

# 通信感知一体化感知目标 移动性管理研究

## Research on Mobility Management of Sensing Target for Integrated Communication and Sensing

李培,曹亘,李福昌(中国联通研究院,北京 100048)

Li Pei, Cao Gen, Li Fuchang (China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

### 摘要:

通信感知一体化技术利用通信基站设备实现对感知目标进行探测和感知,在感知目标发生移动时还需要及时对感知节点进行重新选择以保证感知的连续性。提出了基于人工智能的通信感知一体化方案,该方案利用人工智能与通信感知一体化技术相结合的方法可以更好地实现对感知节点的选择,从而保证感知性能。

### 关键词:

人工智能;通信感知一体化;感知目标移动;感知节点选择

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2024.07.004

文章编号: 1007-3043(2024)07-0018-05

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Abstract:

The communication and sensing integration technology uses the communication base station to detect and sense the sensing target. It is necessary to promptly re-select the sensing nodes to ensure the continuity of sensing when sensing targets move. A communication and sensing integration scheme based on artificial intelligence is proposed, which can better select sensing nodes and ensure perception performance by combining artificial intelligence and communication and sensing integration technology.

### Keywords:

Artificial intelligence; Communication and sensing integration; Mobility of sensing target; Sensing nodes selection

引用格式: 李培,曹亘,李福昌. 通信感知一体化感知目标移动性管理研究[J]. 邮电设计技术, 2024(7): 18-22.

## 0 前言

随着信息技术的不断革新,人工智能、通信感知一体化等技术成为使能网络新能力的重要驱动力。在5G-Advanced演进及6G阶段,通信感知一体化技术可以利用现有的网络设备和终端设备为用户提供感知目标的探测和跟踪服务,这一功能对于开拓新业务场景具有重要的意义。通感一体化技术可以应用于智慧城市、智慧交通、智慧工厂、智慧医疗等场景<sup>[1-2]</sup>,它能在不增加新的网络设备部署的情况下,为行业用户提供更加丰富和高质量的服务。

## 1 通信感知一体化感知模式

通信感知一体化技术主要利用当前的网络设备和终端设备实现感知功能,由于网络设备具有更强的数据处理能力,为目前主要考虑的通信感知一体化感知模式<sup>[3-4]</sup>。与基站相关的感知模式主要分为基站感知模式、基站和终端协作感知模式两大类(见图1)。

在图1中,(a)和(b)为基站感知模式,基站感知模式又可以细分为基站独立感知模式和基站协作感知模式;(c)和(d)为基站和终端协作感知模式,基站和终端协作感知模式又可以分为终端发送参考信号,基站接收感知信号的模式,及基站发送参考信号,终端接收感知信号的模式<sup>[5-6]</sup>。

