

跨层协作的两级垂直切换判决*

徐名海^{a,b}, 王宇^{a,b}

(南京邮电大学 a. 通信与信息工程学院; b. 宽带无线通信与传感网技术教育部重点实验室, 南京 210003)

摘要: 在建构网络质量 QoN 概念的基础上, 将跨层协作和两级判决相结合, 提出一种新型的垂直切换模型, 并给出了详细流程。仿真表明, 该算法相对于传统算法而言, 在切换时延和服务终端时延等指标上均有显著改善, 从而证明了两级判决能优化切换流程, 确保业务连续性。

关键词: 异构网络; 垂直切换; 业务连续性; 网络质量; 两级判决

中图分类号: TN915.07 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2012)07-2579-05

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.07.048

Cross-layer collaboration based on hierarchical handover decision

XU Ming-hai^{a,b}, WANG Yu^{a,b}

(a. College of Telecommunication & Information Engineering; b. Key Laboratory of Broadband Wireless Communication & Sensor Network Technology of Ministry of Education, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: This paper proposed a novel vertical handover model based on cross-layer collaboration and hierarchical decision, along with detailed vertical handover flow descriptions. Furthermore, it introduced a new concept of QoN, which described the quality of network. Simulation shows that the proposed solution is superior to existing algorithms from the perspective of handover latency and session interruption delay. By virtue of handover flow optimization with hierarchical decision, it assures the session continuity.

Key words: heterogeneous networks; vertical handover; session continuity; quality of network (QoN); hierarchical decision

0 引言

随着移动通信技术的快速发展, 为了满足广大用户的业务需求, 各种具有特色的无线接入技术层出不穷, 既有广域覆盖、低带宽业务的卫星移动通信系统和蜂窝移动通信系统, 又有小覆盖、高速率业务的室内无线局域网和微蜂窝系统。不同的接入技术在传输时延、传输范围、带宽、移动性支持以及服务质量等方面存在很大差异, 对于单一的网络来说, 很难同时满足覆盖范围广、传输时延低、带宽高、成本低等要求。所以, 未来的通信网络是多种接入技术并存的异构网络, 这种异构融合网络既符合人们通信需求的发展趋势, 也是我国推进“三网融合”和“物联网应用”的基础。

异构网络融合还面临很多挑战, 包括移动性管理、业务质量保证、网络自配置、网络管理和计费、网络协议安全等。其中, 跨系统垂直切换是亟待解决的关键问题之一, 现有文献[1~8]对垂直切换技术作了相关研究, 但是仍存在切换时延大、切换效率低的问题, 同时在支持业务连续性和用户服务质量(QoS)等方面也存在严重不足。垂直切换技术的目标是尽量降低切换过程中的时延和丢包, 以降低切换对业务的影响甚至无影响。

本文提出了一种基于综合 QoS 参数的垂直切换策略, 该策略在网络触发阶段采用全新的评定参数——QoN (quality of

network)。在此基础上, 提出利用两级预测和跨层协作思想的垂直切换模型。

1 垂直切换的一般模型

采用不同的接入技术的异构融合网络可以提高传输性能, 为移动用户提供随时随地的网络连接。其中, 垂直切换技术是网络相互融合的基础。为了更好地满足用户移动性的需求, 就需要提出一个良好的切换决策方法, 来满足不同接入技术间的无缝切换。

1.1 垂直切换一般过程

在异构融合网络环境中, 多种接入技术并存, 网络重叠覆盖的特性为切换控制的设计提出了新的挑战。切换控制技术的研究也从同种接入技术间的水平切换转移到了不同接入技术间的垂直切换, 用于保证用户跨异构网络移动时保证会话的连续性。垂直切换包括三个阶段, 即切换的发起阶段、判决阶段和执行阶段。如图1所示, 切换的发起阶段主要完成的工作是移动终端搜索和发现当前可用的目标网络; 切换的判决阶段是当移动终端决定需要进行切换操作之后, 选择最恰当的时间切换到最恰当的目标网络, 切换判决的依据包括链路质量、接收信号的强度、用户偏好和资费等, 判决的内容包括目标网络的选择、切换机制的选择、切换时间的选择; 切换的执行阶段是在完成所有判决操作之后的具体切换工作。

收稿日期: 2011-11-22; 修回日期: 2011-12-28 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60902015); 国家科技重大专项基金资助项目(2011ZX03005-004-03)

