

江红红,王伟强,文春雷,等. 基于 EXLIVE 平台的牧群轨迹数据采集系统[J]. 江苏农业科学,2018,46(18):212-215.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.18.054

基于 EXLIVE 平台的牧群轨迹数据采集系统

江红红^{1,2,3}, 王伟强^{1,2,3}, 文春雷^{1,2,3}, 汪传建^{1,2,3}, 孙世泽^{1,2,3}

(1. 石河子大学信息科学与技术学院,新疆石河子 832000; 2. 兵团空间信息工程技术研究中心,新疆石河子 832000;
3. 兵团空间信息工程实验室,新疆石河子 832000)

摘要:为获取牧群的轨迹数据,设计一种基于超越位置服务(EXLIVE)平台轨迹数据的采集系统。通过安装服务器并配置 EXLIVE 定位服务平台系统参数,实现平台的搭建;通过对畜群佩戴定位项圈的方式获得轨迹数据,在数据采集过程中,综合考虑全球定位系统(global positioning system,简称 GPS)轨迹数据与现实轨迹数据的拟合度及 GPS 设备续航时间 2 个因素,将定位时间间隔设置为 3 min;在数据处理过程中,利用地理信息系统(geographic information system,简称 GIS)的空间分析与可视化技术对轨迹数据进行处理及显示,以便获取牧群觅食的空间分布信息;以新疆生产建设兵团农八师一五一团天山北麓牧场为应用案例,获取研究区 2 年(2015—2016 年)的畜群轨迹数据。结果表明,定位项圈和平台性能稳定且经济实用,可实时远程地对牧群位置进行监测,为轨迹数据采集提供系统的可参考的应用案例。

关键词:牧群;轨迹采集;EXLIVE;GPS;定位项圈

中图分类号: TP274⁺.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)18-0212-04

新疆维吾尔自治区是我国五大牧区之一,天然草地面积辽阔、资源丰富,现有天然草地 57 万 km²,牧场 130 个,全疆有牧业县和半牧业县 87 个,从事牧业人口 138 万人,占农村总人口的 12.6%^[1]。受传统养殖方式的影响,目前新疆草地荒漠化、草地生产力下降等都在制约着新疆畜牧业生产的发展。因缺乏先进的通信方式和技术手段导致人们不能有效控制放牧行为,同时传统的牧场管理方式不能有效地监测牧民的放牧行为是否合理、畜群是否越过禁牧区、牧民能否及时转场等,受人员数量的限制,传统牧群轨迹数据的采集费时费力且时效性差。因此,通过对牧群轨迹数据进行采集,可有效监管牧民的放牧行为及牧群的采食情况,能促进草地生态可持续发展^[2]。

20 世纪 90 年代末,学者们将卫星导航系统引入放牧畜牧业中。Rutter 等研究表明,尽管全球定位系统(global positioning system,简称 GPS)受地形影响,具有一定误差,但仍是识别畜群活动的有效设备^[3-4];Hansen 等研究表明,GPS 能够区分采食和游走数据,当观测数据量大时,定位跟踪技术远优于目视观察^[5];王萨仁娜等采用 GPS 项圈以一定时间间隔记录牧群轨迹,并将轨迹数据存储在内置存储器上,每个月仅采集 6 d 的数据,然后统一通过 USB 数据线将轨迹数据导入计算机^[6];何可等采用 Lotek_7000 MUGPS 项圈(lotek wireless inc newmarket ontario canada)记录 2 只熊猫的行为,并设置每隔 5 min 记录 1 次行为数据^[7];陈俊将卫星定位技术应用于沙漠畜牧业中,实现了牧群位置信息的可视化显示、运动轨迹查询播放、虚拟围栏等功能^[8]。葛宝明等通过给野生动物佩戴 GPS 项圈,利用 GPS 项圈系统进行定位记录其活动位点,获得大量高质量数据位点^[9]。

以上研究工作主要利用 GPS 定位系统采集动物的轨迹数据,这些研究成果存在 2 点局限性:(1)终端设备选型方面的阐述较少,对于设备选型方式及选择设备时应考虑的因素较少提及;(2)对于具有借鉴意义的轨迹数据获取解决方案,