收稿日期: 2024-02-16

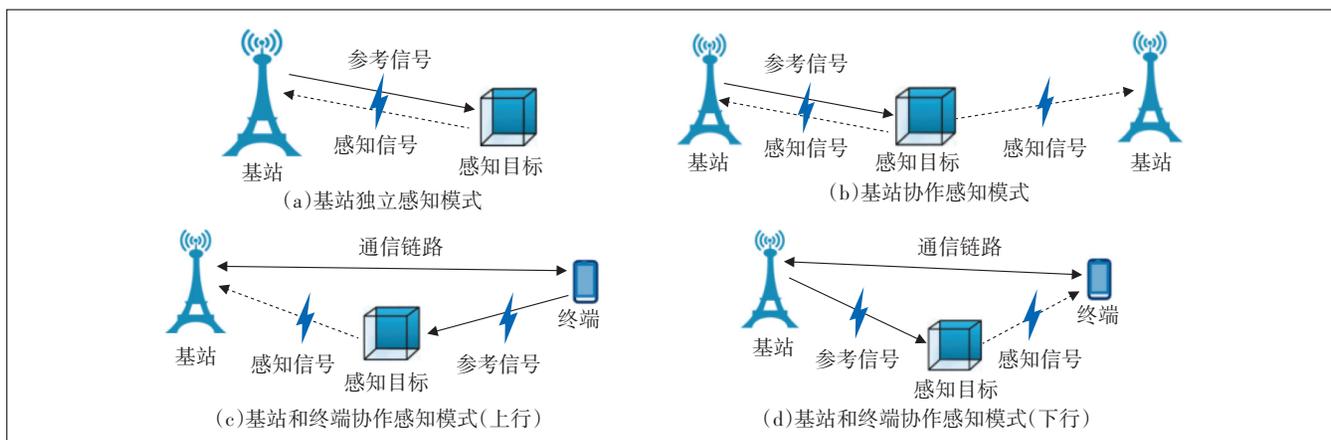


图1 与基站相关的感知模式

在不同的感知模式下参与感知的基站或终端被称为感知节点。为了实现对感知目标的精确感知,需要选择合适的感知节点。在感知目标发生移动的过程中,还需要对感知节点进行重新选择,以保证感知的连续性<sup>[7]</sup>。利用人工智能的方法对感知目标的运动轨迹进行预估可以很好地协助网络进行感知节点的选择。另外,利用人工智能预测的方法提前进行感知节点的选择,如果涉及到的感知节点为基站,还可以提前进行基站间的协商,以选择能够满足感知当前场景下感知目标要求的最优基站为感知节点,从而更好地保证感知性能。

## 2 基于人工智能的通信感知一体化方案

基于人工智能的通信感知一体化方案主要是研究在感知目标发生移动的情况下,如何根据人工智能的方法预测感知目标的移动轨迹,据此进行感知节点的选择<sup>[8]</sup>。根据感知模式的不同,感知节点的选择方法也有所区别。在初步确定感知节点后,如果涉及到的感知节点为其他的基站,还需要与候选目标基站进行协商,以确定最终的感知节点,从而更好地对感知目标进行感知,最大程度地保证感知性能。

### 2.1 基于人工智能的感知目标移动轨迹预测

由于感知目标为基站覆盖范围内的任一终端设备或物体,利用通信感知系统可以对其进行探测和跟踪。利用人工智能的方法,可以在跟踪过程中对感知目标的运动轨迹进行预测,从而提前为其选择合适的感知节点,以提供更好的服务。目前,人工智能的方法也已经广泛应用于交通系统中,用于预测移动目标轨迹。基于深度学习的方法目前已被用于移动目标的轨迹预测。基于数据驱动的移动目标轨迹预测方

法主要通过海量历史轨迹数据来挖掘移动目标的行为特征。然后,分析感知目标的行为特征并利用人工智能的算法来进行分析预测<sup>[9]</sup>。常用的轨迹预测算法有卷积神经网络及马尔科夫链模型。在实际应用中,可以根据探测到的感知目标的特点及其行为特征,选择合适的算法或者算法组合,从而更好地对感知目标的运动轨迹进行预测,以更好地应用于感知目标移动过程中的感知节点选择。

### 2.2 基站收发模式下感知节点选择

基站收发模式主要指基站发送参考信号,在经过感知目标后,基站再接收回波感知信号的模式。在该模式下,感知节点仅为基站<sup>[10-11]</sup>。在感知目标发生移动后,源感知节点(基站)需要根据感知目标移动的速度和方向预测感知目标将可能移动到的目标基站。在确定了一个或者多个目标基站后,源基站需要和目标基站进行协商。协商内容包括目标基站的感知能力、可感知的参数及目标基站可达到的感知精度。基站收发模式下感知目标移动的感知节点确定流程如图2所示。

在基站收发模式下,通过对感知目标移动轨迹的预估,提前为感知目标选择目标感知节点,并提前在源感知节点和目标感知节点间进行协商,从而确定目标感知节点,这样可以保证对感知目标进行感知的连续性,网络可以更好地为感知目标提供感知服务。具体步骤如下。

