

A 题 无线传感器网络的定位问题

物联网是新一代信息技术的重要组成部分，它是通过各种信息传感设备，如传感器、射频识别（RFID）技术、全球定位系统等各种装置与技术，实时采集声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种信息，与互联网结合形成的一个巨大网络。作为物联网的重要组成部分，无线传感器网络（WSN, Wireless Sensor networks）就是由部署在监测区域内大量的廉价微型传感器节点组成，通过无线通信方式形成的一个多跳自组织网络。

无线传感器网络的很多应用场合必须知道节点的位置，因此节点定位技术是WSN的关键技术和研究热点。然而，在所有节点上都配备GPS等定位设施成本很高。因此，一般只在部分节点通过GPS 定位设备获得自身的精确位置，这些节点称为信标节点（beacon node）；而其它未知节点（unknown node）则通过网络连接信息和节点内部相互测距通过几何计算来估计其位置坐标。

RSSI（Received Signal Strength Indicator）是一种测距相关的定位技术，它通过接收到的信号强度测定信标节点（ x_i, y_i ）与未知节点的距离 d_i ，进而根据某种算法计算未知节点的坐标（ x, y ）。三边测量法是WSN自定位算法中的一种易于实现，开销小的定位算法。具体算法如下：

根据两点之间的距离公式可列以下方程组：

$$\begin{cases} (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 = d_1^2 \\ (x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 = d_2^2 \\ (x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 = d_3^2 \end{cases} \quad \text{解方程得： } X = (A^T A)^{-1} A^T B$$

$$A = \begin{bmatrix} 2(x_1 - x_3) & 2(y_1 - y_3) \\ 2(x_2 - x_3) & 2(y_2 - y_3) \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} x_1^2 - x_3^2 + y_1^2 - y_3^2 + d_3^2 - d_1^2 \\ x_2^2 - x_3^2 + y_2^2 - y_3^2 + d_3^2 - d_2^2 \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \text{即：未知节点的坐标。}$$

但是，实际环境中信号强度测定存在随机误差，导致测量距离 d 存在随机误差，三边测量法的定位误差较大。

假设测距的随机误差服从正态分布，并且由于地形或设备原因，测距可能存在系统偏差。

请在此假设条件下解决以下问题：

用三边测量法对仿真算例中的未知节点进行定位（结果存储在附件表3中）；

对三边测量法进行改进或提出新的定位模型算法，用新算法对仿真算例中的未知节点进行定位（结果存储在附件表4中），对比分析算法的效率、精度。

注1：写入计算结果的excel附件与论文一起提交。

注2：附件中表1为未知节点到距离其最近的几个信标节点的测量距离，表2为信标节点的坐标，表3、4用来存储计算结果——未知节点的坐标。