

群组通信模型及运输协议映射*

潘建平 顾冠群

(东南大学计算机系 南京 210096)

摘要 新型网络应用要求通信协议提供多点投递和相应群组管理功能,同时,高速传输服务和新型网络层协议也开始具有数据多点传输和简单群组控制能力,跨越两者的运输层协议,从而又重新成为学术研究和标准化的热点和趋势。文章主要描述建立群组通信抽象模型的过程和结论以及参照新型运输协议 XTP (express transport protocol)和计算机会议应用的模型映射和评价。

关键词 计算机网络,运输层协议,群组通信,抽象模型,快捷运输协议。

中图分类号 TP393

以分布多媒体和分布式处理为代表的新型网络应用要求通信协议具有多点投递和相应群组管理的功能。^[1-3]此外,以 FDDI-II (fiber distributed data interface-II), DQDB (distributed queuing dual buses) 和 ATM/B-ISDN (asynchronous transfer mode/broadband-integrated services digital network) 为代表的高速数据传输服务也开始具有多点投递的能力。^[5]然而,传统协议(如 DoD/TCP (department of defence/transmission control protocol) 和 ISO/OSI (International Standardization Organization/Open Systems Interconnection 协议),特别是运输层和网络层协议,在它们设计和标准化的时期由于没有出现类似的应用需求和传输服务,都没有考虑将下层的多点投递能力向上层协议和应用反映,也不可能提供相应的群组管理功能。

IP 多点投递主机扩展^[6]、多点投递路由^[7]和 IPv6^[8]的出现,使得网络层具有段到段(Hop-by-Hop)的多点投递能力,IGMP^[9]协议也使得网络层具有简单的群组管理功能。这样,应用需求和传输服务的双重压力直接作用到运输层(如传统的 TCP^[3]和 TP^[10]协议),也就是要求通信协议提供端到端(End-to-End)的多点投递能力及可靠的群组管理功能。新型运输层协议的出现^[11-13]和标准化^[14]使得群组通信模型的研究具有格外重要的理论意义和实践价值。

本文给出的是对于群组通信(如多点投递和群组管理)框架模型的建立及对于新型快捷运输协议 XTP (express transfer protocol)^[15]和多媒体计算机会议应用进行映射的研究。由现实世界群组活动分析,获得所需框架的概念模型;再将所得概念转化到协议结构范畴的抽象模型;通过协议和应用映射解释抽象模型、特定协议和具体应用的对应关系以及最后的相关评述。

1 现实世界的群体活动

我们考察典型的学术会议,作为群体活动的建模对象,如图 1 所示。每个会议都具有确定的主题、可供标识和寻址的名称和地址。会议发起者准备各种所需条件,通知和邀请参与者加入,维持和引导会议各种活动进行。参与者通常需要注册,让发起者或其他参与者了解他的存在,当然也可作为匿名者。参与者可以在会议开始之前或进行之中加入;

在会议结束之后或尚未结束之时离开。发起者根据参与者的具体兴趣,将会议划分成多个并行或串行的具有标识的专题讨论,为每个讨论指定(或选举)1个或多个主持者,某个参与者可能同时属于几个不同的专题。对某个发言者的讲演,该专题的某些参与者可能根本不感兴趣,或仅了解而已,再则,愿意和发言者进行交流,甚至多个参与者之间的交流,参与者可担当发言者、主持者甚至发起者等不同角色。某个讲演、专题讨论和整个会议都会由于

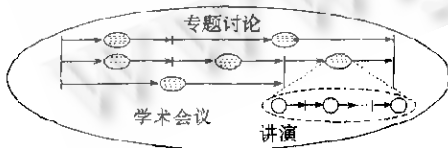


图1 典型会议的群组活动

* 本文研究得到国家自然科学基金、国家 863 高科技项目基金和江苏省自然科学基金资助。作者潘建平,1973 年生,博士生,主要研究领域为高性能计算机网络体系及协议。顾冠群,1940 年生,教授,博士生导师,主要研究领域为计算机网络,分布式处理和 CIMS。

本文通讯联系人:潘建平,南京 210096,东南大学计算机系

本文 1997-01-16 收到原稿,1997-07-18 收到修改稿

特定参与者的动作(如迟后加入或提前离开)而产生变化过程。

现在可以概括几类群体活动:会议、专题和讲演,几群组成员,如发起者、参与者、主持者、发言者和倾听者等。通常 1 个会议包括多个并行或串行的专题,而每个专题在某一时刻通常仅有 1 个讲演,成员资格是针对不同活动而言的,如会议的发起者和参与者、专题的主持者及讲演的发言者和倾听者等。显然活动和成员是构成完整群体活动的两大要素。

