



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107800800 A

(43)申请公布日 2018.03.13

(21)申请号 201711079853.9

(22)申请日 2017.11.06

(71)申请人 潘柏霖

地址 537000 广西壮族自治区玉林市人民  
东路49号

(72)发明人 潘柏霖

(51) Int. Cl.

H04L 29/08(2006.01)

H04W 84/18(2009.01)

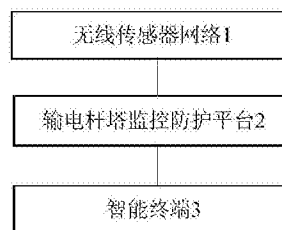
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

一种输电杆塔防护系统

## (57)摘要

本发明提供了一种输电杆塔防护系统,包括无线传感器网络、输电杆塔监控防护平台和智能终端,所述无线传感器网络用于采集输电杆塔受威胁传感数据,并将采集到的输电杆塔受威胁传感数据发送到所述输电杆塔监控防护平台,所述输电杆塔监控防护平台用于接收、存储、显示输电杆塔受威胁传感数据,并将输电杆塔受威胁传感数据与预先设定的正常阈值范围的边界值进行比较,若超过正常阈值范围,则输出报警信号。本发明利用无线传感器网络技术实现了输电杆塔监测,并在输电杆塔受威胁传感数据异常时进行报警,便于相关人员进行远程监控。



1. 一种输电杆塔防护系统,其特征是,包括无线传感器网络、输电杆塔监控防护平台和智能终端,所述无线传感器网络用于采集输电杆塔受威胁传感数据,并将采集到的输电杆塔受威胁传感数据发送到所述输电杆塔监控防护平台,所述输电杆塔监控防护平台用于接收、存储、显示输电杆塔受威胁传感数据,并将输电杆塔受威胁传感数据与预先设定的正常阈值范围的边界值进行比较,若超过正常阈值范围,则输出报警信号;所述的智能终端通过通信网络与输电杆塔监控防护平台连接,用于实时访问输电杆塔监控防护平台中的输电杆塔受威胁传感数据。

2. 根据权利要求1所述的一种输电杆塔防护系统,其特征是,所述输电杆塔监控防护平台包括数据通信模块、数据异常分析模块、异常报警模块,所述数据通信模块与所述数据异常分析模块连接,所述数据异常分析模块与所述异常报警模块连接。

3. 根据权利要求1所述的一种输电杆塔防护系统,其特征是,所述的输电杆塔受威胁传感数据包括输电杆塔周围的震动信号、输电杆塔的局部水平位移。

4. 根据权利要求1所述的一种输电杆塔防护系统,其特征是,所述的无线传感器网络包括设定于输电杆塔监测区域外的基站节点以及部署于设定的输电杆塔监测区域内的多个传感器节点。

5. 根据权利要求4所述的一种输电杆塔防护系统,其特征是,进行网络拓扑构建时,传感器节点通过竞选选出多个骨干节点,基站节点建立各骨干节点到基站节点的路由路径,从而形成骨干网络;其中,剩余的传感器节点将采集的输电杆塔受威胁传感数据发送至距离最近的骨干节点,骨干节点用于收集传感器节点发送的输电杆塔受威胁传感数据,将收集的输电杆塔受威胁传感数据与自身采集的输电杆塔受威胁传感数据进行融合,并将融合后的输电杆塔受威胁传感数据按照建立的路由路径发送至基站节点。

6. 根据权利要求5所述的一种输电杆塔防护系统,其特征是,传感器节点通过竞选选出多个骨干节点,具体包括:

(1) 初始时,各传感器节点通过信息交互获取其通信范围内的其他传感器节点的信息,创建和更新邻居节点列表;

(2) 各传感器节点按照下列公式计算随机阈值:

$$T_i = \eta_1 \left[ 1 - \frac{1}{E_i / [\mu + v(n_i - 1)]} \right] + \eta_2 \frac{\max_{j=1, \dots, n_i} D(i, j)}{D(i, \text{sink})}$$

式中,  $T_i$  表示传感器节点  $i$  计算出的随机阈值,  $E_i$  为传感器节点  $i$  的当前剩余能量,  $\mu$  为设定的传感器节点发送一个输电杆塔受威胁传感数据包的能量开销,  $v$  为设定的传感器节点接收一个输电杆塔受威胁传感数据包的能量开销,  $n_i$  表示传感器节点  $i$  的邻居节点个数,其中邻居节点为位于传感器节点通信范围内的其他传感器节点,  $D(i, j)$  为传感器节点  $i$  与其第  $j$  个邻居节点之间的距离,  $D(i, \text{sink})$  为传感器节点  $i$  与基站节点之间的距离,  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  为设定的权重因子;

