



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104937977 B

(45)授权公告日 2019.05.17

(21)申请号 201380051528.5

(72)发明人 S-P·叶 N·西梅特

(22)申请日 2013.09.27

A·亚兹丹帕纳赫 S·塔瓦尔

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104937977 A

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

(43)申请公布日 2015.09.23

代理人 龙淳 杨震

(30)优先权数据

61/721,436 2012.11.01 US

(51)Int.Cl.

H04W 28/10(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H04W 72/12(2006.01)

2015.04.01

H04W 88/08(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/062442 2013.09.27

(56)对比文件

US 2004208183 A1, 2004.10.21,

(87)PCT国际申请的公布数据

US 2005026616 A1, 2005.02.03,

W02014/070347 EN 2014.05.08

CN 1600005 A, 2005.03.23,

(73)专利权人 英特尔公司

WO 2012121757 A1, 2012.09.13,

地址 美国加利福尼亚州

审查员 雷永俊

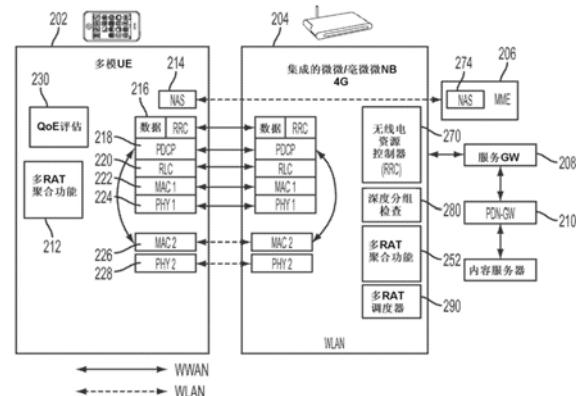
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54)发明名称

用于改善无线网络中按时吞吐量的方法

(57)摘要

在多无线电接入技术(多RAT)的异构无线网络中,用户设备(UE)能够经由多个类型的技术,诸如WiFi和长期演进(LTE)蜂窝来通信。UE与其通信的演进节点B可以是包围200米或更小距离的小型网络。在此类网络中通信的方法可涉及使用按时吞吐量调度算法,其通过基于特定准则切换某些用户并使通信优先化来将吞吐量最大化。这些准则可包括使最接近目标阈值的用户的通信优先。UE可与网络通信以协商无线电接入技术在可接受数据速率的范围被使用。



1. 一种用于增加无线网络中按时吞吐量的方法,其包括:

获得关于所述无线网络的按时吞吐量的信息;

寻找不能满足目标按时数据速率的用户子集;

确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率;以及

调度最接近所述目标按时数据速率的用户用于进一步的数据传输,

其中确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率包括:

确定指示所述子集中的每个用户离所述目标按时数据速率多短的量;

确定用于每个用户的瞬时数据速率;以及

将所述量除以用于每个用户的所述瞬时数据速率,以确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中关于吞吐量的信息包括用于所述无线网络中每个用户的瞬时数据速率信息。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中关于吞吐量的信息包括用于每个用户的按时数据吞吐量信息。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述无线网络是多无线电接入技术异构网络。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述无线网络包括WiFi网络和长期演进LTE网络。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述LTE网络和WiFi在小型小区上受支持,所述小型小区是更大的3GPP网络的部分。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述小型小区选自微微网络、毫微微网络、微网络和多无线电WiFi/LTE小型小区网络。

8. 根据权利要求4所述的方法,其中所述方法进一步包括:

选择无线电接入技术,所调度的用户借助所述无线电接入技术发送和接收其传输,其中所述无线电接入技术选自WiFi和LTE。

9. 一种演进节点B,其包括:

具有多个功能的处理装置,其包括:

多无线电接入技术调度装置;

多无线电接入技术聚合功能装置,其中所述多无线电接入技术调度装置布置成:

获得关于无线网络的按时吞吐量的信息;

寻找不能满足目标按时数据速率的用户子集;

确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率;以及

调度最接近满足所述目标按时数据速率的用户用于传输,

其中确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率包括:

确定指示所述子集中的每个用户离所述目标按时数据速率多短的量;

确定用于每个用户的瞬时数据速率;以及

将所述量除以用于每个用户的所述瞬时数据速率,以确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率。

10. 根据权利要求9所述的演进节点B,其中关于吞吐量的信息包括用于每个用户的瞬时数据速率信息。

11. 根据权利要求9所述的演进节点B,其中关于吞吐量的信息包括用于每个用户的按

时数据吞吐量信息。

12. 根据权利要求9所述的演进节点B,其中所述多无线电接入技术调度装置还布置成：将用户从第一无线电接入技术改变成第二无线电接入技术;并且,其中所述第一无线电接入技术和第二无线电接入技术选自WiFi和长期演进LTE。

13. 根据权利要求9所述的演进节点B,其中所述多无线电接入技术调度装置还布置成：将用户卸载到另一演进节点B。

14. 根据权利要求13所述的演进节点B,其中将用户卸载到另一演进节点B包括：汇编由所述演进节点B正在服务的用户的列表；确定由所述演进节点B正在服务的每个用户正在使用的资源量；将用于确定具有正在使用的最高资源量的用户的资源分类；以及将具有正在使用的所述最高资源量的用户卸载到所述另一演进节点B。

15. 根据权利要求14所述的演进节点B,其中所述演进节点B选自：宏演进节点B、微微演进节点B、毫微微演进节点B和多无线电WiFi/LTE小型小区。

16. 根据权利要求9所述的演进节点B,其进一步包括：

用于深度分组检查的装置,其中所述用于深度分组检查的装置布置成丢弃数据流中的低优先权分组。

17. 一种机器可读介质,存储有指令,所述指令当由机器执行时,使所述机器执行如权利要求1-8中任一项所述的方法。

用于改善无线网络中按时吞吐量的方法

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求美国临时专利申请序列号61/721,436的优先权的利益,该申请提交于2012年11月1日,其全部内容包括在此作为参考。

技术领域

[0003] 实施例关于电子装置。一些实施例关于电子通信装置。

背景技术

[0004] 便携式电子通信设备,诸如智能电话、平板计算机、移动热点、膝上计算机等类似者,可通过使用各种无线电接入技术(RAT)与其他装置通信,各种无限定接入技术诸如蜂窝、3GPP-LTE、WiFi、WiMAX、蓝牙等类似者。随着越来越多的电子装置具有在多于一个RAT上操作的能力,期望使此类装置以为用户提供最优吞吐量和服务质量(QoS)同时不使网络负担过重的方式使用多个RAT。

附图说明

[0005] 在不必按比例绘制的附图中,类似数字可描述不同附图中的相似部件。具有不同字母后缀的类似数字可表示相似部件的不同实例。一些实施例在附图的图示中以举例的方式图解,而不是限制性的,在附图中:

[0006] 图1是示例性WiFi蜂窝小型小区RAT架构的示意图;

[0007] 图2是示出了示例性WiFi蜂窝小型小区RAT架构的另一实施例的框图;

[0008] 图3是示出了关于按时吞吐量的实施例的效果的曲线图;

[0009] 图4是示出了关于按时吞吐量的另一实施例的效果的曲线图;

[0010] 图5是示出了能够执行实施例的示例性机器的框图;

[0011] 图6是示出了实施例的操作的流程图;以及

[0012] 图7是图解另一实施例的操作的流程图。

具体实施方式

[0013] 以下描述和附图充分说明具体实施例以使得本领域技术人员能够实践它们。其他实施例可结合结构的、逻辑的、电气的过程与其他改变。示例仅代表可能的变化。除非明确需要否则单独部件和功能是任选的,并且操作的序列可变化。一些实施例的部分和特征可包括在其他实施例的部分和特征中,或代替其他实施例的部分和特征。权利要求中阐述的实施例包括这些权利要求的所有可用的等效。

[0014] 在以下描述中,阐述众多具体细节以提供本发明的透彻理解。然而,本领域技术人员应理解本发明可在没有这些具体细节的情况下实践。在其他实例中,众所周知的方法、进程、部件和电路不详细描述以便不遮蔽本发明。

[0015] 尽管本发明的实施例不限于这点,但如在本文中所用的术语“多数”和“多个”可包

括例如“复数个”或“两个或更多个”。术语“多数”或“多个”可贯穿本说明书用来描述两个或更多个部件、装置、元件、单元、参数等。例如，“多个装置”可包括两个或更多个装置。

