

TETRA 数字集群系统 SNDCP 层的设计与实现

乔鑫,孙昕

(北京交通大学电子信息工程学院,北京 100044)

摘要:为了满足 TETRA 数字集群用户对分组数据业务的需求,提出了一种 TETRA 数字集群交换机子网相关汇聚协议(SNDCP)的实现方案。在描述 TETRA 数字集群通信系统分组交换域架构的基础上,给出了 SNDCP 层的设计方案,并详细阐述了 SNDCP 层实现过程中的关键技术。基于 Telelogic TAU G2 集成开发平台和 Linux c 开发环境,利用 UML 语言与 C 语言开发了 SNDCP 实体,实现了 SNDCP 层的功能。在 TETRA 数字集群通信系统对 SNDCP 实体进行测试,测试结果符合 TETRA 数字集群系统空中接口协议标准,满足设计需求。

关键词:数字集群;交换机;SNDCP;分组数据

中图分类号:TP302.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)12-0020-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.12.005

Design and Implementation of SNDCP Layer in TETRA Digital Trunked System

QIAO Xin,SUN Xin

(School of Electronics and Information Engineering,Beijing Jiaotong University,
Beijing 100044,China)

Abstract:To satisfy TETRA digital trunked users' requirements for packet data service,a kind of implementation scheme of SNDCP layer in TETRA digital trunked switching is presented. Based on describing the architecture of the TETRA digital trunked communication system packet switched domain,the design scheme of SNDCP layer is given,and the key techniques of implementation of SNDCP layer are expositied. Based on the integrated development environment of TAU G2 and Linux c,SNDCP entity is developed by programming in UML and C languages,the functions of SNDCP layer are implemented. SNDCP entity is tested in TETRA digital trunked communication system,experimental results correspond with the TETRA digital trunked communication system air interface protocol standard,which satisfies the design requirements completely.

Key words:digital trunked;switching;SNDCP;packet data

0 引言

TETRA 数字集群通信系统提供了话音通信、短数据和分组数据等业务,广泛应用于公共安全、机场、港口和地铁等领域^[1-3]。分组数据功能允许移动台(MS)与外部数据网络之间通信,向集群用户提供 HTTP、WAP 和 FTP 等分组数据业务,并可灵活地进行二次开发来实现更多的无线指挥调度功能。

SNDCP 是 TETRA 协议栈的网络层协议,它提供分组数据服务,能够满足用户对高速率数据的需求,大大拓展了 TETRA 数字集群系统的功能,对 TETRA 数

字集群通信系统具有重要意义^[4-5]。

1 分组交换域架构

TETRA 数字集群系统分组交换架构包括移动台、基站(BS)、移动交换中心和 GGSN(Gateway GPRS Support Node)。图1为 TETRA 数字集群系统分组交换域架构。



图1 TETRA 数字集群系统分组交换域架构

收稿日期:2014-01-10

修回日期:2014-04-15

网络出版时间:2014-10-23

基金项目:北京市高校联合开发项目、北京交通大学基金项目(2012JBZ015)

作者简介:乔鑫(1989-),男,硕士,研究方向为专业移动通信;孙昕,教授,博士生导师,研究方向为专业移动通信、信息论以及数字信号处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20141023.1047.007.html>

MLE(Mobile Link Entity) 实体、SMDCP 实体和 SGSN(Serving GPRS Support Node) 实体位于移动交换中心。MLE 实体负责路由与转发分组数据业务的信令。SGSN 实体具有 GTP 隧道封装以及转发分组数据包的功能。GGSN 实体负责移动台 IP 地址的分配和内外网间 IP 包的路由与转发^[6-10]。

SMDCP 实体位于 MLE 实体之上,可以支持多种网络协议,具有 PDP 上下文激活与去激活、分组数据信道处理、分组数据传输的管理以及寻呼等功能。

2 SMDCP 层的设计

2.1 内部模块的划分

按照 SMDCP 层的功能将 SMDCP 实体划分为两个子模块:预处理模块和协议处理模块。预处理模块实现 MLE 层与 SMDCP 层之间上下行原语的处理以及 PDU 封装和解封装等功能,协议处理模块实现协议状态转换、分组数据传输的管理以及与 SGSN 实体通信的功能。预处理模块与协议处理模块之间通过信号进行通信。