2 群组通信的抽象模型

类似地,群组通信也涉及 3 个层次:群组关联 GA(group association)、多点对话 MC(multicast conversation)和数据传输 DT(data transmission)。一个关联可包括多个对话(如 A, B 和 C),每个对话在任一时刻具有一个活跃的单向(如 A)、双向(如 C)或多向(如 B 所含数据流)的数据传输。如同会议的特定主题,维系群组关联的是参与各方相同的群组名称(Group Name)或地址(Group Address)和参与兴趣。关联成员使用 T-SAP-ID 标识,可能加入一个(如 e)或多个对话(如 a, b, c 和 f),也可能不参加任何对话(如 d)。图 2 给出仅存在一个群组关联的情况,也就是每个 TSAP 仅包含一个 GA 端点标识 GA-EP-ID;每个 GA 端点可以有多个 MC 端点标识 MC-EP-ID。不同活动存在不同角色的群组成员(Group Member)。群组关联有召集方(Calling)和应答方(Called);多点对话则有发起方(Initiator)和响应方(Responder);数据传输有发送方(Sender)和接收方(Receiver)等。不同成员角色之间的相互变化同样也会影响整个群组各种活动的进行。

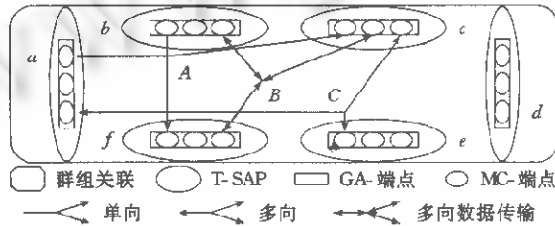


图2 群组活动

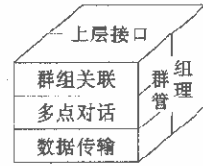


图3 群组通信模型

图 3 是群组通信的抽象模型,从下而上依次是传输、对话和关联 3 层;另一侧面则是群组管理 GM(group management),分别承担群组通信的活动安排和成员管理,向上侧面则是和上层协议的应用接口。依据不同的群组活动,群组管理的某些部分可分为传输管理 DT-GM,对话管理 MC-GM 和关联管理 GA-GM 这 3 个子层。下面我们将逐个描述模型的各个侧面和不同层次。

2.1 数据传输

群组通信多点数据传输有单向(1 个发送方和多个接收方)、双向(1 个发送接收方和多个接收方)及多向(多个发送接收方)3 种类型^[3],见表 1。单点数据传输为上述各类的特例。这里的方向指的是所含数据的流向,即使在单向数据传输中也会有反向的控制反馈。由于双向和多向的数据流都可以通过单向数据流构造而成,因此,这里仅讨论单向多点数据传输。

表 1 群组通信的数据传输

	流向	作用	投递类型
数据传输	S→R	传输数据分组	多点投递
数据重发	S→R	数据应答超时或否定应答后重发分组	多点投递(缺省) 单点投递*
控制请求	S→R	请求接收方返回控制,接收方离开强制	多点投递(缺省) 单点投递*
控制反馈	R→S	返回接收控制(加入、离开、差错、流量、速率等)	单点投递(缺省) 多点投递**

*仅在控制反馈后可行 **对本地化重发控制和接收方邻居发现有用作

单向数据传输提供将数据从 1 个发送方传输到多个接收方所需的协议机制,而具体的控制策略由多点对话进行选择。除了具有不同的投递语义以外,单点数据传输使用的协议机制,如差错控制、流量和速率控制等内容大都能够适应多点投递数据传输。^[16]协议机制涉及的信息交换有:发送方到接收方的数据和数据重发及控制请求以及接收方到发送方的控制反馈。前三者通常使用下层协议的多点投递能力,如果没有控制反馈,发送方没有办法了解接收方的存在,一旦接收方控制信息返回后,发送方就可使用单点投递,将数据重发和控制请求投递到指定的接收方。通常,控制反馈使用下层协议的单点投递能力,也可使用多点投递,使差错重发等协议控制局部化,其他接收方可以从分组的源

地址区别控制请求和控制反馈,若是后者,可使某个接收方了解接收方集合的其他邻近成员.

