

WiMax 网络中数据通道标识的动态分配方案设计

李 军^{1,2} 唐 鼎² 赵志军² 吴尽昭¹ 唐 晖²

(兰州大学信息科学与工程学院 兰州 730000)¹

(中国科学院声学研究所高性能网络实验室 北京 100190)²

摘 要 WiMax 系统中的数据通道采用 GRE 封装机制,隧道信息的扩展部分被定义成数据通道标识(DPid),它的作用范围是整个 NAP。针对 DPid 的有效性,提出 DPid 服务器的概念,用于存储和管理 NAP 范围内的 DPid,进而提出数据通道标识的一种动态分配方法,用以保证 DPid 的唯一性,简化了 DPid 分配流程,降低了 DPid 管理难度和维护成本,同时,还对该方法的设计和效果进行了分析。

关键词 数据通道标识, WiMax, 动态分配, DPid 服务器, 生命周期

中图分类号 TP393.02 **文献标识码** A

Design of Dynamic Approach for Data Path ID Distribution in WiMax Network

LI Jun^{1,2} TANG Ding² ZHAO Zhi-jun² WU Jin-zhao¹ TANG Hui²

(School of Information Science and Engineering, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)¹

(High Performance Network Lab, Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)²

Abstract GRE(Generic Route Encapsulation) encapsulation is used as the tunneling protocol for the data plane in WiMax network, while the key option is applied on R4 and R6 for providing the DPid(Data Path ID) of the tunnel. DPid assigned by the Data Path Function uniquely identifies a particular tunnel for user payload, and it's area of validity is the NAP. This paper proposed a concept of DPid Server for the effectiveness of the DPid, which is used to store and manage all of the DPids in the NAP, and then a dynamic approach of DPid distribution was presented to guarantee the DPid's uniqueness and safety-reliably distribution in the NAP. This approach simplifies the processes of DPid distribution, reduces the management difficulty and maintenance costs. Furthermore, this paper also analyzed the design and performance of this approach.

Keywords Data path ID, WiMax, Dynamic distribution, DPid server, Lifetime

WiMax 系统中的数据通道采用 GRE 协议^[1],主要是为了完成 BS 和 ASN-GW(R6)之间以及 ASN-GW 和 ASN-GW(R4)之间的数据传输,通过应用层会话来选择、建立以及管理相应的隧道。隧道采用 GRE 封装机制,隧道信息的扩展部分被设成 GRE Key^[1]。GRE Key 由 ASN-GW 和 BS 或 ASN-GW 和 ASN-GW 之间定义出。在 WiMax 系统中, GRE key 被定义成 Data Path ID(DPid),是一个 32 位的无符号整型^[2],由 BS 或 ASN-GW 中的 Data Path Function 唯一指定,它的有效范围是整个 NAP(Network Access Provider,网络接入提供商^[3])。如何保证 DPid 的唯一性,是当前必须解决的问题。

本文提出了一种 WiMax 系统中的数据通道标识的动态分配方法,用以保证 DPid 在 NAP 范围内的有效性,实现 DPid 的安全、可靠分配。

时,所经过的路径称为隧道^[4]。

如图 1 所示, WiMax 系统中的数据通道(Data Path)主要是为了完成 BS 和 ASN-GW(R6^[5])之间以及 ASN-GW 和 ASN-GW(R4^[5])之间的数据传输,通过应用层会话来选择、建立以及管理相应的隧道传输技术^[6]。

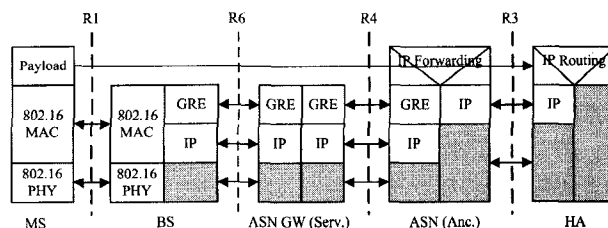


图 1 数据通道功能接口

1 数据通道管理

1.1 Data Path 定义

当一个数据包被封装在另一个数据包的净荷中进行传送

1.2 Data Path 封装

WiMax 数据包的封装格式采用 GRE(Generic Routing Encapsulation,通用路由封装协议)协议,封装报文格式如图 2

到稿日期:2010-01-15 返修日期:2010-04-21 本文受中科院重大项目“融合广播通信的新一代宽带无线移动多媒体(BWM)关键技术研究与应用示范”(KGCX1-YW-19)资助。

李 军(1985—),男,硕士生,主要研究方向为形式刻画与验证,E-mail:lijun_4521@163.com;唐 鼎(1976—),男,副研究员,主要研究方向为宽带无线多媒体与智能信息处理;赵志军(1973—),男,副研究员,主要研究方向为宽带无线多媒体与智能信息处理;吴尽昭(1965—),男,研究员,博士生导师,主要研究方向为形式化方法;唐 晖(1970—),男,研究员,博士生导师,主要研究方向为下一代互联网及其应用支撑技术。

