气质量直接影响到我们居住的世界及在其中的生活经历。随着对工业活动和旅游的需求增大，尾气排放、地面臭氧和颗粒物等污染物水平日益受到人们关注。空气污染物浓度增加对植物

光合作用、落叶降解等产生负面影响，降低植物防御特定虫害和疾病的能力，显著影响植物和其他动物健康，影响范围小至市镇公园、大至国家森林¹。本调查使用TIBCO Spotfire®将马萨诸塞州波士顿Elm空气传感网络采集的空气质量数据可视化，确定并深入探讨TIBCO Spotfire®主要功能，可用于丰富我们对空气质量的理解。此次可视化探索的目标是理解TIBCO Spotfire®如何利用各种工具，将污染事件和监测工作联系起来，确定城市空气质量及其环境影响之间的潜在关联。

实验

本调查专注于TIBCO Spotfire®将城市空气质量数据环境趋势可视化的性能。数据采集自大波士顿地区Elm传感器网络的25套传感器, 分别位于以下市镇: 阿灵顿、贝尔蒙特、波士顿、坎布里奇、切尔西、列克星敦、梅德福、纽顿、昆西、萨默维尔、史东罕、沃尔瑟姆、韦斯特伍德和温思罗普。传感器位置靠近高交通流量区和附近住宅区。重点区域包括高速路、学校和企业。传感器能够检测记录臭氧浓度 (O₃)、还原性气体总量 (TRG) -- 挥发性有机化合物 (VOC) 类似物、噪音、颗粒物 (PM)、氧化性气体总量 (TOG) --二氧化氮 (NO₂) 趋势类似物、温度和湿度。从上述传感器导入采集数据时, 使用TIBCO Spotfire®主要功能区分数据集核心特征, 比如时间序列趋势、气象变化、政府空气质量标准可视化。

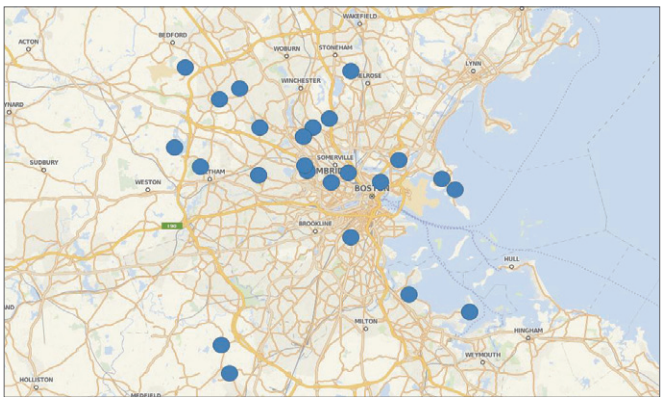


图1 地图显示大波士顿地区Elm传感器网络25套传感器的位置

结果

空气污染时间序列趋势

分析微环境污染物浓度时, 需要同时分析确定污染来源和污染趋势, 这可以通过使用线形图和地图以及执行自定义规则完成。如图2所示, 使用TIBCO Spotfire®实现时间序列趋势自动化。X轴可按各种日期-时间选项划分, 包括但不限于每小时、每天、每周及每月趋势。可以据此确定特定污染事件发生的时间。将地图与此线形图并置, 可以同时确定污染热点位置; 如图3所示。将所需传感器位置标于地图上, 或突出线形图的污染事件, 所有可视化将自动更新反映该标记数据。可在分析所有阶段对任何数量的可视化展开此功能。