[0016] 第三代合作伙伴项目 (3GPP) 是在1998年12月建立的汇集称为“组织合作伙伴”的数个电信标准体的合作协议,该电信标准体目前包括无线电商业协会 (ARIB) 、中国通信标准协会 (CCSA) 、欧洲电信标准协会 (ETSI) 、电信工业解决方案联盟 (ATIS) 、电信技术协会 (TTA) ,以及电信技术委员会 (TTC) 。3GPP通过签署“第三代合作伙伴项目协议”在1998年12月正式建立。

[0017] 3GPP提供全球可应用的标准作为用于第三代移动系统的技术规格和技术报告,第三代移动系统基于该技术规格和技术报告支持的演进GSM核心网和无线电接入技术(例如,用于频分双工 (FDD) 和时分双工 (TDD) 模式的通用地面无线电接入 (UTRA))。3GPP还提供用于维持和发展全球移动通信系统 (GSM) 的标准作为包括演进无线电接入技术(例如,通用无线电分组业务 (GPRS) 和GSM增强型数据速率GSSM演进 (EDGE))的技术规格和技术报告。用于涉及移动电话的当前标准的技术规格一般可从3GPP组织应用于公众。

[0018] 3GPP当前研究3G移动系统的演进,并考虑针对UTRA网络 (UTRAN) 演进的贡献 (观点和建议) 。3G工作组鉴别了一系列高级需求,包括:降低的每比特位成本;增加的服务提供(即,以低成本提供更优质量的更多服务);使用现有频带和新频带的灵活性;具有开放接口的简化架构;以及减小的/适当的终端功耗。

[0019] 对UTRA和UTRAN长期演进 (UTRAN-LTE, 也称为3GPP-LTE和演进UTRAN (E-UTRA)) 的研究始于2004年12月,以发展趋向于高数据速率、低时延和分组最优化无线电接入技术的3GPP无线电接入技术演进的框架为目标。该研究考虑对无线电接口物理层 (下行链路 (DL) 和上行链路 (UL) 的修改),诸如支持直至20MHz的灵活的传输带宽的措施、新传输方案的引入以及先进多天线技术。称为先进LTE (LTE Advanced) 的对LTE的演进也在发展以提供更进一步的性能改善。

[0020] 3GPP-LTE基于结合正交频分复用 (OFDM) 技术的无线电接口。OFDM是使用大量密集的正交子载波以承载相应的用户数据信道的数字多载波调制格式。当与射频 (RF) 传输率比较时,每个子载波使用以常规的调制方案以 (相对) 低的符号率调制,该常规的调制方案诸如正交幅度调制 (QAM) 。

[0021] 当评估通信系统性能时,服务质量 (QoS) 是非常重要的度量。一般地,QoS用于提供对网络提供可预测结果的能力的保证。这可通过使用例如某些类型网络流量的优先化来获得。在近来的工作中,已经引入“按时”或及时的吞吐量作为测量值,以评估系统为延迟敏感的流量(例如按时视频和视频会议)维持QoS时的效率。按时吞吐量测量用户能够在流量的延迟需求内成功接收目标数据速率的时间的百分比。在传统LTE网络中,通过向不同类型的传输分配称为QoS类别标识符的种类来维持QoS。例如,游戏可具有比视频流更低的优先权,视频流可具有比语音呼叫更低的优先权。使用该种类使得能够传输较高优先权消息同时允许延迟较低优先权消息。

[0022] 在过去,开发了一种框架,以通过分配用户通过多个无线链路,来提高在多多无线电接入技术 (“多RAT”) 多机种网络 (“异构网”) 中增强按时吞吐量性能。例如,许多现在的移动装置能够使用WiFi和LTE。在无线链路中分配用户是基于最大化穿过由给定多RAT小区服务的用户的聚合的按时吞吐量。异构网也可涉及在无线网络中使用多个类型的接入节点。

例如,网络可采用微蜂窝、微微蜂窝和/或毫微微蜂窝以便在室内或地下区域中提供的无线覆盖。

[0023] 所开发的框架还包括多种方法,通过该多种方法,每个用户设备(“UE”)可通过该方法测量和报告每条无线电链路的按时吞吐量至在基站(BS(例如,诸如微微节点B(NB)或毫微微NB)中的多RAT聚合功能(见图1),然后,该基站使用此类测量值确定穿过WiFi和LTE的最优用户分配。然而在过去,RAT分配决策设计为与比例公平调度一起使用。在比例公平调度中,当同时允许所有用户以至少最低水平服务时,调度算法尝试将网络总吞吐量最大化。比例公平调度将当前数据速率与已由用户获得的吞吐量相反地加权。度量(当前速率/过去吞吐量)处于某个时间窗口中。

[0024] 关于比例公平调度的一个问题是,其并不考虑这样一个给定的事实,即MAC调度器也能被设计用于按时吞吐量最优化,以及还可与多RAT分配和/或调度决策组合。进一步地,为了每个用户的固定目标按时速率,执行比例公平调度中的最优化。因为未许可的频带可具有不协调的干扰,所以系统为用户保证给定目标按时吞吐量的能力可受到负面影响。因此,期望适合QoS保证的更完美的方法。

[0025] 在一个实施例中,将调度和QoS适配与RAT分配一起考虑以改善多RAT异构网中的按时吞吐量性能。具体设计用于按时吞吐量最优化的调度算法可显著改善按时吞吐量性能。在一个实施例中,可使用按时吞吐量调度算法,该算法设计为使用在截止期限之间接收的分组最大化成功传输的数量。该算法将具有未发送分组的用户优先化,该未发送分组具有最早的截止期限,并将最高的优先权给予需要最少资源来传输该类型分组的用户。在另一实施例中,可使用多RAT调度器,其将RAT选择决策与单链路调度组合以最大化总体及时吞吐量。

[0026] 已经开发了一种框架,该框架用于使QoS需求适配按时吞吐量和准入控制策略,以维持最低水平QoS体验(“QoE”)。该框架使得用户基于本地QoE测量值动态地调整他的目标及时吞吐量需求,并使得系统大大降低了在未许可的频带上的不协调的干扰的存在。

[0027] 实施例提出一些技术,其通过在多无线电异构网络中明智地调度和使用每个客户端多个无线电链路,为延迟敏感的流量改善按时吞吐量。假定未许可频带可能经常受到不协调干扰的影响,我们还开发了一种框架,其使QoS需求可很好地适配按时吞吐量,以便在每个用户处的最小QoE仍然能够维持。在本发明中描述的一些实施例可集中在具有集成的WiFi-蜂窝小型小区的部署上。

[0028] 图1示出了示例性WiFi蜂窝小型小区的多RAT架构100。此类WiFi蜂窝小型小区的多RAT架构可允许跨越多个无线电链路的比其他架构更紧密的管理。然而,在本文中讨论的技术可应用于其他多RAT架构,包括宏辅助的小型小区。也可考虑若干另选的RAT(例如,60GHz、电视(TV)空白信号频段,和其类似者等)。这可与多RAT云RAN架构在架构上一起使用,其中多无线电RF信号通过光纤可从射频拉远头(WiFi、LTE等)发送到核心基站,并且在该核心基站中进行基带调度和RAT分配。另选地,集成的LTE/WiFi或独立WiFi小型小区经由高速骨干网连接到宏小区,并且宏小区做出RAT分配或调度决策(此类架构可称为锚或助推器架构)。

[0029] 继续参考图1, WiFi蜂窝小型小区多RAT架构100包括多模用户设备(102)和集成的微微节点B(NB)(104)。应当理解的是,微微NB 104可以合适地用另一类型的小型小区,诸如

微NB或毫微微NB,来替代。UE 102中可存在多RAT聚合功能模块112。多RAT聚合功能模块112可布置成以下述方式确定哪些数据流具有优先权。聚合功能模块152也可在NB 104中存在,执行相似功能。

[0030] 在UE 102和微微/毫微微NB 104之间存在各种连接,象典型的LTE连接一样。例如,可存在连接在NB 104和UE 102之间的网络接入层(NAS),该NAS将UE 102连接到移动性管理实体(MME)106。可存在经由无线电资源控制(RRC)层UE中的数据模块116和NB中的数据模块156之间的连接。可存在连接于UE 102中模块118和NB104中模块158之间的分组数据汇聚协议(PDCP)层。可存在连接于UE 102中模块120和NB 104中模块160之间的无线电链路控制(RLC)层。可存在连接在UE 102中模块122和NB 104中模块162之间的媒体接入控制(MAC)层。可存在连接于UE 102中模块124和NB 104中模块164之间连接的物理(PHY)层。另外,可存在连接于UE 102中模块126和NB 104中模块166之间的另外的媒体接入控制(MAC)层。可存在连接于UE 102中模块128和NB 104中模块168之间的另外的物理(PHY)层。

