

移动无线因特网中的一种基于 QoS 的切换支持机制*

王兴伟¹, 刘洛东¹, 原常青¹, 黄敏²

(1. 东北大学 计算中心, 辽宁 沈阳 110004; 2. 东北大学 信息科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110004)

摘要: 研究了移动无线因特网中基于 QoS 的切换支持机制, 该机制采用移动台辅助切换策略和基于底层信息的动态切换准则, 软、硬切换有机结合, 同时辅以重路由、频繁切换 QoS 控制与缓存等技术, 为用户 QoS 保证提供支持。原型系统实现表明, 该机制是可行和有效的。

关键词: 移动无线因特网; QoS; 软切换; 硬切换; 切换准则

中图法分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1001-3695(2005)07-0237-03

A QoS-based Handoff Supporting Mechanism in Mobile Wireless Internet

WANG Xing-wei¹, LIU Luo-dong¹, YUAN Chang-qing¹, HUANG Min²

(1. Computing Center, Northeastern University, Shenyang Liaoning 110004, China; 2. College of Information Science & Engineering, Northeastern University, Shenyang Liaoning 110004, China)

Abstract: In this paper, a QoS-based handoff supporting mechanism in mobile wireless Internet is discussed. In the proposed mechanism, the mobile assisted handoff strategy is adopted, the dynamic handoff criteria is formulated based on the underlying information, and the soft and hard handoffs are used alternatively and seamlessly, with rerouting, QoS control for frequent handoffs and caching utilized, providing QoS support sufficiently. Prototype system implementations have shown that the proposed mechanism is both feasible and effective.

Key words: Mobile Wireless Internet; QoS; Soft Handoff; Hard Handoff; Handoff Criteria

1 引言

移动无线因特网融合各种子网。为了使移动主机 MH (Mobile Host) 能够在子网间自由移动, 切换应基于 IP 层, 这样可以屏蔽下两层的差异, 实现真正的无缝漫游。

图 1 是移动无线因特网示意图。其中, 基站 BS (Base Station) 负责转移送往和来自覆盖区内的 MH 的通信请求, 并通过有线链路连接到基部控制器 BSC (Base Station Controller)。BSC 在这里相当于一台支持切换协议的路由器, 既能管理与协调所辖区域的 BS, 也能与其他 BSC 下的 BS 相互合作, 支持 MH 切换。BSC 通过路由器接入主干网络。在图 1 中, 如果 MH 是 BSC1 的本地节点, 则 BSC1 是其家乡 BSC; 当 MH 移动到 BS3 的覆盖区内时, 它成为 BSC2 的临时节点, BSC2 是其外地 BSC。BSC 维护本地节点和临时节点信息表。

由于报文传输和协议处理都需要时间, 加上无线链路的高误码率、无线信号强度动态变化等原因, 可能导致 MH 在移动期间通信暂时中断。如何保持通信的连续性, 从而降低切换对 QoS 的影响^[1, 3], 是移动无线因特网中需要研究解决的问题之一。对此, 本文设计了一种基于 QoS 的切换支持机制。

2 切换准则

通常切换控制策略有三种^[4]: 移动台控制切换 MCHO (Mobile Controlled HandOff)、网络控制切换 NCHO (Network Controlled HandOff) 和移动台辅助切换 MAHO (Mobile Assisted HandOff)。为了在降低网络负担的同时快捷而有效地控制切换, 这里选用 MAHO 切换策略。根据选用的切换策略和移动无线因特网的特点, MH 监测其周围各 BS 的信道状态, 当到新 BS 的信道质量高于给定门限且到原 BS 信道质量低于给定门限时, MH 就启动切换进程, 向 BSC 提交切换请求和收集到的 BS 状态信息, 由网络完成切换。