数据传输的群组管理 DT-GM 是为了发现接收方集合的特定成员,如初始接收方、迟后加入方、提前离开方和接收迟缓方.但发送方并不处理获得的信息,而是递交给上层的多点对话,并执行对话返回的决策.初始接收方成员根据控制请求所得到的反馈获取,接收方将随机后退一段时间以避免反馈信息汇集阻塞发送方.迟后加入方和提前离开方通过主动反馈提示发送方.除此之外,发送方需要通过控制请求和反馈交互发现那些处理过于缓慢(或悄然离开)的接收方,并提示对话控制是否需要发出控制请求,将这些接收方从活跃接收方集合开除.

2.2 多点对话

对话发起方将负责建立、维护和释放多个相继的数据传输过程.选择数据传输的发送方和传输质量之后,发起方需要通知发送方关于连接管理、差错控制、流量控制、速率控制和质量控制的策略.此外,发起方还仲裁异构接收方集合在上述机制协商时返回的不同参数值,并将最终决策的结果通知发送方执行.随着接收方控制反馈,发送方将初始的成员集合通知多点对话.在数据传输过程如有成员迟后加入或提前离开,发送方获悉后也会通知多点对话.如果发送方发现某个接收方过于缓慢以致影响数据传输的进行.发起方得到指示后需要决策是将这个接收方剔除,还是要求发送方继续尝试,最大程度地接纳这个接收方.某个数据传输结束后,发起方将暂时停顿或继续建立下一个可能的数据传输,直至整个对话结束.

为了保证活跃对话的进行,多点对话的群组管理 MC-GM 需要维持对话活跃拓扑一致 MC-ATI(MC active topology integrity)和对话活跃成员一致 MC-AGI(MC-active group integrity).MC-ATI 是指,随着动态接收方的加入和离开,当前数据传输是否能够维持多点对话所需的拓扑结构,如单向、双向或多向的结构能否维持.MC-AGI 指的是数据传输是否满足多点对话的成员关系,如至少、至多、关键、指定或所有对话成员在数据传输担当角色的维持.如接收方数据少于指定的数目、或发送方要求离开,对话控制就需要中止当前数据传输.若 MC-ATI 或 MC-AGI 失败,多点对话将指示群组关联决策.群组关联可能调整原有条件以维持对话继续进行,也可能撤除现有的活跃对话.

2.3 群组关联

群组关联召集方负责创建、维护和撤除多个并行、串行或混合的多点对话.对话间可能存在一定的顺序制约关系,某个或某几个对话撤除后,关联将可能创建 1 个或多个新的对话.选择某个特定多点对话的发起方和对话策略以后,召集方将通知发起方关于对话特性、数据传输序列和对话质量等.新创建的多点对话再将关联给出的对话特性和质量转化为数据传输具体的控制参数.某个活跃对话的拓扑和成员发生改变,导致一致性条件无法满足时,群组关联得到指示,以决策是撤除这个对话,还是修改原有的条件以最大程度地适应拓扑和成员的动态变化.与多点对话的数据传输建立和释放过程不同,群组关联需要同时维持多个并行或串行的多点对话.因此,还需要仲裁不同多点对话的 MC-AGI 和 MC-ATI 的潜在冲突.

群组关联的群组管理 GA-GM 含有群组活跃拓扑一致(GA-ATI)和群组活跃成员一致(GA-AGI).GA-ATI 是指,串行、并行或混合的多点对话是否满足群组关联的要求,如维持两个、多个或指定多点对话的共存关系和衔接次序.一旦某个关键的多点对话中止,以致其他对话无法进行和继续,将导致整个群组关联的拓扑失败.GA-AGI 是指维持至多、至少、关键、指定或所有关联成员在不同多点对话的角色承担.如果群组关联指定的多点对话发起方退出某个会话,又无法选择和指定新的发起方,将造成某些对话甚至关联成员失败.一旦 GA-ATI 或 GA-AGI 失败,群组关联只有指示群组管理决策,后者可能调整和解散整个群组关联.

