

电子信息系统中信息传输控制技术

郭中宁, 孙文俊

(中国电子科技集团公司第二十八研究所, 南京 210007)

摘 要: 信息传输控制是决定信息正确传输的关键, 该文针对目前电子信息系统中信息传输的现状和特点, 提出构件化网络传输控制服务软件的设计方法, 采用相关信息传输控制技术, 建立信息传输组件架构和传输控制机制应用于工程实践。结果证明, 该技术设计解决了目前困扰信息传输的相关实际问题, 在提高信息传输的灵活性、实时高效性和可靠性等方面取得了明显的效果。

关键词: 网络传输控制服务; 信息传输控制; 构件

Information Transmission Control Technique in Electronic Information System

GUO Zhong-ning, SUN Wen-jun

(28th Institute, China Electronics Technology Group Corporation, Nanjing 210007)

【Abstract】 The Information Transmission Control Technique(ITCT) is the key to guarantee the information to be sent correctly without any error. This paper proposes a design method of setting up an elemental net transmission control service software focused on the current situation and features existing in nowadays electronic information transmission system. With the application of the above-mentioned ITCT, it establishes a relevant elemental structure in the information transmission system and transmission control system correspondently. A remarkable effect has been achieved after the ITCT is put into operation in a project. Results show that the ITCT not only efficiently resolves the actual problems troubling us in the system, but also tremendously improves the flexibility/efficiency/reliability in the duration of the information transmission for the whole system at the same time.

【Key words】 net transmission control service; Information Transmission Control(ITCT); component

1 概述

在电子信息系统中, 信息的互通是实现各类业务应用的前提, 由于受到通信传输环境的限制(如有线通信、无线通信、带宽、误码率及通信信道传输质量等), 基于以往信息互通对象及通信手段单一、业务应用与网络传输控制服务紧耦合的网络通信传输软件, 存在着信息传输可靠性差、适应通信信道能力不强、实时信息传输与分发能力不高等弱点, 已无法满足电子信息的实时传输与分发需求。

本文结合某工程的研制, 针对信息传输过程中所涉及到的新老系统兼顾、不同技术体制兼容、各种通信手段共存等特点, 采用了信息传输相关控制策略及技术, 通过构件化软件设计, 综合利用多种有线与无线通信手段, 研制出一种具有多功能应用、多协议支持、多路由自适应选择的网络通信传输控制软件, 实现了各类信息平台之间的信息传输与分发控制。

2 软件功能及架构

网络传输控制服务软件采用构件化设计方法, 实现系统中各类信息的传输与分发控制, 网络传输控制服务软件主要功能包括:

(1)链路控制管理: 负责全系统通信链路的设置和建立, 实现链路状态监测、链路自适应切换, 保证通信链路的可靠性和连续性。

(2)信息输入控制: 采用异步方式^[1]实时接收通信网络中各类信息, 负责信息解密、拆包、组装及校验等处理, 将正

确信息分发至业务应用软件进行处理。

(3)信息输出控制: 采用非阻塞方式^[1]获得输出信息, 根据信息类型与目的对象, 进行相关协议封装、缓冲管理, 分发至目标节点。

网络传输控制服务软件与其他业务应用软件相互独立, 通过封装各种与传输密切相关的操作, 包括信道管理、协议解析、信息分发、优先级控制、队列管理及信息安全等, 为业务应用软件提供统一的信息输入输出接口和透明的传输服务。