a) 源感知节点(基站)根据感知目标的移动速度和移动方向预估感知目标的移动轨迹,并确定一个或者多个候选的感知节点(基站)。

b) 源感知节点(基站)向候选感知节点(基站)发送协商请求消息,消息中包括预计进行感知节点切换

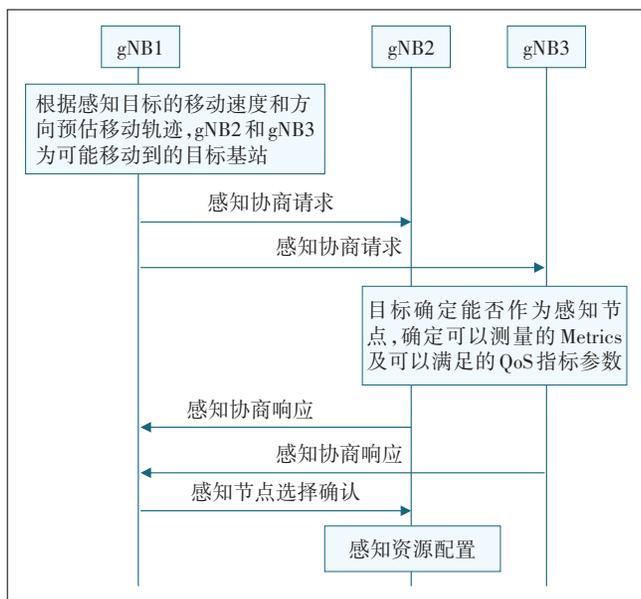


图2 基站收发模式下感知目标移动的感知节点确定流程

的时间;需要对感知目标进行感知的具体感知指标,即感知目标的移动速度、移动方向、位置信息等;在感知协商请求消息中还包括感知服务质量的指标要求,包括感知定位精度,感知移动速度、方向的精度和分辨率,以及感知时延信息。

c) 候选目标感知节点(基站)需要确定自己是否可以作为感知节点,并且需要确定具体的感知指标及可达到的感知服务质量指标参数,并将这些信息返回给源感知节点(基站)。

d) 源感知节点(基站)会根据候选目标感知节点(基站)返回的信息,确定能够满足感知要求,且感知精度最优的候选目标感知节点(基站)为目标感知节点(基站),并通知该目标感知节点(基站)。

e) 目标感知节点(基站)对感知资源进行配置,并在协商的切换时间点开始对感知目标进行感知。

### 2.3 基站发送终端接收模式下的感知节点选择

基站发送终端接收的模式主要指基站发送参考信号,终端接收回波感知信号的模式。在该模式下,感知节点为基站和终端。由于回波感知信号由终端进行接收,感知目标的位置信息可能首先由终端进行感知,也可能由基站根据终端上报的感知信息分析进行感知<sup>[12]</sup>。

在基站根据终端上报信息判断需要进行感知节点的切换时,可根据感知目标移动的位置信息分为以下2种情况。

a) 感知目标仍然在本基站服务的范围内。但是

感知终端不满足作为接收回波感知信号的节点的条件,需要对感知终端进行重新选择(见图3)。

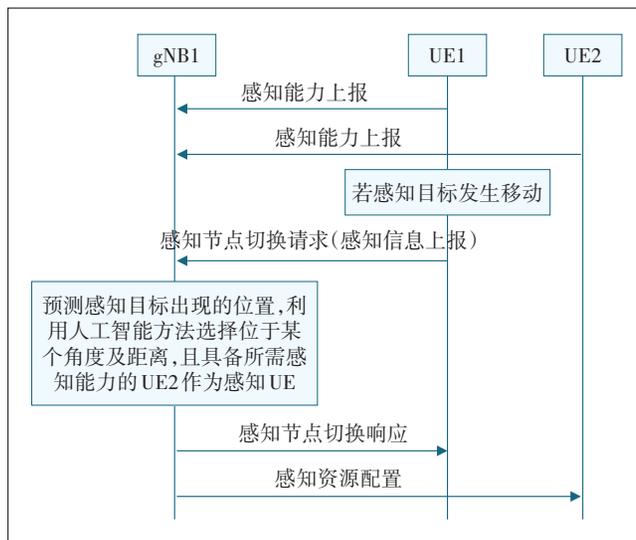


图3 基站发送终端接收模式下感知节点确定流程1

(a) UE在接入网络后需要对其感知能力进行上报,上报信息主要包括具体的感知指标,如感知目标的移动速度、移动方向和位置信息等。

(b) 当感知目标发生移动时,若感知具体位置信息由终端产生,则终端直接上报感知节点切换请求;若感知具体位置信息是基站通过分析终端上报的感知信息获取的,则终端只需上报感知信息,基站根据感知信息分析得到感知目标的位置信息。