2.4 群组管理

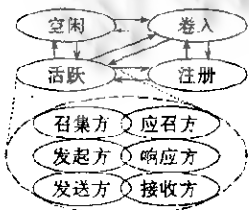


图4 群组成员角色变迁

数据传输、多点对话和群组关联的群组管理面向不同层次的群组活动,如图 4 所示.此外,群组管理还有全局的成员管理,如整个群组关联的召集和解散等.某个成员可以从空闲状态加入关联,成为卷入成员,登记成为注册会员,然后通过加入活跃的关联、对话以后,成为活跃成员;也可以不必注册,直接作为匿名的活跃成员存在.群组管理必须了解每个群组成员在各种群组活动承担的角色,如通过全局注册、指派或推选了解关联的召集方、对话的发起方和传输的发送方.通过每个层次的管理代理,如数据传输通过控制反馈获得接收方集合,多点对话和群组关联通过群组成员的加入和离开获悉当前的活跃成员,此外,需要根据相应的 MC-AGI 和 GA-AGI 一致性条件调整和裁剪对话和关联成员.

群组管理将采取不同的成员管理策略.如是否允许数据传输、多点对话和群组关联具有动态加入和离开的成员,如允许未经注册的成员加入活跃对话和关联等.群组管理还规定不同的一致性和质量维护策略,如完全保证或尽力而

为就是两种典型的维护策略.表 2 概述了群组通信模型的协议要点.

表 2 群组通信的模型要点

群组活动	成员角色	成员动作	层次的群组管理
数据传输	1. 发送方 2. 接收方	1. 数据传输、重发和控制请求 2. 数据接收和控制反馈	发现初始、后入、先出和迟缓的接收方
多点对话	1. 发起方 2. 响应方	1. 建立、维护、释放数据传输 2. 至少参与一个数据传输	维护对话拓扑和成员一致
群组关联	1. 召集方 2. 应召方	1. 创建、维护、撤除多点对话 2. 至少参与 1 个多点对话	维护关联拓扑和成员一致
群组管理	群组成员的管理,群组关联的召集、维护和解散		

3 新型协议和具体应用映射

3.1 XTP 运输协议映射

传统的运输层协议,如 DoD 的 TCP^[9]和 ISO 的 TP^[10]协议都没有多点投递和群组管理功能,因此,我们选择新型的 XTP^[15]协议进行抽象群组通信模型映射.XTP 吸收许多传统和新型协议的优点,又具有自身鲜明的特色,通常被称作是个“集大成”的协议,也是最早支持可靠多点投递和群组管理的通用运输协议.XTP 采用分离协议机制和控制策略作为指导思想,也就是协议本身仅提供独立的协议机制,而由上层协议选择合适特定网络和应用的控制策略.

XTP 几乎具有抽象模型在数据传输层次的所有功能.XTP 本身支持单向的多点投递,但可以通过构造获得双向和多向的多点投递.单点投递的协议机制,如连接管理、差错控制、流量控制、速率控制和质量控制,基本都能够适应多点投递.^[16]XTP 的数据传输、重发和控制请求、反馈都是基于多点投递的.连接建立的 FIRST 分组可以携带 SREQ 控制比特,触发接收方返回控制信息以及连接和质量参数的协商等.获得某个接收方反馈以后,发送方可以使用单点投递,向这个接收方重发数据或控制请求,还可以使用基于“漏桶”或列表的算法保证数据发送的可靠性.迟来的接收方通过多点投递的 JOIN 分组要求加入,除了发送方外,其他接收方都不会处理这个分组;发送方通过单点投递的 JOIN 分组接纳要求加入的接收方.通过携带 END 控制比特的分组,接收方可以通知发送方提前离开.发送方通过定期 SREQ 或 EDGE 控制比特,要求接收方返回控制信息.如果某个接收方在 SREQ 相关的 WTIMER 超时之前没有返回控制,则发送方发起中止数据传输的同步握手过程,经过若干次同步握手以后,如果仍然没有控制返回,发送方就认定这个接收方或者处理过慢无法适应,或已离开,将给出携带 END 控制比特的单点投递分组给这个接收方,通知其已被发送方从接收方集合除去.

此外,XTP 具有抽象模型在多点对话层次的部分功能.XTP 发送方也是对话发起方,而且 XTP 的对话仅含有一个数据传输过程,也就是,对话和传输同时建立也同时释放.XTP 具有一次分组握手隐式连接建立能力,在 FIRST 分组离开发送方以及该分组到达处于倾听的接收方时,发送方和接收方就分别认为连接建立.FIRST 分组可以携带用户数据直接投递,也可以携带连接和质量参数在发送方和接收方之间协商.XTP 协议本身没有规定数据传输的控制策略.通过发送方和接收方的控制请求和反馈,XTP 能够获得 ATI 和 AGI 一致性的状态.由于同样的原因,XTP 也没有进行一致性控制,而是将其留给上层协议处理.由于抽象模型的群组关联层次主要涉及协议机制控制策略,因此,XTP 没有对应的部分.事实上,XTP 将部分多点对话和群组关联、群组管理,全部看作是上层协议完成的功能.

