

## 徐升团队提出一种基于分布式 TOA 多传感器系统的三维目标定位方法

中国科学院深圳先进技术研究院智能仿生研究中心徐升研究团队在基于分布式 TOA 多传感器系统的三维目标定位方法研究中取得进展。相应研究成果为“Xu S, Ou YS, Wu XY. Optimal sensor placement for 3-D time-of-arrival target localization [J]. IEEE Transactions on Signal Processing, 2019, 67(19): 5018-5031 (三维目标定位中的分布式信号传输时间传感器最优分布策略研究)”。

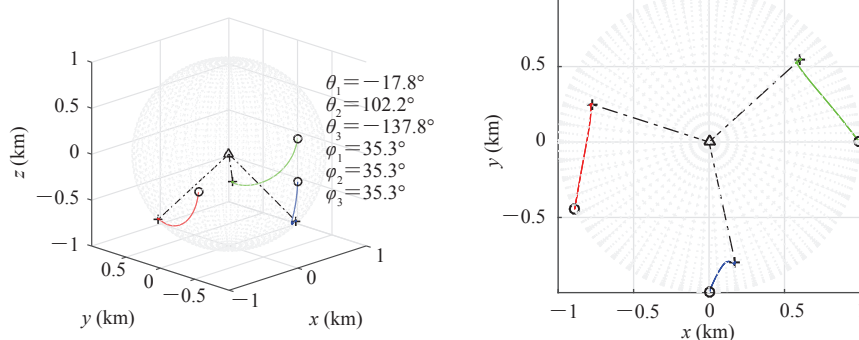
在目标精确定位研究领域，如何采用分布式多传感器系统精确定位静态目标是一个重要的科学问题。该研究围绕此问题，对如何分布多个信号接收时间 (Time-of-arrival, TOA) 传感器位置来实现高精度定位单个静态目标的问题展开研究。其中，TOA 传感器可由多个无人机、无人艇等移动平台搭载，而静态目标可以是敌对雷达站、被困人员、水下信标等。因此，所提出方法应用领域涵盖了军事打击、水下探索、民用搜救等。

该研究首先采用 MATLAB 软件结合基于梯度下降法编写程序，将多个传感器任意分散到三维空间中，并将目标位置设置在坐标原点。然后解算各个传感器与目标之间的真实几何相对关

系。接着，以克拉美罗下界的迹 ( $\text{tr}(\text{CRLB})$ ) 为梯度法中的代价函数，自动解算多个传感器如何移动可以使得代价函数减小，并收敛到全局最小位置。最后，将获得的最优传感器分布与理论值相对比，以验证所提出方法的优越性。此外，该研究还采用了实际估计策略进行验证，将多个传感器按照不同的几何分布排布在不同的具体位置上，确定仿真中的具体量测噪声方差，使用了最大似然估计算法，并采用了蒙特卡洛随机进行重复计算，从而验证所提出理论的有效性。

实验结果显示，极大似然估计在实际估计问题中所求得最优分布下的均方误差与理论推导的结果基本一致。实验示例中，按照所提方法排布  $N$  个量测方差噪声为  $\sigma^2$  的 TOA 传感器，目标估计的最小均方差可以达到  $9\sigma^2/(4N)$ ，与文中首次提出的最佳精度理论的相关结论一致。

所提出的方法可以快速评估 TOA 三维目标定位策略的最佳可达精度，并提供改善估计精度的传感器分布策略。该方法可应用于军事侦察，包括敌方雷达站、舰船、潜艇等目标的精确定位，也可用于无人机搜救、海上信标搜索、以及地下矿物探查等民用领域。



采用 3 个 TOA 传感器时最佳几何分布示例 (含俯视图)