



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106535212 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(21)申请号 201611081696.0

(22)申请日 2016.11.30

(71)申请人 中国舰船研究设计中心

地址 430064 湖北省武汉市武昌区紫阳路
268号

(72)发明人 徐涵

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

代理人 胡建平 杨晓燕

(51) Int. Cl.

H04W 16/18(2009.01)

H04W 24/02(2009.01)

H04W 84/18(2009.01)

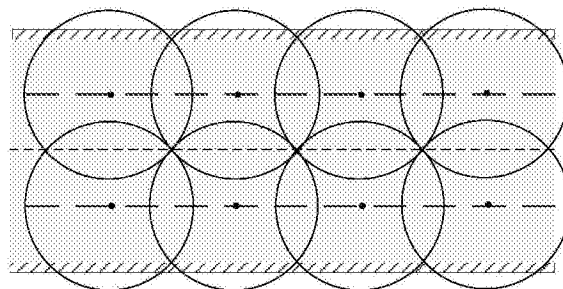
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种舰船长带型舱室无线传感器节点部署
方法

(57)摘要

本发明公开了一种舰船长带型舱室无线传感器节点部署方法,包括如下步骤:步骤S1:测量舰船长带型舱室的长带区域的宽度H,给定一个无线传感器节点,测量节点覆盖半径r;步骤S2:将长带区域沿着平行于长边方向,等分成k个相等的子长带区域,每一个子长带区域的宽度为H/k;步骤S3:在每一个子长带区域内部署一条节点串;通过上述三个步骤,即获得舰船长带型舱室无线传感器节点部署拓扑结构,该拓扑称为k等分拓扑。本发明的有益效果:通过采用等分节点部署拓扑,使全覆盖一个长带区域所需要的节点数量少于常规的其他节点部署方法,包括4圆盘交叠部署法和3圆盘交叠部署法、正六边形部署法以及正方形部署法、规则三角形部署法。



1. 一种舰船长带型舱室无线传感器节点部署方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤S1:测量舰船长带型舱室的长带区域的宽度H,给定一个无线传感器节点,测量节点覆盖半径r,设定一未知数k,k为整数,根据下式

$$\frac{-2k + 2k^2}{\sqrt{1 - 2k + 2k^2}} r \leq H \leq \frac{2k + 2k^2}{\sqrt{1 + 2k + 2k^2}} r$$

计算获得k的取值;

步骤S2:将长带区域沿着平行于其较长的边的方向,等分成k个相等的子长带区域,每一个子长带区域的宽度为H/k;

步骤S3:在每一个子长带区域内部署一条节点串,相邻两条节点串的串节点距离为 $d_k = \sqrt{4r^2 - (H/k)^2}$;

通过上述三个步骤,即获得舰船长带型舱室无线传感器节点部署拓扑结构,该拓扑称为k等分拓扑。

2. 根据权利要求1所述的舰船长带型舱室无线传感器节点部署方法,其特征在于,所述节点串是一串圆心沿着一条直线排列、有着相同节点覆盖半径r的节点构成的节点串,任意两个相邻的节点的圆心距离为d,其中 $0 < d < 2r$,该直线称为串中线。

一种舰船长带型舱室无线传感器节点部署方法

技术领域

[0001] 本发明属于舰船电子信息领域,具体涉及一种舰船长带型舱室无线传感器节点部署方法。

背景技术

[0002] 舰船无线传感网络是一门新兴的综合类舰船总体技术,该技术的内涵是研究运用先进的微电机系统技术、集成电路技术以及无线通信技术,在舰船内部环境部署大量的具备数据处理和通信能力的微型传感器节点,通过无线通信方式形成协作分布式无线网络系统。

[0003] 在舰船无线传感网络中,任意一个无线节点,都能够用其传感器探测感知到某一距离内的监测对象的物理信息,该距离被称之为感知(覆盖)距离。如何通过对无线节点的部署完成对舰船内部舱室区域的检测,这就是舰船无线传感器网络覆盖问题。网络覆盖直接影响舰船目标区域被无线传感器网络监测的性能,是无线传感器网络服务质量的度量。一般来说,为了提高网络可靠性,增强无线传感器网络对于目标区域的监测质量,通常将无线网络节点大规模、高密度地部署在目标区域内,这样的部署会导致网络中大量节点的覆盖区域相互重叠造成了覆盖冗余。这种覆盖冗余会直接导致采集、传输数据的冗余,从而导致不必要的能量开销。如果能在无线传感器网络部署初期,就能根据目标区域的拓扑形状确定无线节点的位置,则可大大减少所需要的节点数量,降低节点密度、降低覆盖冗余、延长网络生存时间。