网络传输控制服务软件根据传输控制需求, 采用四层架构设计, 每一层均有相关的传输控制构件组成, 以增加传输控制服务功能的灵活性, 如图 1 所示。

(1)管理控制层: 提供信道状态的统一管理以及基于策略的信道选择。

(2)交换服务层: 提供交换协议的封装与解析以及基于设置的信息分发。

(3)传输服务层: 提供面向节点的信道监视与管理, 信息安全处理, 传输协议的封装和解析。

(4)系统接口层: 封装主机通信接口, 向传输服务提供统一的系统调用接口。

作者简介: 郭中宁(1960—), 男, 高级工程师, 主研方向: 指挥自动化系统总体设计; 孙文俊, 工程师

收稿日期: 2008-10-30 **E-mail:** golf_768@yahoo.com.cn

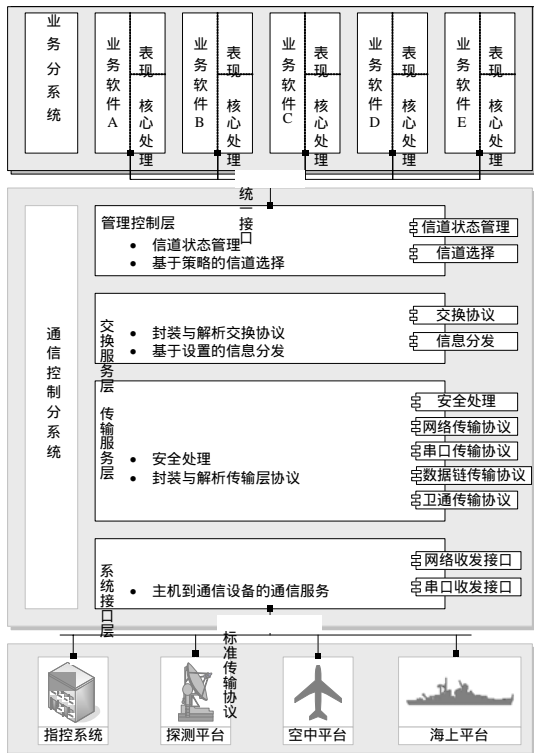


图1 软件组成架构

3 实施技术要点

3.1 功能模块松散耦合设计

网络传输控制服务软件功能模块，如信道状态监测、信道优选、协议封装与解析、信息分发、信息安全处理及各类设备驱动服务等均采用构件化设计，可根据需求选择配置^[2]。这种功能模块间的松散耦合设计改变了以往设计中功能模块间边界不清、依赖性强的紧密耦合限制，极大地增强了系统可重组性、可扩展性和可维护性。

系统集成人员可以根据系统规模、实际具备的通信手段选择安装与需求相关的功能构件，动态满足对不同报文格式、传输协议、传输对象及通信信道的信息传输要求。

各模块之间信息关系更加清晰，帮助系统维护人员更快更准确地定位和解决问题；单独维护某个功能模块，不会影响整个网络传输控制服务软件的正常工作。

3.2 信息传输的跨平台设计

传输控制软件所涉及的跨平台设计包括2部分：

(1) 软件跨平台移植

为了避免平台异构带来的复杂度，网络传输控制服务软件针对各平台不同的驱动机制和通信接口进行了封装，提供统一接口，一方面有利于软件的跨平台移植，方便软件版本在不同平台上的统一管理；另一方面有利于软件的代码结构清晰，方便后续的修改完善。

(2) 信息跨平台传输

由于各种平台对多字节数据类型高低位解释不同，网络传输控制服务软件如果按照默认的字序解释来自不同平台的数据包，将无法识别出正确的数据。因此，网络传输控制服务软件在制定对外接口的同时，对不同平台版本的软件在数据包输入输出之前增加预处理，将数据包中所有多字节数据类型的字段都统一为标准网络字节序。

3.3 多协议透明封装与解析

针对不同的信息传输协议和信息交换协议，网络传输控

制服务软件采用多个相对独立的协议封装与解析模块，实现协议封装与解析功能对业务应用软件的分离。处于同一层次的协议封装解析模块对外提供一致的输入输出接口，实现了多协议封装与解析对业务应用软件的透明化，简化了业务应用软件的核心理处理。

在信息传输过程中，主要涉及2个层面的协议：交换协议和传输协议。交换协议封装于应用层信息外，用以标识应用层信息的相关信息，如信息格式、信息类型、信息个数、信息组织形式等，对于一些简单的信息传输，交换协议也可以不存在；传输协议封装于交换协议外，用以完成信息帧传输过程，比如信息帧长度、信息帧类型、信息帧发送者与接收者等。透明多协议封装与解析过程主要在上层信息安全处理软件（如加密处理）或与信道相关的上述2个层面实现，在交换服务层中完成格式转换，交换协议的封装与解析，在传输服务层中完成传输协议的封装与解析。两个层面的操作相对独立，对本软件其他层面和业务应用软件透明。

(1)封装过程：管理控制层根据业务应用软件指定的接收者选择最佳链路，将链路选择结果和业务应用信息转至交换服务层。交换服务层根据信道要求或与接收者的约定完成信息格式转换、交换协议封装，将交换服务层信息转至传输服务层。传输服务层封装专用传输协议，并按信道特性形成信息帧，交付系统接口层发送至信道或信道终端设备。