(c) 基站预测感知目标可能出现的位置,利用人工智能的方法选择位于某个角度及距离,且具备感知能力的新的终端作为感知终端进行感知。

(d) 向原感知终端发送感知节点切换响应消息。

(e) 对新的感知终端进行感知资源配置。

b) 感知目标不在本基站的服务范围之内。需要进行基站间的协商,并由新基站根据感知目标可能出现的位置来选择接收回波感知信号的感知终端,以对感知目标进行感知(见图4)。

(a) UE在接入网络后,需要对其感知能力进行上报,上报信息主要包括具体感知指标,如感知目标的移动速度、移动方向和位置信息等。

(b) 当感知目标发生移动时,若感知具体位置信息由终端产生,则终端直接上报感知节点切换请求;若感知具体位置信息是基站通过分析终端上报的感知信息获取的,则终端只需上报感知信息,基站根据感知信息分析得到感知目标的位置信息。

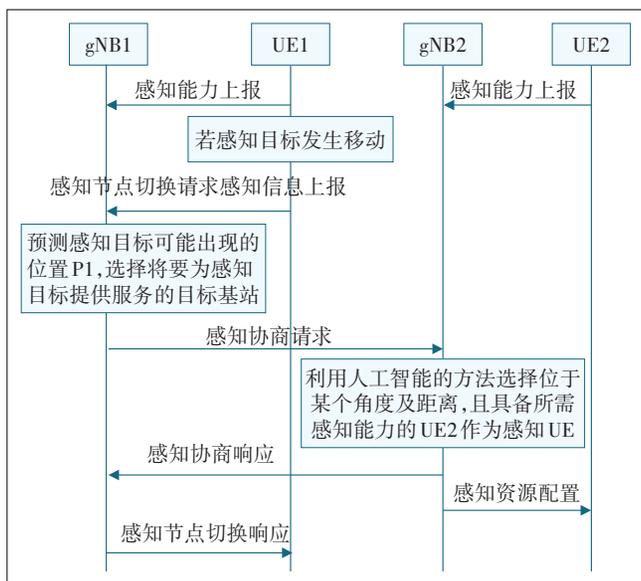


图4 基站发送终端接收模式下感知节点确定流程2

(c) 基站预测感知目标可能出现的位置,选择将要为感知目标提供服务的目标基站。

(d) 源基站向目标基站发送感知协商请求,请求中携带预测的感知目标的位置信息,同时可以携带预计的感知切换具体时间。

(e) 目标基站利用人工智能方法,根据感知协商请求中的感知目标位置信息,选择位于某个角度及距离,且具备所需感知能力的新终端为目标感知终端。

(f) 在目标基站确定自己作为感知节点,且选择合适的终端进行回波感知信号接收的情况下,目标基站向源基站发送感知协商响应消息。

(g) 源基站需要通知源感知终端进行感知节点切换,源感知终端可以删除本地的感知资源,停止对感知目标的感知。

(h) 目标基站需要对新的感知终端进行资源配置,根据协商的具体时间来进行感知节点的切换,从而使得新的感知终端开始对感知目标进行感知。

#### 2.4 终端发送基站接收模式下的感知节点选择

终端发送基站接收的模式主要指终端发送参考信号,基站接收回波感知信号的模式。在该模式下,感知节点为基站和终端。由于回波感知信号由基站进行接收,感知目标的移动也将由基站进行感知。

