Education and Learning, 教育与学习(3)2021, 11
ISSN:2705-0408(P); 2705-0416(O)

# 无线传感器网络的安全机制和安全技术研究

徐　畅
（湖南安全技术职业学院　湖南长沙　410151）

【摘　要】随着信息技术和无线通信技术的飞速发展，无线传感器网络已被广泛应用于国防军事、工业制造、农业生产、生活娱乐等各个领域。因此，如何保障网络数据的安全成为了无线传感器网络面临的首要问题。本文从无线传感器网络的特点出发，分析出无线传感器网络的安全需求，总结常见的攻击方式，对无线传感器网络的安全机制和安全技术进行了探讨。

【关键词】无线传感器网络；信息安全；安全机制；安全技术

**DOI**：10.18686/jyyxx.v3i11.61502

## 1　无线传感器网络介绍

### 1.1　无线传感器网络体系结构

无线传感器网络是一种分布式的自组织传感网络，网络内部利用无线方式进行通信，主要由信息中心、网关节点、传感器节点三大部件组成。无线传感器网络体系结构如图 1 所示。


**图 1　无线传感器网络体系结构**

#### 1.1.1　信息中心

信息中心由网络管理员进行管理。网络管理员可以对整个传感器网络进行创建、管理和配置，并通过网关节点向传感器节点分发数据，也可以收集传感器节点所采集到的数据，并对数据进行分析和处理。

#### 1.1.2　网关节点

网关节点连接着无线传感器网络和外部网络（如 Internet）。相较于传感器节点，网关节点存储空间更大，通信能力更强。

#### 1.1.3　传感器节点

传感器节点主要负责大量采集范围内的数据信息，如温度、湿度、光照度、位置、压力等值，再将这些数据信息通过传感器网络传输给网络管理员或目标节点。

### 1.2　无线传感器网络特点

#### 1.2.1　节点数量大

由于传感器节点自身的原因，容易受到攻击者的攻击而出错或无法正常工作，因此在无线传感器网络中通常包含了极大数量的传感器节点，并有一点数量的冗余。通过节点的密集部署，可以增强网络的抗攻击能力。

#### 1.2.2　网络的自组织性

传感器节点通过自组织的方式形成无线传感器网络，网络内部没有中心管理控制，而是采用一种分布式、自组织的方式，利用无线通信技术进行通信。

#### 1.2.3　多跳传输方式

由于传感器节点通常体积小、能量弱，还受到通信距离的限制，所以传感器节点是无法直接将数据传送到信息中心。因此在无线传感器网络中一般采用多跳传输的方式，节点之间协同合作，将信息最终传输给信息中心或目标节点。

#### 1.2.4　网络拓扑结构易变化

由于传感器节点物理损坏、能源耗尽或受到攻击无法正常工作等原因，网络管理员就会在无线传感器网络中加入一些新的传感器节点，这就会使得网络拓扑结构发生变化，而且是一种没有规律、动态随机的变化。

#### 1.2.5　以数据为中心

在一般网络中，数据信息的传递基于的是设备的网络地址。但在无线传感器网络中，网络中的节点只关心是否正常地进行了数据的传输，并不会去关注是由具体哪个节点传输的数据。

#### 1.2.6　网络安全性不强

由于无线信道采用开放式，因此无线传感器网络容易受到攻击者的攻击。攻击者潜伏在网络当中或者伪装成一般节点，通过窃听信息、发送恶意数据包或者 DoS 攻击等方式，对无线传感器网络发动攻击，使得网络无法正常使用。

## 2　无线传感器网络的安全威胁

从攻击针对的网络协议的角度进行划分，无线传感器网络所面临的安全威胁可以分为物理层攻击、数据链路层攻击、网络层攻击和传输层攻击。

### 2.1　物理层攻击

物理层主要攻击方式有：①物理破坏攻击：攻击者主要针对传感器节点本身进行物理破坏；②伪装攻击：攻击者将节点改装成恶意节点，由这些改装后的节点从传感器网络内部发动攻击；③拥塞攻击：攻击者通过发送干扰信号，使得节点无法正常工作，最终导致整个网络瘫痪。

### 2.2　数据链路层攻击

数据链路层主要攻击方式有：①非公平竞争攻击：恶意节点向网络发送大量信息占用通信信道，使得其他节点无法正常工作；②耗尽攻击：攻击者利用协议漏洞，向攻击目标节点发送大量信息，使得该目标节点能量全部耗尽，无法工作；③碰撞攻击：在数据传输过程中，攻击者发送信息去碰撞正在传输的数据，使得数据丢失。

### 2.3　网络层攻击

网络层主要攻击方式有：①丢弃和选择性转发攻击：在数据传输的过程中，恶意节点直接将接收到的数据包丢弃或选择性转发；②方向误导攻击：恶意节点通过谎称自己为其他节点的邻居节点，吸引其他节点将数据包发送给它，造成数据包无法正常传输到邻居节点；③黑洞攻击：

恶意节点通过广播自己为高质量链路，让其他节点将数据包发送给自己，造成数据包的丢失；④路由攻击：攻击者通过发送错误路由信息，使其他节点产生错误路由表，使得数据信息无法正常送达。

