维普资讯 http://www.cqvip.com

计算机科学2002Vol. 29№. 3

基于第三代移动通信技术的互联网

Internet Based on The Third Generation Mobile Communication Technology

曾志芳[1] 钟亦平[2] 张世永[2]

(复旦大学通信科学与工程系[1] 复旦大学计算机科学与工程系[2] 上海200437)

Abstract Mobile Internet is the inevitable trend in information society. This paper describes WAP, introduces 3G standards and related technology overcoming the defects of current mobile internet and proposes the system structure and functions of the future internet based on the third generation mobile communication technology.

Keywords WAP, Internet, Mobile Internet, 3G standards, GPRS, HSCSD, EDGE

90年代以来,互联网和移动通信用户迅猛增长,目前全球拥有大约4.5亿部移动电话,因特网用户超过了3亿,移动通信和因特网是目前电信领域增长最快的部分。人们一方面可以享受互联网带来的丰富信息和资源,另一方面可以利用移动通信的便利与人交流。这种移动和信息的发展驱动人们越来越关心互联网和移动通信两者结合所带来的巨大变化。人类通信的最终目标就是实现任何人,在任何时间,任何地点与任何人进行任何方式的信息交流。而目前我们的网络通信却受到时间、地点以及设备的限制,要摆脱这种束缚,最好的方式是将现有的移动通信技术与互联网技术相结合,这也就诞生了移动互联网。移动互联网建立在无线应用协议(WAP)的基础上,用户通过具有 WAP 功能的各种个人无线终端设备访问因特网。实现移动互联网涉及的相关技术主要包括 Internet 技术、移动通信技术和 WAP 等,如何将三者有机结合是实现移动互联网的关键。下面笔者将逐步讨论这三种技术以及它们的融合。

1. WAP 技术和 Internet 技术

目前世界移动电话用户已达4亿,而且平均每天有25万新用户加入此队列,同时个人数字助理(PDA)、无线寻呼机等各种移动终端用户量也将大大增加,可以预见在今后5年这些无线 Internet 设备的数量将远远超过现在 PC 机的数量。这种趋势将会对 Internet 产生巨大的影响。因此,确保 Internet 协议以及成熟的互联网技术能够适合无线 Internet 的发展就显得尤为重要。

1.1 WAP 应用模型

WAP(Wireless Application Protocol)即无线应用协议,是由爱立信、摩托罗拉、诺基亚和 Phone.com 四家公司发起成立的 WAP 论坛所创建的,是在数字移动电话、因特网或个人数字助理(PDA)等之间进行通信的全球开放标准,目标是使手机用户和各种无线设备用户能够利用互联网大量的信息和各种增值服务。它由一系列协议组成,用来标准化无线通信设备接口。它的基本原理是把网站的内容予以简化转换,再利用无线网络传到移动终端上,从而实现移动终端通过无线网络访问 Internet。WAP 的应用模型如图1所示。

图中 WAP 客户端与无线网络的 WAP 代理进行通信。WAP 代理负责连接无线通信网和因特网,实现因特网和移动终端的数据交互。它主要实现消息编解码,将目标服务器的内容转化成较紧凑的能够被客户端理解的二进制形式,以减少通过无线数据网络传输的数据包的大小和数量。