[0004] 因此,覆盖问题正是无线网络中最基本最重要的问题。

[0005] 针对无线传感器网络覆盖问题,一个众所周知的结论是,当需要全覆盖一个很大的区域时,规则三角形部署(regular triangular-lattice pattern)方法可以获得最小的节点密度。在这种部署方法中,每一个圆盘会与其他6个相邻的圆盘相互重叠,任意三个相邻的圆心构成一个正三角形,任意一对相邻圆心之间距离为 $\sqrt{3}r$,其中 r 是覆盖圆盘的半径。

[0006] 上述提到的研究在设计节点部署时,假设整个场景非常大,没有边界。然而,在舰船实际情况下,节点需要被部署在一个有边界的封闭区域内。舰船长带型舱室区域存在左右两条舱壁,由于边舱壁的存在,势必使得节点部署受到影响。此外,长带区域的“长”、“窄”特性也和一般区域有所区别。由于这一特性,节点部署往往需要遵循“条状”拓扑,无法将适用于大范围区域的节点部署方法直接用于长带区域。因此在舰船长带型舱室区域中放置节点以保证全覆盖是一个全新的研究问题。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题是,针对现有舰船长带型舱室区域无线节点部署存在的上述不足,提供一种舰船长带型舱室无线传感器节点部署方法,该拓扑所需要的节点数量明显小于现有可以实现舰船长带型舱室全覆盖的节点拓扑所需的节点数量。

[0008] 本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案是：

[0009] 一种舰船长带型舱室无线传感器节点部署方法，包括如下步骤：

[0010] 步骤S1：测量舰船长带型舱室的长带区域的宽度H，给定一个无线传感器节点，测量节点覆盖半径r，设定一未知数k，k为整数，根据下式

$$[0011] \quad \frac{-2k + 2k^2}{\sqrt{1 - 2k + 2k^2}} r \leq H \leq \frac{2k + 2k^2}{\sqrt{1 + 2k + 2k^2}} r$$

[0012] 计算获得k的取值；

[0013] 步骤S2：将长带区域沿着平行于其较长的边的方向，等分成k个相等的子长带区域，每一个子长带区域的宽度为H/k；

[0014] 步骤S3：在每一个子长带区域内部署一条节点串，相邻两条节点串的串节点距离为 $d_k = \sqrt{4r^2 - (H/k)^2}$ ；

[0015] 通过上述三个步骤，即获得舰船长带型舱室无线传感器节点部署拓扑结构，该拓扑称为k等分拓扑。

[0016] 按上述方案，所述节点串是一串圆心沿着一条直线排列、有着相同节点覆盖半径r的节点（圆盘）构成的节点串，任意两个相邻的节点的圆心距离为d（d也称为串圆心距离），其中 $0 < d < 2r$ ，该直线称为串中线。

[0017] 本发明的工作原理：该拓扑主要由若干串节点串实现，一行节点串能覆盖的矩形最大面积与串中节点距离有关，加大节点距离则能覆盖的矩形区域宽度会变小，但是相同长带距离情况下一行中的节点数量会减少；反之，减少节点距离则能覆盖的矩形区域宽度会增大，但是相同长带距离情况下需要的节点数量会增加。于是，将整个长带区域划分为若干子区域，每一个区域均考虑使用一行节点串提供覆盖。通过选取适当的相邻节点距离值，则可在节点串所覆盖的矩形宽度与节点的数量上获得一个最优匹配，从而在使用较少数量节点的情况下保证对带状区域的全覆盖。

[0018] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：通过采用等分节点部署拓扑，使全覆盖一个长带区域所需要的节点数量少于常规的其他节点部署方法，包括4圆盘交叠部署法和3圆盘交叠部署法、正六边形部署法以及正方形部署法、规则三角形部署法等。

附图说明

[0019] 图1为一条(d,r)-串(即节点串)的示意图；

[0020] 图2为非等分节点部署拓扑的示意图；

[0021] 图3为本发明实施例采用2等分节点部署拓扑的示意图；

[0022] 图4为现有4圆盘交叠部署法的示意图；

[0023] 图5为现有3圆盘交叠部署法的示意图；

[0024] 图6为现有规则正六边形部署法的示意图；

[0025] 图7为现有规则正方形部署法的示意图；

[0026] 图8为本发明等分部署法以及其他现有节点部署方法需要的节点数量比较图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实例对本发明技术方案进行详细的描述。

