在移动环境下无线信道中信号强度的高波动是明显的。基于IEEE 802.11n和IEEE 802.11ac的无线技术在选择链路配置参数（例如空间流的数量，信道绑定，高级调制和编码方案，帧聚合等），在移动性下动态地遇到挑战。选择最佳可能数据速率通过调整链路参数是一个具有挑战性的问题，因为移动环境中的信道不对称。在本文中，我们提出了一种自适应学习机制HT-MobiRate，用于移动场景下的高吞吐量动态链路自适应。 **HT-MobiRate基于Thompson采样，并受到多臂强盗方法的启发。**据我们所知，本发明首先是在移动环境下的IEEE 802.11ac的链路自适应方向。我们分析了HT-MobiRate的性能，其中包括一个实际的高吞吐量无线测试平台，该测试平台内置6个IEEE 802.11ac支持的接入点和20个IEEE 802.11ac客户端（包括客户端板和智能手机）。我们认识到它在静态环境中对链路自适应的文献中提出的其他竞争方案的表现要好得多

Intrusion

智能城市的全球发展已经普及了对高速无线接入网络的需求。 为了体验无线局域网（WLAN）中的高吞吐量，商业上成功的IEEE 802.11或Wi-Fi标准得到了新的修改。 这种改进导致高吞吐量WLAN（HT-WLAN），例如IEEE 802.11n和IEEE 802.11ac [1]。 在这些有希望的修订中，物理（PHY）层和媒体访问控制（MAC）子层通过许多新功能得到增强。为了满足WLAN中高吞吐量的要求，PHY通过信道绑定，多输入多个来增强输出（MIMO）天线技术，短保护间隔（SGI）和高级调制和编码方案（MCS）.MAC中新包含的特征是帧聚合，块确认（BACK）和反向（RD）机制。

MIMO通过应用多个天线来提高数据速率。它还可以增加传输范围。 信道绑定将多个20 MHz信道组合在一起，以创建更宽的信道带宽，如40 MHz，80 MHz和160 MHz。 此功能有助于提高物理数据速率。 SGI使用400 ns保护间隔，而不是使用800 ns。 因此，它减少了两个发送符号之间的额外空闲时间的开销。

几种先进水平的MCS技术以不同的编码速率调节信号的调制。 每个MCS索引提供不同的最大数据速率级别。 作为MAC层的增强，帧聚合将多个帧聚合成单个帧，并发送到接收器。 通过消除向单个帧添加单独的报头和报尾的需要，该特征减少了MAC开销。帧聚合分为两种类型：聚合MAC服务数据单元（A-MSDU）和聚合MAC协议数据单元（A-MPDU）。 BACK将多个确认安排到单个确认中，并且还减少MAC开销。

在无线网络性能中，这些新功能中的每一个都会出现内部权衡，从而影响应用程序级性能。 这些问题在各种现有文献[6]，[7]，[14]，[15]，[21]中得到了解决。 例如，较宽的信道会因不适当的信道选择而增加外部干扰[6]，[7]。 信道干扰，信号衰落和衰减对信噪比（SNR）产生负面影响以及显着的信号波动。 维持高阶MCS需要高SNR值[21]。 在MAC增强中，帧聚合会增加低信号强度下的数据包丢失[11]。

考虑到上述权衡，需要基于当前信道条件动态调整链路配置参数（如信道绑定，MCS级别设置）。但是，IEEE 802.11n或IEEE 802.11ac的现有链路自适应算法主要是针对静态开发的。 环境[7]，[9]，[12]，[14]。 这些方案基于可用链路自适应参数的穷举采样，因此收敛时间很长。 因此，他们无法在短时间内应对链路质量的波动。 对于移动无线站，信号强度和噪声水平频繁波动。在移动场景中，干扰，信号衰落和衰减在无线信道的不同位置发生显着变化。 因此，无线设备重复地观察对比的信道条件。因此，链路自适应是非常具有挑战性的，因为需要基于无线站的移动性来修改所选择的链路配置。 此外，由于具有大量具有相互依赖性的PHY / MAC参数集，因此HT-WLAN中的动态链路参数选择非常困难。 此外，移动环境中高吞吐量服务的链路自适应是一项极端挑战。