作者简介: 徐名海(1977-), 男, 副教授, 博士, 主要研究方向为异构网络融合、网络虚拟化(d0207@njupt.edu.cn); 王宇(1987-), 女, 河南永城人, 硕士研究生, 主要研究方向为异构网络的移动性管理。

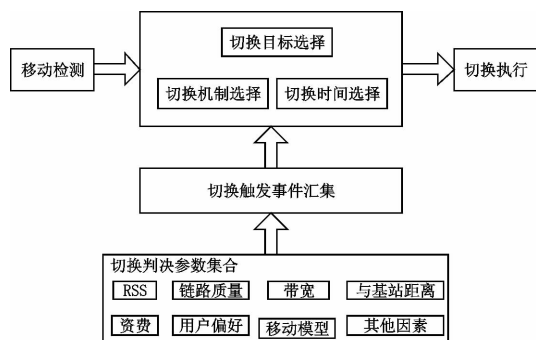


图1 垂直切换的一般模型

1.2 垂直切换研究的现状和挑战

在异构网络垂直切换的三个阶段中,其中切换判决是垂直切换的关键,直接决定切换性能。切换触发事件发生后,要根据相应的切换判决算法选出最适合用户需求的目标网络。

文献[2~4]提出基于接收信号强度(RSS)的比较判决策略,采用从服务连接点和邻近连接点接收的信号强度RSS作为切换算法的判定指标。这方面的研究主要使用驻留定时器作为切换初始化准则,如果接收信号强度超过或低于预先设定门限,通过上面的比较判决策略决定是否切换到邻近连接点。

基于模糊神经网络的垂直切换方法^[5~8],结合模糊理论和神经网络的优点,采用预判判决方法对输入信号进行筛选,使进入模糊神经网络的采样点数显著减少,减小了系统开销。同时样本数据库保持实时更新,这样数据库的训练数据能更准确地描述移动终端当前环境。

目前典型的文献[9~10]大多基于多业务网络的代价函数垂直切换机制,综合考虑多个判决因子变量、组合业务类型、接入费用、用户偏好、功耗等判决因子,通过构建代价函数,计算出移动节点切换到某一种网络时所花费的代价,选择代价函数值最低的网络为最优的可接入网络。基于代价函数的垂直切换机制通过综合考虑网络带宽、能量消耗和收费等网络参数及移动用户的特殊性需求,实现对可接入网络的选择,增加网络选择的准确性,提高了系统的切换性能。

在异构网络环境下,由于异构无线网络中各种物理层技术会产生不同的RSS,不同接入技术间的信号强度不具有可比性,因此传统意义上基于RSS比较的水平切换控制机制并不适合垂直切换的要求;基于模糊神经网络的垂直切换方法也存在不足,垂直切换决定算法太复杂而且实际系统很难实现,因此并不具备很强的推广性;基于代价函数的垂直切换机制也存在诸如当前的代价函数并没考虑移动节点对当前通信应用程序的实际QoS要求等问题。从目前的研究进展来看,异构融合网络领域面临的挑战是建立更加高效合理的垂直切换判决策略,来满足用户在不同无线网络间无缝切换的要求。

2 QoN 及其计算模型

2.1 QoN 的概念

QoE(quality of experience)定义为用户对某项业务的真实感知程度,QoE的量化指标可以用优秀、很好、好、一般、差五个级别来反映最终用户对业务性能的满意程度。研究表明^[11],在低QoE情况下,65%用户将主动尝试另一种接入技术,22%用户会放弃尝试接入,仅有13%用户将会再次尝试接入同一个网络。QoS(quality of service)定义为网络在可保证的质量水

平上提供一种业务的能力,是实现用户QoE的技术因素之一。它通过在协议栈的各个协议层上定义的一组公共参数来保证业务实现一定的QoE。

在异构网络中,由于多种网络制式的存在,往往不能通过一个或几个简单的QoS参数来判断网络质量的好坏,因为各种不同制式的网络,在系统结构和本身的性能上就有不同,本身设计时的目的也就不同。例如,UMTS和WLAN两种网络之间的垂直切换,前者是广覆盖、低速率的特点,而后者恰好相反,具有小覆盖、高速率的特点。所以仅仅比较如信号强度、或者时延、抖动等QoS参数是不准确的,这样的参数也就不能成为合适的判决参数。本文认为,合适的判决参数在性质上应当是能够全面地体现用户终端所处位置接入网络的质量,在数值上应该能够具有连续性和可比较性。