[0031] 在尽力解决上述问题中可提出以下几个目标:

[0032] 1) 一种按时吞吐量调度算法,其目标为,将在截止时间前接收的分组的成功传输的数目最大化。

[0033] 2) 一种框架,其使基于目标按时吞吐量的用户QoE评估和网络服务器中的智能进行适配,以降低流质量从而为每个用户维持最小的QoE。

[0034] 图2是示出实现上面目标的实施例的框图。类似于图1的元件具有相同的后两位数(例如,元件102近似地等同于元件202)。

[0035] WiFi蜂窝小型小区多RAT架构200包括多模用户设备(202)和集成的微微/毫微微节点B(NB)204。UE 202中可存在多RAT聚合功能模块212。多RAT聚合功能模块212可布置成以下面进一步详述的方式确定哪些数据流具有优先权。聚合功能模块252也可在NB 204中存在,执行类似功能。

[0036] 多RAT聚合功能模块212和252用来在WiFi和LTE RAT之间进行协作。例如,当数据在LTE和LTE RAT之间流动时,多RAT聚合功能模块212和252可在分组重排序或缓冲中给予辅助。如果系统中仅使用RAT分配,那么调度器不跨越多个无线电调度数据流。每个WiFi和LTE调度器可独立起作用。借助多RAT调度,分组可在WiFi和LTE接口两者之一上得到调度。然后多RAT聚合功能从LTE堆栈取得一些分组并将它们路由发送到WiFi堆栈。

[0037] 在UE 202和微微/毫微微NB 204之间存在各种连接。例如,可存在连接在NB 204和UE 202之间的网络接入层(NAS),该NAS将UE 202连接到移动性管理实体(MME)206。可存在UE中数据模块226和NB中数据模块256之间经由无线电资源控制(RRC)层的连接。可存在连接在UE 202中模块228和NB 204中模块258之间的分组数据汇聚协议(PDCP)层。可存在连接在UE 202中模块220和NB 204中模块260之间的无线电链路控制(RLC)层。可存在连接在UE 202中模块222和NB 204中模块262之间的媒体接入控制(MAC)层。可存在连接在UE 202中模块224和NB 204中模块264之间连接的物理(PHY)层。另外,可存在连接在UE 202中模块226和NB 204中模块266之间的另外的媒体接入控制(MAC)层。可存在连接在UE 202中模块228和NB 204中模块268之间的另外的物理(PHY)层。

[0038] 同样在图2中存在UE 202中的QoE评估模块230。QoE评估模块230的功能是确定UE执行其功能所需的QoE。QoE评估模块230还负责将QoE需求转换为按时吞吐量目标,并且继

承性地修改这一关系。UE还测量按时吞吐量并且与eNB和服务器协商以调整QoE。

[0039] 除了无线电资源控制器270和多RAT聚合功能252之外,NB 204也可包含深度分组检查模块280和多RAT调度器290。这些模块的功能在下面进一步详细讨论。

[0040] 以下章节描述按时吞吐量调度方法的关键要素。以下算法是通用的,并可在任何基站调度器中使用,而无需考虑基站调度器的多多无线电能力来使用,该算法还描述了本发明的实施例的按时吞吐量调度的关键要素。

[0041] 首先可能有助的是,定义术语按时吞吐量意思是什么。假设时间分成大小为 t 的时隙,并且第n个时隙是在 $(n-1) \tau$ 和 $n\tau$ 之间的持续时间。定义 $T_k(n\tau)$ 为用户k在第n个时隙的总数据吞吐量。用户k的平均及时吞吐量然后定义为大小 T_0 的目标分组在长度为 t 的每个时隙内成功接收的概率。

$$[0042] \lambda_k = \liminf_{N \rightarrow \infty} \frac{\sum_{n=1}^N I_k(n\tau)}{N},$$

[0043] 其中 $I_k(n\tau)$ 是如下定义的指示函数(指示一个元素在另一元素的子集中的成员的函数):

$$[0044] I_k(n\tau) = \begin{cases} 0, & T_k(n\tau) < T_0 \\ 1, & T_k(n\tau) \geq T_0 \end{cases}$$

[0045] 按时吞吐量定义为,当具有目标数据吞吐量 T_0 的时隙的部分按时接收时,用户k的有效实际吞吐量(应用级吞吐量) g_k 。

$$[0046] g_k = \lambda_k T_0$$

[0047] 根据上面公式,可见,通过增加具有超过目标分组大小 T_0 的数据吞吐量的用户时隙数目,可获得较高的按时吞吐量。换句话说,增加具有 $T_k(n\tau) \geq T_0$ 的(n,k)对的数目。

[0048] 基于这一概念,我们参考图6提出及时吞吐量调度算法,其目标是增加在当前时间时隙内接收超过 T_0 的数据吞吐量的用户数目。当选择将要调度的用户时,存在的两个度量,即瞬时数据速率和当前时隙内数据吞吐量。因此,这两个度量提供给每个正在由eNB(602)服务的用户。在当前时隙内已经接收多于 T_0 比特位(目标分组大小)的用户,被用于该算法(604)的剩余部分所忽略。这是因为在 T_0 上的另外数据位并不会增加平均按时吞吐量。因此,调度器仅扫描在当前时隙内接收少于 T_0 比特的用户,并选择使用最少资源数量(606)最可能获得目标吞吐量 T_0 的用户。如果用户可使用最少量资源获得 T_0 ,则对其他用户而言,将具有更多可用的时间/频谱资源,并且更多用户在当前时隙内获得 T_0 的机会增加。

[0049] 为用户k获得 T_0 所需的资源量 B_k 可经由以下方程估算:

$$[0050] B_k = \begin{cases} \frac{T_0 - T_k(t)}{R_k(t)}, & T_k(t) < T_0 \\ 0, & T_k(t) \geq T_0 \end{cases}$$

[0051] 对于 $(n-1) \tau \leq t < n\tau$, $T_k(t)$ 定义为用户k自瞬间 $(n-1) \tau$ 起的累积吞吐量,并且 $R_k(t)$ 是用户k在时间瞬间t的瞬时数据速率。为了传输,调度具有最小正 B_k 的用户。算法然后以剩余用户(608)重复。这样,能够获得满足最小吞吐量需求的用户的最大数目。

[0052] 图3示出具有低于 g 的按时吞吐量的用户的百分比。使用新的按时吞吐量调度,更多用户能够获得更高的按时吞吐量。

[0053] 在图3中, x轴302是以每秒数百万比特的目标按时吞吐量。Y轴304是获得某个按时吞吐量的用户的百分比。线条310示出使用比例公平调度获得给定吞吐量的用户的百分比。线条320示出使用上面图示的按时调度算法获得给定吞吐量的用户的百分比。

[0054] 因此,可以看出,和经由比例公平调度相比,使用按时调度算法,更高百分比的用户获得给定吞吐量。例如,大约60%的用户使用比例公平调度获得每秒1,000,000比特,而大约65%的用户使用上述方法获得该比特。然而,该差异在更高吞吐量变得更大。仅30%的用户使用比例公平调度获得每秒2,000,000比特,而大约57%的用户使用上述方法获得该比特。在更高的速率下,该差异甚至变得更大。例如,少于5%的用户使用比例公平调度获得每秒至少4,000,000比特。相反,多于40%的用户使用上述按时调度算法获得该数据速率。

[0055] 该按时吞吐量调度算法可与RAT选择和自适应QoS控制相组合,以便获得甚至更好的按时吞吐量。

[0056] 对于下面讨论,将要讨论在UE (诸如UE 202) 和eNB (诸如eNB204) 之间存在假设的连接。eNB可以是具有WiFi和LTE连接性的集成eNB。在另选形式中,eNB可从WiFi基站分离,而仍电气连接到WiFi基站。另外,eNB可以是微微eNB或毫微微eNB或其他类型的小型小区eNB。eNB执行若干任务,包括在UE和LTE链路上执行UE调度。eNB也执行用户准入控制和用户RAT分配。eNB还可执行深度分组检查以丢弃较低优先权的分组。

[0057] 在该假设连接中的UE可以是多模UE,意味着其能够发送和接收WiFi和LTE信号。UE测量包括按时吞吐量、瞬时速率、反馈测量值的度量,以及和连接性能相关的其他度量。UE也可确定UE的最小QoE需求。UE还可布置成基于QoE估计使目标按时吞吐量适配。UE还可与服务器协商降低流量速率。

