

# 移动 IPv6 中端到端 Diffserv QoS 上下文转移框架

孙海涛<sup>1</sup>, 刘楚达<sup>2</sup>, 李义兵<sup>1</sup>

(1. 中南大学信息科学与工程学院, 长沙 410083; 2. 西安交通大学计算机系, 西安 710049)

**摘要:** 提出了一种移动 IPv6 端到端的 DiffServ 上下文转移框架, 采用 COPS-SLS 协议作为 DiffServ 在移动环境下的信令机制来实现端到端的域间 SLS 动态磋商, 使用端到端的上下文转移方法来重建 DiffServ 上下文可以避免重新发起 COPS-SLS 信令, 并且端到端的 DiffServ 上下文仅在新增加路径中的 QB 间进行转移。该方法能减少切换时的服务中断, 当 MN 切换时, 实时应用能迅速得到与切换前相同的转发处理。

**关键词:** 上下文转移; 区分服务模型; 移动 IPv6

## Framework for End-to-End DiffServ QoS Context Transfer in Mobile IPv6

SUN Haitao<sup>1</sup>, LIU Chuda<sup>2</sup>, LI Yibin<sup>1</sup>

(1. College of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083;  
2. Department of Computer Science, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049)

**【Abstract】** This paper proposes a framework for end-to-end DiffServ context transfer in mobile IPv6. The COPS-SLS protocol is used as a signal mechanism to achieve end-to-end inter-domain SLS dynamic negotiation for DiffServ in mobile environments. By using the context transfer to re-establish DiffServ context, it can avoid re-initiating COPS-SLS signaling from scratch, and the end-to-end DiffServ context only transfers to the new added QBs along new path after the MN performs handover. Hence, the scheme can minimize the handover service disruption, and enable real-time session to promptly get the same forward process during the MN performs handover.

**【Key words】** Context transfer; DiffServ; Mobile IPv6

### 1 概述

4G 全 IP 移动通信网络的趋势是将 IP 和各种异构的无线接入技术融合。移动 IPv6 能为节点提供移动支持, 且移动 IPv6 对底层的各种接入技术透明, 从而使其成为全 IP 网络的承载技术。这种融合使各种复杂的多媒体应用在移动终端系统中大量涌现, 提供节点移动支持和 QoS 保障已成为 4G 移动通信网络的研究热点。

区分服务模型(DiffServ)<sup>[1]</sup>作为 Internet QoS 保障的有前景技术, 它将复杂的分类、标记、管制和业务控制等功能放在边缘节点处理; 核心节点仅执行简单的优先级调度功能, 从而克服了集成服务需要在网络节点中维护每流状态的扩展性差的缺点。端到端的区分服务可通过沿数据流从源到目的地所经路径每域的服务串连和域间的服务级别规范 SLS 磋商来保障。然而, 区分服务是为固定网络开发的, 当它部署在移动环境时, 还面临以下问题:

(1)流的标识: MN 数据流的源、目的 IP 地址会由于 MN 在不同子网间移动而发生改变, 从而使流的辨认变得困难。例如, 在移动网络中, 区分服务第一跳和边缘路由器使用多字段分类器来分类 MN 的数据流, 多字段分类器需要用到源、目的地址。因此, 为了确定移动发送端的流信息, 第一跳路由器需要检查 IPv6 的目的选项头中的家地址选项, 这需要修改路由器的功能。

(2)动态 SLS 磋商: SLS 是服务级别协议(SLA)的技术表示, 它为域边缘的节点提供保障和分配网络内部 QoS 资源所必需的合适信息。通常, MN 在家网时根据已经在家网和通

信网磋商好的 SLSs 来获得期望的 QoS。当 MN 移到由不同 ISP 管理的其它接入网, 则在 MN 的访问网络和通信网络间需要进行 SLS 重新磋商。因此, 动态改变的移动网络需要进行动态的 SLS 磋商。

