

无线网络与物联网应用课程期末试题:

一、问答题:

1. 简述 wifi1~wifi7 无线网络通讯性能。(10 分)

WiFi 1 (IEEE 802.11a): 使用 5GHz 频率, 最高传输速率仅 54Mbit/秒, 在理想情况下的覆盖范围为约 100 米, 最多 14 个同时连接的设备, 信号穿透能力相对较差, 遇到墙壁、障碍物或长距离传输时, 信号质量可能会下降。

WiFi 2 (IEEE 802.11b): 使用 2.4GHz 频率, 最高传输速率提高到 11Mbit/秒, 采用单天线设计, 有 11 个工作信道

WiFi 3 (IEEE 802.11g): 使用 2.4GHz 频率, 最高传输速率跃升至 54Mbit/秒, 采用双天线设计, 有 14 个工作信道, 在当时办公室、家庭等环境中使用畅行无阻

WiFi 4 (IEEE 802.11n): WiFi 4 是一种较早的无线局域网 (WLAN) 技术标准, 采用 2.4 GHz 和 5 GHz 频段进行通信。它支持多天线技术 (MIMO), 提供更高的传输速率和稳定性, 最大传输速率可达到 600 Mbps。

WiFi 5 (IEEE 802.11ac): WiFi 5 是一种较新的无线局域网技术标准, 采用 5 GHz 频段进行通信。它引入了更多高级特性, 如更广的频谱、更高的传输速率和更低的延迟。最大传输速率可以超过 1 Gbps。

WiFi 6 (IEEE 802.11ax): WiFi 6 是最新一代的无线局域网技术标准, 也称为高效无线 (HE)。它在 2.4 GHz 和 5 GHz 频段上提供更高的传输速率、更低的延迟和更好的网络效率。最大传输速率可达数 Gbps。

WiFi 7 (IEEE 802.11be): 速度可高达 30Gbps, WiFi 7 将引入 CMU-MIMO 技术最多可支持 16 条数据流, WiFi 7 除传统的 2.4GHz 和 5GHz 两个频段, 还将新增支持 6GHz 频段, 并且三个频段能同时工作。

2.简述 Starlink 的原理与当前应用现状。(10 分)

Starlink 是低地球轨道（LEO）卫星互联网系统。它包括卫星网络架构、用户终端、数据传输过程、地面站和光纤骨干网。他的工作原理是通过一系列卫星在地球轨道上形成一个网络，为用户提供高速、低延迟的互联网服务。Starlink 的卫星是其最核心的组成部分，这些卫星能够通过激光通信技术形成通信，形成一个高速、低延迟的网络；地面设备是连接卫星网络和互联网的关键设备，他们通过与卫星进行通信，将卫星信号转换为互联网信号，并将其传入到用户终端，用户终端是用户接入互联网的设备，他们可以使用电脑、平板等设备；用户终端是 Starlink 的最终组成部分，用户终端通过与地面设备进行通信，接受互联网信号，并将其转化为用户可以使用的数据。总的来说，Starlink 通过卫星、地面设备和用户终端协同工作，为人们提供一个高速、低延迟的网络，带来极大的便利。

目前，Starlink 正在进行公众 Beta 测试，邀请用户参与试用其卫星互联网服务。这些测试用户可以获取 Starlink 的终端设备，并通过其连接卫星网络来获取高速互联网服务。Starlink 已经在一些地区开始提供服务，包括美国、加拿大、英国、澳大利亚等地。未来，Starlink 计划逐步扩大覆盖范围，以实现全球范围内的互联网覆盖。根据试用用户的反馈，Starlink 在传输速度和延迟方面取得了一定的成就。用户可以获得较高的下载速度和上传速度，并且延迟相对较低，适合进行在线游戏、视频流媒体和其他互联网活动。Starlink 已吸引了大量用户的关注 and 需求。据报道，许多用户选择 Starlink 是因为其提供了在偏远地区和农村地区获得高速互联网的选择，同时也有用户将其作为备用互联网或替代传统互联网服务的选择。一些政府和组织已与 Starlink 合作，以改善偏远地区的互联网接入情况。例如，Starlink 与美国的规模化部署计划（RDOF）进行了合作，致力于支持在美国农村地区提供带宽。