[0058] 存在可从UE发送到eNB以增强性能的若干消息。这些消息可包括:无线电链路性能测量、可接受按时吞吐量的范围、最小QoE需求,以及当前操作按时吞吐量数据速率。

[0059] 存在可从UE发送到eNB的若干其他消息。这些消息可包括UE相关(其包含关于哪个eNB服务于特定UE的信息)、UE无线电链路分配,以及推荐的操作按时吞吐量数据速率。

[0060] 在一个实施例中,UE负责估计可最优满足其QoS需要的目标按时吞吐量。UE可初始设定目标QoS需求的范围(即,具有最大延迟约束的按时吞吐量的目标速率)。当UE观察到按时吞吐量已降低时,UE可做出相关QoE的评估,以查看QoE是否仍不足。UE还可向基站指示较低的目标需求。UE还可与服务器协商其数据流的不同数据速率。其还可基于由eNB发出的触发信号做出此类评估。

[0061] 在集成的LTE/WiFi微微eNB(例如,图2的元件204)内的多RAT调度器(例如,图2的多RAT聚合功能252),负责为LTE和WiFi传输调度用户。基于由多模UE提供的反馈信息,然后集成的LTE/WiFi eNB可执行用户RAT分配和用户准入控制,以支持最大数目的用户,这些用户的QoS需求都可满足。如果eNB支持深度分组检查(DPI)(一种分组过滤形式,其当分组经过检查点时,检查分组的数据部分,以决定分组是否可经过),则其可自主地丢弃流中的较低优先权分组,以维持按时吞吐量在较低目标。如果仍不可满足及时吞吐量的目标需求,则eNB可考虑经由后面描述的过程将用户卸载(切换)至邻近小区。

[0062] 链路性能度量的估算

[0063] 对于按时吞吐量最优化,在每条链路上用户按时吞吐量的估算可用作用于用户准入控制和用户无线电分配的度量。按时吞吐量值取决于信道质量、负载以及分配到相同无

线电的其他用户的速率分布。一个实施例可包含以下修改以评估按时吞吐量。

[0064] 在测量周期期间,使用上述按时吞吐量调度算法在LTE和WiFi链路上调度用户。注意到,LTE和WiFi无线电可独立调度用户。在测量周期期间的平均按时吞吐量可用作用户如何能够在每条无线电链路上获得目标速率的指示符。

[0065] 在测量周期期间,可经由多个算法来调度在LTE且在WiFi链路上的用户,该多个算法确保每个用户在每条链路上调度至少一次(例如,循环调度)。用户所需资源在获得目标速率的尝试中测量。为了用户RAT分派和准入控制,该数目然后能够用来计算如何在两个无线电上分派用户以获得最高按时吞吐量。

[0066] 自适应的基于用户的QoS控制

[0067] UE应知道用于其数据的可接受操作按时吞吐量数据速率的集合。例如,当传输可缩放视频时,该可接受数据速率集合表示从来源支持的不同视频质量,其中较高数据速率表示较高视频质量。基于无线电链路质量和负载,多模UE可选择其操作按时吞吐量数据速率。还可能的是,基于网络优化,集成的LTE/WiFi微微eNB向UE建议操作速率。此后,LTE/WiFi微微eNB可确定是否该操作速率能导致用户合适的QoE。

[0068] 调整操作按时吞吐量速率的目标是为了保证,最大数目的用户能够维持满足他们的QoE的按时目标速率。假设,如果UE接受较低目标操作点,则UE向内容服务器发信号以降低流的数据速率。对于诸如视频的内容,这能够容易地完成,其中可以丢弃较低优先权内容(诸如增强层),而不显著影响视频QoE。另选地,如果eNB支持DPI能力,在不需要UE与服务器协作的情况下,eNB可选择性地丢弃标记为低优先权的分组。如果由干扰引起的破坏预期持续较长时间,则前面的方案是优选的。

[0069] 用于增强的按时吞吐量的联合调度和RAT选择

[0070] 多RAT异构网中的RAT选择技术可与上面详述的调度算法可一起再用于按时吞吐量最优化。另外,LTE和WiFi资源的联合多RAT调度在紧密连接或集成的LTE/WiFi AP的情况下是可能的。借助调度算法和新的最优化目标,改进的用户RAT分配算法可用于获得更优性能。此类联合分配可在较长时间尺度上操作,或可基于逐帧来更新。

[0071] 基于按时吞吐量估算,集成的eNB搜索获得最高按时吞吐量的用户划分。由于为每条链路竞争的用户的数目可能不同,因此在新用户划分下的平均按时吞吐量也在改变。可执行一个或多个额外的迭代,以检查用户划分是否随着新的平均按时吞吐量改变。

[0072] 此后,基于获得速率目标所需的资源量的估算,集成的eNB可搜索在LTE链路和WiFi链路两者上调度的用户集合,使得最大数目的用户能够由速率目标来服务。

[0073] 图4是图表,其示出了在实施例中LTE和WiFi无线电的联合使用,能够比仅仅单独使用在LTE无线电上的算法甚至更多地提高按时吞吐量。类似于图3,x轴402是吞吐量,并且轴404是满足某个吞吐量的用户的百分比。线条430是仅LTE连接的性能(这与来自图3的线条320相同)。线条440是仅WiFi连接的性能。线条450使用LTE和WiFi两者但没有协作。线条460以联合分配方案使用LTE和WiFi连接。线条470示出使用如上描述的联合调度算法以及使用LTE和WiFi连接。

[0074] 上面图3的讨论详述线条320怎样是对现有技术的动态改善。图4示出使用在本文中阐述的策略和算法的相似改善。线条430与图3的线条320相同。线条440示出示例性WiFi链路的性能。当由于获得的速率下降用户百分比下降至低于百分之90时,线条440示出直到

每秒3百万比特相对稳定的性,。线条450示出联合LTE/WiFi eNB的性能,但无线电链路之间没有协作。该联合连接的性能高于仅LTE连接或仅WiFi连接。例如,大于50%的用户能够获得每秒6百万比特。作为比较,仅LTE或仅WiFi的情况下,仅大约20%的用户能够获得该吞吐量。通过经由动态RAT映射方案来联合地分配LTE和WiFi连接,大于70%的用户能够获得每秒6百万比特吞吐量。该百分比对于线条470所示的使用动态RAT调度方案的联合LTE/WiFi连接甚至更高(大约80%)。动态RAT映射在非常慢的时间尺度发生(并且不逐分组发生,如同以动态RAT调度完成一样)。一旦用户分配到RAT,那么通常所有分组在该RAT上发送。该分配可仍然能够在评估期间动态地改变。做出该分配的实体可以是RRC内的多RAT聚合功能。然而调度决策由在MAC层分组上操作的调度器做出。

[0075] 用户准入控制

[0076] 基于用于获得目标速率所需资源的评估,可选择将要被服务的该用户集合,以便该集合中所有用户获得目标速率,并且该集合的大小被最大化。结果,为了获得目标速率所需较少资源的用户首先被选择,而需要大量资源以获得目标速率的用户更可能被丢弃或卸载到另一eNB。

[0077] 在信道条件恶劣时为了支持更多用户,可考虑如上所述的自适应的基于用户的QoS控制。大体上,可由eNB支持的用户数目由上述用户准入控制策略确定。即使在QoS适配后,如果用户的目标按时速率不能达到,则eNB可选择一些用户切换到其他小区。此类评估可基于以下准则:

[0078] 1) 应切换可以由另选的小区(可需要在eNB之间协作,诸如经由X2接口)充分服务的用户;

[0079] 2) 消耗最大数目资源的用户应首先切换到另一eNB;以及

[0080] 3) 最小数目的用户,其刚好足以满足最大用户数目的QoS需求,该最小数目用户应被切换。

[0081] 参考图7,示出了用于实现切换的算法。由eNB服务的用户根据他们消耗的资源被分类(702)。然后消耗最高数量资源的用户是用于卸载的第一候选(704)。如果该用户可成功卸载到另一eNB,并且由eNB服务的剩余用户的按时吞吐量需求被满足,那么卸载停止(706)。如果不满足需求,则该算法以在消耗最高资源方面的下个用户继续(708)。否则算法停止(710)。

[0082] 如本文所描述的示例可包括逻辑或数个部件、模块或机构,或可在它们上操作。模块是能够执行指定操作的有形实体(例如硬件)并且可以某个方式配置或布置。在示例中,电路可以指定方式布置(例如,内部地布置,或相对于外部实体诸如其他电路布置)为模块。在示例中,一个或多个计算机系统的全部或部分(例如,独立计算机、客户端或服务器计算机系统)或一个或多个硬件处理器可由固件或软件(例如,指令、应用程序部分或应用程序)配置为操作以执行指定功能的模块。在示例中,软件可驻留在机器可读介质上。在示例中,软件在由模块的基础硬件执行时使得硬件执行指定操作。