通过协议映射,我们发现 XTP 协议由于过分强调协议机制和控制策略的分离,仅仅涉及抽象模型下层的数据传输和部分多点对话,因此,它不是一个完整支持群组通信的运输层协议.许多基于 XTP 的研究工作,如 ESPRIT 5341、BERKOM 和 RACE 2060 等在支持群组通信应用时,都不同程度地在 XTP 控制策略方面进行扩展和增强.但是,由于缺乏完整统一的群组通信模型,这些扩展通常只是补充 XTP 多点对话方面的缺陷,而没有考虑群组关联多个对话之间的同步和协调控制.我们将多点对话间同步和协调作为群组关联层次主要的研究内容.另外,群组关联和多点对话的活跃拓扑一致性和活跃成员一致性是群组管理的主要表现形式,而群组管理则是传统的单点通信和新型群组通信的主要区别之所在,也是新型运输层协议研究和标准化的重点和难点.传统协议的完全顺序(如 TCP 协议)和完全无序(如 UDP(user datagram protocol)协议)无法反映群组通信多点对话可能存在的串行、并行和混合情况,特别是某些对话(如视频对话和相应的伴音对话)之间和内部的同步协调需要在群组关联层次完成.

3.2 计算机会议应用

计算机会议^[1]是新型分布多媒体网络应用的一个典型代表.借助具有多媒体能力的计算机和通信设施,不同地域

和空域的人们仿佛可以面对面地使用文字、图形、图象、语音和视频相互交流以及共享窗口、白板甚至具体应用等。计算机会议应用广泛,一直以来,有许多计算机工作者在这个领域开展研究,若将计算机会议映射成群组关联,则会议系统的多个语音、视频或白板应用可以看作多个并行、串行或混合的对话,这些会话可能预先设置,也可以动态生成和调整。白板对话将不断地交替控制权限,可认为具有多个相继的数据传输过程,这种数据传输也具有各种不同形式。参与计算机会议的成员可以动态加入或离开某个对话甚至整个关联,但对于计算机会议成员而言,不仅需要获得当前的数据传输,还需要获得之前发生的所有或部分数据传输,以获得一致的成员状态。比如,对于 X 窗口的初始化和命令序列等。对于计算机会议,成员的群组管理有着更加重要的意义。

传统 TCP 或 TP 协议由于没有多点投递和群组管理的能力和功,因此,计算机会议研究一直停留在应用控制以提高会议性能和效率上,比如,在单点投递协议之上通过应用控制,设置转发交换结点,以支持会议系统多点投递的特性。这些工作在灵活性和可扩展性方面都受到极大的限制。基于 IP 多点投递的 Mbone(multicast backbone)促进新的会议应用,如 ViC(video conferencing),WB(white-board)的出现和广泛应用。但是,这种多点投递通过网络层协议提供,使用功能简单的无连接 UDP 协议等支持具体应用,缺乏合适的运输层协议支持和可靠的群组管理。尽管无连接服务容易维护也较为强壮,但是,面向连接的协议更加适合给分布多媒体这些连接时间较长的应用提供更强的控制能力,如通过接纳控制、资源预留、动态监测等方法提供可靠和有保证的服务质量。

4 相关的工作

群组通信是我们进行高性能计算机网络及协议研究的一个重要内容。我们选择 XTP 作为协议研究的出发点和核心,相关的工作涉及新型应用通信需求和高速网络传输服务的分析以及 XTP 与传统 TCP 和 TP 协议机制的比较研究。群组通信和质量控制是新型运输协议的两个重要特征,尽管 XTP 具有群组通信和质量控制所需的协议机制,但 XTP 的设计思想分离协议机制和控制策略,因而认为所需的控制策略由上层协议所提供。以 XTP 为核心模型的 ECTS(enhanced communications transport services)^[14]得到 ISO/IEC(International Electrotechnical Commission)的承认,进入委员会草案 CD(committee draft)13252 的标准化阶段,ECTS 也得到 Internet IETF 重视,作为 TCPng 协议的设计模型。因此,建立群组通信抽象模型,填补新型运输层协议和网络应用之间一旦会聚,控制就变得非常急迫和重要的问题,这也是我们正在进行的研究,此外,还在进行应用控制、同步协调和质量控制的研究以及支持群组通信和质量控制的运输层协议在异构环境的实现等。