2.1 信道状态描述

除了信号强度可以用于测量信道质量外, 还有一个指标: 字错误指示器 WEI (Word Error Indicator)。WEI 是当前突发脉冲在 MH 中正确解调的度量。切换某种程度上更依赖于当前信道的 WEI, 而不是信号强度^[5]。如果 WEI 指标很好, 则没有必要执行切换。信道质量的计算公式如下:

$$T = k \frac{S}{1 - WEI} \quad (1)$$

其中, T 为信道质量度量值; S 为信号强度测量值; k 为系数。

2.2 运动趋势判定

在 BS 覆盖范围内的任意位置上, 可以通过二元组 (T, a) 来描述信道质量, T 为该位置上信道质量度量值, a 为时间。如图 2 所示, 箭头指向为 MH 移动方向。 l_1, l_2, l_3 是三个采样点, 每个点都可用一个二元组描述, 即 $(T_1, a_1), (T_2, a_2), (T_3,$

收稿日期: 2004-06-28; 修返日期: 2004-10-18

基金项目: 国家“863”计划资助项目(2001AA121064); 国家自然科学基金资助项目(60473089, 60003006, 70101006); 国家教育部现代远程教育工程资助项目; 辽宁省自然科学基金资助项目(20032018, 20032019)

a_3)。在此基础上, 利用式(2)可以算出 MH 从 l_1 移动到 l_3 单位时间内的信道质量值平均改变量 T_{var} 。

$$T_{var} = \frac{1}{N-1} \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (T_{i+1} - T_i)}{\sum_{i=1}^{N-1} (a_{i+1} - a_i)} \quad (2)$$

在式(2)中, N 为采样点数目; T_{var} 为正表示 MH 离开 BS, 为负表示 MH 接近 BS; $|T_{var}|$ 值越大, MH 的移动速率越大, 反之越小。

2.3 切换位置确定

切换一般都发生在相邻覆盖区的重叠部分, 因此切换位置的确定既要尽可能保证切换成功, 又要尽可能避免重复切换。高速移动的 MH, 其运动轨迹趋于直线, 转向可能性比较小, 切换位置应尽可能在前, 如图 3 中的 A 点; 反之, 低速移动的 MH 的切换位置应尽可能在后, 如图 3 中的 D 点。类似地, 可以确定快速 MH 的切换位置 B 和中速 MH 的切换位置 C。

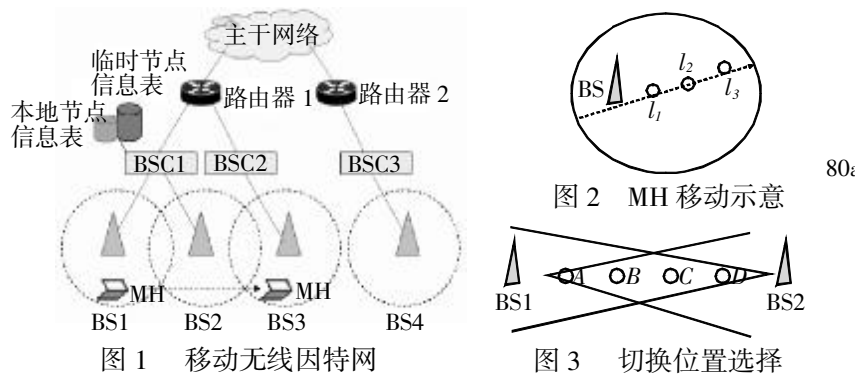


图 2 MH 移动示意

图 3 切换位置选择

在 BS 覆盖重叠区内, 每个位置都有两个或多个信道质量度量值。例如在图 3 中, 有两个 BS, 即 BS1 和 BS2, 在 A 点可测得 T_{A1} 和 T_{A2} , T_{A1} 为 MH 与 BS1 之间的信道质量度量值, T_{A2} 为 MH 与 BS2 之间的信道质量度量值, 在 B 点可测得 T_{B1} 和 T_{B2} , 在 C 点可测得 T_{C1} 和 T_{C2} , 在 D 点可测得 T_{D1} 和 T_{D2} 。当 MH 所在位置到当前 BS 的信道质量度量值小于门限值 T_1 且到新 BS 的信道质量度量值大于门限值 T_2 时, 则在该位置进行切换。