[0083] 因此,术语“模块”理解成包括有形实体,其为物理上构建的、具体配置的(例如,硬接线的)或临时(例如暂时)配置的(例如编程的)实体,从而以指定方式操作或执行本文中所描述任何操作的部分或全部。考虑其中模块临时配置的示例,模块中的每个不需要在时间上任一时刻实例化。例如,在模块包括使用软件配置的通用硬件处理器的情况下,该通用

硬件处理器可在不同时间配置为相应的不同模块。软件可因此配置硬件处理器，例如从而在一个时间实例构成特别模块，并在不同的时间实例构成不同模块。

[0084] 图5是图解在本文中讨论的技术(例如方法学)中的一个或多个可在其上执行的示例机器500的框图。在另选实施例中，机器500可作为独立装置操作或可连接(例如联网)到其他机器。在联网部署中，机器500可在服务器-客户端网络环境中作为服务器机器、客户端机器或服务器机器与客户端机器两者操作。在示例中，机器500可在对等(P2P)(或其他分布式)网络环境中充当对等机器操作。机器500可以是个人计算机(PC)、平板PC、机顶盒(STB)、个人数字助理(PDA)、智能电话、网络应用程序、网络路由器、网关或网桥、专用导航装置、膝上计算机、电视机或能够执行指定由机器采取的动作的指令(循序或以其他方式)的任何机器。进一步地，尽管仅图解单个机器，但术语“机器”也用来包括个别地或联合地执行一组(或多组)指令以执行本文中讨论的方法学中的任一个或多个，诸如云计算、作为服务的软件(SaaS)、其他计算机集群配置的任何机器汇集。

[0085] 机器(例如计算机系统)500可包括硬件处理器502(例如中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、硬件处理器核心或它们的任何组合)，主存储器504和静态存储器506，它们中的一些或全部可经由互连(例如总线)508彼此连接。机器500可还包括显示装置510、字母数字输入装置512(例如键盘)，以及用户界面(UI)导航装置514(例如鼠标或触控板)。在示例中，显示装置510、输入装置512和UI导航装置514可以是完成所有三个任务的触摸屏显示器。机器500可另外包括大容量存储装置(例如驱动器单元)516、信号生成装置518(例如扬声器)、网络接口装置520，以及一个或多个传感器521，诸如全球定位系统(GPS)传感器、罗盘、加速计或其他传感器。机器500可包括输出控制器528，诸如串行(例如通用串行总线(USB))连接、并行连接或其他有线或无线(例如红外(IR))连接，从而与一个或多个外围装置(例如，打印机、读卡器等)通信或控制它们。

[0086] 大容量存储装置526可包括机器可读介质522，在该机器可读介质522上存储由在本文中描述的技术或功能中的一个或多个实施或利用的一组或多组数据结构或指令524(例如软件)。在指令524由机器500执行期间，指令524也可完全地或至少部分地驻留在主存储器504内、静态存储器506内或硬件处理器502内。在示例中，硬件处理器502、主存储器504、静态存储器506或大容量存储装置516中的一个或任何组合可构成机器可读介质。

[0087] 尽管机器可读介质522图解为单个介质，但术语“机器可读介质”可包括经布置存储一个或多个指令524的单个介质或多个介质(例如，集中式或分布式数据库，和/或关联缓存和服务器)。

[0088] 术语“机器可读介质”可包括能够存储、译码或承载指令，或能够存储、译码或承载数据结构的任何介质，该指令用于由机器500执行，并使得机器500执行本披露的技术中的一个或多个，该数据结构由此类指令执行或与此类指令关联。非限制机器可读介质示例可包括固态存储器与光和磁介质。在示例中，大容量机器可读介质包括具有多个颗粒的机器可读介质，该多个颗粒具有静止质量。大容量机器可读介质的具体示例可包括：非易失性存储器诸如半导体存储器装置(例如，电可编程只读存储器(EPROM)、电可擦写可编程只读存储器(EEPROM))和闪存存储器；磁盘诸如内部硬盘和可移动盘；磁光盘；以及CD-ROM、DVD-ROM和蓝光光盘。

[0089] 可利用数个传送协议(例如帧中继、互联网协议(IP)、传输控制协议(TCP)、用户数

据报协议 (UDP)、超文本传送协议 (HTTP) 等) 中的任何一个在通信网络 526 上使用传输介质经由网络接口装置 520 进一步传输或接收指令 524。示例通信网可尤其包括局域网 (LAN)、广域网 (WAN)、分组数据网 (例如互联网)、移动电话网 (例如蜂窝网)、普通老式电话 (POTS) 网, 以及无线数据网 (例如, 称为 Wi-Fi® 的电气和电子工程师协会 (IEEE) 802.11 标准族, 称为 WiMAX® 的 802.16 标准族)、对等 (P2P) 网络。在示例中, 网络接口装置 520 可包括一个或多个物理插口 (例如, 以太网插口、同轴插口或电话插口) 或一个或多个天线, 以连接到通信网络 526。在示例中, 网络接口装置 520 可包括多个天线以使用单输入多输出 (SIMO)、多输入多输出 (MIMO) 或多输入单输出 (MISO) 技术中的至少一个来无线通信。术语“传输介质”用来包括任何无形介质, 该任何无形介质能够存储、译码或承载用于由机器 500 执行的指令, 并包括数字或模拟通信信号或其他无形介质以促进此类软件的通信。

[0090] 以下示例关于进一步的实施例。

[0091] 示例 1 是一种用于增加无线网络中按时吞吐量的方法, 其包括: 获得关于所述无线网络的按时吞吐量的信息; 寻找不能达到目标按时数据速率的用户子集; 确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率; 以及调度最接近所述目标按时数据速率的所述用户用于进一步的数据传输。

[0092] 在示例 2 中, 示例 1 的主题可任选地包括其中关于吞吐量的信息包括用于无线网络中每个用户的瞬时数据速率信息。

[0093] 在示例 3 中, 示例 1 的主题可任选地包括其中关于吞吐量的信息包括用于每个用户的按时数据吞吐量信息。

[0094] 在示例 4 中, 示例 1 的主题可任选地包括其中确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率包括: 确定指示所述子集中的每个用户离所述目标速率多短的量; 确定用于每个用户的瞬时数据速率; 以及将所述量除以所述用于每个用户的瞬时数据速率, 以确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率。

[0095] 在示例 5 中, 示例 1 的主题可任选地包括其中无线网络是多无线电接入技术异构网络。

[0096] 在示例 6 中, 示例 5 的主题可任选地包括其中无线网络包括 WiFi 网络和长期演进 (LTE) 网络。

[0097] 在示例 7 中, 示例 6 的主题可任选地包括其中 LTE 网络和 WiFi 在小型小区上受支持, 该小型小区是更大的 3GPP 网络的部分。

[0098] 在示例 8 中, 示例 7 的主题可任选地包括其中小型小区选自微微网络、毫微微网络、微网络和多无线电 WiFi/LTE 小型小区网络。

[0099] 在示例 9 中, 示例 5 的主题可任选地包括其中该方法还包括: 选择无线电接入技术, 已调度用户借助该无线电接入技术发送和接收其传输, 其中无线电接入技术选自 WiFi 和 LTE。

[0100] 示例 10 是一种演进节点 B (eNB), 其包括: 具有多个功能的处理装置, 其包括: 多无线电接入技术调度装置; 多无线电接入技术聚合功能装置, 其中所述多无线电接入技术调度装置布置成: 获得关于所述无线网络的按时吞吐量的信息; 寻找不能达到目标按时数据速率的用户子集; 确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率; 以及调度最接近达到所述目标按时数据速率的所述用户用于传输。

[0101] 在示例11中,示例10的主题可任选地包括其中关于吞吐量的信息包括用于每个用户的瞬时数据速率信息。

[0102] 在示例12中,示例10的主题可任选地包括其中关于吞吐量的信息包括用于每个用户的按时数据吞吐量信息。

[0103] 在示例13中,示例10的主题可任选地包括其中确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率包括:确定指示所述子集中的每个用户离所述目标速率多短的量;确定用于每个用户的瞬时数据速率;以及将所述量除以所述用于每个用户的瞬时数据速率,以确定所述用户子集中的哪个用户最接近所述目标按时数据速率。