[0028] 首先给出如下定义和引理：

[0029] 定义1: (d, r) -串是一串圆心沿着一条直线排列、有着相同半径 r 的圆盘串, 其中任意两个相邻的圆盘的圆心距离为 d , 其中 $0 < d < 2r$ 。如附图1所示。

[0030] 其中, 这条直线被称为串中线, d 被称为串圆心距离。

[0031] 注意到如果 $d=0$, 则所有的节点会交叠在一起, 只能覆盖一个圆的范围。此外, 要求 $d < 2r$ 以保证两个相邻的圆盘相互有2个交点。显然, 一个 (d, r) -串的最大有效覆盖区域应该取决于该 (d, r) -串的关键宽度, 也就是两个相邻的圆盘的两个交点之间的距离。

[0032] 关键宽度 h 通过下式计算: $h = \sqrt{4r^2 - d^2}$ 。

[0033] 定义2: 给定一个宽度为 H 的长带区域, 使用 $k-1$ 条平行于其长边的直线将该长带区域划分为 k 个相等的子带状区域, 并在每一个子带状区域放置一个 (d, r) -串, 使得其串中线正好与子带状区域的中分线重合, 并且令串节点距离为 $d_k = \sqrt{4r^2 - (H/k)^2}$ 。

[0034] 定义3: 给定一个需要被节点覆盖的区域, 节点密度指单位面积中节点的数量。

[0035] 引理1: 给定一个长为 D , 宽为 $H < 2r$ 的带状区域, 如果只有1行 (d, r) -串被用来覆盖这个带状区域, 则放置节点串, 使得串中线与带状区域的中分线重合, 并令串节点距离为 $d = \sqrt{4r^2 - H^2}$, 使用这种方法可以完全覆盖该带状区域, 并可以使所需要的节点数量最小化。

[0036] 引理2: 给定一个宽度为 $H < 2kr$ 的带状区域, 如果该区域被划分为 k 条子带状区域, 并且每一个子带状区域均被一条 (d, r) -串全覆盖, 则使用等分放置法, 并令串节点距离为 $d = \sqrt{4r^2 - (H/k)^2}$, 此时全覆盖整个带状区域所需要的节点数最小。 $k=2$ 时的2等分节点部署拓扑结构如图3所示。

[0037] 引理3: 给定一个长带区域, 当其宽度 H 满足条件

[0038]
$$\frac{-2k + 2k^2}{\sqrt{1 - 2k + 2k^2}} r \leq H \leq \frac{2k + 2k^2}{\sqrt{1 + 2k + 2k^2}} r, k = 1, 2, \dots$$
时, 将该长带型区域

沿平行于长边方向等分为 k 个子带形区域, 在每一个子带形区域内部署一条节点串, 使得该节点串的串中线与子带形区域中线重合, 串节点距离为 $d_k = \sqrt{4r^2 - (H/k)^2}$, 称该拓扑为 k 等分拓扑。

[0039] 上述拓扑实现长带区域全覆盖需要的节点数量一定不多于其它采用 m 等分 (例 $\neq k$) 拓扑实现长带区域全覆盖需要的节点数量。

[0040] 引理4: 采用 k 等分拓扑实现长带区域全覆盖需要的节点数量一定不多于其它采用非等分拓扑 (如图2所示) 实现长带区域全覆盖需要的节点数量。

[0041] 结论: 针对舰船长带型舱室区域, 当其宽度 H 满足条件

[0042]
$$\frac{-2k+2k^2}{\sqrt{1-2k+2k^2}}r \leq H \leq \frac{2k+2k^2}{\sqrt{1+2k+2k^2}}r, k=1,2,\dots$$
时,采用k等分节点

部署拓扑全覆盖优于其它部分已知节点拓扑。

[0043] 根据上述定义和引理和结论,本发明实施例中舰船长带型舱室无线传感器节点部署拓扑的方法,包括如下步骤:

[0044] 步骤S1:测量舰船长带型舱室的长带区域的宽度H,给定一个无线传感器节点,测量节点覆盖半径r,设定一未知数k,k为整数,根据下式

[0045]
$$\frac{-2k+2k^2}{\sqrt{1-2k+2k^2}}r \leq H \leq \frac{2k+2k^2}{\sqrt{1+2k+2k^2}}r$$

