

异构网络垂直切换机制研究

周莲英, 陈 凯

(江苏大学 计算机科学与通信工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘 要: 异构网络中的垂直切换复杂于同构网络的水平切换, 是一个多目标决策问题, 涉及不同的网络参数, 需要根据这些参数进行综合决策. 文中提出了一种切换机制, 终端自适应的调整网络接口开启间隔, 以低能耗的方式监测 RSS 来发现链路状态良好的可用网络, 并以综合 QoS 最佳判决函数选择目标网络, 满足业务与用户需求.

关键词: 垂直切换; 低能耗; 相对权重; 判决函数

中图分类号: TN92

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)09-0127-04

Research on Vertical Handoff Scheme in Heterogeneous Networks

ZHOU Lian-ying, CHEN Kai

(School of Computer Science and Telecommunication Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: In heterogeneous networks vertical handoff is carried out more complexly than horizontal handoff in homogeneous networks. It is a multi-objective decision making which is dominated with different network parameters. In this paper, the handoff mechanism is proposed. By the network interface activating interval adaptively, the terminals which have the function of power saving can find usable networks which are in good link-state. Then, the target network is selected using the decision function to meet user and application QoS requirements. In order to eliminate network and parameter differences, the different parameters are standardized in the decision making.

Key words: heterogeneous networks; power saving; relative weight; decision function

1 引言

随着无线网络的发展, 通过不同接入技术之间的协作, 为移动终端提供无时无刻的服务成为必然. 在异构网络中, 终端获得无缝服务面临的一大关键问题就是垂直切换的实现. 垂直切换是一个多目标决策问题, 需要保证被选择的网络可以为用户和业务提供最佳 QoS.

文献[1]提出基于模糊逻辑的网络选择算法, 参考接收信号强度、用户移动速率和网络吞吐量等多种网络参数, 进行切换判决. 文献[2]在进行网络选择时, 同时考虑网络性能参数和网络费用. 从用户角度而言, 网络费用是网络的非性能指标, 作为网络性价比的重要参考因素. 文献[3-4]提出基于判决函

数的网络选择算法, 综合考察网络特性、用户需求和终端状态等条件. 文献[5]引入层次分析法和灰度关联法, 通过研究网络参数权重来优化判决函数进行目标网络的选择. 垂直切换决策机制的研究主要是在终端所处区域的覆盖网络中, 根据网络的不同状况和特性, 考虑当前业务与用户对网络参数的不同需求, 进行综合判断.

文中研究可用网络的发现与基于判决函数的网络选择, 提出一种切换机制, 终端通过低能耗的方式测量 RSS 来选择链路性能良好的可用网络集, 在可用网络集内, 利用以满足业务及用户需求为目标判决函数选择目标网络, 实现对不同网络参数的无量纲化处理, 并满足业务对网络参数的相对需求, 完成目标网络的选择.

收稿日期: 2010-12-30; **修回日期:** 2011-01-25

基金项目: 国家“八六三”计划项目(2007AA04Z1B2); 江苏省科技攻关项目(BE2007071)

2 低能耗的可用网络发现

网络发现是切换决策开始的必要条件,可用网络要具有良好且稳定的链路性能,这样可以保证选择的目标网络具有良好的链路质量,减少无线链路高误码率对切换性能的影响.在影响切换判决的网络参数中,RSS 指标是网络链路状况的重要标志,直接反应终端与网络通信的信道质量.因此,将 RSS 作为切换的先决条件,移动终端通过监测 RSS 获知所处区域的可用网络.

同构网络中,终端的网络接口监测来自不同基站的信号强度,发现周边可用网络.在异构网络中,多模终端需要通过不同网络接口监测对应网络的信号,获知相应网络的链路状况.为使终端能够及时发现可用网络,简单的方法是所有网络接口都处于开启状态,但这样会有较大的能量消耗;另一种方法是在终端中配置定位系统,并关闭当前无连接的空闲网络接口,只有在终端定位到某接入网覆盖区域时,才激活对应的网络接口,该方法需要准确的定位机制,同时会增加一定的附带成本^[6].文中针对网络接口的开启,采用网络接口定时开启方法,开启间隔如公式(1)所示进行自适应调整,来均衡网络发现效率及终端的能耗问题:

$$T = T_{\min} + (T_{\max} - T_{\min}) \left(1 - \frac{\text{RSS}}{\text{RSS}_{\text{th}}}\right) \quad (1)$$

式中, T 是网络接口开启的时间间隔; $T_{\max}$, $T_{\min}$ 分别是 T 的最大值、最小值;RSS是新连接网络的信号强度; RSS_{th} 是对新连接网络的最低 RSS 要求.

网络发现机制如图 1 所示,终端的网络接口设置最大的开启间隔来监测周边网络的信号.当监测到来自不同网络的新信号时,与之对应的网络接口开启间隔根据获得的信号强度调整.如果该网络的信号小于阈值,由式(1)自适应调整相对应的网络接口开启间隔,随着信号强度的增强,开启间隔变短,便于终端及时获知网络参数.同时设置计数器 Counter 来保证可用网络的稳定性,如果监测的 RSS 大于阈值,预设的计数器加 1,且开启间隔变为最小值.判定过程中,如果满足图 1 中所示条件:计数器大于预设值时,表明新网络的链路状态性能良好,保持该网络接口开启,为下一步的切换决策收集对应网络的参数信息.