收稿日期:2017-04-07

基金项目:国家自然科学基金(编号:41461088,31560659)。

作者简介:江红红(1992—),女,河南南阳人,硕士研究生,主要从事农业信息化研究。E-mail:742213130@qq.com。

通信作者:汪传建,博士,副教授,主要从事时空数据挖掘、时空数据安全及应用研究。E-mail:wcej_inf@shzu.edu.cn。

装备与木工设备,2003,31(11):4-5。

[5] 于建国,孟庆华. 植树挖坑机钻头主轴扭转振动数学建模与求解[J]. 林业科学,2006,42(11):101-105。

[6] 徐立章,李耀明. 林木移栽机的设计与运动仿真[J]. 机械设计与制造,2007(3):24-25。

[7] 李耀明,陈航,徐立章. 林木移栽机铲刀臂的有限元分析与结构改进[J]. 工程设计学报,2007,14(5):378-382。

[8] 赵忠松,卢博友,王天赐. 基于 ANSYS 的悬挂式挖坑机钻头静力学分析[J]. 农机化研究,2010,32(6):87-89,113。

[9] 倪文彬,瞿志俊,张建云,等. 一种步态康复训练机器人设计[J]. 机械科学与技术,2016,35(11):1665-1672。

[10] 谢学虎,张永,刘召,等. 大蒜播种机种植机构的设计[J]. 农业工程学报,2015,31(1):34-39。

[11] 罗继曼,宿卫东,张明山,等. 基于单片机控制的管道施工机械手控制系统研究[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版),2014(1):169-174。

[12] 贾瑞. 基于 Arduino Mega 2560 的无线监控小车设计[J]. 数字技术与应用,2013(10):144-146。

[13] 倪文彬,陆广华,叶留芳. 基于 STM32 单片机的三轴实验平台设计[J]. 实验技术与管理,2016,33(12):163-166,170。

[14] 华春梦,刘冲. 一种 Arduino 平台下的智能家居系统设计[J]. 轻工科技,2015(10):65-66。

从目前查阅的文献资料来看,相关研究甚少。为此,本研究在已建立的物联网位置服务平台的基础上,设计出一种适用于长期大规模轨迹数据的采集系统,并选择广东省深圳市谷米科技有限公司的 GT03C 作为畜群轨迹数据采集终端,主要介绍牧群轨迹数据采集系统所采用的组织结构、设备选型、项圈定制以及系统在 ArcGIS 中的应用等。

1 系统体系结构

基于超越位置服务 (EXLIVE) 平台的牧群轨迹数据采集技术架构是根据物联网的 3 层体系结构进行设计的,3 层体系结构分别是感知层、网络层和应用层,如图 1 所示。

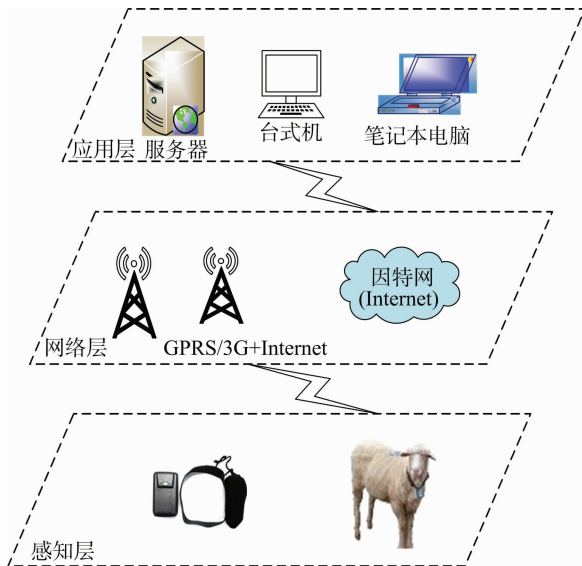


图1 基于物联网的牧群轨迹数据采集技术架构

感知层是物联网在牧群轨迹数据采集系统中的基础。感知层的感知节点一般包括传感器、射频识别 (RFID) 定位^[10]、GPS、二维码等,本研究主要通过 GPS 感知技术获得畜群轨迹数据,将 GPS 项圈部署在畜群中,对畜群的经纬度、时间、速度等信息进行实时采集,并按照数据传输标准进行封装后将数据传输至网络层。