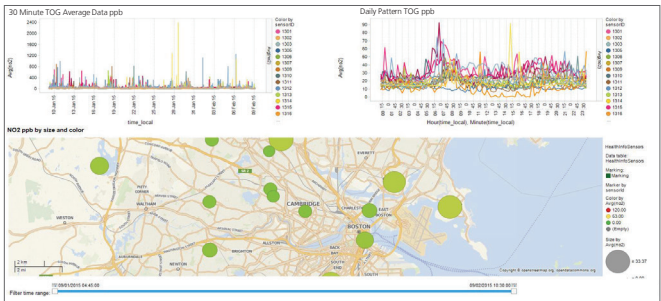


图2 一个月内TOG 30分钟日均值趋势及所有传感器位置的每日模式

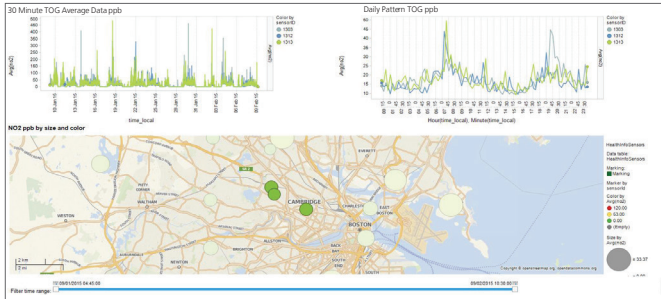


图3 一个月内TOG 30分钟日均值趋势及选定传感器位置的每日模式。过滤图2得出结果。

每次可视化可实施不同的颜色规则。图2和图3地图部分图例显示渐变颜色规则参数。图中所有标记根据TOG平均浓度使用特定颜色的独有渐变。在指定浓度指标基础上, 监测到TOG为安全水平时标记采用绿色, 浓度逐渐接近危险水平时慢慢变为黄色, 最后超过标准上限时变为红色。将新数据导入文件时, 颜色规则不变, 使用自定义分配自动将新数据可视化。

该类规则可直接应用于国家环境空气质量标准 (NAAQS)。环保局根据《清洁空气法》执行NAAQS, 建立一整套一级和二级标准限制大气有害污染物浓度。《联邦法规》第40编第50部列出质量标准大纲²。可按颜色规则执行NAAQS, 对比城市地区工业排放量与污染物标准浓度, 据此洞察单个超本地区域通过空气质量给整个环境健康带来的潜在影响。空气质量标准是长期采集数据的平均值, 进行分析时也应予以考虑。分析类似时期采集的数据与分析实时结果相比, 对比更加准确。

执行自定义颜色规则时可以选择许多其他格式, 比如分配有明确上下限值的区段、或将大于或小于特定限值的所有数据标示为通过或未通过。分析时采用颜色规则有助于快速识别重要数据, 更快地以更适当的措施针对关键热点采取行动。

TIBCO Spotfire®时间序列可视化的另一项应对是通过交互式过滤对比特定位置传感器。图4通过过滤仅显示三套Elm装置的TOG线形图，单位为十亿分率 (ppb)；三套装置分别位于郊区学校、城市交通道路和办公楼顶。TOG为交通模式指标，与汽车尾气排放正相关³。图4显示调查的所有三个传感器位置均为此趋势。黑线代表的传感器位于城市交通道路

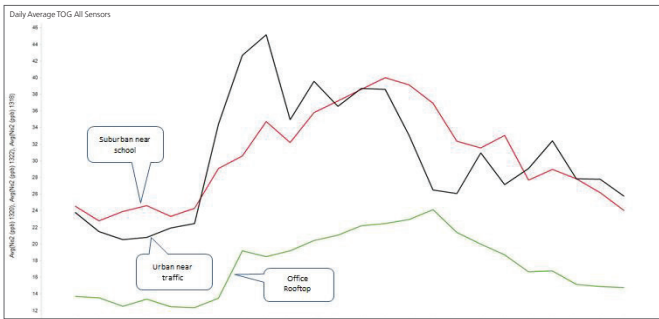


图4 TOG平均水平 (每小时十亿分率)。黑线代表靠近城市交通道路的传感器，绿色代表办公楼顶传感器，红线代表郊区学校附近传感器。

路，明确显示东部标准时间上午8时、下午5时及下午8时（即典型上下班交通高峰时间）出现相对高峰值。绿线代表位于办公楼顶的传感器，TOG高峰值正好在交通高峰之前。同样，郊区学校附近趋势与预计相符。趋势可视化及相互印证的结果有望在未来将无线传感器网络安装于国家森林及其他保护地。