二、小论文（80 分）：

请撰写一篇无线网络相关小论文，题目自拟。

建议：请结合无线网络或物联网针对研究电子竞技或物联网大赛完成一个作品及论文并成功参赛。

移动通信在高铁上的应用

1. 引言

1.1 背景介绍：

随着高铁的迅猛发展和普及，移动通信在高铁中的应用变得越来越重要。高铁作为现代交通工具的代表，他代替火车为人们提供了快速、便捷的交通方式，成为人们出行的重要交通工具。在高铁列车上，乘客需要与外界保持联系，这就对高铁上的移动通信提出了新的挑战，首先高铁列车的高速运行要求移动通信网络能够提供稳定、高速的数据传输，以满足乘客对高清视频、音频和实时网络服务的需求；另外，高铁列车通常容纳大量的乘客，要求移动通信网络能够同时支持大量用户的数据传输，确保网络不会因用户数量增加而堵塞；而且，高铁经过的城市和区域通常是人口密集的区域，因此，移动通信网络需要在高密度的区域提供稳定的覆盖和良好的信号强度；那么高铁运行过程中经过多个地区，乘客需要在列车移动过程中实现无缝的网络漫游，确保通话和数据传输不中断；同时，通信需要具备高度可靠性，确保通信服务的稳定性和持续性，避免因信号中断或故障导致通信中断。

1.2 研究目的和意义

高铁是目前陆地运行速度最快的交通工具之一，其平稳性、运输快速等特性为人类出行提供便利，高铁道路修建有效缓解交通拥堵问题，人们出行选择更多。通过了解高铁在移动通信方面的需求和挑战，提升高铁的性能和用户体验，保障通信安全和网络设备稳定。

高铁作为现代交通方式的重要组成部分，移动通信在其中的应用具有广泛的实用性。研究高铁移动通信的需求和挑战，提出解决方案，有助于优化移动通信技术，提供更好的通信服务和用户体验。高铁移动通信的需求和挑战推动了移动通信技术的发展。通过研究高铁环境下的移动通信问题，可以促进移动通信标准和技术创新和进步，推动移动通信技术在其他领域的应用。另外，高铁移动通信市场潜力巨大，具有广阔的商业价值。研究高铁移动通信的需求和挑战，有助于为移动通信运营商和相关企业提供参考和指导，开发适应高铁环境的解决方案和商业模式。高铁通信应用对于通信技术的创新和发展有着积极的推动作用。研究高铁通信应用可以促使通信技术的不断改进，以适应高铁环境下的特殊需求，进一步推进通信技术的发展。

2. 高铁移动通信系统架构

2.1 基站布置与覆盖

高铁基站的布置和覆盖是移动通信在高铁应用中的重要考虑因素。通过合理的基站布置和覆盖策略，可以确保高铁乘客在整个行程中享受到稳定、高质量的移动通信服务。以下是关于高铁基站布置和覆盖的几个重要方面：

1. 基站布置密度和距离：高铁列车的速度较快，因此需要在高铁线路沿线适当密集地配置基站来提供连续、稳定的通信服务。基站之间的距离应根据高铁列车的运行速度、信道特性和传输距离等因素进行合理规划。

2. 换向区和隧道覆盖：在高铁线路中存在着换向区和隧道等特殊区域，这些地方往往对信号的覆盖造成挑战。为了解决这些问题，需要在换向区和隧道等区域进行重点覆盖，可能需要特殊的天线和信号增强设备。

3. 多天线技术（MIMO）：多天线技术可以提高信号传输的效果和容量。在高铁基站中，可以采用 MIMO 技术，利用多个天线进行数据传输，以增加系统容量和改善信号质量。