[0104] 在示例14中,示例10的主题可任选地包括其中所述多无线电接入技术调度装置还布置成:将用户从第一无线电接入技术改变成第二无线电接入技术;并且,其中所述第一无线电接入技术和第二无线电接入技术选自WiFi和长期演进(LTE)。

[0105] 在示例15中,示例10的主题可任选地包括其中所述多无线电接入技术调度装置还布置成:将用户卸载到另一eNB。

[0106] 在示例16中,示例15的主题可任选地包括其中将用户卸载到第二eNB包括:汇编由所述第一eNB服务的用户的列表;确定由所述eNB服务的每个用户所使用的资源量;将用于确定具有正在使用的最高资源量的用户的资源分类;以及将具有正在使用的所述最高资源量的所述用户卸载到所述第二eNB。

[0107] 在示例17中,示例10的主题可任选地包括其中所述eNB选自:宏eNB、微微eNB、毫微微eNB和多无线电WiFi/LTE小型小区。

[0108] 在示例18中,示例10的主题可任选地还包括用于深度分组检查的装置,其中所述用于深度分组检查的装置布置成丢弃数据流中的低优先权分组。

[0109] 示例19是一种用于使用户从第一演进节点B(eNB)卸载到第二eNB的方法,其包括:汇编由所述第一eNB服务的用户的列表;确定由所述eNB服务的每个用户所使用的资源量;将用于确定具有正在使用的最高资源量的用户的所述资源分类;以及将具有正在使用的所述最高资源量的所述用户卸载到所述第二eNB。

[0110] 在示例20中,示例19的主题可任选地还包括:确定获得目标数据速率的用户数量的目的是否正被达到;以及如果没有获得所述目的,则将具有正在使用的下个最高资源量的所述用户卸载到所述第二eNB。

[0111] 示例21是一种用户设备(UE),其包括:天线装置;连接到所述天线装置的收发机装置,其布置成经由所述天线装置发送和接收信号;连接到所述收发机的处理装置,所述处理装置布置成:传输无线电链路性能测量信息到演进节点B(eNB);确定可接受操作按时吞吐量数据速率的范围;确定最小QoE需求;确定获得所述最小QoE需求的按时吞吐量数据速率;以及传输所述可接受操作按时吞吐量数据速率、最小QoE需求和所述按时吞吐量数据速率的范围。

[0112] 在示例22中,示例21的主题可任选地包括其中所述UE布置成经由长期演进(LTE)数据连接并经由WiFi数据连接传输信息。

[0113] 在示例23中,示例22的主题可任选地包括其中所述处理装置还布置成:接收关联消息;接收无线电链路分配消息;基于所述无线电链路分配消息改变成所述LTE数据连接或所述WiFi数据连接;并且基于所述关联消息,与特定网络实体连接。

[0114] 在示例24中,示例21的主题可任选地包括其中所述处理装置还布置成:从网络实体接收建议的按时吞吐量数据速率;并且基于所述建议的按时吞吐量数据速率,改变所述可接受操作按时吞吐量数据速率的范围。

[0115] 在示例25中,示例21的主题可任选地包括其中所述处理装置还布置成:确定当前按时吞吐量数据速率;以及基于所述当前按时吞吐量数据速率,改变所述可接受操作按时吞吐量数据速率的范围。

[0116] 尽管在本文中说明并描述了本发明的某些特征,但许多修改、替换、改变和等效可对本领域技术人员发生。因此应理解附随权利要求意图覆盖所有此类修改和改变落入本发明的保护范围内。

[0117] 上面详述包括对形成详述一部分的附图的引用。附图作为图解示出可实践的特定实施例。这些实施例在本文中还称为“示例”。此类示例可包括除所示或所描述的要素之外的要素。然而,还设想了包括所示或所描述的要素的示例。此外,还关于特别示例(或其一个或多个方面),或关于在本文中所示或所描述的其他示例(或其一个或多个方面)设想了使用所示或所描述的那些元件(或它们的一个或多个方面)的任何组合或置换的示例。

[0118] 在本文件中提到的出版物、专利和专利文件以它们的全部内容包括在此作为参考,仿佛个别地包括作为参考。在本文件和作为参考和作为参考被包括作为参考的那些文件之间的不一致使用的情况下,在被包括的参考中的使用是对本文件的使用的补充;对于不可调和的不一致,以本文件的使用为准。

[0119] 在本文件中,术语“一个”或“一只”与在专利文件中普遍地一样用来包括一个或多个,独立于“至少一个”或“一个或多个”的任何其他实例或使用。在本文件中,术语“或”用于指代非排他的或,使得“A或B”包括“A但不是B”、“B但不是A”以及“A和B”,除以其他方式指示之外。在附随权利要求中,术语“包括”和“其中”用作相应术语“包含”和“在其中”的明确英语等效。同样,在附随权利要求中,术语“包括”和“包含”是开放的,即,包括除在权利要求中此类术语后列出的那些要素之外的要素的系统、装置、制品或过程仍被视为落入该权利要求的保护范围内。此外,在附随权利要求中,术语“第一”、“第二”和“第三”等仅用作标记,并且不意图它们的对象建议数字顺序。

[0120] 上面描述意图说明性的并且不是约束性的。例如,上述示例(或它们的一个或多个方面)可与其他示例组合使用。可使用其他实施例,诸如由本领域技术人员在审查上面描述之后使用。摘要允许读者迅速判明本技术披露的实质,例如遵守美国37C.F.R. §1.72 (b)。其在理解其不用于解释或限制权利要求的保护范围或意义的情况下提出。同样,在上面详述中,各种特征可群集在一起以简化本披露。然而,由于实施例可以在本文中披露的每个特征的子组作为特征,因此权利要求可以不阐述在本文中披露的每个特征。进一步地,实施例可包括比在特别实例中披露的那些特征更少的特征。因此,附随权利要求以此包括在详述中,其中权利要求独立作为单独实施例。在本文中披露的实施例的保护范围参考附随权利要求和此权利要求被赋予的等效的完整保护范围一起确定。