3 QoS 控制

3.1 重路由

在提交切换请求的同时, MH 提交各备选 BS 的信息 (这里只考虑可用带宽 B 和出错率 E) 以及当前 QoS 需求 (这里只考虑所需带宽 b 和可容忍出错率 e)。使用动态路由选择协议^[6]获得到达 BS 的传输延迟 D 。利用式(3)计算备选 BS 的综合性能指标值 W :

$$W = k_1 \frac{1}{D} + k_2 \frac{B}{b} + k_3 \frac{e}{E} \quad (3)$$

其中, k_1, k_2, k_3 是调节系数。选择 W 值最大的 BS, 利用 RSVP 完成资源预留^[7]。当资源匮乏时, 对某些关键业务保障其最低级别 QoS, 而对其他业务采用尽力而为方式。

3.2 频繁切换

频繁切换主要是由 MH 移动的不确定性造成的, 网络很难判定该问题的发生。相反, MH 只要记录单位时间内其切换次数即可知道是否发生了频繁切换。该设计也符合 MAHO 的思想, 即由 MH 负责检测。

当频繁切换发生时, 启动硬切换^[8]。MH 在确认该问题发生的过程中, 同时可确定 MH 是在哪几个 BS 覆盖区间频繁切换。在硬切换过程中, 将 BS 更新 MH 信息的时间做必要延迟且不短于一次切换所需的最长时间。

在一般情况下, 可采用 RSVP 来保证 QoS。当发生频繁切换时, 可借鉴 DiffServ 思想^[9], 必要时牺牲一部分 QoS; 如果 MH 正在通信, 则可考虑将 RSVP 转为 MH 可接受的 DiffServ 类型, 同时在 MH 上记录 RSVP 与 DiffServ 类型之间的对应关系, 以便在条件允许时恢复; 如果其未在通信, 则可考虑直接选择相应的 DiffServ 类型, 这样可以避免在几个 BS 上同时进行资源预留导致网络资源消耗过多以及在网络负载较重时 QoS 难以保证。

3.3 缓存

虽然采取了以上措施, 但是由于移动环境的不可靠性以及 MH 移动的随机性等, 通信中断仍然可能发生, 关键业务可能受到影响。若能在 MH 上预存一定量的内容, 则当通信中断时可以继续从本地缓存读取信息。如果在缓存信息使用完之前通信恢复, 则可避免服务中断的发生。这里利用 MH 的存储空间提供缓存, 根据应用自适应能力、网络状况和 MH 存储器容量设定缓存的大小。

4 切换过程

4.1 软切换过程

在切换时, 除了应该确保 MH 正常通信外, 还应该保证已经提供的服务不受影响。MH 在提交切换请求的同时, 提交各个备选 BS 的信息和其当前 QoS 需求, BSC 优先选择满足切换准则并可以保证现有各项服务的 BS, 利用动态路由选择协议^[6]获得路由信息, 建立新的转发隧道, 完成切换。在拆除旧连接之前 MH 完成在新 BS 的登记, 即实现软切换^[8]。本文定义了八种软切换报文, 见表 1。软切换过程如图 4 所示。

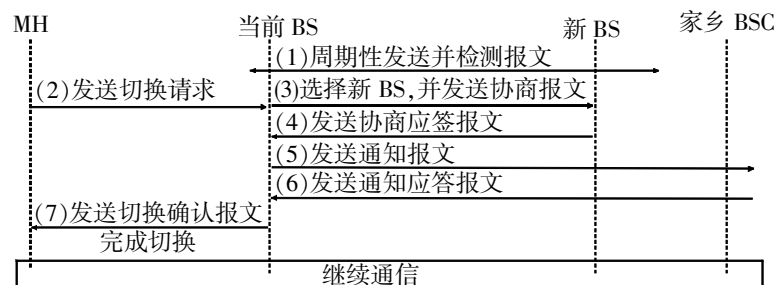


图 4 软切换运行过程

(1) BS 周期性发送广播报文, 向其覆盖区内的 MH 广播其状态信息, MH 周期性检测 BS 的信号强度, 并周期性广播生存状态报文。

(2) MH 根据收到的广播报文中携带的状态信息, 利用式(1)计算信道质量度量值, 并利用式(2)确定 MH 的切换位置。如果有满足条件的 BS, 则向当前 BS 发送切换请求。