网络层是连接感知层和应用层的桥梁,感知层将采集的数据传递至网络层,应用层对网络层传递的数据进行处理和存储,网络层主要用于解决数据远程异地传输问题。该层通过 GPRS/3G 移动通信网络、短信和因特网 (Internet) 实现畜群轨迹数据远程传输^[11-13],结合相应的网络安全协议和路由协议,将数据安全快速地传输到数据中心^[14]。

应用层主要用于实现对感知层数据的处理和人机交互,是对事件决策起重要作用的系统神经中枢,该层由远程服务器和各客户端组成。服务器从感知层接收信息,并实现数据的解析、处理、存储等功能,并可通过服务器端发送控制指令完成远程参数设置,使得管理员在任何时间地点,只要登录系统服务器,即可在线实时监测信息^[15]、查看信息及远程设置等,实现客户端对传感器节点的远程参数设置功能^[16]。在本研究中的主要功能是从各个 GPS 项圈获取轨迹数据信息,并将信息进行处理和分析后存入数据库,以便用户进一步分析研究。

2 系统实现

2.1 EXLIVE 平台简介

本研究的系统是在现有的 EXLIVE 超越位置服务平台的基础上构建的。EXLIVE 平台由陕西省西安超越软件有限公司研发,兼容市场上 190 多种主流的 GPS 及北斗定位终端,并支持北斗/GPS、基站、无限保真 (wireless fidelity, 简称 Wi-Fi) 等多种定位模式,是一个开放的、多用户的物联网平台,具有通用性、架构的高可靠可伸缩性、成本低、开放性二次开发、兼容性等优势。截至目前,入网使用的平台设备超过 230 万台。其监控客户端支持谷歌、百度、高德、365 等多种地图,客户端的主要功能有定位、轨迹回放、发送各种设备指令、标注信息点、设置报警参数等,且客户端加载数据快、操作简单流畅,适用于需要批量监控数据的用户使用。

物联网流量卡用于解决使用物联网时产生的流量问题,与 EXLIVE 平台紧密结合,在监控端可查询流量、发送短信、查询开关机状态等,通电直接激活,最长沉默期达 6 个月。

2.2 定位终端选择及项圈设计

畜群定位终端的需求包括:(1)因牧场面积大,须大范围定位;(2)牲畜所佩戴设备质量不能影响其正常活动;(3)价格适中,可大量购买;(4)方便安装和拆卸;(5)续航时间合理;(6)防水、防丢失。

目前,主流的定位技术有卫星定位、RFID 定位、无线传感器网络 (WSN) 定位等^[17],对主流定位技术进行比较,具体见表 1。

表 1 主流定位技术比较

主流定位技术	定位原理	设备数量	成本	定位范围
卫星定位	4 颗以上卫星定位	少	相对较低	大
RFID 定位	RSSI 值定位	多	高	小
WSN 定位	RSSI 值定位	多	高	小

注:RSSI 值表示接收信号强度指示值。

由表 1 可知,对大区域的牧场进行定位时,RFID 和 WSN 定位技术的共同点是所需设备数量多、成本高且定位范围小,不符合实际应用的需求,而卫星定位技术只需少量设备即能实现大范围的目标定位,所以选用卫星定位。

Hulbert 等研究表明,GPS 设备的质量与羊的质量之比小于 2.2% 时,不会对羊的正常活动造成影响^[18]。而羊在 15 ~ 20 kg 时才可出栏,所以定位项圈的质量最大不应超过 330 g。综合比较表 2 的各项数据发现,深圳谷米科技有限公司的 GT03C 定位跟踪器价格经济且质量仅有 202 g (< 330 g),满足野外大量畜群定位要求,所以选择该设备作为数据采集终端。