4. 天线方向和天线倾角：高铁基站的天线需要根据高铁列车的运行方向和高度进行合理的调整。天线方向和倾角的设置应该能够最大限度地提供覆盖范围和信号强度，以满足乘客的通信需求。

5. 多频段和跳频技术：为了应对高铁列车在运行过程中不同的信道环境，高铁基站通常会采用多频段技术和跳频技术，以保证通信信号的稳定性和覆盖范围。这些技术可以根据实际情况自动选择最佳的频段和信道进行通信。

6. 中继站和分布式天线系统：在高铁线路较长或信号覆盖较差的区域，可以通过设置中继站和分布式天线系统来增强信号覆盖。中继站可以增加信号传输的距离，而分布式天线系统可以提供更广泛的覆盖范围。

2.2 高铁车载网络设备

高铁车载设备包括许多种，多种设备的共同协作为乘客提供良好的旅行体验。高铁车载基站是一种移动通信设备，安装在高铁列车上，用于提供移动网络连接和通信服务，它可以连接地面基站，并通过无线信号传输与乘客的移动设备进行通信。高铁列车上的车载天线用于接收和发送无线信号，这些天线通常安装在列车的车顶、车身侧面或底部，以提供广泛的信号覆盖和传输能力。车载传输设备用于将地面基站提供的信号转换为适合列车内部使用的格式。它可以将信号传输到车厢内的多个接入点，以供乘客和工作人员使用。而无线网络设备则用于提供高铁列车上的无线网络连接，以便乘客可以使用移动设备进行互联网访问、电子邮件、社交媒体等，无线网络设备可以支持 Wi-Fi 技术，提供稳定和高速的网络连接。高铁中极其重要的就是定位和导航设备，它用于高铁列车的定位和导航，可以利用卫星导航系统（如 GPS）和惯性导航技术，提供准确的位置信息和导航指引，以确保列车的精准运行和安全。另外还有安全监控设备，它用于监控高铁列车的安全和乘客的行为，包括视频监控系统、火灾报警系统、紧急呼叫按钮等，以提供安全监控和紧急救援功能。这些高铁车载设备共同构成了现代高铁列车的智能化和便捷性，提供了丰富的服务和功能，使乘客能够在旅途中享受舒适和便利的体验。

2.3 高铁与地面网络的连接

高铁与地面网络的连接是实现高铁移动通信的重要环节。它包括很多种连接方式，首先是高铁与移动通信基站的有线连接，高铁车辆通常与附近的移动通信基站通过光纤或铜缆等有线连接进行通信，这种连接方式可以提供稳定的信号传输和较高的带宽，并实现与移动通信网络的接入。其次是移动通信基站与高铁列车的无线连接，为了使高铁在运行过程中保持与地面网络的连续性，移动通信基站可以通过无线连接与高铁列车进行通信，这种连接方式通常使用微波或毫米波无线传输技术，可以提供高速、可靠的信号覆盖。为了满足高铁列车的特殊通信需求，一些地区采用了铁路专用通信系统（Railway Dedicated Communication System, RDCS），他们提供了高铁列车之间和列车与地面之间的通信，包括列车控制、信号传输和乘客通信等，通过 RDCS，高铁列车可以与地面网络进行通信和数据交换。另外一种通信方式是卫星通信，对于一些高铁线路上信号覆盖不便或无法实现有线或无线连接的情况，卫星通信可以成为一种备选方案，通过卫星通信，高铁列车可以与地面网络建立远距离的通信连接，实现互联网接入等通信服务。

需要注意的是，具体的高铁与地面网络连接方式会受到高铁运营商的选择和技术要求的影响。不同地区和不同运营商可能会采用不同的连接方式，并根据实际需要进行优化和调整。这样可以确保高铁乘客在整个行程中持续享受到稳定、高速的通信服务。