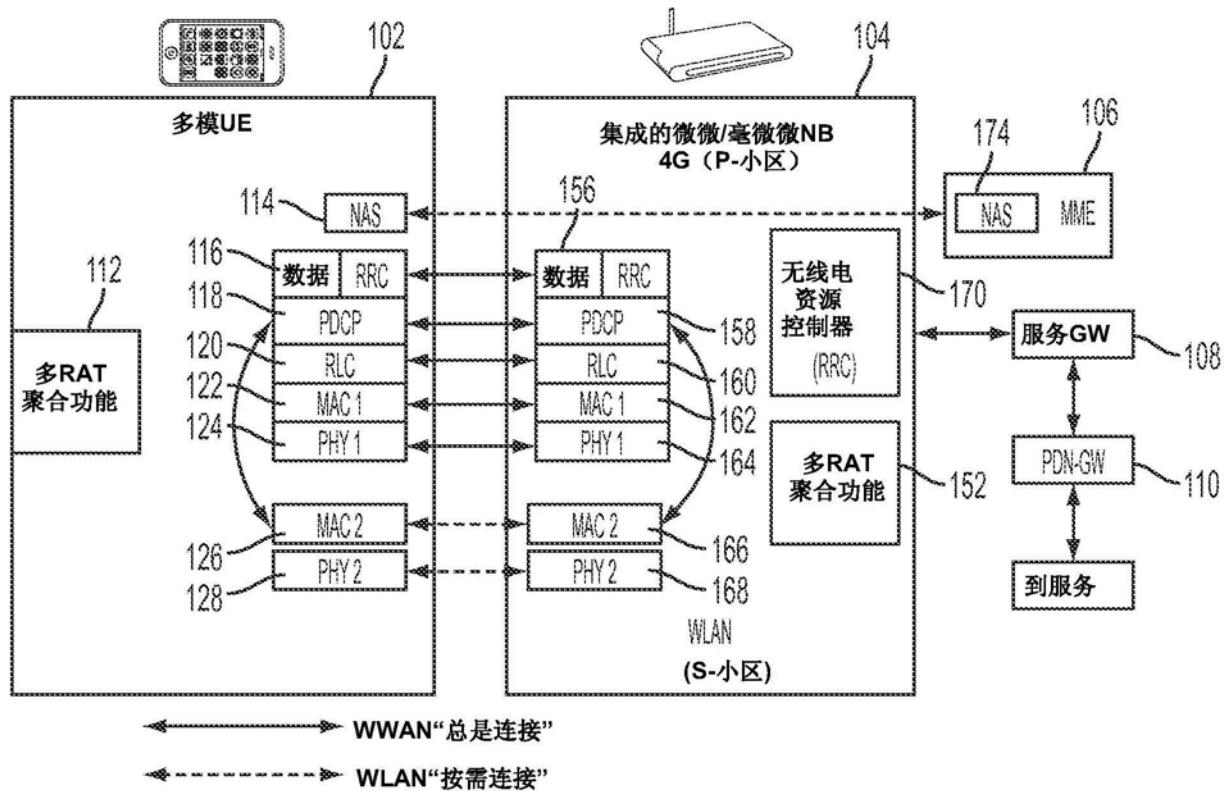


图1

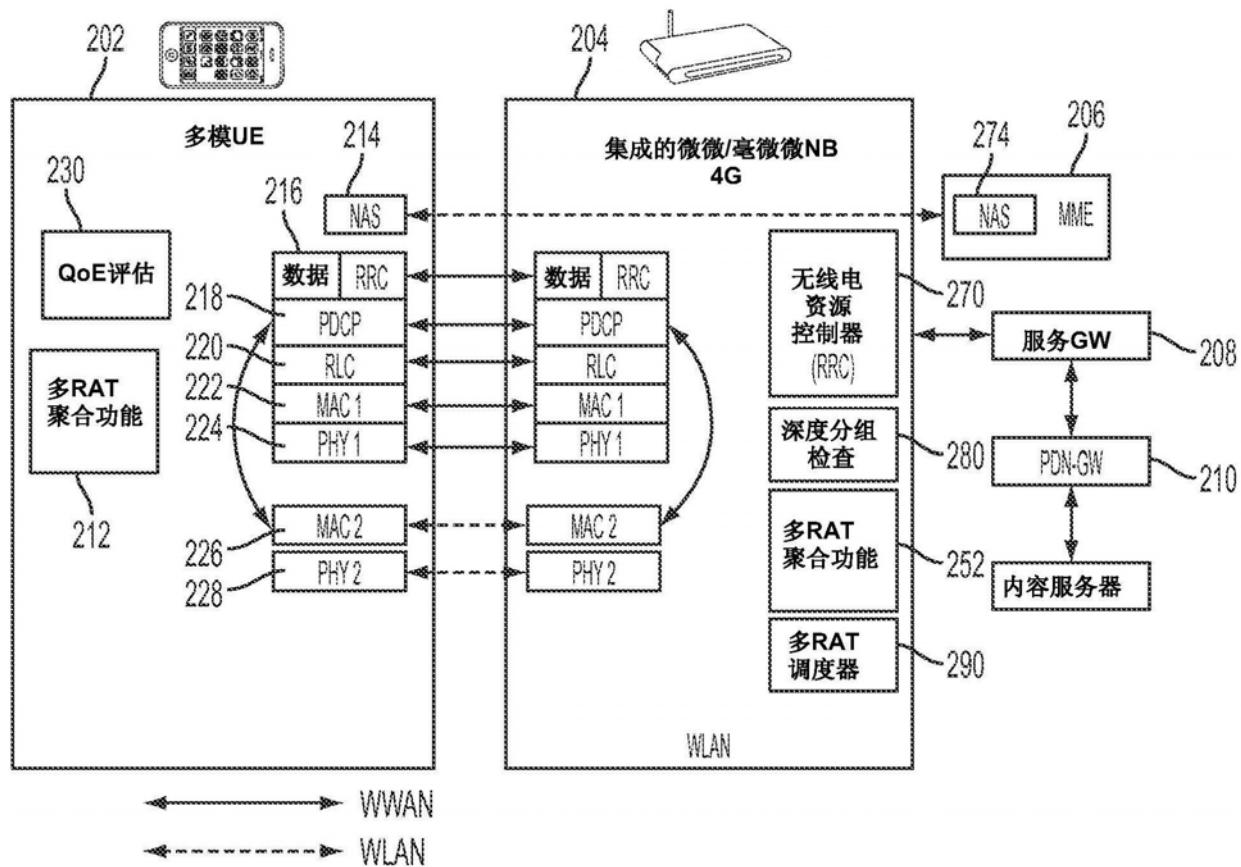


图2

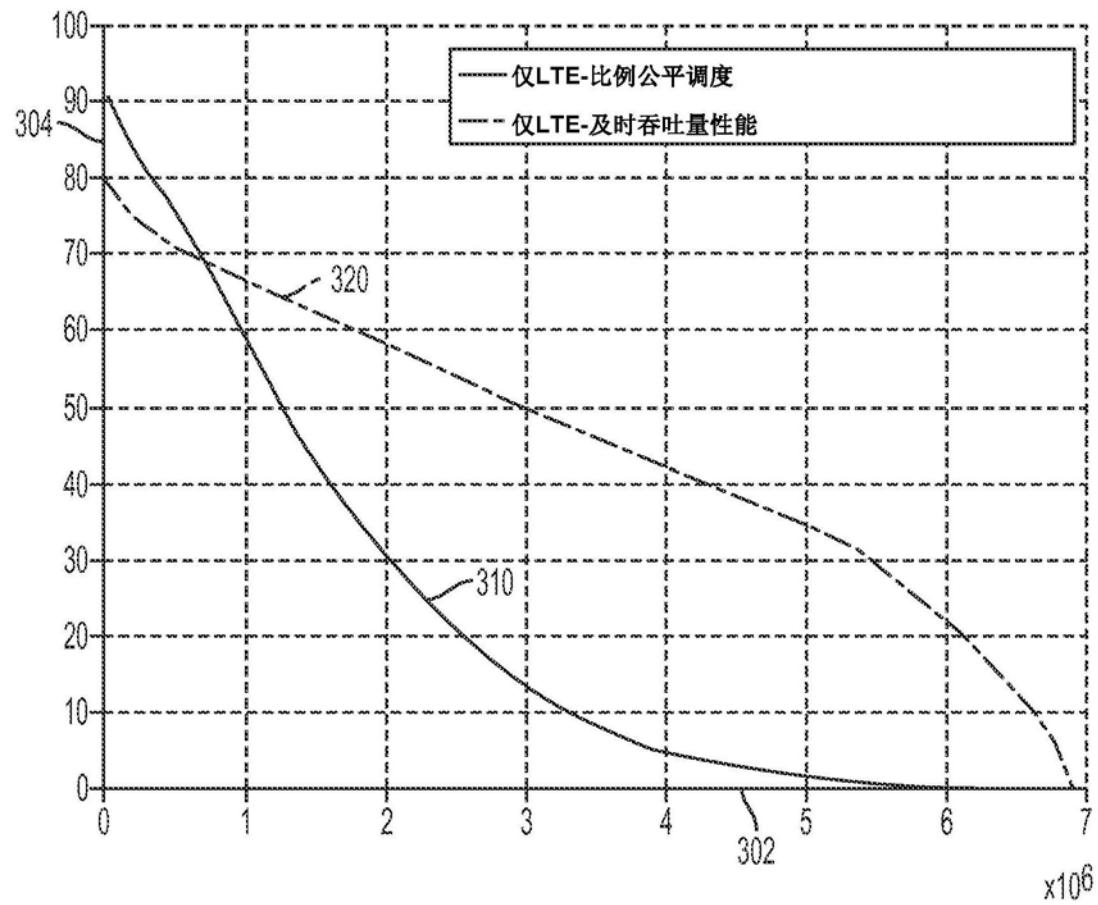


图3

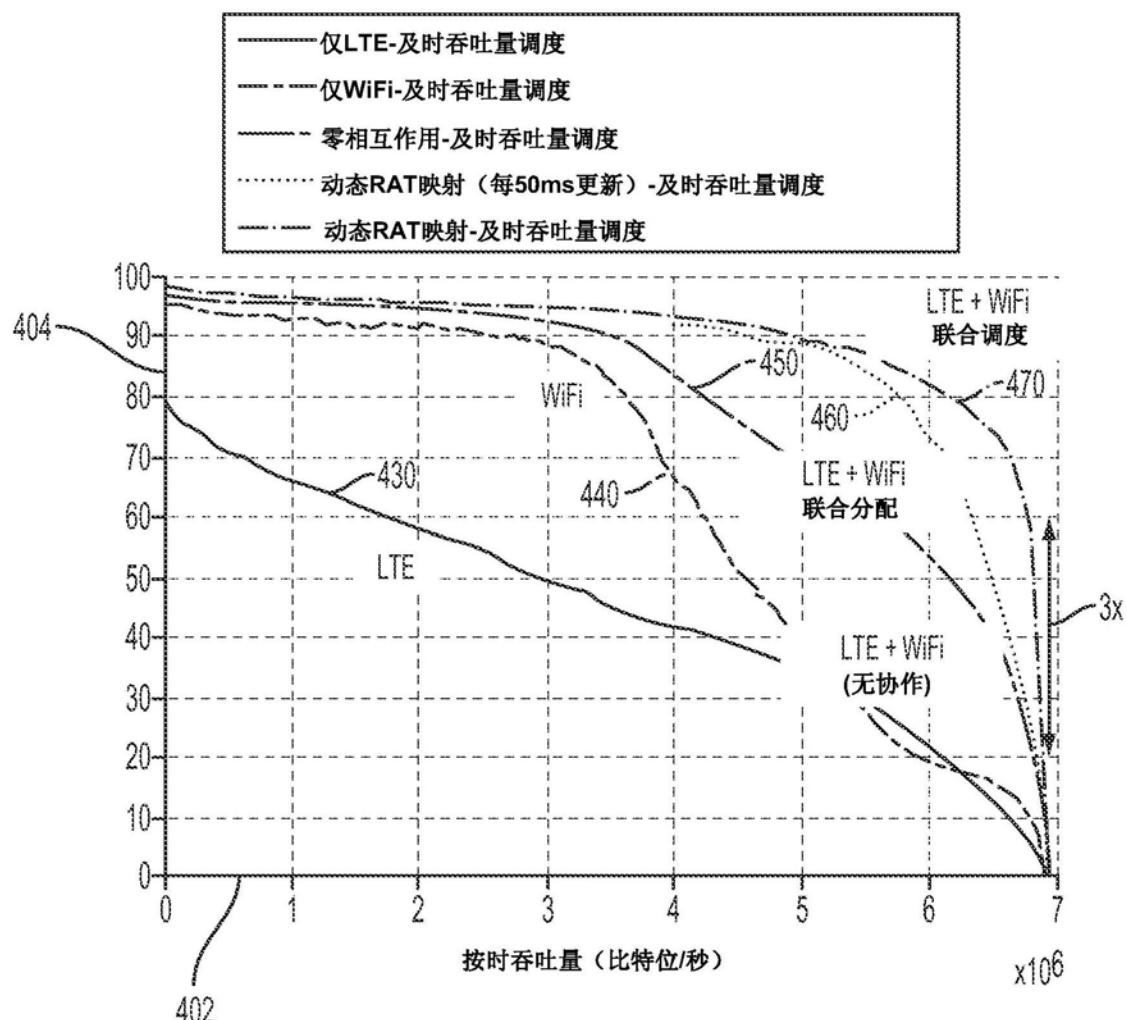