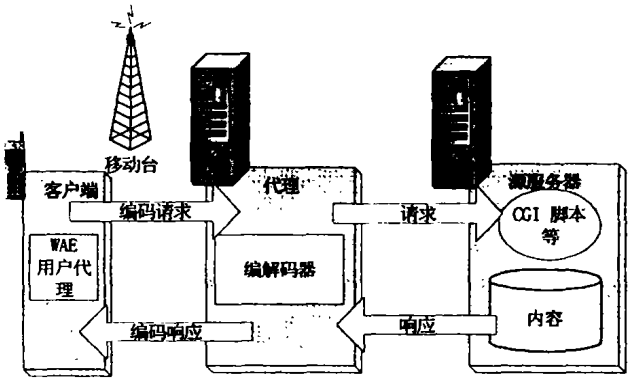

图1 WAP 应用模型

1.2 WAP 协议与 Internet 协议比较

WAP 实际上是一种向移动终端提供因特网应用和先进增值业务的全球统一开放式标准。为了消除移动终端在显示屏幕、内存、CPU 处理能力、发射功率和无线传输带宽等方面的限制,WAP 对因特网中 Web 技术进行了简化、优化和扩展。它定义了一套软件和硬件接口,支持目前使用的绝大多数无线设备,包括移动电话、寻呼机等。WAP 是以 WWW 所采用的 Http/Html 架构为基础,再针对无线通讯的特性和不太可靠的无线通讯网络来进行设计的通讯协议。它的通讯协议集合如图2所示,包括了 WAE、WSP、WTP、WTLS、和 WDP 等不同层次的协议规定。

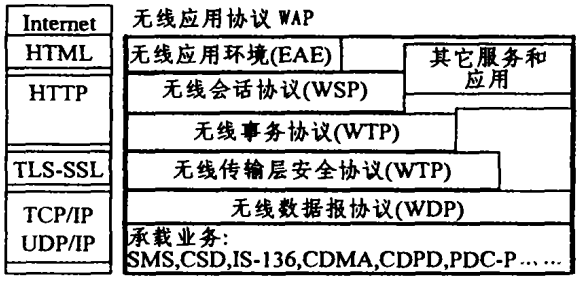

图2 WAP 结构和 WWW 结构比较

WWW 结构提供了一个灵活且强有力的设计模式,使得每一层都为上层提供一定的服务,开发者能够根据需要在应

曾志芳 研究生,研究方向为通信与信息系统。钟亦平 副教授,硕导。张世永 教授,博导。

维普资讯 http://www.cqvip.com

用层上开发出用户所需的服务。而 WAP 具有 OSI 4～7层的功能，能够支持各种无线网络。通过层次化设计，WAP 体系结构为应用系统的开发提供了一种可伸缩和扩展的环境。每层协议栈均定义有接口，可被上一层协议所使用，亦可被其他的服务或应用程序直接应用。WAP 协议包括如下内容：

·WAE(Wireless Application Environment)是一个融合了 WWW 和移动通信技术的通用应用开发环境。它含有微型浏览器、WML 、WMLSCRIPT 解释器等功能，主要目标是建立一个兼容的环境，以便让运营商和服务提供者能够在各种各样的无线平台上高效和实用地建立应用程序和服务。

·WSP(Wireless Session Protocol)：无线会话层协议。为上层的 WAP 应用提供面向连接的、基于 WTP 的会话通信服务或基于 WDP 无连接的、安全或非安全的数据报通信服务。目前，无线会话协议由适合于浏览型应用(WSP/B)的服务构成。

·WTP(Wireless Transaction Protocol)：无线事务处理协议。提供一种轻量级的面向事务处理的服务，专门优化并适用于无线数据网。它提供三个级别的事务服务：不可靠的单项请求、可靠的单向请求和可靠的双向请求和应答事务。

·WTLS(Wireless Transport Layer Security)：无线传输层安全协议。是基于 SSL 的安全传输协议，为无线电子商务及无线加密传输数据提供加密、授权及数据完整性和拒绝服务等功能。这个模块由记录协议、握手协议、报警协议和改变密码标准协议组成。

·WDP(Wireless Datagram Protocol)：无线数据报协议。一种通用的数据传输服务，可以支持多种无线承载网络，向上层的 WAP 协议提供统一的服务，使安全层、会话层和应用层与底层的无线网络无关，能够相对独立地工作。

WAP 协议采用分层结构，这就使其他服务和应用能通过一组定义好的接口来使用 WAP 协议，外部的应用也可以直接接入到会话层、事务层、安全层和传输层。这样即使当前未被 WAP 协议指定，但只要被认为是对无线市场有价值的服务和应用，就可以利用 WAP 协议栈进行设计开发。另一方面，在传输网络上，WAP 可以支持多种传输方式，包括 SMS、GSM、高速电路交换数据业务 HSCSD、CDMA、TDMA 等，也可以支持未来的第三代移动通信传输方式。