IETF 提出的上下文转移协议(CTP)<sup>[2]</sup>旨在为移动 IPv6 实现无缝切换。上下文是指在新的子网重建当前服务状态所需要的信息。而上下文转移是指将上下文从一个路由器或网络实体移到另一个路由器或网络实体, 作为新的子网重建特定服务的一种方法, 其主要目的是提供避免重新发起到 MN 的信令来减少切换延时、丢包。特征上下文信息包括认证、授权计费、头压缩、QoS 和安全信息等, 本文研究 DiffServ QoS 上下文的转移。

### 2 相关工作

#### 2.1 上下文转移协议

CTP 协议允许 MN 在接入路由器之间使用上下文转移, 即上下文信息从源节点 PAR 转移到目的节点 NAR, 从而在 MN 新的接入路由器上建立起切换前的各种上下文信息。其主要目的是减少 MN 切换期间的时延、丢包和避免重新发起到 MN 或来自 MN 的信令。

上下文转移的发起分 MN 控制型和网络控制型两种。前

**基金项目:** 湖南省教育厅科研基金资助项目

**作者简介:** 孙海涛(1965—), 男, 博士生, 主研方向: 网络通信, 网络计算, 数据挖掘; 刘楚达, 副教授、博士生; 李义兵, 博士、教授

**收稿日期:** 2005-11-02 **E-mail:** samsunht@hotmail.com

者, 若为 L2 的可预计切换时, MN 发送 CT Active Request (CTAR)消息到 PAR, 请求上下文转移; 否则 MN 发送 CTAR 消息到 NAR, NAR 发送 CT Request(CTR)消息到 PAR, 请求上下文信息转移。后者, 当 PAR 从网络收到源触发或 NAR 从网络接到一个目的触发时, NAR 和 PAR 都可以分别请求或开始上下文转移。

PAR 转移上下文有两种情形: (1)它首先接收到 MN 发来的 CTAR 消息, 或者接收到内部产生的 ST 触发, 为响应 CTAR 消息或 ST 触发, PAR 发送包含特征上下文的 CTD 消息给 NAR; (2)当 CTAR 消息发给 NAR 或 NAR 从网络接到一个目的触发 TT 时, NAR 用 CTR 消息来请求 PAR 发回包含特征上下文的 CTD。接收到 CTD 消息后, NAR 发送 CTD Reply(CTDR)给 PAR, 报告处理接收到的上下文的状态。

### 2.2 COPS-SLS 协议

COPS-SLS<sup>[3]</sup>为动态SLS磋商协议, 它和整个QoS管理模型结合可在异构的环境下为实时应用提供端到端的服务质量保障。SLS策略决策点(SLS-PDP)表示资源提供者, SLS策略执行点(SLS-PEP)表示请求网络资源的逻辑实体。

COPS-SLS 协议由配置和磋商两个阶段构成。配置阶段用 COPS 保障模式, 域磋商好的策略从资源提供者到客户都得到了保障。策略表示资源提供者提供的服务, 它可为可磋商的参数或者动态的磋商服务等级。当成功安装了 PDP 提供的配置策略后, 进入磋商阶段。这个阶段用外购模式, PEP 发送它所期望的服务级别请求, PDP 可以接纳或拒绝该请求, 或给出可提供的另一服务级别给客户。PEP 根据从 PDP 发来的决策来安装策略, 并向 PDP 发送安装状态报告。若决策和报告都是成功的, 则合约被建立且用户能得到所磋商的服务质量。若网络不能维持客户所请求的服务级别, 则网络能在任何时候发送非请求的决策来改变在磋商阶段磋商的参数。

## 3 端到端的 DiffServ QoS 转移框架

### 3.1 网络参考模型

图 1 为网络参考模型, 用 DiffServ 作为 QoS 保障模型, 有 4 个 DiffServ 管理域。接入路由器(AR)是无线接入网的归属点, 支持不同类型的接入技术。每个 DiffServ 域中的 QB 有该域的可用资源的全局信息。QB 由 BB 和 COPS-SLS 协议中的实体: SLS-PDP 和 SLS-PEP 组合而成。QB 的主要作用是和相邻域的 QB 或端系统主机进行 SLS 的磋商, 将 SLS 转为业务调节规范(TCS)并用 COPS-SLS 信令机制将转换好的 TCS 传给 DiffServ 域边缘设备。端系统主机安装了 SLS-PEP 实体。SLS 在 IP 资源提供者和客户间磋商。