本文选定了以网络质量作为最终判决门限参数,它是量化的QoE参数值。QoN的计算值基于四个有代表性的QoS参数,即吞吐量、时延、丢包率、抖动,并采用模糊逻辑的归一化计算。

2.2 跨层协作

传统的严格分层设计方法是针对有线网络设计的,各层之间彼此独立,极大地简化了网络设计。由于无线环境的不确定因素导致无线信道容量和误码率等都无法达到有线网络提供的指标,这种严格分层结构难以灵活适应无线网络的变化,无法有效利用有限的频谱资源,所以需要打破传统的分层设计束缚,实现层与层之间的信息传递和共享。跨层设计就是允许不相邻层之间的通信或者共享各层的参数,能灵活地适应无线网络环境的动态变化,实现自适应优化配置和资源合理分配。

目前有许多关于跨层设计方案的文章,其中主要有以下三种:层层之间直接通信、层层之间的共享数据库和完全抽象模型。第一种层层之间直接通信方案是一种最直接的方式来允许不相邻层信息共享,但是这种设计不相邻层之间要信息共享必须有新接口的创建;在第二种层层之间的共享数据库的设计方案中,该公共数据库像是一个新层,提供给其他层安放和提取信息的服务;第三种完全抽象模型提出一个新的方法来管理协议,不存在分层的协议栈,这样新颖的管理协议方法也很有吸引力,因为允许在建立协议时拥有丰富的交互,潜在地提供了很好的变通性。然而,它改变了协议管理的全部方式,因此可能需要完全新的系统上的实现。

其中,层层之间的共享数据库方案对原有的分层模型修改比较小,是一种较为理想的跨层实施方案,而且共享数据库的方式尤其适合层层之间垂直测算,通过共享数据库连通应用层、传输层、网络层、数据链路层和物理层,使得各层的某些特定参数可以很方便地为其他层使用。所以本文采用这种跨层设计方案,体现在垂直切换触发时,通过跨层协作的作用,能很快地从共享数据库中获得四个具有代表性的QoS参数(吞吐量、时延、丢包率、抖动)。

2.3 隶属度函数的选取

在经典二值逻辑中,本文假定所有的分类都是有明确边界的,一个命题不是真就是伪,不存在亦真亦伪或者非真非伪的情况。而模糊逻辑是对二值逻辑的扩充,它是为解决现实世界中存在的模糊现象而发展起来的,它要考虑被讨论对象属于某一类的程度,一个命题可能亦此亦彼,存在着部分真和部分伪。对于垂直切换决策,由于不同网络之间存在着不同的链路状

态、网络性能、覆盖范围、业务提供能力等特性,并非也无须精确描述,可以采取模糊化处理。

QoS 从概念上来说,可以看做是一项或一类网络业务定义的一组网络性能参数。国际电信联盟组织 ITU-T^[12] 指出,性能参数定义从三个角度考虑比较全面:速度、精确度、信赖度、ITU-T 还定义了相应的以下 QoS 参数:吞吐量、时延、抖动、丢包率。在保证 QoS 的实现中,可以根据具体应用的不同要求将这些参数组合起来构成不同的服务等级。本文选择吞吐量、时延、抖动、丢包率作为具有代表性的 QoS 性能参数,通过跨层协作从共享数据库中获得这四个代表性的 QoS 参数,但是怎样确定每个参数的隶属度函数 $A(x)$ 是重点。

吞吐量的数值特点是属于偏大型,也就是数值越大越优秀;根据数据特点,最开始在差的部分,选择 Γ 型分布的较小型,选取隶属度函数为 $A(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-u_g}{\sigma_g}\right)^{m_g}}$;在一般的部分,选择正态分布的中间型,隶属度函数取为 $A(x) = e^{-\left(\frac{x-u_n}{\sigma_n}\right)^{m_n}}$;在优秀的部分,选择 Γ 型分布的较大型,隶属度函数选取为 $A(x) = e^{-k(x-u_b)^{m_b}}$ 。