3. 高铁移动通信技术

3.1 TD-LTE 网络

TD-LTE（Time Division Long Term Evolution）是一种基于时分复用的长期演进（LTE）技术，用于移动通信网络。TD-LTE 网络广泛应用于移动通信领域，包括智能手机、平板电脑、移动路由器和物联网设备等。它提供了高速、稳定的无线连接，支持多种应用场景，如移动通信、移动互联网、物联网和公共安全通信等。高铁列车全封闭，车厢体为不锈钢或铝合金等金属材料，车窗玻璃厚，室外无线信号在车厢内穿透损耗较大，给无线覆盖带来困难。信号垂直入射时穿透损耗最小，而当基站垂直位置距轨道较近时，覆盖区边缘信号进入车厢的入射角小，穿透损耗大。

高铁场景会产生明显多普勒效应，即接收信号波长因信号源和接收机的相对运动而变化，其引发的附加频移称多普勒频移。终端高速移动速度达 350kmph 时，多普勒频移超过 800Hz，会影响上行接入/切换功率、系统容量、覆盖等。基站需采用高速频移估计算法，预估高精度的频移值，精确估计多普勒频移的变化趋势。终端高速移动的主要问题是快速切换。若切换带过小，终端在切换未完成前与小区失去连接，业务将中断。对高铁沿线的网络，要根据切换启动阈值参数设计及完成切换流程所需时间统计，估算所需切换带大小。仅当两个小区切换带足够大，才能保终端将满足切换条件的测量事件上报后，有足够时间跨越整个切换带，进行正常切换。高铁候车厅室网络应连接高铁专网形成连续覆盖，互相配置邻区，便于用户从候车厅进入站台和车厢的切换。

3.2 多天线技术（MIMO）应用

多天线技术（MIMO, Multiple-Input Multiple-Output）是一种利用多个发射天线和接收天线的技术，用于增强无线通信系统的性能和容量。MIMO 技术通过同时利用多个发射天线和接收天线，可以在有限的频谱资源下提供更高的系统容量，它利用了空间上的多样性和多径传播的特性，通过并行传输和接收多个数据流，提高了频谱效率和数据吞吐量；MIMO 技术还可以显著改善无线链路的质量和可靠性，通过利用多个接收天线接收来自不同路径的信号，可以抑制多径干扰、减少信道衰落，并提供更强的信号鲁棒性和抗干扰能力。这有助于提高信号质量和减少误码率；同时，MIMO 技术可以扩大无线网络的覆盖范围。通过利用多个发射天线，在传输过程中形成多个独立的信号波束，可以提供更远的传输距离和更好的信号覆盖；并且该技术能够有效对抗多径传播引起的信号衰落，通过接收多个经过不同路径传播的信号，并在接收端进行合并处理，可以减少多径干扰和衰落效应，提高信号的接收质量和稳定性。该技术可实现空间分集，通过在空间上分发数据流，提供冗余的传输路径，这意味着即使在某些路径上存在较大的信道衰落或干扰，仍可以通过其他路径传输数据，从而提高系统的可靠性和抗干扰能力。

MIMO 多天线技术，其具有较高的空间分辨率，获取多个空间资源，提高检测器与预编码的质量，局限波束的范围，减少外界的干扰。还能控制发射功率，提高整体效率。这项技术对高铁通信的管理工作有重要作用，分布式的多天线技术，在合理的分配频率下保证网络稳定，促使列车间的调动工作进行顺利。

3.3 5G 移动通信技术

近年来，5G 移动通信技术的发展成果不断实现，5G 手机与 5G 网络套餐的使用，让 5G 网络的普及打开序幕。而 5G 移动通信技术有以下特点：5G 技术的数据传输速度快，比 4G 蜂窝网络传输速率快 100 倍，它采用了更高的频谱带宽、更高的调制方式和更先进的信号处理技术，可以实现更高的下载和上传速度，支持超高清视频、虚拟现实、增强现实等高带宽应用；5G 系统的网络容量超大，它采用了更高效的无线接入技术和多用户多址接入技术，可以同时连接大量的终端设备，为物联网应用、智能城市和工业自动化等场景提供支持；5G 可依据智能设备支持更多的移动业务，家庭与办公网络也能全面覆盖，覆盖范围广泛；网络延迟较低，能精确的对准时间，给用户提供更加优质的使用体验，这对于实时应用如云游戏、远程医疗和自动驾驶等具有重要意义，可以实现更快速、更可靠的交互体验；5G 系统的能耗与成本较低，使用范围更加广泛。最重要的是 5G 系统在 500 千米 / 小时的移动速度中也能保持信号，5G 网络技术可推动高铁通信网络的不断发展。