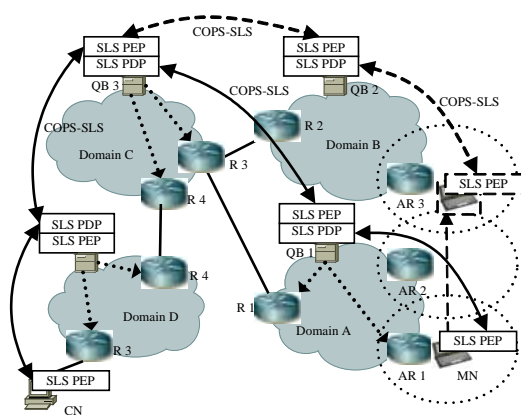


图 1 网络参考模型

### 3.2 端到端的 DiffServ QoS 转移框架

如图 1 所示, MN 位于 AR1 并经过 AR2 朝 AR3 移动。设在发送端 MN 和接收端 CN 间建立了一个实时会话。DiffServ 用来保障会话预先和 ISP 所磋商的服务质量。

COPS-SLS 用来实现端到端的动态 SLS 磋商, 假设在 4 个域中都采用 COPS-SLS 的非预先定义模式, 即对客户请求的 SLS 参数值不加任何限制。实时应用的 QoS 要求设置如下: 带宽为 64kbps, 最大延时为 100ms, 最大延时抖动为 50ms, 从 MN 到 CN 的最大丢包率为  $10^{-3}$ 。因此, MN 发送的 REQ 消息中包含的 SLS 信息为:

```
Type = resource-allocation
SLS = { Flowid: src_addr = MN, dest_addr = CN, [srcport,
destport, protocol]
Traffic conformance: 64kbps, Token bucket
Excess treatment: dropping
QoS: max_delay = 100ms, max_jitter = 50ms, max_loss = 10E-3
Service schedule = immediate }
```

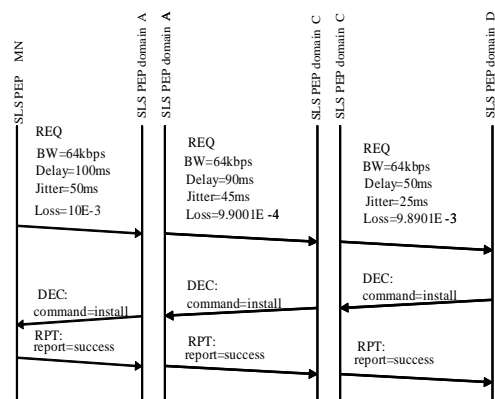


图 2 端到端磋商的消息顺序

如图 2 所示(部分从文献[4]中引用), SLS 的磋商从 MN 的 SLS-PEP 开始, 经过域 A、C 到 D, 最后的域 D 直接管理 CN。在每个中间域, QB 中的 SLS-PDP 从 SLS 策略库中抽取信息, 并根据可用资源来决定是否给会话提供所请求的服务级别。如果作出肯定的决策, 则 SLS-PDP 发送包含从 SLS 中派生出 TCS 的 DEC 消息给该域的入口路由器以提供所请求的服务级别。否则发送 RPT 消息给端系统主机, RPT 消息中含有指示磋商失败的原因代码或给出可以接受的服务质量参数值。QB 中的 SLS-PEP 则只是将 SLS 参数值转发给下一个 QB 中的 SLS-PDP。当 REQ 消息到达最后的域, 最后域中 QB 的 SLS-PDP 发送 DEC 消息到初始 SLS-PEP, 以指示能满足所请求的服务级别。图 2 给出了下一个请求的 SLS 值的计算, SLS-PEP 用下面的公式来计算与相邻域磋商的 QoS 参数值:

$$D_{nego} = D_{req} - d_i$$

$$j_{nego} = j_{req} - j_i$$

$$L_{nego} = 1 - (1 - L_{req}) / (1 - l_i), \text{ 其中 } i = A, C, D;$$

$D_{nego}$ : 与相邻域磋商的最大延时;