接受这些挑战，在本文中，我们应用了一种在线学习技术，即Thompson Sampling，一个多臂强盗的分支。 基于这种技术，我们为移动环境中的HT-WLAN设计了闭环自动链路自适应机制HTMobiRate。 我们通过采用称为信息定向采样的机制来构建优化框架。 我们为构建链路自适应模型奠定了理论基础，并相应地提出了HT-MobiRate。 在无线站内开发的学习代理在移动性中智能地学习和选择最适合的数据速率。 通过基于IEEE 802.11ac构建的实用测试平台分析HT-MobiRate的性能。 我们观察到，与文献中探索的其他相关技术相比，它显着提高了网络性能。

相关工作

HT-WLAN中的链路自适应可以大致分为两类，如下所示:

静态环境中的链路自适应：应用MIMO，MiRA [17]是一种数据速率自适应方案，它根据接收机的反馈选择空间流和速率。它在不良信道条件下进行过度的速率选择。 RAMAS [16]是一种基于MIMO和信用的方案，会产生大量开销。 Deek等人 [7]已经提出了一种基于MIMO的速率自适应算法，其具有信道绑定，而不利用所有PHY / MAC增强。 Minstrel [3]是Linux系统中的默认链路自适应机制，它通过信道监听获得统计信息。它仅适用于传统的IEEE 802.11设备。在[24]，[25]中使用了MIMO和不同的MCS值。仅考虑帧聚合，Feng等。 [8]为HT-WLAN设计了一种链路自适应技术。所有这些算法都没有考虑HT-WLAN的详尽PHY / MAC增强及其内部权衡。因此，在实际情况下，这些方案不能满足理论上可实现的IEEE 802.11n / ac数据速率。

Minstrel HT [9]是无线驱动程序ath9k [2]应用的默认速率自适应方案，它可以感知IEEE 802.11n中最大的PHY / MAC增强功能。 它受到随机详尽抽样的影响。 在[14]中，提出了一种基于纯接收信号强度指示（RSSI）阈值的机制，而没有考虑噪声和干扰电平。 因此，它无法在所有可能的无线环境中进行调整。在我们之前的一项工作[12]中，通过考虑RSSI测量的一组有限的信道条件，为IEEE 802.11n开发了动态链路自适应算法。 在我们的另一项工作[13]中，自适应学习器被设计用于IEEE 802.11ac的静态环境中的链路自适应

最近，Sur等人[20]提出了MUSE，一种基于MU MIMO的IEEE 802.11ac网络速率自适应方案。 ESNR是[10]中为IEEE 802.11n（MIMO）设计的另一种速率选择算法。 HT-WLAN的所有增强功能均未应用于MUSE和ESNR。 他们在移动方案中的表现没有被评估。 Ucar等[23]研究了多速率IEEE 802.11网络中能效与吞吐量之间的关系。 在这项工作中探索的能量吞吐量权衡鼓励为HTWLAN开发节能链路自适应方法。此外，在[4]中研究了高吞吐量PHY / MAC特征组合之间的关系。 所有这些机制都没有考虑移动环境中的链路自适应。

移动环境中的链路自适应：据我们所知，还没有工作解决移动环境中HT-WLAN的链路自适应问题。 陈等人。 [5]开发了一种速率自适应算法RAM，用于仅考虑传统IEEE 802.11标准的移动环境。 因此，HT-WLAN无法调节

**移动性如何影响链接适应性？**

我们在不同的网络条件下评估IEEE 802.11ac的性能。 这些图是根据运行asuswrt-merlin固件的ASUS RT-3200AC路由器上构建的IEEE 802.11ac测试平台的观察结果生成的。 稍后在讨论实验装置时给出测试床的细节。 在无线电台中，我们建立了基于随机方向和Peeds的移动模型。 我们考虑以下讨论的几种情况