

野外无人值守森林实时监控与报警系统研究

杨华

(山东正安安全环境科技发展有限公司, 山东 济南 250100)

摘要:随着中国森林的过度砍伐,森林面积急剧减少,对植被的保护刻不容缓。但由于人力物力有限,无法对大量的野生植被进行实时巡视,造成大量野生植被的滥砍滥伐。采用数字摄像头作为采集终端,利用太阳能电池作为可移动电源,结合GPS和GSM的智能控制板,实现植被状况的前端智能判断与实时监控。

关键词:植被保护;实时监控;报警

中图分类号:X830.7

文献标识码:A

文章编号:1674-6732(2014)03-0013-05

Study on Real-time Monitoring and Alarm System of Field Forest Vegetation

YANG Hua

(Shandong Zheng'an Safety & Environmental Technology Development Co., Ltd., Jinan, Shandong 250100, China)

Abstract: Because forest is cut heavily in our country and the size of forest decrease sharply, the protection of forest vegetation is urgent. However, a lot of field forest vegetation is lost due to the absence of real-time patrol with limitation of person and devices. This paper developed the real-time monitoring system with intelligent client device which combined GPS and GSM control panel, e-quipped digital cameras as sampling clients and solar batteries as movable power supplies.

Key words: Vegetation protection; Real-time monitoring; Alarm system

森林作为巨大的陆地生态系统的主体,在调节生物、大气、水等动态平衡中具有重要作用。近年来,在野外林区毁林开矿、毁林开发旅游区等事件屡屡被曝光。因此,在野外林区如何进行森林植被的监控成了急需解决的问题。

对森林植被的监控目前有以下几种常用方法:定期调查、遥感、巡视、举报等。

然而定期调查的时效性差,远不能满足现代林业建设的要求,各地森林资源档案管理和年度更新滞后,不能准确反映森林资源的现状及变化^[1-2]。遥感技术只能对大面积森林进行监控,无法看到细节,渐进式的森林砍伐难以被发现^[3-5]。巡视和举报的方法具有很强的不确定性,无法作为常规监控手段^[6]。尤其是目前的各种植被监控手段均无法对正在发生的植被破坏事件进行实时监控,即使监控到植被破坏也无法找到肇事者,难以保证植被保护的持续性。

提出采用实现植被状况的前端智能判断与实时监控结合的技术,一旦判断出植被情况发生变

化,系统会将报警信息传递给中心,并且上传当前的监控画面。主动报警的机制与传统的各点巡视的机制相比可以节省大量的时间与人力,工作效率大幅度提升。

1 系统框架

系统主要由终端与中心软件两部分组成,中心软件采用通用的电子地图平台实现。终端包括供电装置、智能主控板与数字摄像头3个部分,终端框架如图1所示。供电装置由太阳能电池板、控制器与蓄电池组成,电池板收集太阳能并转换为电能,通过控制器将电压稳定在12V直流电压,在阳光充足时,控制器在给系统提供电力的同时给蓄电池充电,在没有阳光时,通过蓄电池给系统供电。数字摄像头拍摄需要保护的植被,并将图像传递给主控板。主控板由Hi 3515视频处理芯片、GSM模

收稿日期:2013-05-25;修订日期:2014-01-26

作者简介:杨华(1977—),女,工程师,硕士,从事环境安全监控与评价、节能评估、安全评价等工作。

块与 GPS 模块组成。Hi 3515 视频处理芯片将数字摄像头捕捉到的视频图像按帧抽取出来,判断植被的颜色变化,根据设定的阈值判断植被的颜色变化是否超出合理的范围,如果超过阈值,则认为此时的植被可能正在发生较大的变化,系统立刻会通过 GSM 模块向中心发送报警信息,同时会将 GPS 采集的位置信息与摄像头采集的图像信息一并传递到中心软件,中心收到报警信息之后会立刻查看当前检测点的植被保护情况,判断当前是否正在发生滥砍滥伐的情况,同时通过 GPS 迅速定位滥砍滥伐的具体位置,做到实时抓捕。