基站根据感知目标移动的位置信息确定感知节点需要切换,对新的感知节点进行选择,这种模式下也分为2种情况。

a) 感知目标仍然在本基站服务的范围内,但是感

知终端不满足作为接收回波感知信号的节点的条件,需要对感知终端进行重新选择(见图5)。

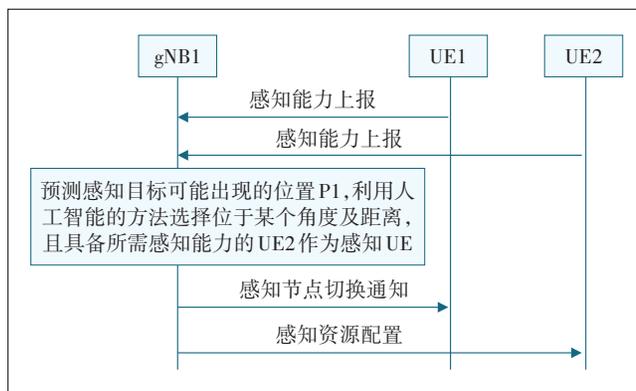


图5 终端发送基站接收模式下感知节点确定流程1

(a) UE在接入网络后,需要对自己的感知能力进行上报,上报信息主要包括具体的感知指标,如感知目标的移动速度、移动方向和位置信息等。

(b) 基站根据感知目标的位置预测感知目标可能出现的位置,并利用人工智能方法,根据预测的感知目标位置信息,选择位于某个角度及距离,且具备所需感知能力的新终端为目标感知终端。

(c) 源基站需要通知源感知终端进行感知节点切换,源感知终端删除本地的感知资源,停止对感知目标进行感知。

(d) 目标基站需要对新的感知终端进行资源配置,从而使新的感知终端开始对感知目标进行感知。

b) 感知目标不在本基站的服务范围之内。这种情况下,需要进行基站间的协商,并由新基站根据感知目标可能出现的位置来选择发送参考信号的感知终端作为感知节点对感知目标进行感知(见图6)。