2.2 预处理模块

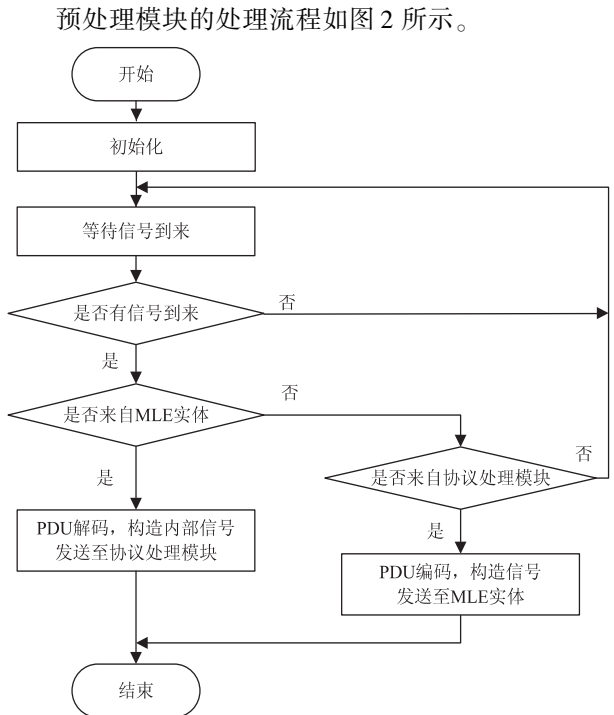


图 2 预处理模块的处理流程

预处理模块在接收到 MLE 实体的信号后,对携带 PDU 的信号按照 TETRA 标准进行 PDU 解码,构造相应的内部信号,发送至协议处理模块;在接收到来自协议处理模块的信号后,对相应 PDU 进行编码,构造其与 MLE 间的信号,发送至 MLE 实体。

2.3 协议处理模块

在协议处理模块中采用有限状态机来实现 SMD-

CP 实体的协议过程,其状态机如图 3 所示。

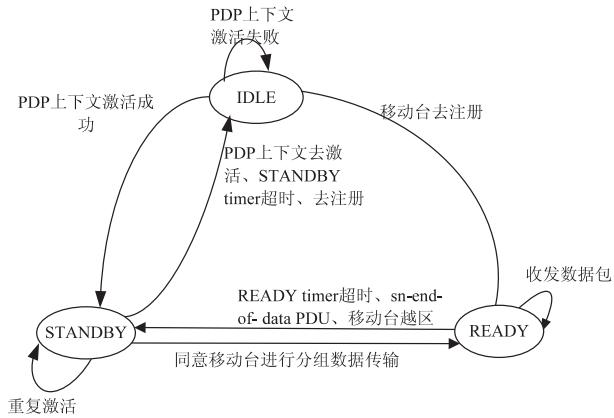


图 3 协议处理模块的状态机

移动台在使用分组数据业务之前,必须进行 PDP 上下文的激活,在 PDP 上下文激活过程中,对移动台的 PDP 地址、最大传输单元、首部压缩和数据压缩等参数进行协商。IDLE 状态是状态机的初始状态,此状态下不存在移动台的 PDP 上下文信息,在移动台第一个 PDP 上下文激活成功后,转移到 STANDBY 状态并开启 STANDBY 定时器。如果激活失败,则仍处于 IDLE 状态。

在 STANDBY 状态下,移动台可以请求数据传输,交换机中 SMDCP 实体可以对移动台进行寻呼或者指示移动台进行数据传输。如果移动台重复进行 PDP 上下文激活,则状态机维持 STANDBY 状态不变。当 SMDCP 实体同意进行分组数据传输并将移动台指配到分组数据业务信道(PDCH)上时,状态机进入 READY 状态。

在 READY 状态下,SMDCP 实体收发移动台的分组数据包,数据传输开始。READY 状态定时器超时、移动台越区或者移动台请求结束数据传输时,状态机由 READY 状态回到 STANDBY 状态。当移动台的 PDP 上下文去激活或者移动台去注册后,状态机由 READY 状态转移到 IDLE 状态。

3 SMDCP 层的实现

3.1 开发环境

为了便捷、高效地进行 SMDCP 层的开发,选用 Telelogic 公司的 TAU G2 作为软件开发平台。TAU G2 软件基于 UML、SDL 等语言和注记方法,采用模型开发驱动模式,广泛用于设计、运行和测试实时系统,它可以由可视化模型自动生成高质量的 C 程序。