5G 技术以其高速数据传输、低延迟通信、大容量连接和支持多种应用场景的特点，将推动移动通信的发展，并为人们带来更快速、更丰富的无线通信体验。

4. 高铁移动通信安全

4.1 通信安全威胁

高铁上使用移动通信不可避免的会带来一些通信安全威胁，这些安全威胁在一定程度上会对高铁的运行以及乘客的履行造成不利影响。高铁移动通信系统连接到互联网上，因此可能受到各种网络攻击，如黑客入侵、拒绝服务攻击、数据泄露等，攻击者可能试图获取敏感信息、干扰通信服务或破坏系统运作。高铁列车运行在一个复杂的无线环境中，存在可能的无线信号干扰威胁，攻击者可能通过非法发射干扰信号、使用自制网状网络来干扰正常通信，导致信号质量下降或通信中断。同时，高铁移动通信系统涉及大量的数据传输和处理，包括个人信息、支付信息等，如果系统的安全措施不完善，可能导致数据泄露、身份盗窃或恶意使用个人信息的风险。高铁列车上的移动通信设备可能面临物理安全威胁，如设备被盗、破坏或篡改，攻击者可能通过物理入侵或意图破坏设备来破坏通信系统的正常运行。还有攻击者可能使用社会工程手段来欺骗乘客或列车工作人员，诱使他们透露敏感信息或执行恶意操作，钓鱼攻击也可能通过虚假的通信或应用来骗取个人信息。

为保证以上的安全威胁能够尽量避免，必须采取相应的安全保障技术。

4.2 安全保障技术

为确保高铁通信的安全性，可以采用以下一些安全保障技术：首先，可以使用加密算法对通信数据进行加密，确保数据在传输过程中的机密性和完整性。常见的加密算法包括 AES 和等。其次是身份认证和访问控制，通过身份认证和访问控制机制，仅允许合法用户和设备访问高铁通信系统，这可以包括密码认证、双因素认证、指纹识别等多种认证方式，以确保只有授权用户能够使用系统。强化无线信号安全，采用加密技术保护通信内容，防止无线信号的非法干扰和监听。另外，可以配置防火墙和入侵检测系统来监控和阻止潜在的网络攻击，防火墙可以过滤恶意流量和非法访问，而入侵检测系统可以实时检测异常行为和攻击行为。然后采用安全监控和日志记录，部署安全监控系统 and 日志记录机制，实时监测高铁通信系统的安全状态，并记录关键事件和操作，这有助于及时发现和应对安全事件，并提供审计和追踪的能力。还需要安全更新和漏洞修复，及时更新和修复系统中存在的安全漏洞和软件缺陷，持续监测相关安全公告和补丁，确保高铁通信系统的软件和设备始终保持最新的安全性能。最后采取物理安全措施来保护高铁通信设备和基础设施，例如安装视频监控、闸机、门禁系统等，限制非授权人员的物理接触和破坏。

5. 总结

总之，随着 5G 移动通信技术的发展，相关的铁路也进入跨时代的高速发展阶段，5G 移动通信技术带给高铁移动通信中的优势逐步走向成熟，随着铁路高速化的发展，提高数据信息传输效率，改善高铁通信系统，使高铁的运行工作更加畅通。创新技术在无线通信领域一直发挥着重要的推动作用，随着科技的不断进步，未来无线通信的应用前景也将更加广阔。在智能的基础设施上，根据大数据的融合、收集、处理，为高速铁路运行的安全

性、精确性、和高速性提供了有力的保障。