1.3 当前 WAP 应用的局限性

目前 WAP 手机的应用主要受数据传输速率和上网费用的限制。首先，GSM 电路数据业务能提供的最高用户接入速率为9.6kbps，在这个速率上只能传送一些小数据量文本信息。而且由于无线网断线率高，连接很不稳定，用户经常要重新拨号，同时承担昂贵的通话费、因特网接入费和 WAP 业务服务费等，这些都阻碍了 WAP 的发展。但是最近第三代移动通信标准的确立、无线传输速度的提高以及相关技术的发展将有利于解决目前 WAP 应用中存在的弊端。

2. 无线通信技术

2.1 向3G过渡的数据传输技术

目前无线通信中已投入使用的高速电路交换数据(HSCSD)业务，把单个业务信道的数据速率从9.6kb/s 提高到14.4kb/s，并可把四条信道复用在一个时隙中，从而使数据经营者能够提供高达57.6kb/s 的传输速率，是当前数据传输速率的6倍。而由诺基亚开发的基于 IP 新技术的通用分组无线业务 GPRS，可以在一个载频或8个信道中实现捆绑，将每个信道的传输速率提高到14.4kbps，因此 GPRS 方式最大速率可达到115.2kbps。它提供端到端的、广域的无线 IP 连接，采用 TDMA 方式传输语音，分组的方式传输数据。这意味着用户总是在线且按流量计费，迅速降低了服务成本。这是一种介于2G 和3G 之间的技术，通常被认为2.5G 无线通信技术。它的进一步发展是通过增强数据速率改进 EDGE，将每个信道的速率提高到48kbps，因此能提供384kbps 的移动速率业务，而且只需在软硬件上作出少许相应改动，便可继续沿用现有 GSM 系统来支持移动多媒体服务，完全符合低成本高效益的理念。这三种技术都是向第三代移动通信过渡的技术。

2.2 3G 无线接口标准及特征

1999年在芬兰赫尔辛基召开的 ITU TG8/1第18次会议最终通过了第三代移动通信系统的5种无线接口技术标准：ITU-2000 CDMA DS—— WCDMA；ITU-2000 CDMA MC—— CDMA2000；ITU-2000 CDMA TDD—— TD-SCDMA 和 UTRAT TDD；ITU-2000 TDMA SC—— UWC－136；ITU-2000 TDMA TDD——DECT。

显然，第三代移动通信系统将会以宽带 CDMA 系统为主，所谓 CDMA，即码分多址技术。移动通信的特点要求采用多址技术，多址技术实际上就是指基站周围的移动台以何种方式抢占信道进入基站和从基站接收信号的技术，移动台只有占领了某一信道，才有可能完成移动通信。第三代移动通信系统的目标是：实现一个全球的移动综合业务数字网，它综合蜂窝、无绳、集群、移动数据、移动卫星等各种移动通信系统的功能，提供与固定电信网的业务兼容，集成话音和非话音业务。它意味着全球适用的标准、更大的覆盖面、更多的频谱资源以及更多的新型增值服务。它的基本特征是：

(1)必须满足在以下三个环境的三种要求。即：①快速移动环境，最高速率达144kbit/s；②室内环境，最高速率达2Mbit/s；③室外到室内或步行环境，最高速率达384kbit/s。

(2)具有在2GHz 左右的高效频谱利用率，且能最大程度地利用有限带宽，WRC 分配给 IMT－2000使用1885－2025MHz 和2110－2200MHz，其中1885－2025MHz 是上行频段，2110－2200是下行频段。