(a) UE在接入网络后,需要对其感知能力进行上报,上报信息主要包括具体感知指标,如感知目标的移动速度、移动方向、位置信息等。

(b) 基站根据感知目标的位置预测感知目标可能出现的位置,并根据感知目标可能出现的位置,选择将要为感知目标提供服务的目标基站。

(c) 源基站向目标基站发送感知协商请求,请求中携带预测的感知目标的位置信息,同时可以携带预计感知切换的具体时间。

(d) 目标基站利用人工智能方法,根据感知协商请求中的感知目标位置信息选择一个位于某个角度及距离,且具备所需的感知能力的新的终端为目标感

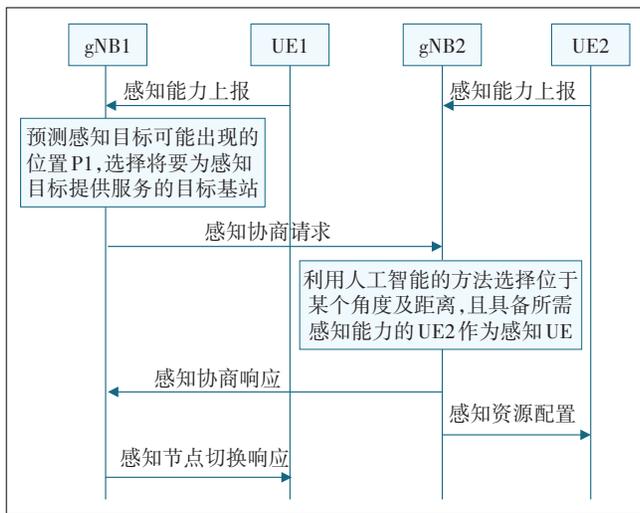


图6 终端发送基站接收模式下感知节点确定流程2

知终端。

(e) 在目标基站确定自己可作为感知节点,且可以选择合适的终端进行回波感知信号接收的情况下,目标基站向源基站发送感知协商响应消息。

(f) 源基站需要通知源感知终端进行感知节点切换,源感知终端删除本地的感知资源,停止对感知目标的感知。

(g) 目标基站需要对新的感知终端进行资源配置,根据协商的具体时间来进行感知节点的切换,从而使得新的感知终端开始对感知目标进行感知。

### 2.5 方案总结

在基站收发模式、基站发送终端接收及终端发送基站接收的感知模式下,都可以通过预估感知目标可能出现的位置来对感知节点进行提前的选择和协商,并提前进行资源分配来保证感知服务的连续性。对于感知基站发生变化的情况,需要首先进行基站间的协商,在协商过程中还需要目标基站进行目标终端的选择,在目标基站和目标终端都完成选择的情况下,该目标基站和目标终端才可以作为可选的感知节点来对感知目标进行感知。在选择感知终端时,基站根据感知目标的位置,并结合大数据分析的方法,来选择可以为该位置的感知目标提供高质量服务的感知终端。通过提前选择感知节点,可以更好地保证感知目标移动场景下的感知服务质量,从而提升在特定场景下的网络性能。

### 3 结束语

通信感知一体化技术作为5G-A/6G的重要技术,

对低空经济、智能街区、智能工厂、智慧医疗等领域有非常重要的意义<sup>[13]</sup>。通过将通信技术和感知技术结合,可以有效提升系统的频谱效率和硬件效率,扩展通信和感知的应用场景<sup>[14]</sup>。通过通信感知一体化和人工智能技术的进一步结合,可以更加智能地提升通信感知的服务质量。未来的通信感知一体化,将会通过高性能的通感融合技术,构建全域的万物互联,支撑新的应用场景的拓展,从而推动垂直行业的进一步升级。

### 参考文献:

- [1] 杨兴全. 面向6G通信的感知一体化系统关键技术设计与实现[J]. 电子制作, 2023, 31(16): 81-83.
- [2] 高伟, 赵洋. 6G候选技术关键问题研究综述[J]. 网络新媒体技术, 2023, 12(7): 5-12.
- [3] IMT-2030(6G)推进组. 通信感知一体化技术研究报告[R/OL]. [2024-01-03]. <https://max.book118.com/html/2021/0917/8141126071004005.shtml>.
- [4] 徐晓东, 李岩, 叶威, 等. 通信感知一体化应用场景、关键技术和网络架构[J]. 移动通信, 2022, 46(5): 2-8.
- [5] IMT-2030(6G)推进组. 6G总体愿景与潜在关键技术白皮书[R/OL]. [2024-01-03]. <https://max.book118.com/html/2021/0723/7013020036003150.shtml>.
- [6] 吴晓文, 焦侦丰, 刘冰, 等. 面向6G的卫星通感一体化[J]. 移动通信, 2022, 46(10): 2-11.
- [7] 姜大洁, 袁雁南, 周通, 等. 面向6G的通感算融合服务、系统架构与关键技术[J]. 移动通信, 2023, 47(3): 2-13.
- [8] 欧阳晔, 王立磊, 杨爱东, 等. 通信人工智能的下一个十年[J]. 电信科学, 2021, 37(3): 1-36.
- [9] 朱光旭, 李洋, 陈泽, 等. 6G关键技术研发竞争格局与应对策略[J]. 中国工程科学, 2023, 25(6): 17-25.
- [10] 王全, 邢燕霞, 樊万鹏, 等. 支持通信感知一体化的6G核心网关键技术研究[J]. 电子技术应用, 2023, 49(12): 50-55.
- [11] 刘国庆, 葛红星, 张扬, 等. 基于移动通信网络的感知技术[J]. 现代雷达, 2023, 45(6): 98-102.
- [12] 王亚娟, 金婧, 楼梦婷, 等. 通信感知一体化关键技术与应用[J]. 技术趋势, 2022, 21(9): 27-30.
- [13] 潘成康. 通信感知一体化技术思考[J]. 中兴通讯技术, 2022, 28(5): 53-56.
- [14] 江甲沫, 韩凯峰, 徐晓燕. 6G通信感知一体化系统的性能指标[J]. 中兴通讯技术, 2022, 28(5): 39-45.

### 作者简介:

李培, 高级工程师, 硕士, 主要从事5G、B5G无线接入关键技术、标准化研究工作; 曹亘, 高级工程师, 博士, 主要从事无线技术、标准研究工作; 李福昌, 教授级高级工程师, 博士, 国家知识产权局中国专利审查技术专家, 主要从事移动通信及固网移动融合等专业的标准制定、测试验证、课题研究等工作。