(3) 每个传感器节点应用安全加密随机数产生器生成一个0和1之间的随机数,并判断是否小于计算出的随机阈值,若是,则该传感器节点当选为备选骨干节点;

(4) 每个备选骨干节点通过信息交互确认自身通信范围内是否存在其他备选骨干节点,若存在,进行当前剩余能量以及邻居节点个数比较,若自身的当前剩余能量与邻居节点

个数皆小于通信范围内的其他备选骨干节点,则放弃骨干节点竞选,最终,未放弃骨干节点竞选的备选骨干节点成功当选为骨干节点。

## 一种输电杆塔防护系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及输电杆塔监测技术领域,具体涉及一种输电杆塔防护系统。

### 背景技术

[0002] 近年来随着全球变暖,台风、暴雨、强雷暴等恶劣气象天候频发,导致山洪暴发、冲毁杆塔地基、暴风刮断输电线路、刮倒输电杆塔等自然灾害频发,对电网安全运行构成越来越大的危险。

[0003] 另外,伴随经济的高速发展和国家重点基础建设施工的高速增长,如新建高铁、新建高速公路、新建高压输电线路和其他新建重点工程的大量上马,其施工不可避免的要穿越高压输电走廊,甚至靠近杆塔施工。然而,这些施工单位通常不具备高压输变电技术的专业知识,缺乏对高电走廊下作业的危险性认知。这些施工往往会采用多种大型机械施工,可能会造成危险接近甚至碰线短路等恶性事故的发生。靠近杆塔野蛮挖掘等可能会造成杆塔地基损毁、杆塔倾覆等重大恶性事故。

[0004] 还有一些临时施工,因为施工单位不知情或侥幸心理,没有告知电力运行单位,导致安全监管缺失,形成事故隐患。更多的小型、个人的施工作业,更是随心所欲。而巡查人员不可能全程监控,等发现问题时往往已经酿成事故或事故症候,给电网安全运行带来极大隐患。

### 发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明提供一种输电杆塔防护系统。

[0006] 本发明的目的采集以下技术方案来实现:

[0007] 提供了一种输电杆塔防护系统,包括无线传感器网络、输电杆塔监控防护平台和智能终端,所述无线传感器网络用于采集输电杆塔受威胁传感数据,并将采集到的输电杆塔受威胁传感数据发送到所述输电杆塔监控防护平台,所述输电杆塔监控防护平台用于接收、存储、显示输电杆塔受威胁传感数据,并将输电杆塔受威胁传感数据与预先设定的正常阈值范围的边界值进行比较,若超过正常阈值范围,则输出报警信号;所述的智能终端通过通信网络与输电杆塔监控防护平台连接,用于实时访问输电杆塔监控防护平台中的输电杆塔受威胁传感数据。

[0008] 本发明的有益效果为:利用无线传感器网络技术实现了输电杆塔监测,并在输电杆塔受威胁传感数据异常时进行报警,便于相关人员进行远程监控和防护。

### 附图说明

[0009] 利用附图对本发明作进一步说明,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制,对于本领域的普通技术人员,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据以下附图获得其它的附图。

[0010] 图1本发明的结构框图;

[0011] 图2是本发明输电杆塔监控防护平台的连接框图。

[0012] 附图标记：

[0013] 无线传感器网络1、输电杆塔监控防护平台2、智能终端3、数据通信模块10、数据异常分析模块20、异常报警模块30。

### 具体实施方式

[0014] 结合以下实施例对本发明作进一步描述。

[0015] 参见图1,本实施例提供了一种输电杆塔防护系统,包括无线传感器网络1、输电杆塔监控防护平台2和智能终端3,所述无线传感器网络1用于采集输电杆塔受威胁传感数据,并将采集到的输电杆塔受威胁传感数据发送到所述输电杆塔监控防护平台2,所述输电杆塔监控防护平台2用于接收、存储、显示输电杆塔受威胁传感数据,并将输电杆塔受威胁传感数据与预先设定的正常阈值范围的边界值进行比较,若超过正常阈值范围,则输出报警信号;所述的智能终端3通过通信网络与输电杆塔监控防护平台2连接,用于实时访问输电杆塔监控防护平台2中的输电杆塔受威胁传感数据。

[0016] 在一个实施例中,如图2所示,所述输电杆塔监控防护平台2包括数据通信模块10、数据异常分析模块20、异常报警模块30,所述数据通信模块10与所述数据异常分析模块20连接,所述数据异常分析模块20与所述异常报警模块30连接。