(3)具有与固定通信网络相比拟的高话音质量和高安全性。

(4)语音只占移动通信业务的一部分，大部分业务是非话数据和视频信息。

(5)具有根据数据量、服务质量和使用时间为收费参数，而不是以距离为收费参数的新收费机制。

2.3 3G 系统结构

3G 移动通信系统主要由4个功能子系统构成，它们是核心网(CN)、无线接入网(RAN)、移动台(MT)和用户识别模块(UIM)，其中无线接入网将采用 ITU 通过的五种接入标准，而核心网将从2G 的电路交换方式过渡到高速电路交换和分组交换方式。第三代核心网包括移动交换网和业务服务网，前者完成无线网同固定网(如 Internet、IP 数据网、ISDN 和 PSTN)的互通互连和终端移动性能管理的功能，后者则向移动用户提供与固定用户所能获得的相同业务和服务质量，如为用户提供电子商务、网络管理、计费、呼叫等服务。核心网各家族成员间通过 NNI 进行通信，这是保证移动用户互通和漫游的关键。3G 的系统结构如图3所示。

(下转第31页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

之前，首先会将大的数据块拆分成相同大小的较小的报文（一个报文称为一帧），帧的大小小于 MTU（最大传输单元），这种方式就被称为应用层成帧。应用层成帧的优点在于避免了由于数据块过大在 IP 层被二次切分（被切分为小于 MTU 报文），而且每一帧数据都有唯一的标识，这样当应用层发现数据丢失时，可以具体地指定某一帧的重传而不需要原来的整个数据块的重传，这样就极大地减少了修复报文的数量；而且由于每一帧中都包含该帧在整个数据块中相对的位置，因此用户可以首先处理已经收到的数据，而不必等待整个数据块中全部帧的到达，这就减少了接收者的等待时间。这也就是上面提到的限制 session 以及 request 报文大小的原因。值得注意的是 repair 报文只是修复一帧的数据，而不是整个数据块。这是因为采用了 ALF 技术，请求报文不必请求整个绘制报文数据块的重传，而只需请求绘制报文数据块的某一帧的重传。

参考图2，我们可以进一步分析以下原有 SRM 的拥塞控制策略。

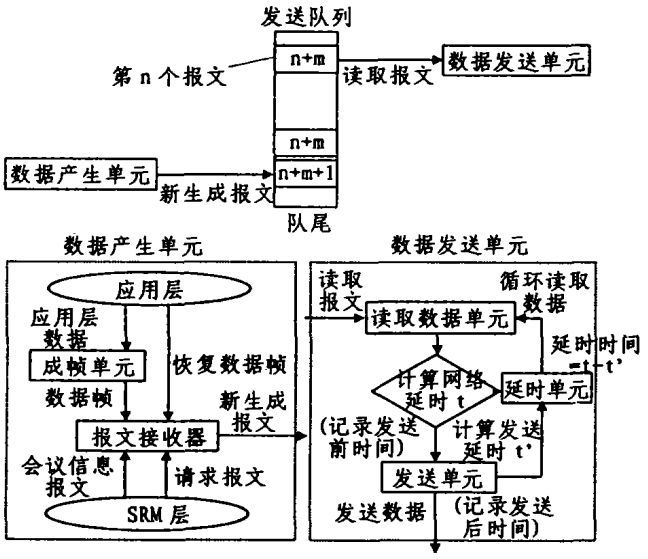

图2　原有 SRM 报文发送速率控制图

如图2所示，数据产生单元将新产生的报文不断地加入发送队列的队尾，而发送单元则不断地从队列头读取数据，并将数据按规定的速率发送出去。

在数据产生单元中，由应用层产生绘制报文和修复数据帧，其中大块的绘制报文会在应用层成帧单元中被拆分为小的数据帧，SRM 层则产生会议信息报文和请求报文，四种数据流通过报文接收器汇集起来，然后被加到发送队列的队尾。

在数据发送单元中，数据的发送是一个不断循环的过程：首先读取单元从发送队列中读出一个报文，根据当前的发送速率上限和报文的大小计算出该报文到达接收方应需的时间，即网络延时，再将数据提交给发送单元，由发送单元将数据发送出去。发送前后的时间值都会被记录下来，两者的差值被称为发送延时。之后会进入延时等待阶段，延时的时间为网络延时减去发送延时，其目的是保证报文的平均发送速率为发送速率上限，延时结束后进入下一次发送循环，读取单元又可以读取下一个数据报文。