由于定位设备安装在畜群的颈部,为了使项圈设计适合畜群佩戴,设计项圈时应考虑到畜群生活的环境以及畜群颈部的大小。因畜群长期在野外进行牧食,所以设备要能在高温、低温、下雨、大风等环境中正常工作,在定位项圈制作时内部采用防水的材质做成防雨袋。防雨袋的形状如图 2 所示。定位项圈的大小主要根据畜群中最大的羊的颈部大小进行设计的,初期设计采用卡扣方式 (图 2-a) 进行佩戴,但是这种方式的项圈在使用过程中,易造成卡扣脱落导致设备丢失,且项圈具有一定质量,羊在进食过程中,由于项圈大小不合适导

表 2 国内外定位设备比较

设备名称	价格 (万元)	质量 (g)	规格 (mm×mm×mm)	续航
GPS 3300SR	1.5	400	69.0×49.0×74.0	5 min/次,可用 6 d 10 min/次,可用 12 d 15 min/次,可用 18 d 20 min/次,可用 24 d
HQAN 系列	0.800~0.900	100~500		无光续航 2~60 个月 野外续航>3 年
GT03C	0.022~0.026	202	91.5×57.0×37.5	GPS 常开模式 7~10 d
北斗项圈	1.8	≤750		工作+待机模式可达 18 个月



图2 定位项圈的设计

致其自由晃动,进而影响羊的进食。为了解决上述问题,在第 1 代定位项圈的基础上设计了第 2 代定位项圈,如图 2-b 所示,该项圈主要改进了项圈佩戴的部分,将原来的卡扣改为有松紧的圈,这样直接戴在羊的颈部可有效防止项圈脱落。在部署终端时,将配置成功的 GPS 设备装入防雨袋内并在畜群中随机选取 10 只具有代表性的绵羊佩戴 GPS 项圈进行定位。

2.3 服务器的安装与配置

2.3.1 服务器安装 服务器安装时,所选操作系统为 Window Server 2008;数据库为 SQL Server 2008;GPS 监控服务器需要开的端口有 89、3873、1098、1501、6969、6767、2099,各端口类型及功能见表 3。

表 3 GPS 监控服务器各端口的类型及功能

端口号	端口类型	后台畜群管理
89	TCP 端口	后台畜群管理
3873	TCP 端口	后台畜群管理
1098	TCP 端口	后台畜群管理
1501	TCP 端口	客户端连接服务器
6969	TCP 端口	TCP 终端设备上传数据
6767	UDP 端口	UDP 终端设备上传数据
2099	服务器端口	服务器初始化端口

确保各端口成功开启后,登录 EXLIVE 主网站 www.exlive.cn,在下载中心→基础服务→位置服务平台(GSvrer)中,点击“安装包下载”下载安装程序并进行安装,系统安装过程中按照默认的选项进行安装,值得注意的是在安装过程中须将文件安装在内存比较大的磁盘内,而且文件名必须为非中文。

2.3.2 配置 EXLIVE 定位服务平台系统参数 通过配置 EXLIVE 定位服务平台系统参数实现与数据库的连接,将采集到的畜群的定位数据上传至数据库,便于用户对轨迹数据

的研究。
在数据库连接参数配置过程中,数据库类型选择 SQL Server 2008;数据库所在服务器的 IP 地址为 127.0.0.1,端口为 1433;数据库名称默认为畜群定位数据库(gserver_synth);并设置连接数据库的账号及密码;对于附加数据库选项在第 1 次安装时必须选择,而对于启动服务器选项可按自己需求进行选择,若选中此项,则安装完成后会自动启动畜群定位服务器;配置完成后须进行服务器外网 IP 配置。

在配置服务器外网 IP 时,服务器外网地址必须是固定 IP,配置完成后,如果在数据库连接参数配置中选择了启动服务器,则程序会自动启动网上查羊、后台管理、GPS 畜群监控服务器这 3 个应用程序,否则须要按照后台管理、Tomcat 网上查羊、GPS 畜群监控服务器的顺序进行开启,若程序不按照顺序打开,其他应用程序占用后台管理的端口,这样可能会造成后台无法添加、修改信息的问题。