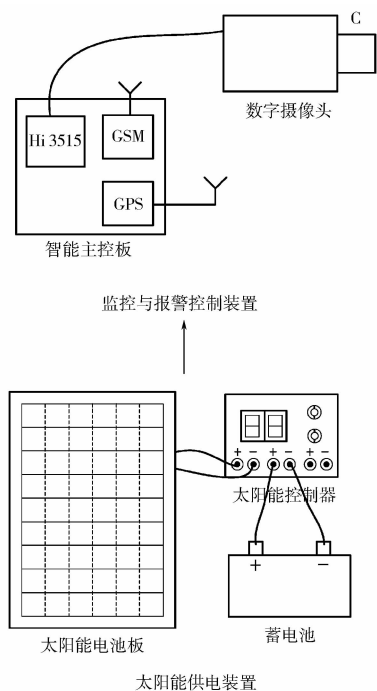


图 1 植被保护监控与报警终端框架

太阳能电池板的供电效率不高,如果要实现系统不间断运行,太阳能电池板的面积过大,不仅安装不方便,也不容易隐蔽安装。因此,根据不同地区的阳光情况,适当选择较小面积的电池板,一般不超过 50 W。由于该系统的特点并不要求对系统进行 24 h 不间断运行,因此可以采用每小时开机 5 min,其余时间休眠以节省电力的方式,这样可以大幅度减少电池板的尺寸与蓄电池的容量,降低系统成本。

数据的采集与传输采用海思半导体的 Hi 3515 为主芯片,该芯片是一款功能强大的 H. 264 编解码处理器芯片,内嵌 ARM 9 核,支持 Linux 操作系

统。该芯片支持数字摄像机接口, MPEG/JPEG 最大支持 300 万像素的编码,帧率 5 fps;支持 2 个 RS 232 标准串口;支持 SD 卡等,智能主控板的技术框图如图 2 所示,数字摄像机的视频信号通过 BT. 656 协议接入到 Hi 3515 芯片的 VI 0 接口,通过音视频编码之后传递给内置的 ARM 9 处理器,同时处理器接收到 GPS 模块通过串口传递过来的当前位置信息,处理器解析 GPS 信息之后取出经纬度与时间信息,同时将拍摄的照片的色度提取出来,将这两种信息打包保存在 SD 卡中,同时通过串口发送给 GSM 模块,GSM 模块采用短信的方式发送到中心服务器连接的 GSM 模块,从而通过中心服务程序进入中心数据库。

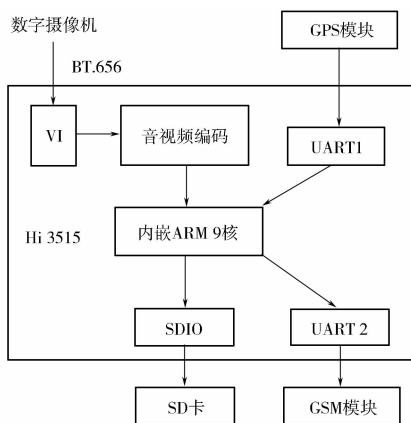


图 2 智能主控板技术框架与信息流向

Hi 3515 芯片提供 Linux 下开发的 SDK 开发包,提供基本的图像处理方法与系统工具,为系统的开发提供了技术保障,处理流程如图 3 所示。

其中 RGB 图像转换至 HSV 空间并提取色度的方法是将给定 RGB 颜色空间的值 (r, g, b) , $r, g, b \in [0, 1, \dots, 255]$ 转换到 HSV 空间的 h, s, v 值,计算公式如下:

设 $v' = \max(r, g, b)$ 。定义 r', g', b' 为:

$$r' = \frac{v' - r}{v' - \min(r, g, b)}$$

$$g' = \frac{v' - g}{v' - \min(r, g, b)}$$

$$b' = \frac{v' - b}{v' - \min(r, g, b)}$$

$$v = v'/255$$

$$\text{则有: } s = \frac{v' - \min(r, g, b)}{v'}$$

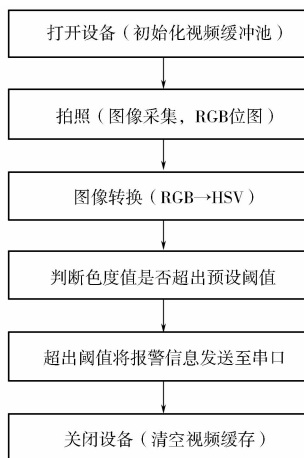


图 3 软件处理流程

$$h = h' \times 60$$

其中

$$h' = \begin{cases} (5 + b'), r = \max(r, g, b) \text{ and } g = \min(r, g, b) \\ (1 - g'), r = \max(r, g, b) \text{ and } g \neq \min(r, g, b) \\ (1 + r'), g = \max(r, g, b) \text{ and } b = \min(r, g, b) \\ (3 - b'), g = \max(r, g, b) \text{ and } b \neq \min(r, g, b) \\ (3 + g'), b = \max(r, g, b) \text{ and } r = \min(r, g, b) \\ (5 - r'), other \end{cases}$$