3. 面向电子白板的拥塞控制机制原形 SRM-NEW 的实现

现有的组播拥塞控制策略主要可分为基于窗口控制和基于速率控制两种。其中基于速率的控制策略是采用一个 TCP 稳态速率公式来控制发送者的发送速率，这种方法和目前 SRM 的拥塞控制策略很相似，可以认为现有的 SRM 采用的是一种简单的基于速率的拥塞控制策略，只不过其发送报文的速率值是一个常值。而我们所要做的就是通过 TCP 稳态速率公式所反映的网络拥塞状况，动态地调整报文的发送速度，实现一种基于速率的可靠组播的拥塞控制。

基于速率的拥塞控制首先是在单播中实现的，S. Floyd 等人提出了一种 TFRC[2]（TCP Friendly Rate Control）算法，该算法以 Padhye 等人提出的 TCP 稳态速率公式[4]为基础，计算出一个 TCP 流在当前相同网络情况下（当前的 RTT 时间、报文丢失率、超时时间等情况下）的稳态的平均速率，发送者根据此速率值来调控自己的 TFRC 流发送速率。这样就可以使一个 TFRC 流的平均速率和 TCP 流在相同网络状况下的稳态速率相近，以达到和 TCP 流的友好性。TFRC 这种算法是成功的，而且已经提交为 IETF 的草案[7]。

S. Floyd 等人随即又提出了面向组播的基于速率的拥塞控制策略—TFMCC[3]。该策略仍采用 Padhye 的速率计算公式，但是 TFMCC 并没有提出一个明确的组播的拥塞控制的解决方案，而只是提出了一个大体的框架，其作者也不建议在 TFMCC 的基础之上开发任何应用。所以要根据 TFMCC 来设计面向 SRM 的拥塞控制策略是有一定的差距的，但可作为参考。

文[6]中提出了一种 SRM-TFRC 算法，其主要是针对 SRM 算法提出了一种基于公式的组播拥塞控制策略，该策略在模拟器中得到了很好的证实，对本文也有很大的借鉴作用。

我们将本文所提出的算法原形称为 SRM-NEW（SRM New Extension for Whiteboard），下面将具体地介绍 SRM-NEW 中的基于速率的拥塞控制的算法。

3.1　速率的计算

3.1.1　*速率计算公式*　基于速率的拥塞控制的基础是一个模拟 TCP 稳态速率的公式。目前为止较为准确的是 Padhye 等人所提出的公式，其公式如下：

$$B(l)=S/(t_{RTT}\sqrt{\frac{2bl}{3}}+t_0\min(1,3\sqrt{\frac{3bl}{8}})l(1+32l^2))$$

其中 B 是发送者所占用的带宽，亦即发送速率，s 是 TCP 的报文大小，l 是丢失率，t_0 是超时时间，t_{RTT} 是 RTT 时间，b 为一个应答报文所代表的接收到的报文数，b 一般为2。通过此公式就可以计算出一个 TCP 流的稳态的发送速率。

每个接收方就是根据此公式来计算应反馈的速率的值。由于 SRM 中采用了应用级成帧的技术，每个发出的报文大小是基本相同的，s 的取值为一个数据帧的大小，其他几个参数的获取将在下面的部分进行介绍。SRM-NEW 中将采用此公式。

3.1.2　*RTT 时间的估算*　现有的 SRM 中 RTT 是通过 session 报文所捎带时间信息计算得知的。

如图3所示，假设发送者 A 是一个新加入组播组的成员，他不知道到别人的 RTT 时间的值，而其他人（以接收者 B 为例）同样也不知道到 A 的 RTT 时间的值。在 SRM 中，发送方 A 会在会议信息报文中加入报文的发送时间。如图所示，发送者 A 在 t_0 发送了报文 p_0，p_0 中带有发送时间 t_0。接收者 B 在 t_1 时刻接收到了该报文，由于 SRM 中没有采用同步时钟，因此 t_1-t_0 并不是两者之间的真正网络延时（时间距离），并且注意 t_1-t_0 有可能为负值。接下来接收方 B 会在 t_2 时刻发送另一个