服务器初始化时,按要求填写信息,其中服务器 IP 为配置服务器外网 IP 时所设置的固定 IP,服务器默认端口号为 2099,信息填写完成之后须检测端口,查看所需端口是否通畅,若所需端口均打开,即可正常初始化服务器。

2.3.3 定位时间间隔的选择 设置设备的刷新频率时应考虑其实时性和续航时间。GPS 项圈悬挂在畜群的颈部,应尽量减少用户更换电池和充电次数,而且对于移动的物体,如果位置信息刷新较慢,会出现位置信息滞后问题,导致轨迹不准确,但是刷新速度过快,会使终端功耗高,使用时间短,即实时性高的续航时间短,而续航时间长的实时性低。为了在续航时间和实时性之间寻找一个平衡点,本研究预先进行了 20 s、1 min、3 min、10 min 时间间隔的畜群定位测试,具体见表 4。最终因时间间隔为 3 min 的设备续航时间长且能详细、不冗余地记录畜群牧采食轨迹数据分布而应用于本研究,对于设备刷新速率^[19]的设置可通过服务器进行设置,也可通过发送短信的方式进行设置,发送短信的具体指令如下:(1)“mode, 2#”;//更改设备工作模式;(2)“TIMER,1,180#”;//更改设备发送频率;(3)“SF,OFF#”//关闭终端过滤。

表 4 畜群刷新频率比较

时间间隔	续航时间 (h)
20 s	72
1 min	150
3 min	120
10 min	279

3 系统的应用

本研究所提出的这种牧群轨迹数据采集系统的整体设计方案主要用于畜群轨迹数据的实时跟踪,目前在新疆生产建设兵团农八师一五一团天山北麓牧场得到初步应用,且已采集 2 年(2015—2016 年)数据,1 d 所采集数据约 4 万条。汪传建等在研究牧群采食量分布模型中应用了该设计方案,使得该系统得到充分验证^[20]。

以新疆生产建设兵团农八师一五一团天山北麓牧场为研究区,进行牧群轨迹数据采集系统的实例应用与测试。将轨迹数据作为 ArcGIS 的主要数据来源,分析可得畜群在牧场采食过程中的路线。以研究区 2016 年 8 月 28 日牧群轨迹数据为例进行测试,系统运行结果如图 3 所示。对 2016 年的牧群轨迹数据进行轨迹地图显示,反映 2016 年全年的牧群采食量分布如图 4 所示。

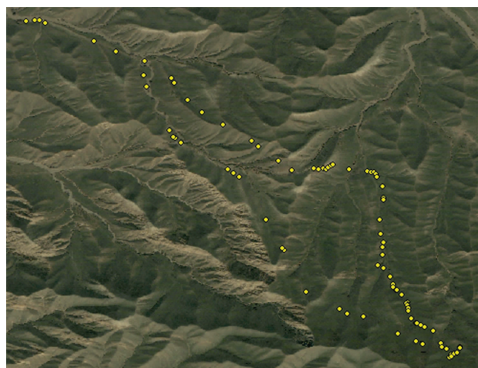


图3 2016 年 8 月 28 日牧群轨迹数据

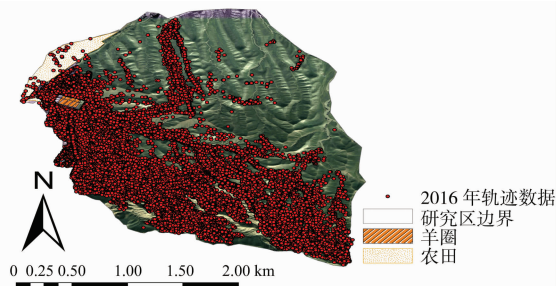


图4 2016 年研究区牧群采食量分布专题

4 结论与讨论

本研究结合牧业发展的需求,基于 EXLIVE 平台实现牧群轨迹数据采集。采用卫星定位技术获取数据,将定位设备放入特制的定位项圈中,可将数据显示在客户端,也可将数据显示在 ArcGIS 中,并对数据进行处理,可快速大范围地获取轨迹数据,实现轨迹信息的监测。轨迹数据采集系统在新疆生产建设兵团农八师一五一团天山北麓牧场得到初步应用且已采集 2 年约 288 万条数据。

结果表明,该系统具有大范围、快速、实时采集数据等优点,对于数据分析处理方法的进一步优化及结合需求提供更加全面的数据信息服务有很大的提升空间。下一步工作主要是通过算法实现数据分析处理方法的优化并通过已知信息的

组合实现更多信息的显示。

致谢:新疆农垦科学院杨永林老师、紫泥泉种羊场工作人员提供轨迹数据采集的支持与帮助,谨此致谢!