所示,GRE 报头放在净荷包和分包之间^[4]。



图 2 GRE 封装格式图

其中 GRE 头部帧格式如图 3 所示^[7]。

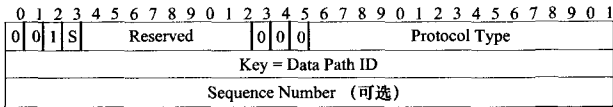


图 3 GRE 报头格式

对 ASN-GW 和 BS(R6)以及 ASN-GW 和 ASN-GW(R4)之间的隧道采用 GRE 封装机制时,隧道信息的扩展部分将被设成 GRE Key。GRE Key 由 ASN-GW 和 BS 或 ASN-GW 和 ASN-GW 之间定义出。在 WiMax 系统中,GRE key 被定义为 Data Path ID。

1.3 Data Path ID 管理

Data Path ID 是一个 32 位的无符号整型,用来唯一标识一条数据通道,它由 BS 或 ASN-GW 中的 Data Path Function 唯一指定^[5],有效范围是整个 NAP。

如图 4 所示,当多个终端同处于切换或入网状态时,就有可能出现数据通道标识冲突的场景。而作为数据通道的唯一标识,若终端请求的 Data Path ID 相同,则会直接导致数据通道的建立失败,而承载面数据通道不通,必将导致大量数据包的丢失以及业务的停止,因此,一个完善的 Data Path ID 分配系统就显得尤为重要。

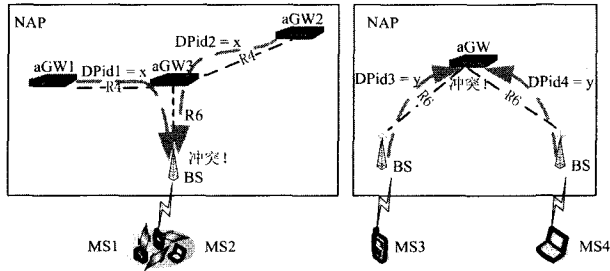


图 4 数据通道建立场景图

为了避免 DPid 冲突的出现,WiMax 协议^[2]把 DPid 定义为 NAP 范围内的唯一值,但却没有给出一种合理的解决方案。本文针对 Data Path ID 的有效性,给出一种 WiMax 数据通道标识的动态分配方法,以实现 DPid 的安全、可靠分配。

2 DPid 动态分配系统设计

2.1 系统架构

为了提高数据通道标识的安全性,采用了一种动态分配的模型,并提出了 DPid 服务器的概念,用于管理 DPid 的分配和管理,从客观上保证了终端用户建立的每一条数据通道的标识在 NAP 范围的唯一性。

图 5 是 Data Path ID 分配系统的一个架构图,该系统包括:接入服务网关 ASN-GW、基站 BS、DPid Server。其中 DPid Server 是 DPid pool 的逻辑实体,作为一个逻辑单元,它可以与 AAA 等服务器在一个物理实体上^[8]。与之对应,我们把 ASN 功能网元 BS 和 ASN-GW 称为 DPid Client。

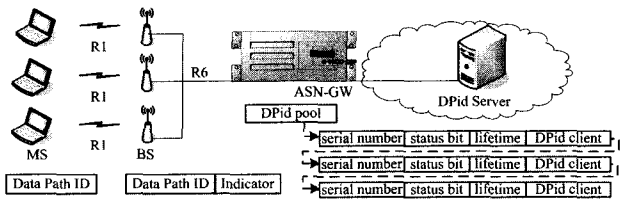


图 5 Data Path ID 分配系统架构图

2.2 系统设计

Data Path ID 是数据通道的唯一合法标识,一套完整的分配系统既要保证每个 MS 建立数据通道时均能分配到一个合法有效的 DPid,又要保证 DPid 的安全性,同时还要对因 MS 退网、切换等操作而被拆除的数据通道标识进行回收处理^[9]。

本文提出的数据通道标识分配模型定义以下变量。

λ :DPid 子集长度,即每个 DPid 子集包含 λ 个有效 DPid 值。

lifetime:DPid 子集的生命期,是为了确保在客户端当前没有使用这些 DPid 子集时,它们能够被及时地释放出来。

t :生命期阈值,当 DPid 子集的生命期低于 t 时,DPid Client 要视 DPid 的使用情况进行续约操作或 DPid 子集释放操作。

γ :DPid 个数阈值,DPid Client 中的有效空闲 DPid 个数少于 γ 值时,会发起新的 DPid 子集申请操作,可以保证满足某一时刻大规模的用户接入不受限制。