[0046] 计算获得k的取值;

[0047] 步骤S2:将长带区域沿着平行于其较长的边的方向,等分成k个相等的子长带区域,每一个子长带区域的宽度为H/k;

[0048] 步骤S3:在每一个子长带区域内部署一条节点串,相邻两条节点串的串节点距离为 $d_k = \sqrt{4r^2 - (H/k)^2}$;

[0049] 通过上述三个步骤,即获得舰船长带型舱室无线传感器节点部署拓扑结构,该拓扑称为k等分拓扑。

[0050] 本发明通过采用等分节点部署拓扑,使全覆盖一个长带区域所需要的节点数量少于常规的其他节点部署方法,包括4圆盘交叠部署法(如图4所示)和3圆盘交叠部署法(如图5所示)、正六边形部署法(如图6所示)以及正方形部署法(如图7所示)、规则三角形部署法等。图8给出本发明一种实施例中等分节点部署拓扑方法和其他不同节点部署方法覆盖400米长度舰船长带型舱室区域需要节点数量的比较曲线图,其中长带舱室区域宽度从2米至80米,节点覆盖半径为10米。从图8中明显看出,同等宽度条件下,本发明等分节点部署拓扑方法需要的节点数量最少,优于其各种已知节点拓扑方法。

[0051] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,依本发明的精神所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之内。