监测气象波动

使用Elm和TIBCO Spotfire®进行的结合数据分析还可用于监测温度和湿度等相关气象条件波动。结合图表可在同一绘图区绘制线形和条形，可用于分析特定时期特定某天的污染水平与天气模式的关联。建立温度、湿度和污染物之间的联系后，便有可能预测出污染物浓度随时间的变化。可调查此功能，并通过分析地面臭氧可视化。现有污染物发生化学反应产生地面臭氧，其表现形式还取决于温度；当温度较高时，臭氧浓度更有可能升高，接近有害浓度4。使用二维散点图进行数据可视化，通过线性回归或其他线形图表示预测趋势。需要进行大量可视化表征时，除增加颜色规则外，还可以增加水平上下限。

风向和污染数据也可以进行可视化，预测污染物传播地及传播速度。城市网络空气质量传感器对于监测微区域趋势非常重要，但监测到的污染物并不会一直停留在区域内。发生重大环境事件时会出现极端例子。森林大火产生的污染物可传播数百英里，影响到无数动物物种健康，削弱更多物种的抵抗能力^{1、5}。火灾形成的烟雾可传播至城市地区，大幅提升粉尘和TRG浓度。传播到城市地区的烟雾污染物影响到街道和人行道两旁种植的花草树木、以及城市公园和其他中央地带的植物健康。

若将一个以上数据表导入TIBCO Spotfire®，则可通过日期/时间描述符等相似数据列，将两个表链接，以在同一个可视化图像中查看数据。该功能可将特定某天的污染物浓度与监测到的受害物种数量、或空气污染副作用引起的其他独特环境标识可视化。