3 网络参数的无量纲化

在可用网络发现后,切换判决要考虑多方面的

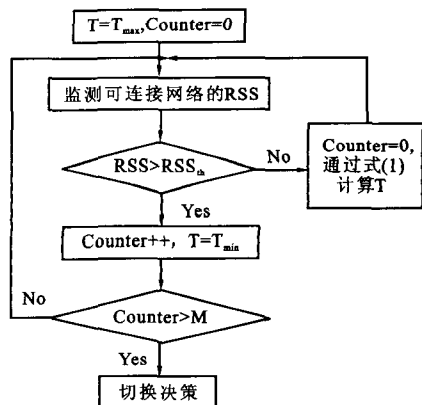


图 1 可用网络发现流程

的因素,包括与网络、应用和终端相关的多种参数.文中通过判决函数来选择目标网络,判决函数的通用计算公式为:

$$DF_n = \sum_i w_i N(P_{n,i}) \quad (2)$$

其中, DF_n 表示网络 n 的判决值, $P_{n,i}$ 是网络 n 中第 i 个 QoS 参数, w_i 函数 N 是参数 i 的相对权重和对网络参数进行无量纲化处理的隶属度函数.

判决决策以反应网络当前状态的网络参数为基础,通过综合衡量,来选取能够满足业务与用户需求的网络作为目标网络.但这些参数反应的是网络的不同性能,在量纲上存在较大差异,因此在衡量网络参数时,需要对不同类型的网络参数值进行无量纲化,来消除网络属性之间由量纲差异造成的不可公度性,减少其对切换判决性能的影响.

根据网络参数对判决函数的影响方式,将其分为两类:成本型参数,即值越大,网络性能越差,如时延;效益型参数,即值越大,网络性能越好,如可用带宽.依据隶属度函数^[7],用简单可行的方法对动态变化的网络参数进行无量纲化处理,以保证网络判决的合理性.成本型的网络参数的无量纲化方法为:

$$f(x_i) = \begin{cases} 10, & x_i \leq x_{\min} \\ \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}}, & x_{\min} \leq x_i \leq x_{\max} \\ 0, & x_i \geq x_{\max} \end{cases} \quad (3)$$

效益型的网络参数的无量纲化方法为:

$$f(x_i) = \begin{cases} 0, & x_i \leq x_{\min} \\ \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, & x_{\min} \leq x_i \leq x_{\max} \\ 10, & x_i \geq x_{\max} \end{cases} \quad (4)$$

从式(3)(4)看出,对各网络属性进行无量纲化处理,需要确定各属性的优劣上下限,如会话类业务要求的带宽最优值为 12.2 Kbit/s,最劣值为 2

Kbit/s. 将各参数的具体数值代入相应的隶属度函数,即可得到其相应的量化值. 不同量纲的参数值映射到 $[0,10]$ 区间,且无论是成本型还是效益型的参数,都是量化值越大,网络性能越好,从而可以避免不同属性数值范围差异过大引起的失衡.

4 网络参数的相对权重分析与计算

满足业务和用户 QoS 是垂直切换判决的目标,需要考虑终端上正在使用的业务对网络参数的特殊需求,如数据业务要求较大的带宽资源,而语音业务要求较低的时延. 服务费用也是用户的一个重要要求,当两个网络提供相同的 QoS 时,用户可以偏向选择低费用的网络. 文中借鉴 3GPP 对移动业务的分类及其对网络参数的要求来进行分析:会话类业务,如语音、可视电话,对实时性要求最高,对网络时延敏感;交互式业务,如电子商务、下载、网页浏览等,此类业务的实时性要求较低,对时延几乎无要求,但带宽要求最高;流业务,如音频流,视频流,需要较高的可靠性,时延和带宽要求也不低;背景(后台) 业务,如电子邮件,对各种属性的要求都不是太高. 其中会话类、交互类业务是网络中的常用业务,之后的内容主要研究这两种业务.

为客观体现业务要求,利用层次分析法来确定某类业务的网络参数相对权重,同时也可以考虑用户要求改变相关参数的比较等级,从而改变对应的权重,满足用户要求. 层次分析法权重计算的具体方法如下:

针对不同业务对网络参数的特殊需求,判决相关参数相互之间进行比较,按照表 1 中的 1~9 重要性等级,列出该业务相关的网络参数两两比较矩阵,建立判断矩阵. 比较结果构成判断矩阵 $C = [c_{ij}]$, 其中 c_{ij} 表示 i 元素比 j 元素的重要性等级, $c_{ij} > 0$, $c_{ii} = 1$ 且 $c_{ij} = 1/c_{ji}$.