5 结束语

通过对现实世界群组活动的观察建模,我们得到群组构成活动和成员两个重要元素。在网络协议的结构范畴,我们将群组通信划分成为群组关联、多对话和数据传输 3 个层次以及群组管理侧面。每个层次的实体负责下层活动的策略控制以及维持本层活动所需的协议机制,并在必要的时候指示上层实体依据当前状况给出控制决策。群组管理涉及各层实体的质量和一致性控制、群组成员在整个群组活动的角色承担以及整个群组通信的维护。通过对于 XTP 协议和计算机会议应用的映射,揭示模型、协议和应用之间的对应关系以及当前新型协议在支持计算机会议等群组通信应用所存在的一些的问题和可能的解决方法。

参考文献

- 1 Leopold H *et al.* Distributed multimedia communication system requirements. In: Danthine A ed. The OSI/95 Transport Service with Multimedia Support. Berlin: Springer-Verlag, 1994. 64~81
- 2 Strayer T *et al.* XTP as a transport protocol for distributed parallel processing. In: Parsghian F ed. Proceedings of USENIX Symposium on High-Speed Networking. Oakland, Canada, August 1994. 16~23
- 3 顾冠群,潘建平等.一种适合事务处理的高速计算机网络运输层协议.见:CIMS-China'96 会议论文集.哈尔滨,1996.708~712 (Gu Guan-qun, Pan Jian-ping *et al.* A transport protocol for transaction processing in high-speed networks. In: 863/CIMS Experts Group ed. Proceedings of the CIMS-China'96. Harbin, 1996. 708~712)
- 4 Gu Guan-qun, Pan Jian-ping *et al.* Communication services and protocols to support cooperative work over high speed packet networks. In: Lin Zong-kai ed. Proceedings of the 1st International Conference on CSCW in Design. Beijing, May 1996. 242~250.
- 5 Copper C S. High-speed networks: the emergence of technologies for multiservice support. Computer Communications, 1991, 14(1):27~43
- 6 Deering S. Host Extensions for IP Multicasting. Internet RFC 1112, 1989. 1~17
- 7 Waitman D *et al.* Distance Vector Multicast Routing Protocol. Internet RFC 1075, 1988. 1~24
- 8 Deering S *et al.* Internet Protocol Version 6 Specification. Internet RFC 1883, 1996. 1~36

- 9 Postel J. Transmission Control Protocol. Internet RFC 793, 1980. 1~31
- 10 Open System Interconnection-Connection Oriented Transport Protocol Specification. ISO/IEC IS 8073, Switzerland, 1988
- 11 Watson R. Delta-t transport protocol; features and experience. In: Rudin H ed. Proceedings of the 1st Workshop on Protocols for High-speed Networks. Zurich, Switzerland, May 1985
- 12 Clark, D. NETBLT: A Bulk Data Transfer Protocol. Internet RFC 998, 1987. 1~21
- 13 Cheriton D. VMTP as the transport layer for high-performance distributed systems. IEEE Communications Magazine, 1989, 27(6):37~44
- 14 ISO/IEC. Enhanced Communication Transport Services and Protocols. JTC1/SC6 Committee Draft ISO/IEC CD 13252, Sep. 1996
- 15 顾冠群,潘建平等译.快捷运输协议规范 4.0(中文版).XTP 论坛,XTP-96-08,1996年6月
(Gu Guan-qun, Pan Jian-ping *et al* translated. Xpress transport protocol specification revision 4.0 (Chinese Edition). XTP Forum, XTP-96-08, June 1996)
- 16 潘建平.高速计算机网络新型运输层协议机制的研究和实现的设计[硕士论文].南京:东南大学,1996
(Pan Jian ping. Mechanisms study and implementation design on novel transport protocol for high-speed networks[M. S. Thesis]. Nanjing: Southeast University, Sep. 1996)

Model of Group Communications and Projection for Transport Protocols

PAN Jian-ping GU Guan-qun

(Department of Computer Science Southeast University Nanjing 210096)

Abstract Novel applications require multicast delivery and group management abilities from communication facilities. For high-speed transmission services and new network layer protocols have already provided some issues interested, research on transport protocols has become a hot topic again both in academy and standardization sectors. The group communication model which the authors get, the projections for lightweight transport protocols XTP and computer conferencing applications are described in this paper.

Key words Computer network, transport protocol, group communications, abstract model, XTP(express transport protocol).