实时分析：实施技术

与日常天气事件相对的是突发性紧急环境事件，导致污染物浓度和传播方向突变，对于已经处于环境危机边缘的地区，可以监测突发性紧急环境事件可能带来的危险情况或污染。

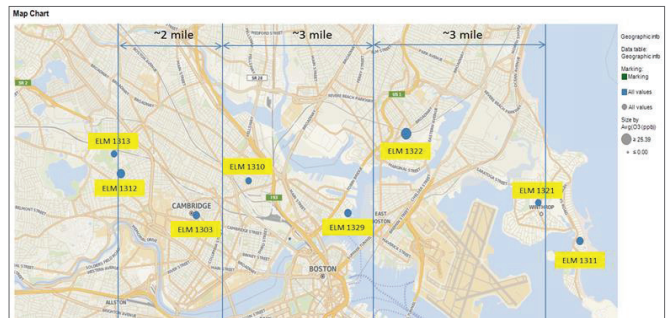


图5 遍布于大波士顿地区的八台Elm装置，距离标为英里。

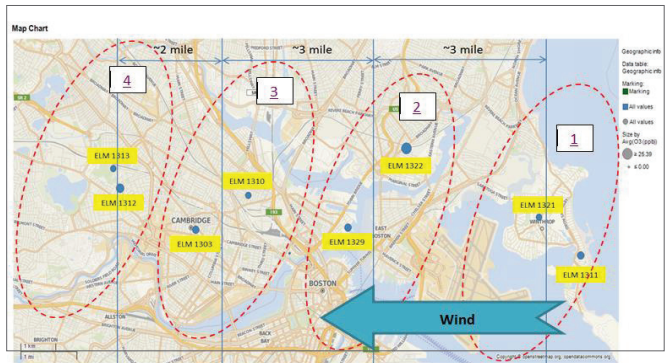


图6 将图5的Elm装置两两配对分组，下方显示西向风向。

图5显示遍布于大波士顿地区的8台传感器,彼此距离标为英里。传感器1311和1321位于东部最远处,传感器1312和1313位于西部最远处。图6显示传感器配对情况及空气质量事件调查期间的风向。2014年6月13日,波士顿Elm网络捕获到全市颗粒物(PM)浓度升高。由于城市靠近大西洋海岸线,浓度升高有可能是海盐、沙和城市粉尘引起的。图7展示沙尘颗粒物天气约在15:00开始时采集的所有数据,上方为原始数据,下方为标准化数据。为了使温度及其他因素对结果的影响最小化,仅关注这八个位置的情况。

由于风向为西向,预计颗粒物浓度峰值最先出现在第1对传感器,然后向第4对传播。图8可视化证实了这一假设。正如预期,第1对颗粒物浓度于14:45左右开始增加,15:15左右结束。此时,第2对和第3对浓度开始升高,最后是第4对,均在一个小时以内。图9四对传感器PM浓度变化模式与此类似,大约与颗粒物同时发生变化,从第1对峰值到第4对峰值历时71分钟。

应用城市空气质量监测可以分析和预测未来事件的污染传播情况。如果风力传播的污染物较危险、或传播的污染物浓度引人担忧,便可以利用预先分析多方面了解事件。由于给定风速从一个传感器传播到另一个传感器有时延,可调节预警给予环保官员尽最大努力进行补救的时间。绘制出污染物随风速和风向的传播情况,可以推断出事件起源。若严重污染影响到地区环境问题,则可结合利用相关技术预测热点起源,然后实施周围空气整改计划,保护环境不再进一步退化。

Elm装置每20秒采集并记录数据。为了协助处理实时、或近实时可视化分析,TIBCO Spotfire®可通过ODBC、OLE DB、OracleClient和SQLClient等默认驱动器连接至各种数据库。从数据库提取数据既可以直接提取,也可以建立信息链接提取。