图4

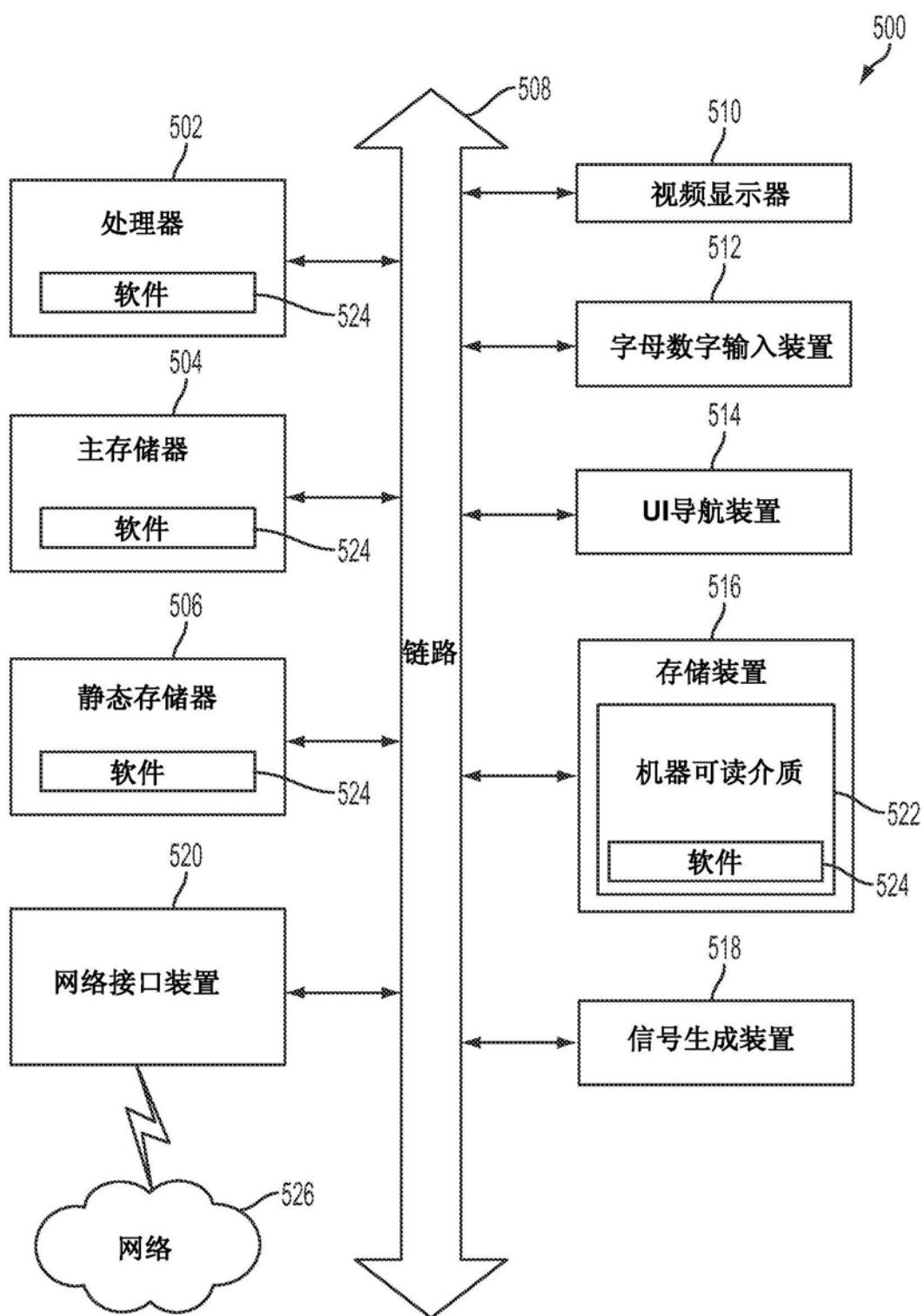


图5

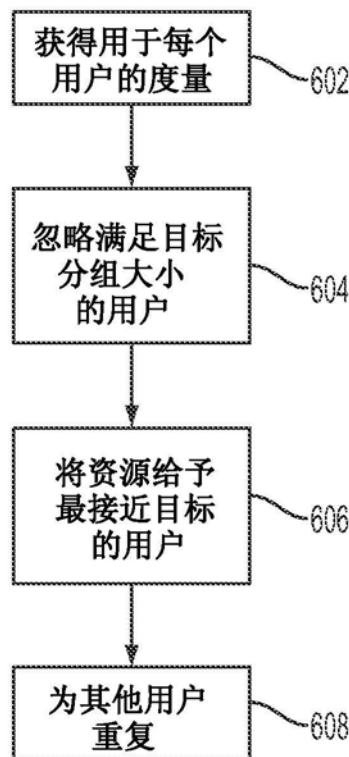


图6

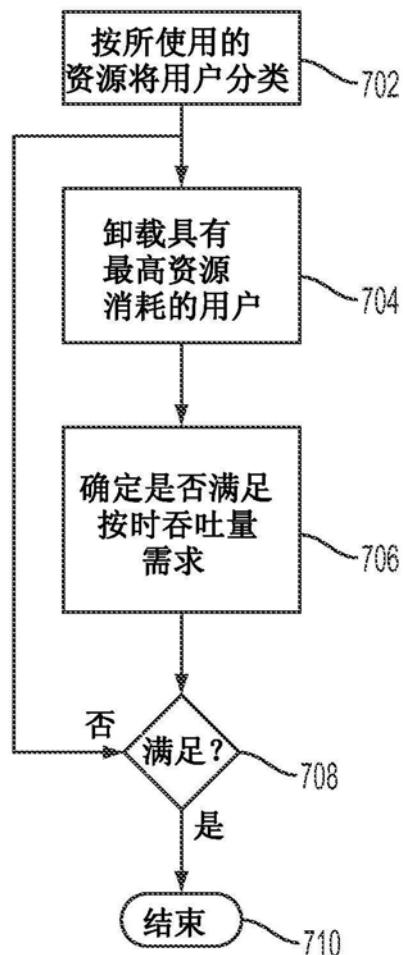


图7