[0017] 在一个实施例中,所述的输电杆塔受威胁传感数据包括输电杆塔周围的震动信号、输电杆塔的局部水平位移。

[0018] 上述实施例中,当输电杆塔有人员攀爬、敲击及其周围有土方施工和大型机械接近等产生震动的现象时,无线传感器网络1可以采集到信号。

[0019] 本发明上述实施例利用无线传感器网络技术实现了输电杆塔监测,并在输电杆塔受威胁传感数据异常时进行报警,便于相关人员进行远程监控。

[0020] 在一个实施例中,所述的无线传感器网络1包括设定于输电杆塔监测区域外的基站节点以及部署于设定的输电杆塔监测区域内的多个传感器节点;进行网络拓扑构建时,传感器节点通过竞选选出多个骨干节点,基站节点建立各骨干节点到基站节点的路由路径,从而形成骨干网络;其中,剩余的传感器节点将采集的输电杆塔受威胁传感数据发送至距离最近的骨干节点,骨干节点用于收集传感器节点发送的输电杆塔受威胁传感数据,将收集的输电杆塔受威胁传感数据与自身采集的输电杆塔受威胁传感数据进行融合,并将融合后的输电杆塔受威胁传感数据按照建立的路由路径发送至基站节点。

[0021] 在一个实施例中,传感器节点通过竞选选出多个骨干节点,具体包括:

[0022] (1) 初始时,各传感器节点通过信息交互获取其通信范围内的其他传感器节点的信息,创建和更新邻居节点列表;

[0023] (2) 各传感器节点按照下列公式计算随机阈值:

$$[0024] \quad T_i = \eta_1 \left[ 1 - \frac{1}{E_i / [\mu + v(n_i - 1)]} \right] + \eta_2 \frac{\max_{j=1, \dots, n_i} D(i, j)}{D(i, \text{sink})}$$

[0025] 式中, $T_i$ 表示传感器节点*i*计算出的随机阈值, $E_i$ 为传感器节点*i*的当前剩余能量, $\mu$ 为设定的传感器节点发送一个输电杆塔受威胁传感数据包的能量开销, $v$ 为设定的传感器节点接收一个输电杆塔受威胁传感数据包的能量开销, $n_i$ 表示传感器节点*i*的邻居节点个

数,其中邻居节点为位于传感器节点通信范围内的其他传感器节点, $D(i, j)$ 为传感器节点*i*与其第*j*个邻居节点之间的距离, $D(i, \text{sink})$ 为传感器节点*i*与基站节点之间的距离, $\eta_1, \eta_2$ 为设定的权重因子;

[0026] (3) 每个传感器节点应用安全加密随机数产生器生成一个0和1之间的随机数,并判断是否小于计算出的随机阈值,若是,则该传感器节点当选为备选骨干节点;

[0027] (4) 每个备选骨干节点通过信息交互确认自身通信范围内是否存在其他备选骨干节点,若存在,进行当前剩余能量以及邻居节点个数比较,若自身的当前剩余能量与邻居节点个数皆小于通信范围内的其他备选骨干节点,则放弃骨干节点竞选,最终,未放弃骨干节点竞选的备选骨干节点成功当选为骨干节点。

[0028] 本实施例提出了骨干节点的竞选机制,该机制通过随机阈值的方式随机选举备选骨干节点,使得每个状态良好的传感器节点都有机会成为骨干节点,有益于建立较广泛、宽范围的骨干网络,提高骨干节点在无线传感器网络1部署区域中的均匀度,减少由于骨干节点的集聚带来的网络损耗;该竞选机制进一步在相距较近的备选骨干节点中筛除当前剩余能量、节点密度较小的备选骨干节点,从而减少骨干网络的规模,进一步节省收集输电杆塔受威胁传感数据的通信成本。

[0029] 在一个实施例中,基站节点建立各骨干节点到基站节点的路由路径,具体包括:

[0030] (1) 设一个骨干节点为 $\Phi$ ,基站节点为sink,获取其到基站节点的所有路由路径,每条路由路径由多个骨干节点连接而成,定义除 $\Phi$ 外的其余骨干节点为 $\Phi$ 的中继转发节点,向骨干节点传送输电杆塔受威胁传感数据的传感器节点为该骨干节点的子节点,计算每条路由路径的选择概率:

$$[0031] \quad P(L_{\Phi \rightarrow \text{sink}}^{\rho}) = \lambda_1 \min_{\varphi=1, \dots, M_{\rho}} \frac{E_{\varphi}}{\mu + v(N_{\varphi} - 1)} + \lambda_2 \frac{\min_{\varphi=1, \dots, M_{\rho}} R_{\varphi \max}}{D(L_{\Phi \rightarrow \text{sink}}^{\rho})}$$