(2)解析过程：传输服务通过系统接口层的系统接口接收数据，采用对应信道的专用传输协议解析该报文，解除其安全设置（如解密处理），去除传输协议，将剩余信息交付交换服务层。交换服务层根据信道要求或约定解析其交换协议，完成格式转换，并将信息分发至对应的业务处理软件。

多协议透明封装与解析过程如图2所示。

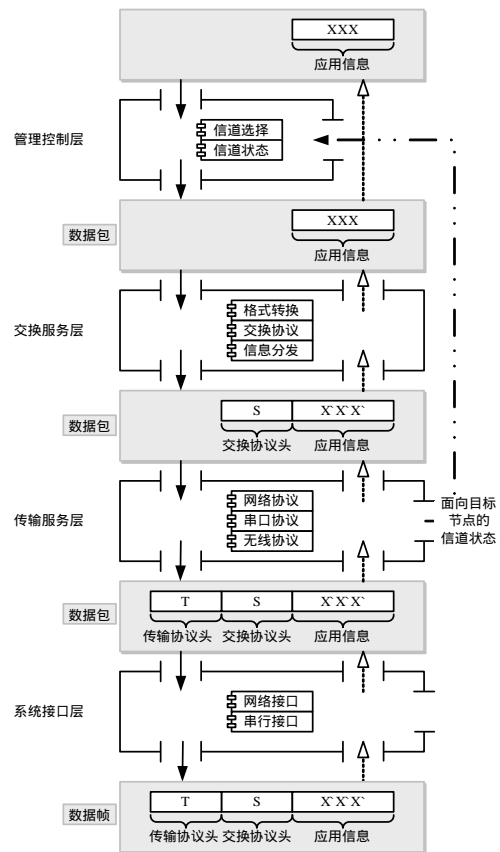


图2 多协议透明封装与解析过程

3.4 有序有效的信息发送

在采用低速信道传输数据时，往往会发生信息拥塞。通信控制软件摒弃了单一队列机制，将各类信息按重要性和紧急度划分为若干优先级，分别为每个优先级设置相对独立的缓冲序列，按照优先级由高到低的顺序，依次提取待发送信息。按优先级排序的机制使得重要信息到来时，可以按照其优先级的高低寻求一个较为合理的排队位置，得到尽可能优先的发送时机。同时采用流量控制，信息在进入排队时，新信息及时替代旧信息，排除缓冲区中排队过久、已丧失使用价值的旧信息，在具备发送条件时，从队列中提取信息发送，有效地解决了信息在不同带宽信道之间的拥塞问题。有序有效的信息发送如图3所示。

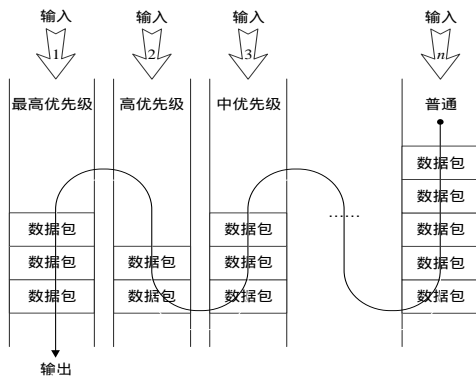


图3 有序有效的信息发送

3.5 可靠与实时传输相结合

电子信息系统对信息传输的实时性和可靠性有较高要求，对于实时性强的态势感知类信息通常采取实时传输方式，而对指令类信息，则采取可靠传输方式。无线信道由于其信道特性，传输质量受到很大制约，信息传送失败率较有线信道大许多，所以针对无线信道传输的可靠处理显得尤为重要。

(1) 三级缓冲机制

为了在同一信道上，既要保证实时信息的实时性又要增加重要信息的可靠性，在通信控制软件中创建了三级缓冲机制。一级缓冲为发送缓冲区，一帧数据包经过所有相关处理后存入该缓冲区，传输软件通过系统接口层将其直接发送到指定信道；二级缓冲为可靠报文等待区，可靠信息在存入发送缓冲区的同时存入该缓冲区，并在此等待对方系统的机器应答，如果应答没有在规定时间内到达，则立刻将数据包复制一份存入发送缓冲区，等待重发；三级缓冲为可靠报文的回执等待区，针对特殊的几类需要人工确认的可靠报文，收到机器应答后将其从二级缓冲区移入该缓冲区，取消重发，并继续等待对方操作人员做出的手动回执信息。