(3) 当前 BS 利用式(3)选出最佳备选 BS 作为新 BS, 并向其发送协商报文。

(4) 新 BS 发送协商应答报文, 以示同意。

(5) 当前 BS 收到协商应答报文后向家乡 BSC 发送通知报文。

(6) 家乡 BSC 收到通知报文后, 更新本地信息, 并向当前 BS 发送通知应答报文。

(7) 当前 BS 收到家乡 BSC 的通知应答报文后, 向 MH 发送切换确认报文, 切换完毕。

4.2 硬切换过程

由于实际的移动环境有很多难以预测的因素, 切换时很可

能由于某种原因造成当前连接失效, 因此应在以软切换为主的
同时辅以硬切换。另外, 有时由于无线信号盲区、突发干扰等
原因可能会造成通信短中断而后又很快恢复。对此, 当
BS 检测出与 MH 的通信链路失效后, 不是立刻更新注册, 而
是延迟该动作一定时间。在此期间, 如果 MH 恢复了与该 BS
的通信, 则可以直接加入网络。本文定义了四种硬切换报文,
见表 2。

表 1 软切换报文

类型码	报文类型	报文说明
1	广播报文	BS 广播其状态信息
2	生存状态报文	MH 周期发送, 证明其存在
3	切换请求报文	MH 向 BS 提交切换请求
4	协商报文	当前 BS 向新 BS 发送协商请求
5	协商应答报文	新 BS 应答当前 BS 协商请求
6	通知报文	当前 BS 向家乡 BSC 通告切换
7	通知应答报文	家乡 BSC 应答当前 BS 的通知
8	切换确认报文	当前 BS 通知 MH 进行切换

表 2 硬切换报文

类型码	报文类型	报文说明
1	注册请求报文	MH 向 BS 请求加入网络
2	注册通知报文	向 MH 的家乡 BSC 通知注册信息
3	注册响应报文	MH 的家乡 BSC 响应注册通知
4	注册应答报文	BS 应答 MH 的注册请求

硬切换分两种情况, 如果 MH 请求注册的 BS 属于家乡
BSC 管辖范围, 则注册过程只需两步, 否则需四步。

(1) 注册的 BS 属于家乡 BSC

MH 向 BS 发送注册请求;

BS 向 MH 发送注册应答报文, 接收或者拒绝该请求。

(2) 注册的 BS 属于外地 BSC(图 5)

MH 向选择的 BS 发送注册请求报文;

BS 处理注册请求报文后, 向 MH 的家乡 BSC 发送注册
通知报文;

MH 的家乡 BSC 收到注册通知报文后, 向通知的 BS 发
送注册响应报文, 接收或者拒绝该请求;

BS 处理注册响应报文, 向 MH 发送注册应答报文。

5 原型系统实现

设计并实现了上述机制的原型系统, 如图 6 所示。利用四
台安装自行开发的路由软件的计算机作为路由器节点。路由
器 A 连接一台服务器, 提供视频点播服务; 路由器 B 连接一
台服务器, 提供 FTP 服务; 路由器 C 和路由器 D 分别与一个无线
AP(Access Point) 相连, 构成两个半径在 100m 左右的圆形移
动覆盖区域。MH 可任选 Linux 或 Windows 平台, 安装自行开
发的 MH 端软件。

在上述原型系统中, 实现了五台 MH 同时进行视频点播,
切换期间播放平稳, 没有发生服务中断, 实现了两台 MH 之
间的视频/音频实时交互, 而且实现了多台 MH 利用白板与聊
天系统等进行实时交互, 切换期间工作平稳。

(上接第 218 页) 可重用程度; 另一方面, 将组件所提供的服务扩
展到 Internet 上, 使组件成为一种 Web Services。

参考文献:

[1] Ileden J C, Wolf A L. Specification Level Interoperability [J]. CACM, 1991.
[2] Amy Moormann Zaremski. Specification Matching of Software Component[C]. Proc. ACM SIGSOFT Symp. on the Foundation of Software Engineering, 1995.
[3] C Ncube, N Maiden. COTS Software Selection[C]. Continuing Collaborations COTS Development, 2000.
[4] L Iribame, J M Troya. Trading for COTS Components in Open Environments[C]. Proc. ACM SIGSOFT Symp., 2001.
[5] A M Zaremski, J M Wing. Specification Matching of Software Components[J]. ACM Trans. on Software Engineering and Methodology, 1997.