时延、丢包率、抖动的数据特点是偏小型,也就是数值越小,越判定其属于优秀的范围内。最开始在优秀的部分,选择 Γ 型分布的较小型,选取隶属度函数为 $A(x) = e^{-k(x-u_b)^{m_b}}$;在一般的部分,选择正态分布的中间型,隶属度函数取为 $A(x) = e^{-\left(\frac{x-u_n}{\sigma_n}\right)^{m_n}}$;在差的部分,选择 Γ 型分布的较大型,隶属度函数选取为 $A(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-u_g}{\sigma_g}\right)^{m_g}}$ 。其中, $u_g, \sigma_g, m_g, u_n, \sigma_n, m_n, k, u_b, m_b$ 这些参数具体值的选取,用户可以根据当前业务对网络质量的需求自己定义。

2.4 QoN 的计算

在确定了各个参数的隶属函数之后,得到一组对应的参数对象集合 $\{thr, tid, plr, jit\}$, 分别代表吞吐量 throughput、时延 time delay、丢包率 packet loss rate、抖动 jitter, 将这些参数分别代入该参数的三个隶属度函数, 就会得出对应的隶属度向量, 这样再将四个参数的隶属度向量组合得到隶属度矩阵:

$$\begin{bmatrix} thr_{优秀} & thr_{一般} & thr_{差} \\ tid_{优秀} & tid_{一般} & tid_{差} \\ plr_{优秀} & plr_{一般} & plr_{差} \\ jit_{优秀} & jit_{一般} & jit_{差} \end{bmatrix} \quad (1)$$

隶属度矩阵与四个参数的权重(分别对应为 w_1, w_2, w_3, w_4), 最终得到隶属度的一个行矩阵:

$$(w_1 \ w_2 \ w_3 \ w_4) \begin{bmatrix} thr_{优秀} & thr_{一般} & thr_{差} \\ tid_{优秀} & tid_{一般} & tid_{差} \\ plr_{优秀} & plr_{一般} & plr_{差} \\ jit_{优秀} & jit_{一般} & jit_{差} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} QoN_{优秀} & QoN_{一般} & QoN_{差} \end{bmatrix} \quad (2)$$

对隶属度行矩阵进行归一化处理, 取出其中的优秀隶属度值为

$$q = \frac{QoN_{优秀}}{QoN_{优秀} + QoN_{一般} + QoN_{差}} \quad (3)$$

预计使用 q 作为最终的判决门限, 但是经过测试发现, 仅仅使用这个归一化得到的 q 值, 所作的曲线无法体现数值的合理变化(在仿真过程中发现, 使用四个参数的一般值, 网络质

量计算值却降得太低, 显然是不合理的)。因此, 再对 q 作一个数学处理:

$$QoN = q' \quad (4)$$

其中: t 是小于 1 的参数, 用户可以根据具体情况自己定义, 把得到的 QoN 作为最后的判决门限。

3 基于两级判决和跨层协作的垂直切换模型

3.1 两级预测

由于实时业务和非实时业务在时延要求上有着明显的差异, 如果对于两类业务采用同样的垂直切换预测模型, 可能会造成实时业务由于预测得过晚, 导致垂直切换过程中的服务质量无法得到保证。所以, 有必要针对不同种类的业务进行不同方式的垂直切换预测。

本文提出基于两级预测的垂直切换方案, 将切换判决分为两级来灵活处理垂直切换的触发情景。针对不同种类的业务, 本文提出了相应的垂直切换预测模型, 能更好地满足各类业务在垂直切换过程中的服务质量要求。对于实时业务, 当实时业务的用户进入一级预测区域时, 一旦发现该用户有可能离开当前网络, 就提前进行同切换目标网络的登记注册过程。在下一个预测时刻, 如果用户进入到了二级预测区域, 通过预测发现该用户可能继续远离当前网络, 那么就继续完成同目标网络的交互, 进而执行垂直切换过程; 如果在下一个预测时刻, 用户没有进入二级预测区域并且没有继续停留在一级预测区域, 那就终止或者注销同目标网络的提前登记注册过程。这样, 通过增加了一些提前向切换目标小区登记注册的信令开销, 保证了实时业务在垂直切换过程中的服务质量。对于非实时业务, 由于该类业务对时延要求不高, 所以仅仅采用二级预测(确认预测)即可, 采用两级门限判决的这种方法。