表 1 等级评定参考表

i 比 j 的重要性	相等	稍重要	重要	很重要	极重要
c_{ij}	1	3	5	7	9

在确定矩阵一致性后,用几何平均值计算每个网络属性的权重,并进行归一化:

$$w'_i = \sqrt[3]{\prod_{j=b,d,c} c_{ij}} \quad i = b,d,c \tag{5}$$

$$w_i = \frac{w'_i}{\sum_{i=b,d,c} w'_i} \tag{6}$$

得到的网络属性权重向量为 $w_n = \{w_b, w_d, w_c\}$.

判断矩阵的建立以业务对网络参数的具体需求为基础,由前文的分析可知会话类业务有较高的时延要求,对网络时延比较敏感,参考表 1 可得其判断矩阵,并由式(5)(6) 计算相对权重值如表 2 所示. 同样的,交互类业务需要接入的网络有较高的可用带宽,其对时延的要求不是很高,其判断矩阵和相对权重值如表 3 所示.

表 2 会话业务判断矩阵

C_{ij}	带宽 B	时延 D	服务费用 C	相对权重 w_i
带宽 B	1	1/3	3	0.2583
时延 D	3	1	5	0.6370
服务费用 C	1/3	1/5	1	0.1047

表 3 交互类业务的判断矩阵

C_{ij}	带宽 B	时延 D	服务费用 C	相对权重 w_i
带宽 B	1	5	3	0.6507
时延 D	1/5	1	3	0.2225
服务费用 C	1/3	1/3	1	0.1268

在满足业务所需时,考虑用户需求,可设置专门的模式选择,如低费用模式,该模式下,增加网络费用在属性两两比较时的重要性,例如针对上面的会话类业务,提高网络费用的重要等级,得其判断矩阵并计算相对权重如表 4 所示. 网络费用的权重增加,从而影响最终的判决结果,使用户接入到在满足 QoS 且具有低资费的目标网络.

表 4 会话类业务低费用模式的判断矩阵

C_{ij}	带宽 B	时延 D	服务费用 C	相对权重 w_i
带宽 B	1	1/3	1/2	0.1677
时延 D	1/5	1	1/2	0.3488
服务费用 C	2	2	1	0.4835

5 垂直切换判决流程

通过前面的分析,以可用带宽 B ,时延 D 和服务资费 C 作为影响 QoS 的网络参数,由式(2) 得:

$$DF_n = w_b \times N(B_n) + w_d \times N(D_n) + w_c N(C_n) \tag{7}$$

在获得的各网络参数量化值和相对权值的基础上,通过式(7)计算可用网络集中各网络的值,选择判决函数值最大的网络为目标网络. 整个网络选择机制如图 2 所示.

可用网络的搜索是网络发现过程,选择具有良好链路性能的网络作为切换判决的备选网络. 保证

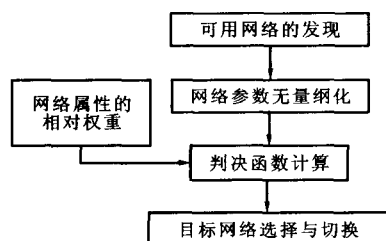


图2 切换流程

切换及切换后的链路质量,通过判决函数选择目标网络.确定目标网络后,移动终端开始执行切换,切换到可以获得最佳服务的网络.

6 结束语

文中提出的切换机制,包括采用低能耗的方式监测周边网络的 RSS,发现可用网络集;选用判决函数,综合业务特性和用户需求,选择价值最高的网络作为切换网络,进行垂直切换.该机制可以平衡网络发现效率与终端能耗,并消除量纲差异,保证所选择的网络满足业务和用户的 QoS 需求.在该机制的基础上,将进一步研究其对垂直切换整体性能的影响.

参考文献:

- [1] Majlesi A, Khalaaj B H. An adaptive fuzzy logic based handoff algorithm for interworking between WLANs and mobile networks [J]. The 13th IEEE International Symposium, 2002, 5 (5): 2446 - 2451.

- [2] Guo Q, Zhu J, Xu XH. An adaptive multi-criteria vertical handoff decision algorithm for radio heterogeneous network. [C] // proceedings of international conference on Communications. [s. l.]: IEEE, 2005: 2769-2773.
- [3] Zhu F, McNair J. Multiservice vertical handoff decision algorithms[J]. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2006(2): 52-52.
- [4] Shen W, Zeng Q A. Cost-function-based network selection strategy in integrated wireless and mobile networks[J]. Vehicular Technology, IEEE, 2008, 57(6): 3778-3788.
- [5] Song Qingyang, Jamalipour. A network selection in an integrated wireless LAN and UMTS environment using mathematical modeling and computing techniques [J]. Wireless Communications, IEEE, 2005, 12 (3): 42 - 48.
- [6] Song Qingyang, Abbas Jamalipour. A quality of service negotiation-based vertical handoff decision scheme in heterogeneous wireless systems[J]. European Journal of Operational Research, 2008 (191): 1059 - 1074.
- [7] 徐南荣, 钟伟俊. 科学决策理论与方法[M]. 南京: 东南大学出版社, 1996.

作者简介:

周莲英 女, (1964-), 博士, 教授. 研究方向为网络安全性能, 无线(移动)网络, 物联网.

陈凯 男, (1985-), 硕士研究生, 研究方向为无线通信网络.