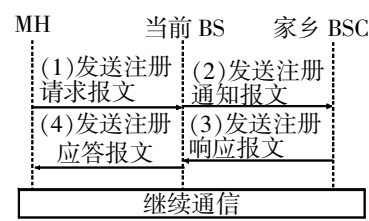


图 5 硬切换运行过程

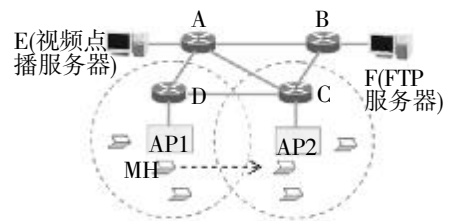


图 6 原型系统

6 结束语

本文提出了一种基于 QoS 的切换支持机制, 设计了切换
准则、软硬结合的切换过程和针对频繁切换的 QoS 控制等。
原型系统实现表明, 该机制可以有效地支持移动期间的 QoS
保证。

参考文献:

[1] Nicole K B, Martin K, Jens S. A Modular Approach to Mobile QoS Signaling: Motivation, Design & Implementation[J]. Multimedia Tools and Applications, 2004, 22(2): 117-135.
[2] Chang-Gun Lee, Lui Sha, Avinash Peddi. Enhanced Utilization Bounds for QoS Management[J]. IEEE Transactions on Computers, 2004, 53(2): 187-200.
[3] Dean H, Lorenz, Ariel Orda. QoS Routing in Networks with Uncertain Parameters[J]. ACM Transactions on Networking, 1998, 6(6): 768-778.
[4] 郭梯云, 邬国扬, 李建东. 移动通信[M]. 西安: 电子科技大学出版社, 2000. 158-162.
[5] Lin Y B, Imrich C. 无线与移动网络体系结构[M]. 方旭明, 林楷, 张雪竹. 北京: 人民邮电出版社, 2002. 1-47.
[6] 刘洛东. 移动无线因特网中基于 QoS 的软换支持机制的研究与仿真实现[D]. 沈阳: 东北大学, 2004. 14-16.
[7] Sarantis P. An Efficient RSVP-mobile IP Interworking Scheme [J]. Mobile Networks and Applications, 2003, 8(3): 197-207.
[8] Lin Y B, Pang A C. Comparing Soft and Hard Handoffs[J]. IEEE Communication Magazine, 2001, 89(7): 792-798.
[9] Chen Y, Zhuang W H. DiffServ Resource Allocation for Fast Handoff in Wireless Mobile Internet[J]. IEEE Communications Magazine, 2002, 39(5): 130-136.

作者简介:

王兴伟(1968-), 男, 辽宁盖州人, 教授, 博士生导师, 博士, 主要研究方向为下一代互联网、移动无线因特网及 IP/DWDM 光因特网; 刘洛东(1978-), 男, 辽宁沈阳人, 硕士, 主要研究方向为移动无线因特网切换机制; 原常青(1979-), 男, 山东莱州人, 硕士研究生, 主要研究方向为移动无线因特网 QoS 路由; 黄敏(1968-), 女, 福建长乐人, 教授, 博士生导师, 博士, 主要研究方向为算法与设计优化。

[6] 郝颖, 丁月华, 文贵华. SOAP 及其应用研究[J]. 计算机工程, 2003, 27(6): 128-130.
[7] 吴敏强, 张潇, 等. 从分布式对象到 Web 服务[J]. 计算机科学, 2003, 29(11): 12-16.
[8] 柴晓路, 梁宇奇. Web Services 技术、架构及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
[9] 战德臣, 王忠杰, 徐晓飞. 基于 XML 的组件标准化描述[J]. 计算机工程与应用, 2003, (4): 89-92.

作者简介:

张驰(1972-), 男, 陕西合阳人, 讲师, 博士研究生, 主要研究方向为分布计算、网络及基于组件的软件开发; 周淑莉(1973-), 女, 江苏南京人, 硕士研究生, 讲师, 主要研究方向为基于组件的软件开发; 吴健(1962-), 男, 江苏射阳人, 教授, 主要研究方向为分布计算、网络和嵌入式系统; 胡正国(1940-), 男, 陕西西安人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为软件工程、软件测试等。