### 2.4 传输层攻击

传输层主要攻击方式有：①泛洪攻击：攻击者向攻击目标节点发送大量信息，使得该目标节点能量全部耗尽，无法工作；②同步破坏攻击：破坏数据的传输过程，并截取传输的数据信息。

| 无线传感器网络常见攻击方式 | | | |
|---|---|---|---|
| 物理层攻击 | 数据链路层攻击 | 网络层攻击 | 传输层攻击 |
| （1）物理破坏攻击 | （1）非公平竞争攻击 | （1）丢弃和选择性转发攻击 | （1）泛洪攻击 |
| （2）伪装攻击 | （2）耗尽攻击 | （2）方向误导攻击 | （2）同步破坏攻击 |
| （3）拥塞攻击 | （3）碰撞攻击 | （3）黑洞攻击 | |
| | | （4）路由攻击 | |

图 2 无线传感器网络常见攻击方式

## 3 无线传感器网络的安全需求

考虑到以上无线传感器网络可能面临的各类安全威胁和破坏攻击，为了保证数据信息和数据传输的安全性，下面分析无线传感器网络的安全需求。

### 3.1 数据的机密性要求

不能向非授权用户传输数据信息；对数据进行加密，即使数据被窃听或截取，也无法从中获取信息。

### 3.2 数据的完整性要求

攻击者除了截取数据，还能对数据进行增加、删减或更改。当用户接收到数据后，先要对数据的完整性进行验证，保证数据的安全。

### 3.3 数据的时效性要求

保证传输的数据都是最新版本，防止接收重复信息和垃圾信息，防止重放攻击。

### 3.4 源端认证要求

通过点对点认证或者广播认证，确认接收到的数据信息来自于正确的源节点。

### 3.5 网络和数据的可用性要求

保障网络内数据的正常传输，以及传输的信息都是可用的。

## 4 无线传感器网络的安全机制

### 4.1 数据加密技术

对网络内传输的数据进行加密是保证数据安全最基本的一种做法。由于传感器节点计算能力和能量资源有限，一般都采用 AES 等对称加密算法。但随着技术的发展，传感器节点的能力得到了提升，像椭圆曲线等一些非对称加密算法也开始应用在无线传感器网络当中。

### 4.2 密钥的管理

数据的加密和解密都需要使用到密钥，这使得如何管理密钥成为了首要问题。密钥的管理包括了密钥的生成、密钥的分配、密钥的更新三个阶段。网络管理员针对密钥的管理可以提前制定好密钥管理方案。

### 4.3 数据认证

数据认证是通过数字签名技术在数据包中标注信息的来源，接收方接收到数据后可以通过标识确认信息的来源。

### 4.4 访问控制

对用户进行权限的设置，防止非授权用户访问网络或者获取数据。

### 4.5 入侵检测

因为无线传感器网络易受到外部的攻击，所以事先都会制定好相应的应对入侵方案，一般采用分布式入侵检测技术和层次性入侵检测技术。

### 4.6 数据融合

由于受到传感器节点性能上的限制，通常节点采集到的数据会进行数据融合，去掉其中的冗余信息，再向信息中心或目标节点发送。这样做的好处既可以减轻节点数据传输的任务，也可以提高数据传输的安全性。

## 5 无线传感器网络的安全技术

### 5.1 密码学

加密算法一般分为对称加密算法和非对称加密算法两种。对称加密算法发送方和接收方使用相同的密钥进行加密或解密，这种方法对于传感器节点的要求不高，被广泛使用在网络传感器网络当中。非对称加密算法使用了公钥和私钥两个密钥，只有通过相应的密钥进行加密和解密，才能获取信息。这种加密解密的过程占用资源较多，对设备的要求较高。

### 5.2 数字签名技术

数字签名技术是发送者通过在要传递的数据信息上附加一串数字，用来向信息的接收者表明自己身份的一种技术。这是技术被广泛使用在了网络信息安全领域，是信息真实性的一个有效证明。

### 5.3 防火墙

防火墙位于无线传感器网络和外部网络之间，它是网络数据信息安全防护的主要方式。无线传感器网络和外部网络之间要进行信息的交互，都需要通过防火墙的验证授权。

### 5.4 防水墙

防水墙应用于内部网络，通过分级设置权限，高权限的节点能访问低权限的节点，但低权限的节点无法访问高权限的节点。针对不同的访问对象，防水墙技术还能提供全盘加密、格式加密、目录加密、不加密等定制服务。

**作者简介：**徐畅（1982.4—），女，湖南长沙人，副教授，研究方向：计算机技术，信息安全

**基金项目：**湖南省教育厅 2018 年度科学研究项目《面向无线传感器网络数据分发与收集的信息安全关键技术研究》（项目编号：18C1239）；湖南安全技术职业学院 2017 年度应用技术一般资助项目《大数据背景下网络信息安全控制机制与评价研究》（项目编号：AY17B001）。

## 【参考文献】

[1] 曾耀寅.无线传感器网络路由安全技术分析[J].科技经济导刊，2020，28（10）：33.
[2] 王荟珺.物联网环境下无线传感器网络安全问题研究[J].电脑知识与技术，2019，15（6）：31-33.
[3] 潘玉兰，刘广聪.无线传感器网络的特点和应用[J].电子技术与软件工程，2019（4）：14-15.