$$r, g, b \in [0, 255], h \in [0, 360], s \in [0, 1], v \in [0, 1]$$

2 结果与讨论

2.1 不同植被覆盖率下的图像结果

同一地点不同植被覆盖的拍摄图片如图 4(a)(b)(c) 所示, (a) 中植被覆盖率比较大, 植被茂密, 包含了大量较高、较粗的树木; (b) 中植被基本上是以低矮的灌木为主, 植被覆盖率较小; (c) 中只有裸露的沙土, 几乎没有植被覆盖。

按照提出的算法对不同植被覆盖下的拍摄图片进行处理, 可以得到 3 张图片的颜色分量, 结果如图 5 所示。计算得出的不同的颜色角度值对应不同的颜色。计算得到的 3 张图片的颜色角度值分别为: (a) 111.04, (b) 161.57, (c) 70.838。在色域分析图上标注这 3 个角度, 可以清楚地看到 3 张图片对应的颜色值分别位于绿色、青色与黄色附近。根据该角度值, 可以很容易判断出当前植被的颜色, 从而判断植被的覆盖情况。根据不同的季节和时段设定植被颜色变化的阈值, 如果植被颜色变化在短时间内超出阈值, 则向中心发出报警信息并

返回当前位置与图像。

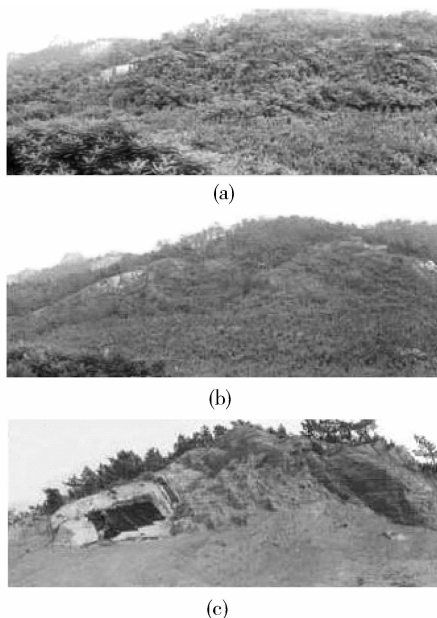


图 4 同一地点不同植被覆盖率

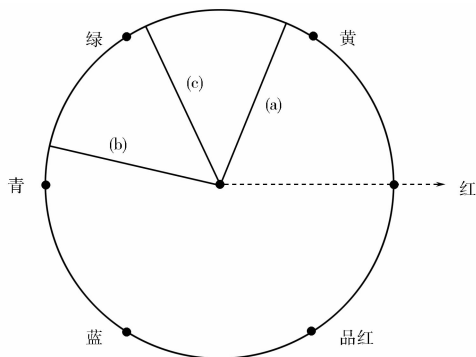


图 5 图 4 中图片的颜色分量示意

2.2 固定镜头下采样的处理结果

采用摄像头采集信息, 即使摄像头固定, 采集到的图像也会在风的作用下不断变化, 因此必须考虑风的作用对采集信息的影响。图 6 是不同时间点对植被采样的图像, 从整体看图像几乎没有变化, 但是从细节上看, 树木会随着风的吹动不断晃动, 同时也会有过往的车辆和其他飞禽的影响。

将图 6 中的 12 次采样获得图像进行颜色计算, 颜色分量均在 127 度附近上下波动, 根据这种情况, 在计算点的上下分别设置 A 和 B 两个阈值, $A = 130^\circ; B = 124^\circ$, 阈值之间的差值为 6° , 如图 7 所示。因此当摄像头固定情况较好时, 自然环境影