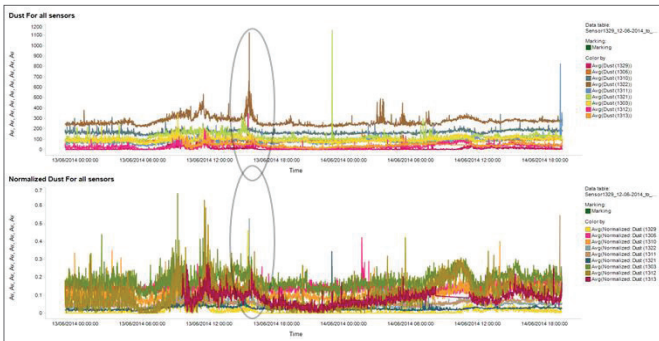


图7 图5和图6所示8台Elm装置的原始(上)和标准化(下)颗粒物数据。

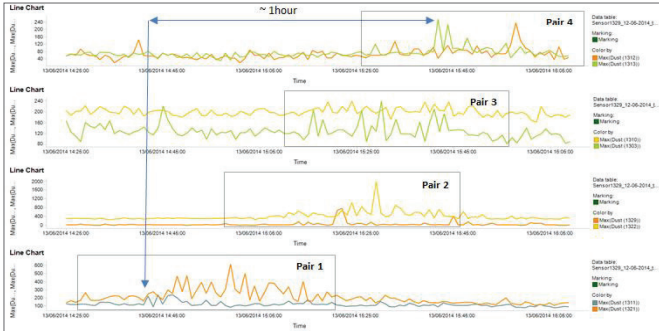


图8 按图6所示配对绘制记录的颗粒物数据。第1对和第4对沙尘检测时间相差1小时。

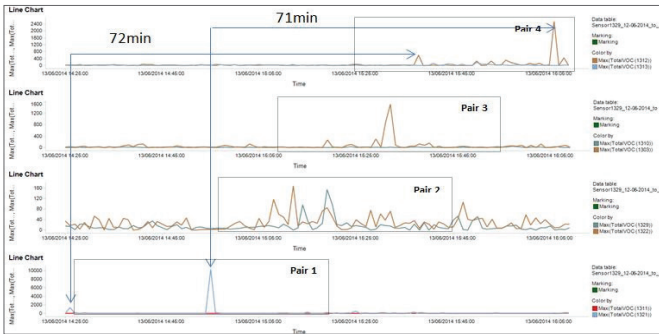


图9按图6所示配对绘制记录的PM数据。第1对和第4对PM检测时间相差71分钟。

信息链接向数据库提交结构化请求,检索所需列或所需行的过滤数据。结构化请求包括通过提示或过滤限制提取至文件的数据,没有频率限制,可将最新数据纳入分析。

不使用信息链接或数据库,还可以通过“重载数据”功能导入数据。将新数据导入分析时,新数据自动保存为“链接到源”,随后可手动更改为“嵌入分析”。数据链接到源的功能可以在文件每次打开时重载更新数据。源文件增加或编辑新数据时,即在数据与TIBCO Spotfire®之间建立联系,软件将自动反映相关变化。

注意情况颠倒过来则不然，源文件不会反映TIBCO Spotfire®编辑或删除的任何数据。直接将数据嵌入分析会切断此关联。但无论选择哪一种方法，通过“重载数据”功能可随时重载数据，在关键决策期提供近实时数据分析。可视化时上述颜色规则不变，新导入数据将根据设定参数自动可视化。

结论

Elm传感器网络位于大波士顿地区，采集分析城市微环境污染物浓度所需的核心城市空气质量数据。将本地数据集汇入单次分析，了解单个污染趋势最终如何影响到较大区域。传感器在整个环境的战略部署可以提高对特定社区和人群独特趋势及习惯的认识。然后根据周围空气质量改进，利用该信息制定环境治理计划。通过Elm和TIBCO Spotfire®协同分析，可以得出污染事件与环境影响监测之间的潜在关系，可以用来定位污染热点和污染源位置以及追踪污染传输路径。规模庞大的传感器网络可以更加准确地预测污染物波动；监测预警信号以更精确地预测出可能出现危险的地区及其产生最大影响的时间。不论分析方法如何，利用两种技术实现共同目标能够实现技术同步，加深对城市空气质量与其环境影响之间关系的理解。

参考

1. “Ground-Level Ozone: Ecosystem Effects”, United States Environmental Protection Agency, 1 Nov 2012. Web. 9 Feb 2014
2. “Title 40, Chapter I, Subchapter C, Part 50”, Electronic Code of Federal Regulations, U.S. Government Publishing Office, 10 Feb 2015, Web, 12 Feb 2015
3. Moltchanov, Sharon et al., “On the feasibility of measuring urban air pollution by wireless distributed sensor networks”, Science of the Total Environment, 502 (2015) 537-547, 2015
4. “Ground-level Ozone: Basic Information”, United States Environmental Protection Agency, 26 Nov 2014, Web, 23 Feb 2015
5. Kelly, Frank J. et al., “Monitoring air pollution: Use of early warning systems for public health”, Respirology 17 (2012) 7-19, 2015

珀金埃尔默企业管理（上海）有限公司
地址：上海 张江高科技园区 张衡路1670号
邮编：201203
电话：021-60645888
传真：021-60645999
www.perkinelmer.com.cn



要获取全球办事处的完整列表，请访问[http:// www.perkinelmer.com.cn/AboutUs/ContactUs/ContactUs](http://www.perkinelmer.com.cn/AboutUs/ContactUs/ContactUs)

版权所有 ©2014, PerkinElmer, Inc. 保留所有权利。PerkinElmer® 是PerkinElmer, Inc. 的注册商标。其它所有商标均为其各自持有者或所有者的财产。