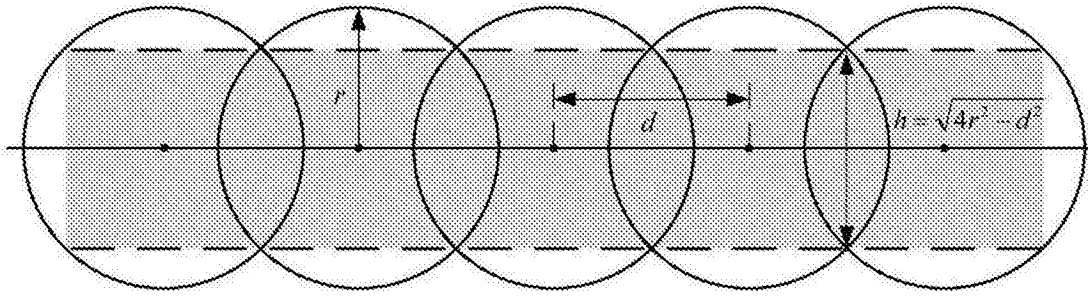


图1

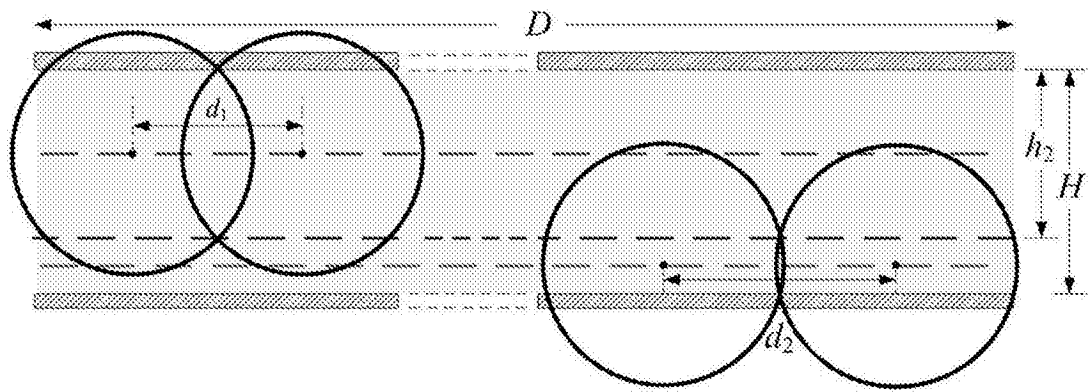


图2

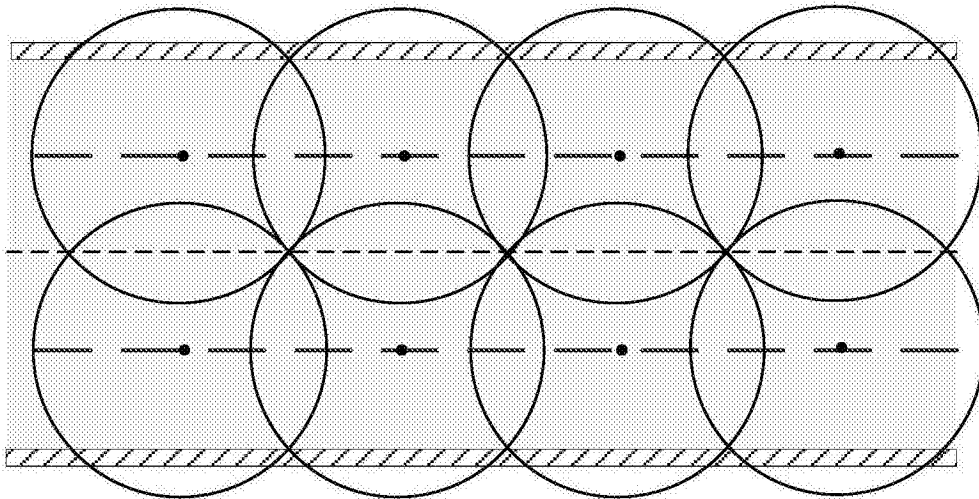


图3

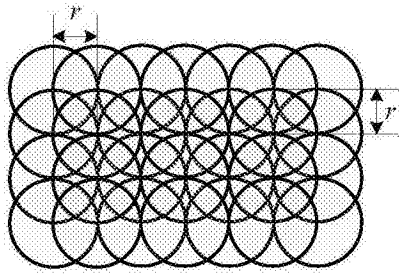


图4

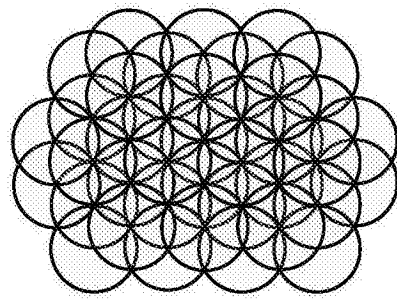


图5

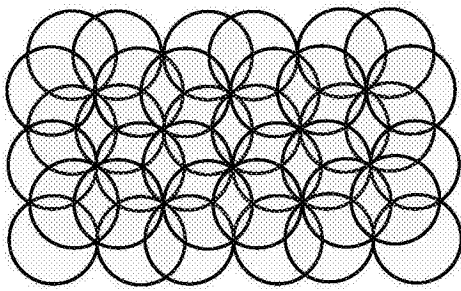


图6

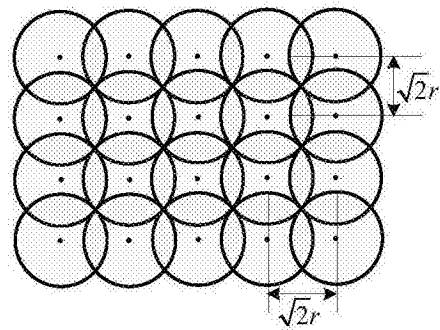


图7

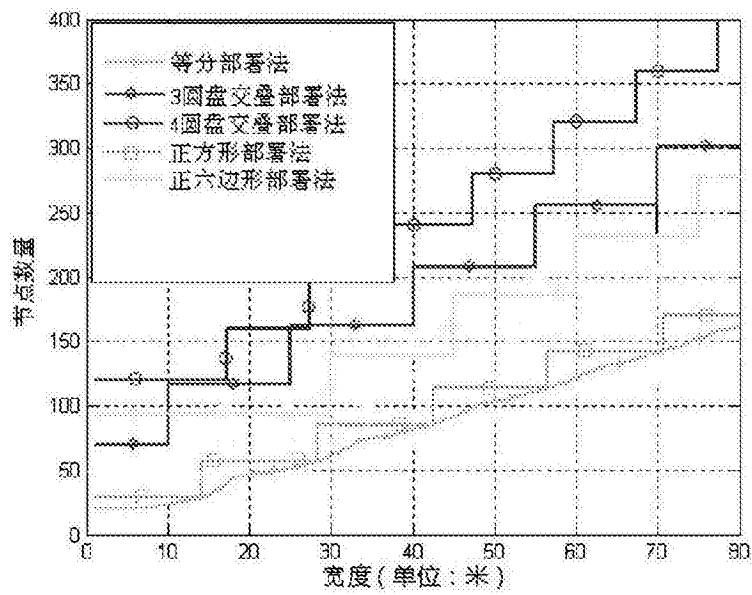


图8