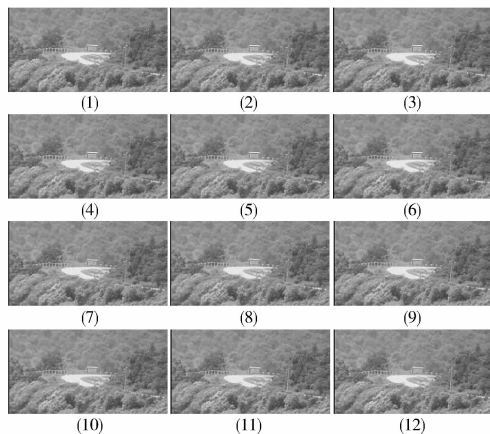


图 6 在不同时间点采样的视频图像

响引起的变化可以用两个比较接近的阈值,如果监控图像采样的值超过 A 值或者低于 B 值,则立刻进行报警。

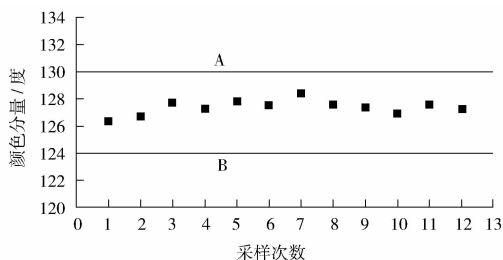


图 7 固定摄像头不同时段采样的颜色计算结果

将阈值 A 和 B 标注在颜色空间图上,结果如图 8 所示,从图中可以看出,固定摄像头时,短时间内颜色的变化非常小。如果超过阈值则立刻报警。

如果采用 5 min 之内的平均值来表示一次采样则会自然产生的影响大幅度减少,从而大大提高计算值的准确程度,通过此改进可以进一步减少阈值设定的范围,提升精确度。

2.3 镜头晃动时采样的处理结果

在实际的应用情况下,摄像头往往也会随着云台的晃动而不断晃动,拍摄下来的图像也会出现很大的偏差;同时镜头自动聚焦功能也会导致图像的变化。这些因素都考虑进去之后,模拟了摄像机晃动时的图像情况(图 9),从图中看出,摄像机的焦距有变化,同时摄像机对准的位置也在发生变化。

计算图 9 中的 9 次采样的颜色计算结果(图 10)。从图 10 中看出,颜色计算结果在 120° 附近上下浮动,与固定摄像头相比较,上下浮动的范围

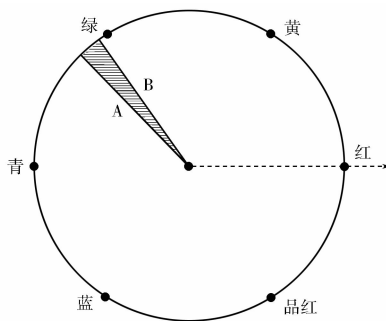


图 8 固定摄像头颜色阈值设定示意

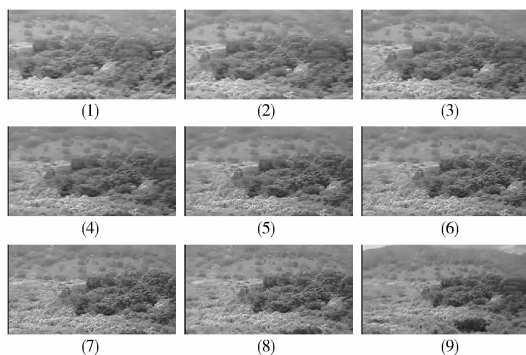


图 9 摄像机晃动时拍摄的植被图像

稍大。选定阈值 $A = 126^\circ, B = 114^\circ$,两者的差值为 12° ,是摄像头固定时的 2 倍。将该阈值在颜色空间图上标注出来(图 11),与图 8 相比,阈值包含的范围明显增大。如果同样采用 5 min 之内取平均值得方法计算颜色的采样值,则阈值的范围可以明显缩小,提升计算精确度。

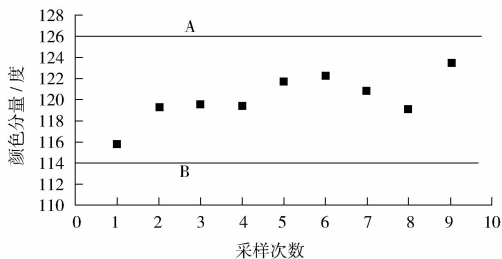


图 10 摄像头晃动时不同时段采样的颜色计算结果

3 结论

通过太阳能供电,利用数字摄像头采集野外植被的现场图像,将图像从 RGB 空间转换到 HSV 空间,求取图像颜色在颜色空间中的平均角度,根据颜色角度的值判断当前植被的覆盖情况,并且根据

(下转第 23 页)

3 结论

比色法可以测试铜、铅、锌、镉、六价铬 5 种重金属,且精密度和准确度均较好;阳极溶出伏安法可以测试铜、铅、锌、镉、砷、汞 6 种重金属,但测定六价铬时偏差较大。

除六价铬和铜外,阳极溶出伏安法的测试范围较比色法宽,且检出限较低;阳极溶出伏安法可同时测定镉、铅、铜 3 种金属,具有较好的适用性。综上推荐的测试方法如表 5 所示。

