

怎样实现真正的可信定位？

数十年来，或者说是 GPS 问世以来，人们一直在不断地讨论定位系统的性能指标，但是至今一直不甚了了。因为每个系统都存在局限性，所以 GPS 当时定义的四大指标：可用性、精度、连续性和完好性。人们总觉得这四项性能指标，不太完整，同时又有一定程度的重复嫌疑。而且，从系统层面来说，其完好性性能也长期没有解决。后来，发现 GPS 存在信号脆弱性软肋，于是相当长一段时间以来，人们一直从事弹性 PNT 研究开发，目的是提高 GNSS 应用与服务终端的坚韧性，人们从室内外全覆盖（或者说是泛在 PNT）的概念，来探讨韧性 PNT 技术与方法，其系统的解决办法，在近些年得到重大进步和突破。首先是 GNSS 多星座的兼容互操作让 GNSS 应用服务升级到一个新的层次；接着，多传感器多信源融合、天地基融合、室内外融合、导航与通信融合，让泛在 PNT 的实现铺平了一条康庄大道；未来，无所不在的时空信息应用服务，打开了个崭新天地，为智能信息产业和中国服务国家品牌建设形成，奠定扎扎实实的发展基础。

当前，首当其冲的是要实现可信定位。何谓可信定位？解决定位问题，是实现自主化（或者说是自动化）平台开发的关键步骤。为了实现高水平的自动驾驶，定位解决方案必须在所有的环境中（包括复杂的物理遮挡、电磁干扰、信号衰落、多径效应和非视距传播等条件下，以及 GNSS 信号可能会被降级或拒阻的挑战区域中）都能够

实现高精度、高精度、高可靠定位，并且保证始终可用。可信定位在实现飞行器、机器人和自动驾驶汽车等无人系统和自主系统中，将具有广泛的安全、社会和经济效益。

GNSS 信号传播复杂环境和恶劣的天气条件下，需要融合多种传感器，来保持无人系统（如自动驾驶汽车）自主平台的车道级精度，同时又不会产生高成本阻碍广泛采用。雷达是多传感器集成方案中的一个具有吸引力的选择，因为它对恶劣天气具有鲁棒性并且对照明变化不敏感。

AUTO 的多雷达集成版本，在紧密的非线性集成方案中使用惯性导航、实时运动学 GNSS、里程计和高清地图匹配，以及多个雷达传感器。AUTO 可以在所有城市环境下实时可靠地生成高精度和高速率的导航输出。在模拟 GNSS 中断期间的关键性能指标量化中，找到了保持长时间高精度的解决方案。

多传感器融合，例如将 GNSS 与惯性导航系统(INS)和里程计集成，可以利用不同传感器的互补优势和劣势，在所有可用测量的情况下提供最佳解决方案。实时动态(RTK)GNSS 是一种有价值且准确的信息来源，可在具有可靠 RTK 覆盖范围的区域提供高达厘米级的绝对位置更新。然而，GNSS 在城市深峡谷中、地下停车场和隧道内仍然存在多路径和遮挡与非视距传播等一系列问题。INS 始终可作为完

全独立的传感器使用，并提供超过 100Hz 的高速数据更新的解决方案，但它会随着时间的推移而产生漂移。这对于基于低成本微机电系统(MEMS)的传感器来说，尤其是个十分重要的问题，GNSS 高精度定位则可以纠正这些漂移误差。不幸的是，在恶劣的城市峡谷环境中，GNSS 信号遇到长时间的信号衰减或不可能正常应用，使得保持车道级高精度定位变得非常具有挑战性。因此，正在探索寻找另一种感知传感器，作为独立信息源，并且可以集成到融合堆栈中。常见的这种感知传感器，包括摄像头和激光雷达等。它们可以提供场景的详细信息，这对于对象检测或地图匹配非常有用。但是，相机会受到来自背光物体和场景的光线不足的影响，而恶劣的天气的影响往往成为该传感器的致命弱点。而雷达不受这些固有弱点的影响，无论天气条件如何，都可以提供可靠的测量。雷达的缺点，特别是从地图匹配的角度来看，是数据的稀疏性和激光雷达的低角分辨率。最近的技术进步已经减轻了其中一些限制，使雷达成为本地化定位的可行选择。即使在杂乱的场景中，最先进的成像雷达，也可以在多个动态目标上以高更新率生成远距离高分辨率信息。测量在 4D 域中进行，这包括距离、多普勒、方位角和仰角。

AUTO 由 INS、GNSS、里程表和雷达与高清(HD)地图在一个紧密集成的解决方案中融合而成，以提供车道级精度。AUTO 软件灵活支持多雷达配置，实现场景级 360 度覆盖，提升定位精度。除了使用雷达系统进行定位外，在使用众包技术时也可以使用雷达测绘。

AUTO 是一种实时集成导航系统，可为自动驾驶汽车和机器人平台提供准确、可靠、高速更新和连续（始终可用）的导航解决方案。该软件在其紧密的非线性集成方案中利用多项专利，将来自多个成像雷达的信息与 INS/GNSS/里程计解决方案融合在一起。

INS 始终可用并支持 100Hz 的高速输出。此外，基于 MEMS 的传感器，可以以可承受的价格获得并具有大批量可用性。基于这些优点，INS 被用作 AUTO 导航的核心。同时执行准确的系统级时间同步以补偿传感器延迟。通过紧密的集成方案，AUTO 解决方案可以以 100Hz 的频率输出完整的 3D 导航解决方案，使用所有可用的测量来计算可能的最佳解决方案，即使某些传感器的更新率较低。

AUTO 以可扩展的成本为自主陆基平台提供高精度和可靠的定位。集成解决方案可以以与更昂贵的高端系统相媲美的竞争方式运行，在所有环境和条件下实现分米级精度的高速率解决方案。借助系统可用的传感器阵列和冗余信息，它还可用于完整性监控应用。INS 的自治性始终允许系统在其他传感器出现故障的情况下依靠 INS 定位。AUTO 经过优化，可在其组件中使用汽车级 MEMS IMU，解决方案的其它组成元素，包括高精度 GNSS (RTK/PPP)、成像雷达、里程计/车速表 (DMI/CAN/OBD-II)、气压计等。（关于 AUTO 及多传感器整体解决方案，详见《InsideGNSS》的文章 “Multiple Imaging



Radars Integrate with INS/GNSS via AUTO Software Reliable
and Accurate Positioning for Autonomous Vehicles and
Robots”) 。