$D_{req}$ : 接收到的请求消息中的最大端到端延时;

$d_i$ : 域 i 提供给流的最大边缘到边缘延时;

$j_{nego}$ : 与相邻域磋商的最大延时抖动;

$j_{req}$ : 接收到的请求消息中的最大端到端延时抖动;

$j_i$ : 域 i 提供给流的最大边缘到边缘延时抖动;

$L_{nego}$ : 与相邻域磋商的最大丢包率;

$L_{req}$ : 接收到的请求消息中的最大丢包率;

$l_i$ : 域 i 提供给流的最大值。

### 3.2.1 CTD 消息的处理规则

为实现端到端的 DiffServ 上下文转移,当 MN 切换时,包含 DiffServ 上下文的 CTD 消息从 MN 先前的所在域的 QB 发送新的切换到新域的 QB,DiffServ 上下文为 MN 发送的 REQ 消息中的 SLS。位于 PAR 和 NAR 间的每个 QB 按以下规则处理 CTD 消息中的 SLS:若 CTD 消息中包含的 SLS 值与 QB 中 SLS 策略库中的 SLS 值一样,则 QB 只简单地将 CTD 消息转发到下一个 QB,而不抽取 SLS 值。否则 QB 抽取 CTD 消息中包含的 SLS 值并将其安装在 QB 中,并发送一个 CTDR 消息先前的 QB 以报告处理接收到的 SLS 上下文的状态。最后 CTD 被转发到最终的 QB。因此,当 CTD 在 PAR 与新老路径的交叉点之间按老路径转发时, QB 仅将其转发至下一跳;而在新路径转发时, QB 会抽取并安装 SLS 上下文,从而在新路径上建立 SLS 上下文。

为使沿新老路径的 QB 能处理 CTD 消息中的 DiffServ 上下文信息,CTD 消息作为 IPv6 路由选项头进行转发。假设每个 QB 有其它 QB 相应的信息,以便能在 CTD 消息的路由选项头中设置沿路径要处理 CTD 消息 QB 的地址。

### 3.2.2 域内切换的 DiffServ 上下文转移

DiffServ 上下文转移可由 MN 或网络发起。当 MN 从 AR1 移到 AR2 时,在第 1 种情形中, MN 发送 CTAR 消息给 QB1 来请求 DiffServ 上下文转移;在第 2 种情形中,通过第 2 层的事件触发,AR1 发送 CTAR 给 QB1 来请求 DiffServ 上下文转移。QB1 能知道 AR2 也在 QB1 所在域内, QB1 仅发送包含相应 TCS 值的 DEC 消息到 AR2,而 AR2 为 MN 切换后实时应用新的入口路由器, AR2 发送 CTDR 给 QB1 以报告处理接收到的上下文的状态。

### 3.2.3 域间切换的 DiffServ 上下文转移

当 MN 从 AR2 移到 AR3 时, MN 执行域间切换。DiffServ 上下文转移发起与域内切换时的发起相同, MN 或 AR2 发送 CTAR 给 QB1 来发起 DiffServ 上下文转移。根据 CTAR 消息中包含的 AR3 地址, QB1 从 SLS 策略库中抽取相应的 SLS,并将其携带在 CTD 消息中从 AR2 发送到 AR3。

根据 CTD 消息处理规则,沿 AR2 到 AR3 路径的每个 QB 要求检查 CTD 消息。QB3 仅简单地将 CTD 转发到 QB2 而不抽取 SLS 值,由于 CTD 消息中携带的 SLS 与 QB2 策略库中的 SLS 相同,当 CTD 消息到达 QB2 时, QB2 从 CTD 消息中抽取 SLS 值并将其安装在 QB2 的策略库,然后发送包含相应 TCS 的 DEC 消息给 AR3。同时发送 CTDR 到 QB1 以报告处理接收到的上下文的状态。因此,该方法不需要重新发起 SLS 信令,而可以实现端到端的 DiffServ 上下文转移,使 MN 在切换后迅速获得与切换前相同的转发处理。