采用基于两级预测的垂直切换方案, 通过对 UE 进行垂直切换的准确预测, 可以保持在同原先接入网络数据交互的同时, 提前进行同新目标网络的登记注册过程, 从而可以减少由于垂直切换引起的时延开销。可以看出, 这种方案在两级门限之间的这段时间的处理显得尤为关键, 既有对假切换更有效的防范, 也可以对真切换做一些准备工作。这种方法的关键在于选定一个合适的判决参数, 本文在选取判决参数时经过一系列的文献调研和测试, 最终选定了以 QoN 作为判决门限参数。

3.2 两级判决门限值的选取

在 3GPP^[12,13] 和 ITU-T^[14] 中对于业务的吞吐量、时延、抖动、丢包率都有相应的指导性评价, 在这里, 本文重点考虑的是实时业务的四个参数的规则值, 因为实时业务是最能感受到切换时延带来的影响的。表 1 是举例在 3GPP 中对于部分 QoS 参数的相关指导性规定。根据这些规定, 最终选定了有关参数的模糊评价规则表。

表 1 模糊评价规则表

分类	优秀	一般	差
吞吐量/kbps	≥ 384	200	≤ 25
时延/s	(0, 0.15)	0.15 - 0.23 - 0.4	> 0.4
丢包率/%	(0, 1%)	1% - 2% - 3%	$> 3\%$
抖动/ms	≤ 0.5	0.5 - 1.5 - 2.5	≥ 2.5

根据每个参数(吞吐量、时延、抖动、丢包率)的隶属度函数, 利用上一步确定的参数规则表对隶属度函数进行调整, 最

终选取的每个参数的隶属度函数如表 2 所示。

表 2 隶属度函数

分类	优秀	一般	差
吞吐量/kbps	$A(x) = 1 - e^{-(\frac{x}{100})^4}$	$A(x) = e^{-(\frac{x}{100})^2}$	$A(x) = e^{-0.01(x-4)^{1.5}}$
时延/s	$A(x) = e^{-180(x-0.03)^{2.5}}$	$A(x) = e^{-(\frac{x-0.03}{0.1})^2}$	$A(x) = 1 - e^{-(\frac{x-0.03}{0.1})^4}$
丢包率/%	$A(x) = e^{(-30x)^4}$	$A(x) = e^{-(\frac{x-0.03}{0.1})^2}$	$A(x) = 1 - e^{-(\frac{x-0.03}{0.1})^4}$
抖动/ms	$A(x) = e^{(-0.3x)^4}$	$A(x) = e^{-(\frac{x-0.03}{0.1})^2}$	$A(x) = 1 - e^{-(\frac{x-0.03}{0.1})^4}$

通过观察,可以选取一个与四个参数都有关系的因子 x 作为自变量,模拟使用的参数范围覆盖到了四个参数的优秀、一般、差的值。 x 与四个参数在模拟中的关系为

$$\begin{cases} thr = 500 - 1000x \\ tid = plr = x \\ jit = 10x \end{cases} \quad (5)$$

根据式(2)~(4)并结合每个参数的确切的隶属度函数,选取四个参数的权重相等,利用 MATLAB 编程实现 QoN 的计算,并在选取合适的 QoS 参数范围内,得出了 QoN 值的变化曲线如图 2 所示。

现在需要做的就是确定两级判决门限,而这两个判决门限的确定要和之前作出的 QoS 参数模糊评价规则表结合起来,切换的触发就是依靠网络质量的变化。而网络质量的变化范围在规则表中有更加细致的规定,设定:

$x = 0.17, QoN_1 = 0.6809$, 作为第一级门限
 $x = 0.35, QoN_2 = 0.3079$, 作为第二级门限

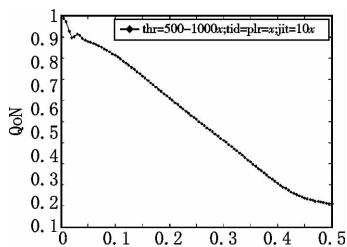


图2 网络质量 QoN 的变化曲线

曲线分析表明,在 $x = 0.04$ 处 QoN 出现波动,其原因是隶属度函数的选取不精确造成的,曲线的其他部分符合预期, QoN 值覆盖从 $0.1 \sim 1$, 可以认为 QoN 值的计算方法是可行的。对于中值门限的选取,理论上有两种方法:a) 根据 x_1 与 x_2 的中值代入计算函数测算一次结果;b) 根据一级门限和二级门限的平均值。经过计算发现两个方向得出的结果相差无几,前者得出的 $QoN_{\text{中}} = 0.4944$, 后者得出的 $QoN_{\text{中}} = 0.4900$; 因此就使用两个 QoN 值的平均值即可。