[0032] 式中, $L_{\Phi \rightarrow \text{sink}}^{\rho}$ 表示骨干节点 $\Phi$ 到基站节点sink的第 $\rho$ 条路由路径, $E_{\varphi}$ 为 $L_{\Phi \rightarrow \text{sink}}^{\rho}$ 上的第 $\varphi$ 个中继转发节点的当前剩余能量, $\mu$ 为设定的传感器节点发送一个输电杆塔受威胁传感数据包的能量开销, $v$ 为设定的传感器节点接收一个输电杆塔受威胁传感数据包的能量开销, $N_{\varphi}$ 为 $L_{\Phi \rightarrow \text{sink}}^{\rho}$ 上的第 $\varphi$ 个中继转发节点的子节点个数, $M_{\rho}$ 为 $L_{\Phi \rightarrow \text{sink}}^{\rho}$ 上的中继转发节点个数, $R_{\varphi \max}$ 为 $L_{\Phi \rightarrow \text{sink}}^{\rho}$ 上的第 $\varphi$ 个中继转发节点的最大通信半径, $D(L_{\Phi \rightarrow \text{sink}}^{\rho})$ 为 $L_{\Phi \rightarrow \text{sink}}^{\rho}$ 的路径总长度, $\lambda_1, \lambda_2$ 为设定的权重系数,且满足 $0 < \lambda_2 < \lambda_1 < 1$ ;

[0033] (2) 以选择概率最大的路由路径作为最终的路由路径。

[0034] 本实施例基于中继转发节点的能量消耗、通信半径以及路由路径的长短因素,设计了路由路径的选择概率的计算公式,根据选择概率选择骨干节点至基站节点的路由路径,能够建立较优、生命周期较长的路由路径,并且保证较短的路由距离的前提下均衡各骨干节点的能量以及承担中继转发节点的负载,有助于延长无线传感器网络1的生命周期,为输电杆塔的有效监控和防护奠定良好的基础。

[0035] 在一个实施例中,传感器节点的通信范围内不存在骨干节点时,该传感器节点将采集的输电杆塔受威胁传感数据传输至状态值最大的邻居节点,由邻居节点将该输电杆塔受威胁传感数据转发至距离最近的骨干节点,传感器节点获取邻居节点的状态值时,向各邻居节点广播消息,各邻居节点通过下列公式计算自身的状态值并向传感器节点反馈:

$$[0036] \quad Z_{\alpha\beta} = \chi_1 \frac{R_{\alpha\beta\max}}{D(\alpha\beta, \gamma)} + \chi_2 \frac{n_{\alpha\beta}}{\sum_{\beta=1}^{n_{\alpha}} n_{\alpha\beta}}$$

[0037] 式中,  $Z_{\alpha\beta}$ 表示传感器节点 $\alpha$ 的第 $\beta$ 个邻居节点的状态值,  $R_{\alpha\beta\max}$ 为传感器节点 $\alpha$ 的第 $\beta$ 个邻居节点的最大通信半径,  $D(\alpha\beta, \gamma)$ 为传感器节点 $\alpha$ 的第 $\beta$ 个邻居节点与其距离最近的骨干节点之间的距离,  $n_{\alpha\beta}$ 为传感器节点 $\alpha$ 的第 $\beta$ 个邻居节点具有的邻居节点个数,  $n_{\alpha}$ 为传感器节点 $\alpha$ 的邻居节点个数,  $\chi_1$ 、 $\chi_2$ 为设定的权重因子, 且满足 $0 < \chi_1, \chi_2 < 1$ 。

[0038] 本实施例考虑了传感器节点的通信范围内不存在骨干节点时的情况, 提出了一种距离骨干节点较远的传感器节点的输电杆塔受威胁传感数据传输机制, 其中根据邻居节点与距离最近的骨干节点之间的距离、通信范围及节点密度制定了状态值的计算公式, 传感器节点通过获取邻居节点的状态值, 从中选取状态值最大的用于辅助转发输电杆塔受威胁传感数据, 有利于保障输电杆塔受威胁传感数据转发的可靠性, 并进一步节省输电杆塔受威胁传感数据转发传输的能耗, 由于并没有利用当前剩余能量来衡量传感器节点的状态值, 传感器节点只需在拓扑构建的过程中进行一次状态值获取, 从而避免了多次确认带来的能量消耗, 节省输电杆塔智能防护系统在输电杆塔受威胁传感数据收集方面的通信成本。

[0039] 最后应当说明的是, 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案, 而非对本发明保护范围的限制, 尽管参照较佳实施例对本发明作了详细地说明, 本领域的普通技术人员应当理解, 可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换, 而不脱离本发明技术方案的实质和范围。

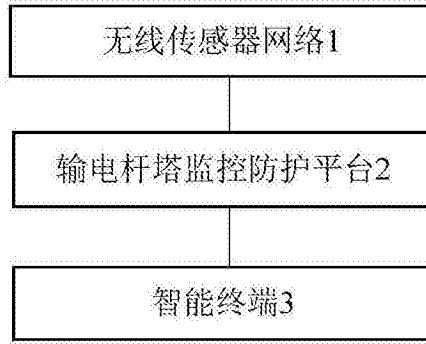


图1



图2