表 5 应急监测推荐使用方法

| 重金属种类 | 推荐方法 | 原因 |
|-------|---------|-------------------------------|
| 铜 | 阳极溶出伏安法 | 两种方法均适用,优先推荐阳极溶出伏安法 |
| 铅 | 阳极溶出伏安法 | 两种方法均适用,比色法检测范围过小,优先推荐阳极溶出伏安法 |
| 锌 | 阳极溶出伏安法 | 两种方法均适用,优先推荐阳极溶出伏安法 |
| 镉 | 阳极溶出伏安法 | 两种方法均适用,优先推荐阳极溶出伏安法 |
| 六价铬 | 比色法 | 阳极溶出伏安法检出限较高,且精密密度、准确度较差 |
| 汞 | 阳极溶出伏安法 | 比色法不适用于应急现场监测 |
| 砷 | 阳极溶出伏安法 | |

[参考文献]

[1] 吕彩云. 重金属检测方法研究综述[J]. 资源开发与市场, 2008, 24(10): 887-890.

[2] 姜天久, 牛涛. 重金属污染物的免疫学检测技术研究进展[J]. 生态环境, 2005, 14(4): 590-595.

[3] SOLDATKIN A P, VOLOTOVSKY V, EISKAYA A V, et al. Improvement of urease based biosensor characteristics using additional layers of charged polymers[J]. Analytica Chimica Acta, 2000(403): 25-29.

[4] MARIA T G, MICHAL K, JIRI M. Photosystem II-based biosensors for the detection of pollutants[J]. Biosensors & Bioelectronics, 2001(16): 1027-1033.

[5] KUKLA A L, KANJUK N I, STARODUB N F, et al. Mul-

tienzyme electrochemical sensor array for determination of heavy metal ions[J]. Sensors and Actuators B, 1999, 57: 213-218.

[6] US EPA Method 200.5 Determination of trace elements in drinking water by axially viewed inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry[S].

[7] US EPA Method 200.8 Determination of trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-mass spectrometry[S].

[8] US EPA Method 200.10 Determination of trace elements in marine waters by on-Line chelation preconcentration and inductively coupled plasma-mass spectrometry[S].

[9] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

[10] 于庆凯, 李丹. 阳极溶出伏安法同时测定海水中铜、铅、镉、锌[J]. 化学工程师, 2009, 169(10): 25-26.

(上接第 16 页)

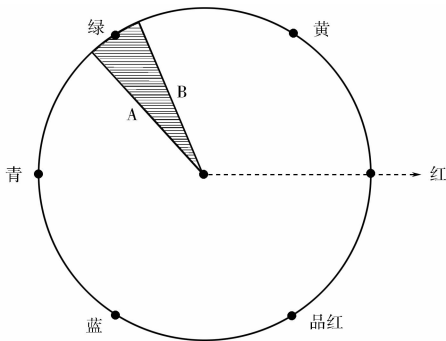


图 11 摄像头晃动时颜色阈值设定示意

5 min 之内的平均值减小阈值范围,提升精确度。设置颜色角度判断的上下两个阈值,如果当前测量值超过该阈值即通过 GSM 模块向中心报警并上传位置与当前图像。实验结果表明,通过该方式实时

监控植被的破坏情况,可以大幅度降低监管人员的劳动强度,提高工作效率与成功率。

[参考文献]

[1] 楼毅, 韦希勤. 华东监测区森林资源监测体系现状及其完善对策[J]. 华东森林经理, 2011, 25(2): 39-44.

[2] 张会儒, 鞠洪波. 荒漠化监测中县级植被监测和评价信息系统的框架结构[J]. 林业资源管理, 2006(4): 96-101.

[3] 张旭, 刘新春, 肖继东, 等. EOS/MODIS 影像处理在塔里木河下游植被监测中的应用[J]. 干旱区研究, 2005, 22(4): 532-536.

[4] 李忠平, 黄国胜, 曾伟生, 等. 巴西森林资源监测及遥感技术应用的基本做法和启示[J]. 林业资源管理, 2012(5): 125-128.

[5] 吕妙儿, 蒲英霞, 黄杏元. 城市绿地监测遥感应用[J]. 中国园林, 2000, 16(71): 41-44.

[6] 黄宇辉. 基于 VRS 技术的 GPS-PDA 在森林资源调查监测中的应用[J]. 林业调查规划, 2012, 37(3): 9-14.