3.3 基于两级判决和跨层协作的垂直切换模型

如图 3 的功能模块图中可以看出,首先应该从接入网络中获得必要的 QoS 参数送入到跨层共享数据库中,然后经过 QoS 参数模糊逻辑处理模块的处理,计算网络质量 QoN 值,将用来判决的 QoN 值送入两级预测模块,把得到的 QoN 值与两级门限比较,在两级判决门限及中值比较模块中,存在三个门限值 ($QoN_1, QoN_2, QoN_{\text{中}}$)。如果网络质量低于第二级判决门限,就直接进行切换准备和切换执行,如图中 1、2 两条实箭头所示;如果只低于第一级门限,先进行切换准备工作,等待下一次判决的结果,当下一次判决时发现网络质量低于第二级门限,就直接执行切换,如图中 3、4 两条虚箭头所示。

4 垂直切换模型的流程

垂直切换模型流程如图 4 所示。开启定时器,从跨层共享

数据库中获得已接入的网络 QoS 参数,然后经过 QoS 参数模糊逻辑处理模块的处理,计算出综合网络质量 QoN 值,把得到的 QoN 值与两级门限值进行比较。如果低于二级门限值立即执行切换;如果处于两级门限值之间,说明网络质量已有一定程度的恶化,需要调整定时器值来及时监控网络质量,并把 QoN 值与中值门限进行进一步比较,如果大于一级门限值,说明当前网络质量很好,只需继续保持定时监控即可。

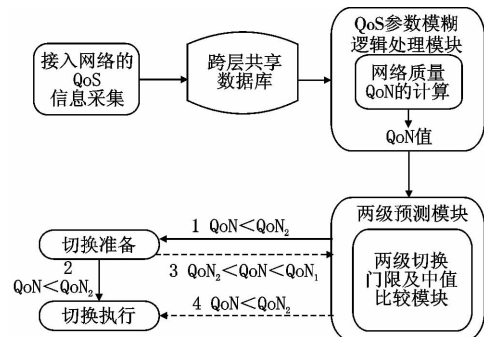


图3 基于两级判决和跨层协作的垂直切换功能模块

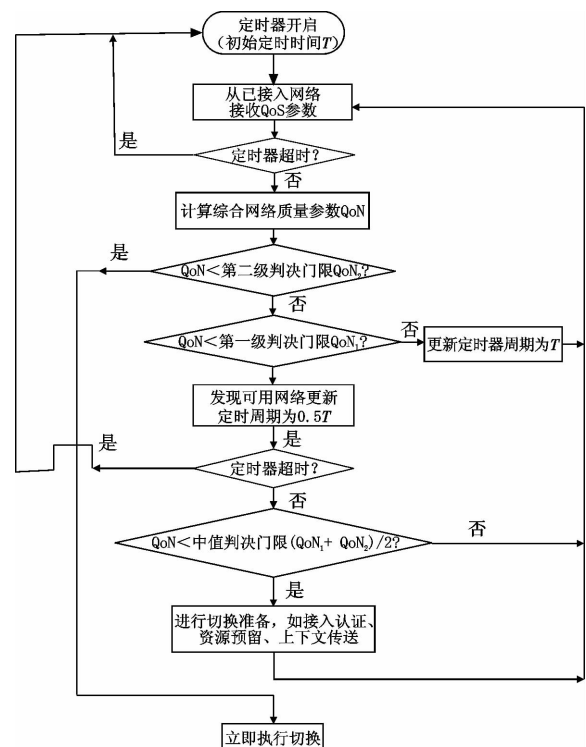


图4 垂直切换流程

5 仿真及结果分析

5.1 仿真参数设定

在仿真过程中,切换主要阶段及其时延参数如表 3 所示,在仿真中,简单地例举了切换准备过程中的操作,包括网络发现、接入认证、上下文传递、资源预留和切换执行。整个过程中的服务中断时延是从用户断开原有链接到接入新目标网络之间的时延。