本方案通过执行以下步骤来对 Data Path ID 进行分配和管理。

(1)DPid Server 创建全局 DPid pool。

(2)受理 DPid Client 的请求消息,将 DPid 子集动态分配给 DPid Client(BS 或 ASN-GW)。

(3)ASN 功能网元(BS 或 ASN-GW)发起数据通道的(预)建立时,从 DPid Server 为其分配的取值区间中任取一值作为将要(预)建立的 Data Path ID。

(4)当 DPid 客户端的可用 DPid 值少于某一个阈值 γ ($0 < \gamma < \lambda$)时,DPid 客户端会主动发起新的 DPid 子集申请,以保证满足某一时刻大规模的用户接入不受限制(当 DPid 客户端中的可用 DPid 值过少时,会发生 MS 创建 Data Path 无法分配 DPid 的情况)。

(5)当 DPid Client 中的 DPid 子集 lifetime 到期,而数据通道正在使用,则 DPid Client 将发起生命期续约申请,更新 DPid 子集 lifetime。

(6)DPid Server 轮询 DPid pool,若某一个 DPid 子集生命期终止,则直接回收此 DPid 子集。

进一步,步骤(1)具体为:

(a)将 DPid 的取值范围 $1 \sim 2^{32}$ 以 λ 为单位划分成若干个等长区间进行管理,即 $[1, \lambda], [\lambda + 1, 2\lambda], [2\lambda + 1, 3\lambda], \dots, (\lambda \in N^+)$;

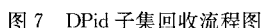
(b)创建一张 DPid 子集管理表,用于保存分配给各 DPid Client 的子集信息。

图 6 定义了表单元的元素信息。

serial number	status bit	lifetime	DPid client
int	bool	struct timeval	struct sockaddr_in

图 6 DPid Pool 表单元信息

(c)DPid Client 发送确认消息 DPid_set_ack,同时开始生命期计时工作。



其中,在步骤(3)中包括以下处理:DPid Client 将申请到的 DPid 子集按分配时间依次存放,同时对每一个 DPid(均如表 1 所列)设置一个指示位 indicator(默认值为 0,当建立了一条以此 DPid 值为标识的数据通道时,indicator 置成 1),用于表示此 DPid 是否已经被分配出去。终端接入以后,发起数据通道的(预)建立时,Data Path ID 将优先从分配时间最早的 DPid 子集取值,这样可以达到 DPid pool 的集中使用,当某个

2.3 系统流程

图 8 DPid 动态分配系统的使用方法流程图

- 步骤 1 DPid Server 创建全局 DPid pool;
- 步骤 2 配置 DPid Server 全局信息,包括定义 lifetime, t, λ, γ 值;
- 步骤 3 DPid Client(如 BS 或 ASN-GW)启动并入网;
- 步骤 4 DPid 子集动态分配过程;
- 步骤 5 判断子集 lifetime 是否小于 t ,如果小于 t ,则不

推荐的度量可以满足软件尤其是安全关键软件在不同完整性级别上的需求。本文旨在解决如何为不同完整性级别的软件选取合适的软件可靠性度量的问题,不但提供了解决该问题的思路和手段(选取方法和选取体系),而且给出了可供软件可靠性工程人员参考的度量选取结果(将 ISO/IEC 9126 质量模型中的 18 个软件可靠性度量分别推荐给合适的完整性级别)。所以,本文的研究成果在理论研究和工程实践上都有一定的参考价值。

参考文献

- [1] ISO/IEC 9126-1. Information Technology-Software quality characteristics and metrics-Part 1:Quality Model [S]. 2001
- [2] IEEE STD 982. 1. IEEE Standard dictionary of measures of the software aspects of dependability [S]. 2005
- [3] Lee Dalju, et al. An effective software reliability analysis framework for weapon system development in defense domain [C]// ISSRE. 2008; 279-280 (Fast Abstract)
- [4] Li Ming, Smidts C S. A ranking of software engineering meas-

ures based on expert opinion [J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2003, 29(9): 811-825

- [5] Li Haifeng, Lu Minyan, Li Qiuying. Software Reliability Metrics Selecting Method Based on Analytic Hierarchy Process [C]// The 6-th International Conference on Quality Software. 2006; 337-346
- [6] Tripp L L. International standards on system and software integrity [J]. StandardView, 1996, 4(3): 146-150
- [7] ISO/IEC 15026. Information technology-System and software integrity levels [S]. 1998
- [8] 蔡开元. 软件可靠性工程基础 [M]. 北京:清华大学出版社, 1995
- [9] Smidts C, Li M. Validation of a Methodology for Assessing Software Quality [R]. UMD-RE-2002-07. College Park; Univ. of Maryland, May 2002
- [10] 军用软件可靠性度量研究 [R]. 国防科技报告. 2004
- [11] Debra S. Sample Implementation of the Littlewood Holistic Model for Assessing Software Quality [C]// Proceeding of Reliability and Maintainability. 1998