## 4 结论以及将来的工作

本文采用 COPS-SLS 协议作为 DiffServ 的信令机制来实现端到端的域间 SLS 动态磋商,提出了一种端到端的 DiffServ 上下文转移框架,该方法克服了上下文转移协议中上下文仅在 AR 间转移而不能满足端到端 QoS 机制要求的缺点。使用端到端的上下文转移方法来重建 DiffServ 上下文可以避免重新发起 COPS-SLS 信令,并且端到端的 DiffServ 上下文仅在新增加的路径中的 QB 间进行转移。因此,该方法能减少切换时的服务中断,当 MN 切换时,实时应用能迅速得到与切换前相同的转发处理。

将来的工作将用网络模拟器 NS<sup>[5]</sup>进行仿真实验以提供实验数据做进一步的性能分析。

### 参考文献

- 1 Blake S, Black D, Carlson M, et al. An Architecture for Differentiated Services[S]. RFC 2475, 1998-12.
- 2 Nakhjiri M, Perkins C, Koodli R. Context Transfer Protocol[Z]. draft-ietf-seamoby-ctp-11.txt, Internet Draft, 2004-08.
- 3 Nguyen T M T, Boukhatem N. COPS-PR Usage for SLS Negotiation (COPS-SLS)[Z]. draft-nguyenrap-cops-sls-03.txt, Internet Draft, 2002-07.
- 4 Nguyen T M T, Boukhatem N, Pujolle G. COPS Usage for Dynamic Policy-based QoS Management over Heterogeneous IP Networks[J]. IEEE Network, 2003, 17(3): 44-50.
- 5 The Network Simulator NS[Z]. <http://www.isi.edu/nsnam>.

(上接第 96 页)

报文造成广播风暴效应因而代价高昂时,基于计数的广播风暴抑制方法开始发挥作用,大量广播分组的无效转播被取消,总体开销大幅降低,而连接性能良好。

## 4 结论

本文实现了一种网关发现的自适应方法,这种方法中的网关无需额外的开销就能了解那些 Internet 的 MANET 节点距离自己的相对距离,并从中选择最小值来设置网关通告报文 GWADV 的 TTL 值以覆盖所有这些节点,当网络规模或者源节点距离网关的相对位置变化时, GWADV 报文的 TTL 值也会随之改变,从而实现自适应覆盖。针对互联时 GWADV 报文及网关请求报文在高密度 MANET 中洪泛而形成的广播风暴所引起的巨大开销,采用基于计数的抑制策略予以大幅降低,同时保持互联性能良好,因此该互联协议对 MANET 节点密度改变也具有有良好的自适应性。

### 参考文献

- 1 Jonsson U, Alriksson F, Larsson T, et al. MIPMANET -Mobile IP for

Mobile Ad Hoc Networks[C]. Proceedings of IEEE/ACM Workshop on Mobile and Ad Hoc Networking and Computing, Boston, MA, USA, 1999.

- 2 Wakikawa R, Malinen J T, Perkins C E, et al. Global Connectivity for IPv6 Mobile Ad Hoc Networks[Z]. Internet Draft (Work in Progress), Internet Engineering Task Force, 2002.
- 3 Ratanchandani P, Kravets R. A Hybrid Approach to Internet Connectivity for Mobile Ad Hoc Networks[C]. Proceedings of WCNC '03, 2003-03: 1522-1527.
- 4 Perkins C E, Belding-Royer E M, Das S R. Ad Hoc On-demand Distance Vector Routing[Z]. Internet Draft (Work in Progress), Internet Engineering Task Force, 2002-06.
- 5 Ni S, Tseng Y, Chen Y, et al. The Broadcast Storm Problem in a Mobile Ad Hoc Network[C]. Proceedings of the ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, 1999: 151-162.