表 3 垂直切换中几个步骤所需时间的仿真设定值

步骤	发现网络	接入认证	上下文传递	资源预留	切换执行
所需时间	$T_{\text{发现网络}}$	$T_{\text{接入认证}}$	$T_{\text{上下文传递}}$	$T_{\text{资源预留}}$	$T_{\text{切换执行}}$

仿真中测试的是基于两级判决和跨层协作的垂直切换策略减少了切换时延,故如上所说,将几个步骤所耗时间假定为

固定值是可行的。

对于传统策略,因为没有任何提前准备工作,所有的时间均组成服务中断时延,总的切换时延为

$$T_{\text{传统策略}} = T_{\text{发现网络}} + T_{\text{接入网络}} + T_{\text{上下文传递}} + T_{\text{资源预留}} + T_{\text{切换执行}} \quad (6)$$

而对于新的策略,因为在真正开始切换之前进行了切换准备工作,所有服务中断时延仅仅只有切换执行的过程,总的切换时延为

$$T_{\text{新的策略}} = T_{\text{切换执行}} \quad (7)$$

另外,为了使得仿真的结果更加可信,本文将对传统策略和基于两级判决的策略各执行 50 次,并通过图形得出两者在切换时延方面的表现。

5.2 仿真结果及分析

图 5 描述的是两种垂直切换策略在切换时延方面的表现。对于传统方式,切换过程中服务的中断时间均在 0.12 s 以上,而基于两级判决的切换策略导致的切换服务中断时延大概只有 0.03 s 左右,传统策略的中断时延是本策略的四倍。结论是基于两级判决的垂直切换策略可以很好地提高垂直切换的服务中断时延表现。

接下来分析新的策略能产生切换时延优化的原因。图 6 是仿真在一次切换过程中,终端真正服务中断的时间。图中的折线段代表每一个步骤,纵轴代表该步骤所需要的时间,整个纵轴就是整个切换过程中的服务终端时延。传统策略在实际切换过程中,从开始切换到切换完成,需要完成一系列的操作才能达到目标重新恢复服务;而基于两级判决的切换策略真正会造成服务中断的部分只有最后一步的切换执行。

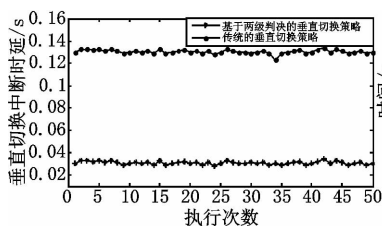


图5 用户在两种切换策略中的切换时延

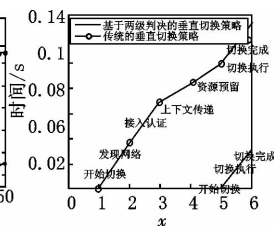


图6 两种策略单次切换时延变化曲线

通过仿真可以发现,基于两级判决的切换策略在减少切换时延方面有着很明显的优势,其原因是在两级判决的过程中,在各级判决之后都有相应完成切换的准备工作,能够非常有效地减少开始切换后所需的时间,以增加一部分开销获得切换性能的提升。

6 结束语

下一代网络的发展是为用户提供无处不在的移动通信网络,使用户对其定制业务的体验始终如一,这就需要为用户提供不同网络之间尽可能小的切换时延。本文提出了一种基于综合 QoS 参数的垂直切换策略,结合跨层协作和两级预测的思想,设定多级判决门限,在网络触发阶段采用全新的评定参数 QoN 作为判决指标,并给出利用 QoN 进行垂直切换判决的功能框图和流程图,表现出本切换策略的灵活性。从仿真结果中可以看出,通过传统的垂直切换策略进行对比,证明了新的垂直切换策略的优越性。但是,在选取 QoS 四个参数的权重和开销方面还有待进一步研究。

参考文献:

[1] 贺昕,李斌.异构无线网络切换技术[M].北京:北京邮电大学出

版社,2008.