(上接第 118 页)

操作,反之,进一步判断子集内是否所有的 ID 号都在使用,若是,则转入步骤 6,进行生命期更新操作,若否,则转入步骤 7,进行 DPid 子集回收操作;

步骤 6 DPid 子集生命期更新操作;

步骤 7 DPid Server 轮询 DPid pool,若某一个 DPid 子集生命期终止,则直接回收此 DPid 子集;

步骤 8 DPid Client 将申请到的 DPid 子集按分配时间顺序存储,同时对每一个 DPid 均设置指示符 indicator;

步骤 9 移动终端 MS 发起数据通道的(预)建立;

步骤 10 DPid Client 从 DPid 子集中任取一个空闲值作为(预)建立的数据通道标识,同时置 indicator=1;

步骤 11 判断 DPid Client 中的可用 DPid 号是否少于 γ ,如果少于 γ ,则转入步骤 4,申请新的 DPid 子集,反之,不进行任何操作;

步骤 12 移动终端 MS 因退网或切换而执行数据通道拆除操作;

步骤 13 DPid Client 释放被拆除的数据通道的标识,并把此 DPid 重新设置成空闲状态,即置 indicator=0;

步骤 14 判断 DPid Client 中的可用 DPid 号是否多于 $\lambda + \gamma$,如果多于 $\lambda + \gamma$,则转入步骤 7,进行 DPid 子集回收操作,反之,则转入步骤 6,进行生命期更新操作。

3 DPid 动态分配方案有效性分析

对某一个 DPid 子集 $[(n-1)\lambda + 1, n\lambda]$, 当它被分给某个 BS(或 ASN-GW)时,那么从 BS(ASN-GW)入网的 MS,发起数据通道的建立或预建立时,Data Path ID 的取值可以是 $[(n-1)\lambda + 1, n\lambda]$ 中的任意值,因为 DPid Server 中的各个 DPid 子集是没有交集的^[10],所以,任取其中的一个 DPid 有效值,必是唯一的。

结束语 本文提出了一种 WiMax 系统中的数据通道标识的动态分配方法,以实现 DPid 的安全、可靠分配,它具有以下特点:

1. 通过 DPid Client 与 DPid Server 之间的信令交互,自

动完成 DPid 的分配、回收等工作,简化了 DPid 分配流程,降低了 DPid 管理难度和维护成本;

2. 通过设置 DPid 生命期,更加合理地生成和分配 DPid,提高了 DPid 的利用率;

3. 提供安全可信的配置,解决了 DPid 冲突的问题。

本文在对已有系统流程改动及影响最小的情况下,给出一种动态分配 Data Path ID 的方法,下一步的研究方向是通过添加认证信息等方法,使 Data Path ID 分发的安全性得到进一步的加强。

参考文献

- [1] WiMAX Network Working Group. WiMAX Forum Network Architecture(Stage 3; Detailed Protocols and Procedures, Version 1. 3. 0)[R]. California, 2008
- [2] WiMAX Network Working Group. WiMAX Forum Network Architecture(Stage 2; Architecture Tenets, Reference Model and Reference Points, Part2, Version 1. 3. 0)[R]. California, 2008
- [3] WiMAX Network Working Group. WiMAX Forum Network Architecture(Stage 2; Architecture Tenets, Reference Model and Reference Points, Abbreviations, Version 1. 3. 0)[R]. California, 2008
- [4] Solomm I D. Mobile IP: The Internet Unplugged[M]. 裘晓峰, 译. 北京:机械工业出版社, 2000
- [5] WiMAX Network Working Group. WiMAX Forum Network Architecture(Stage 2; Architecture Tenets, Reference Model and Reference Points, Part1, Version 1. 3. 0)[R]. California, 2008
- [6] 徐相胜, 牛作元. WiMAX 接入核心网络中的数据通道技术[J]. 现代电信科技, 2007, 5(11): 49-52
- [7] 董晓鲁, 党梅梅, 沈嘉, 等. WiMAX 技术标准与应用[M]. 北京:人民邮电出版社, 2007
- [8] 张万强, 李东瑛, 张平. WiMAX 网络架构浅析[J]. 电信工程技术与标准化, 2006, 19(04): 58-61
- [9] 陆凯, 徐旨胜. WiMAX 网络的切换技术研究[J]. 电力系统通信, 2007, 28(182): 50-53
- [10] 邵志清, 虞慧群. 离散数学[M]. 北京:电子工业出版社, 2003