参考文献:

- [1] 王 旭. 新疆:推行羊毛(绒)公证检验制度势在必行[J]. 中国纤检,2012(13):52-53.
- [2] 郭冬生,王文龙,龚群辉,等. 我国畜牧业发展现状及发展趋势[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):18-21.
- [3] Rutter S M, Beresford N A, Roberts G. Use of GPS to identify the grazing areas of hill sheep [J]. Computers & Electronics in Agriculture, 1997, 17(2): 177-188.
- [4] Schlecht E, Hiernaux P, Kadaouré I, et al. A spatio-temporal analysis of forage availability and grazing and excretion behaviour of herded and free grazing cattle, sheep and goats in Western Niger[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2006, 113(1/2/3/4): 226-242.
- [5] Hansen M C, Garner G W, Fancy S G. Comparison of 3 methods for evaluating activity of dall's sheep [J]. Journal of Wildlife Management, 1992, 56(4): 661-668.
- [6] 王萨仁娜,韩国栋,张圣微,等. 基于 3S 技术的绵羊牧食行为与草地环境相互作用研究[J]. 中国生态农业学报,2015,23(7): 860-867.
- [7] 何 可,杨志松,青 菁,等. 大熊猫 GPS 项圈行为数据的分类阈值[J]. 动物学杂志,2016(2):169-175.
- [8] 陈 俊. 卫星放牧系统的设计与实现[D]. 上海:华东师范大学,2012.
- [9] 葛宝明,官天培,谌利民,等. GPS 项圈系统在野生动物管理与监测中的应用[J]. 四川动物,2012,31(2):311-316.
- [10] 熊本海,杨振刚,杨 亮,等. 中国畜牧业物联网技术应用研究进展[J]. 农业工程学报,2015,31(增刊1):237-246.
- [11] 张恩迪,雷思君. 基于 GPRS 的物联网农业虫害防治监测系统[J]. 农机化研究,2015(3):91-94.
- [12] 张 杰,臧贺藏,杨春英,等. 基于物联网的农业环境远程监测系统研究[J]. 河南农业科学,2015,44(12):144-147.
- [13] 孙彦景,丁晓慧,于 满,等. 基于物联网的农业信息化系统研究与设计[J]. 计算机研究与发展,2011,48(增刊2):326-331.
- [14] 杜克明,褚金翔,孙忠富,等. WebGIS 在农业环境物联网监测系统中的应用[J]. 农业工程学报,2016(4):171-178.
- [15] 朱云雷. 基于移动 WEB 的小规模快速信息采集系统设计与实现[J]. 电力学报,2013,28(2):152-155.
- [16] 李 楠,刘成良,李彦明,等. 基于 3S 技术联合的农田墒情远程监测系统开发[J]. 农业工程学报,2010,26(4):169-174.
- [17] 成志龙. 基于 GPS/GPRS 羊群自动跟踪识别系统的设计与实现[D]. 包头:内蒙古科技大学,2015.
- [18] Hulbert I A R, Wylie J T B, Waterhouse A, et al. A note on the circadian rhythm and feeding behaviour of sheep fitted with a lightweight GPS collar [J]. Applied Animal Behaviour Science, 1998, 60(4): 359-364.
- [19] 马 兰,袁 卫. 基于 GPS 的数据采集处理系统设计[J]. 现代电子技术,2010,33(15):171-172.
- [20] 汪传建,王伟强,鲁为华,等. 基于放牧时空轨迹数据的牧群采食量分布模型[J]. 农业工程学报,2016,32(13):125-130.