- [2] LING Yu-tao, YI Ben-shun, ZHU Qiu-ping. Vertical handoff decision strategy in wireless overlay networks[C]//Proc of the 5th IEEE International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. 2009;1-3.
- [3] DURANTINI A, PETRACCA M. Performance comparison of vertical handover strategies for PSNR heterogeneous networks [J]. IEEE Wireless Communications, 2008, 5(3): 54-58.
- [4] JIA Ding, XUE Xiao-ping, LI Gang. RSS method and fuzzy logic combined vertical handoff decision algorithm [C]//Proc of IET International Communication Conference on Wireless Mobile Computing. Stevenage, UK: IET, 2010; 137-139.
- [5] GUO Q. An adaptive multi-criteria vertical handoff decision algorithm for radio heterogeneous network [C]//Proc of IEEE International Conference on Communications. 2005; 176-185.
- [6] STOYANOVA M, MAHONEN P. Algorithmic approaches for vertical hand-off in heterogeneous wireless environment [C]//Proc of IEEE Wireless Communications and Networking Conference. 2007; 3783-3788.
- [7] CALHAN A, CEKEN C. An adaptive neuro-fuzzy based vertical hand-off decision algorithm for wireless heterogeneous networks [C]//Proc of the 21st IEEE International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications. 2010; 26-30.
- [8] NASSER N, GUIZANI S, AL-MASRI E. Middleware vertical handoff manager: a neural network-based solution [C]//Proc of IEEE International Conference on Communications. 2007; 24-28.
- [9] SHARNA S A, AMIN M R, MURSHED M. An enhanced-MDP based vertical handoff algorithm for QoS support over heterogeneous wireless networks [C]//Proc of the 10th IEEE International Symposium on Network Computing and Applications. 2011; 289-293.
- [10] HE Qing. A novel vertical handoff decision algorithm in heterogeneous wireless networks [C]//Proc of IEEE International Conference on Wireless Communications, Networking and Information Security. 2010; 566-570.
- [11] ODEDRA A. Global standards role in strategic planning for next generation networks & migration [R]. [S. L.]: ITU Forum for RWG for Asia Pacific Region, 2007.
- [12] 3GPP TS 22. 105 v9. 1. 0, technical specification group services and system aspects service aspects; services and service capabilities [S]. [S. L.]: the 3rd Generation Partnership Project, 2010.
- [13] 3GPP TS 23. 107, quality of service (QoS) concept and architecture [S]. [S. L.]: the 3rd Generation Partnership Project, 2011.
- [14] ITU-T G 1010, end-user multimedia QoS categories [S]. [S. L.]: International Telecommunication Union, 2001.
- [15] SOFIE P, RAHUL M, BRUNO B, et al. MEERA: cross-layer methodology for energy efficient resource allocation in wireless networks [J]. IEEE Wireless Communications, 2007, 6(2): 617-628.
- [16] SRIVASTAVA V, MOTANI M. Cross-layer design: a survey and the road ahead [J]. IEEE Communications Magazine, 2005, 43(12): 112-119.
- [17] WANG Qi, ABU-RCHEFF M A. Cross-layer signalling for next-generation wireless systems [C]//Proc of IEEE Wireless Communications and Networking. 2003; 1084-1089.
- [18] RAISINGHANI V T, IYER S. Cross-layer design optimizations in wireless protocol stacks [J]. Computer Communications, 2004, 27(8): 720-724.

(下转第 2599 页)

(上接第 2583 页)

- [19] DAVID S, MAN L, RENAUD C. QoS and QoE management in UMTS cellular systems[M]. 吕召彪, 王慧, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [20] ITU-T recommendation Y. 1291, an architectural framework for support of quality of service (QoS) in packet networks[S]. [S. l.]: International Telecommunication Union, 2004.
- [21] 梁保松, 曹殿立. 模糊数学及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [22] 张海霞, 袁东风, 马艳波. 无线通信跨层设计——从原理到应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [23] PUTTONEN J, FEKETE G, MAKELA J, *et al.* Using link layer information for improving vertical handovers[C]//Proc of the 16th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications. 2005; 1747-1752.
- [24] AHMAD S Z, AKBAR M S, QADIR M A. A cross-layer vertical handover decision model for heterogeneous wireless networks[C]//Proc of the 4th International Conference on Innovations in Information Technology. 2007; 441-445.
- [25] SALKINTZIS A K, DIMITRIADIS G, SKYRIANOGLOU D, *et al.* Seamless continuity of real-time video across UMTS and WLAN networks: challenges and performance evaluation[J]. IEEE Wireless Communications, 2005, 12(3): 8-18.
- [26] 时岩. 异构网络中垂直切换若干关键技术的研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2007.
- [27] 倪萍, 廖建新, 朱晓民, 等. 一种基于 QoS 的 QoE 到 SLA 映射方法[J]. 电子与信息学报, 2010, 32(6): 1464-1468.