(2) 两套重发机制

在网络传输控制服务软件中同时存在着两套重发机制：限次重发和限时重发。对于大多数可靠信息，采用限次重发机制，每次重发的时间间隔根据信道的速率作相应的设置。信息发送有限次后仍无应答，则宣布发送失败。而对于有些时效性较强的重要信息，如果多次尝试发送却始终无法成功，反而延误了作战时机，因此，必须采用限时重发机制，在可容忍的时间内仍未发送成功，则直接反馈给业务应用软件，提示操作人员采取其他手段。为此，本文引入了“信息的有效时间”的概念。如果业务应用软件没有为信息特别设置有效时间，传输软件则采取限次发送；否则严格按照有效时间限时发送。

3.6 点对点发送与广播发送相结合

随着互连互通对象范围的扩大，需要信息共享的领域越来越广泛，而有些情况下信道资源却是有限的，单一的点对点发送方式无法适应这种矛盾，所以多播发送和广播发送方式成为应用的必然结果。针对信道的特征和应用需求，该软件采用了点对点、多播与广播相结合的发送方式。

多播以多播组为界限，多播数据包只在组内进行广播，只有加入了多播组，才具备接收多播数据包的能力。对于非组内成员，硬件在数据包到达IP层之前就将其过滤掉，从而实现了组内一对多的信息高效传输。多播组的成员可以通过申请实现动态地加入或离开多播组，自主决定是否接收多播数据包^[3]，而广播则是多播的一种特殊情况。

多播发送方式分为2种，一种是完全的信息共享，传递的消息是真正的共享信息，发送者将多播组看成一个独立接收者，按照点对点的方式，将信息直接发送给广播组；另一种是信息混包，发送者将多播组中多个接收者的待发信息按照优先级由高到低的规则混合在一帧数据包中，接受者收到后将需要的信息保留下来，将其他信息丢弃，这种做法的目的主要是为了节约信道资源，在相当有限的信道资源与相对较多的信息传输需求之间取得平衡。

3.7 报文分组与组合传输

对于大多数信道来说，数据帧过长容易导致传输成功率下降，数据帧过短则浪费了大量的信道资源。根据信道的传输能力与特性，分别设置长短报文的界限，并采用了长报文分组传输与短报文组合传输2种策略。

(1) 长报文分组传输

在传输协议的支持下，发送方将长报文拆为若干分组，分别封装传输协议，成为长度适宜的合法数据帧，并依次完成发送；接收方收到报文分组后，验证其有效性和正确性并暂时缓存，等待所有分组均到达后，拼装为完整数据包，再转交业务应用软件。对于一份需要可靠传输的长报文，如果一帧数据分组传输失败只需要将该分组重传即可。采用长报文分组传输，可大幅提高长报文传输的效率和可靠性，体现了长报文分组传输的优越性。

(2) 短报文组合传输

短报文的组合传输适合于信道资源较为有限的情况，某些信道带宽较窄，传输时机受限，发送者必须充分利用每次发送时机，每次发送尽量包含更多内容。在交换协议的支持下，发送者将多个短报文组合成一帧数据包，封装传输协议并完成发送；接收者收到后，将数据包进行分解，还原为若干短报文，分别转交给各自的业务应用软件。

3.8 信道链路自适应切换控制

各种通信资源在传输速率、可靠性、安全性方面都不可避免地存在差异，当系统平台同时具备多种传输条件时，通信资源管理则显得十分重要。为了使其更加灵活实用，该软件实行了信道链路自适应切换控制。

信道链路自适应切换控制是依据预先的通信组织方案，根据当前的通信资源状况和业务传输需求，实时地进行传输能力匹配，自动调配通信资源，保证信息端到端传输的实时性与可靠性，提高通信资源利用率。

在多条通信信道同时存在的条件下，根据通信信道质量高的优先采用，有线信道先于无线信道，网络信道先于串口信道等预先通信组织方案原则，通过对信道状态和信息选择

(下转第119页)