3.2 开发流程

在 TAU G2 软件平台上,使用 UML 和 C 语言混合编程^[11-12]。首先定义 SMDCP 实体与 MLE 实体以及 SMDCP 实体与 SGSN 实体间的接口,实现相邻模块间

的通信;其次根据 TETRA 协议的规定,编写 PDU 编解码函数,实现预处理模块;再次建立状态机,对协议结构和行为进行描述;最后将 SNDSCP 模块融合到 TETRA 数字集群系统交换机中,在 Linux 下使用 GCC 对整个工程进行编译,并对 SNDSCP 层的功能进行测试。

3.3 关键技术

3.3.1 原语以及 PDU 的处理流程

SNDSCP 与 MLE 和 SGSN 间的消息称为原语,SNDSCP 与对等层间的消息称为 PDU,SNDSCP 层的原语以及 PDU 的处理流程(以分组数据传输为例)见图 4。

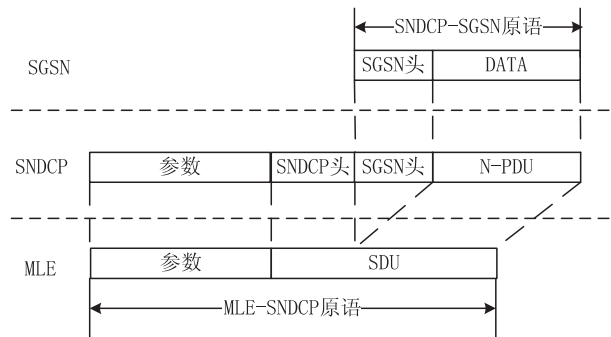


图 4 原语以及 PDU 的处理流程(以分组数据传输为例)

对于上行分组数据的传输,SNDSCP 实体收到来自 MLE 实体的 MLE-SNDSCP 原语后,对原语的 SDU 部分按照 TETRA 标准进行 PDU 解码,得到 SNDSCP 的头部信息和 N-PDU,N-PDU 是移动台的数据包。根据移动台的相关参数(例如首部压缩和数据压缩参数),填写 SGSN 头部信息,与 N-PDU 一起组成 SNDSCP-SGSN 原语,发送到 SGSN 实体。

对于下行分组数据的传输,SNDSCP 实体收到来自 SGSN 实体的原语后,首先根据相应参数组成 SNDSCP 头,然后与 SNDSCP-SGSN 原语的数据部分组成 SN-PDU,再按照 TETRA 标准进行 PDU 编码形成 MLE-SNDSCP 原语的 SDU,SDU 与 MLE-SNDSCP 原语参数组成 MLE-SNDSCP 原语,最后发送至 MLE 实体。

3.3.2 信道处理机制

每条 PDCH 上可以有多个移动台同时进行分组数据传输,移动台根据业务需要可以采用时隙绑定来增加分组数据的传输速度。SNDSCP 实体采用信道负载均衡机制。当移动台请求数据传输时,SNDSCP 实体向基站申请业务信道。如果申请成功,则将移动台指配到该信道上,如果失败,则在已申请的信道链表中查询是否有可用的信道,如果存在可用信道则将移动台指配到业务量最小的信道上,不存在则拒绝移动台的数据传输请求。负载均衡机制可在一定程度上提高系统的吞吐量,保证分组数据业务的性能。

3.3.3 窗口机制

为了在 SNDSCP 实体和基站间进行流量控制,防止

SNDSCP 实体在短时间内向下层发送大量数据而导致基站缓存区溢出,在下行确认分组数据的传输过程中使用窗口机制。窗口是指在未收到下层的确认前 SNDSCP 实体可向每个手台连续发送的下行确认分组数据的数目,窗口的大小在每个手台建立高级链路时协商,其范围为 1~3。当向下层发送的数据量超过了该手台的窗口的大小,而又没有接收到下层的确认时,SNDSCP 实体将该手台的待发数据存储起来,在接收到下层对数据包的确认后,再向下层发送该手台的待发数据。

3.3.4 分组数据的排队机制

在 TETRA 系统中,每个移动台都有一个优先级(0~7),当多个移动台的分组同时到达 SNDSCP 实体时,SNDSCP 实体按照优先级将各个移动台的分组放入 8 个优先级队列中,每个优先级队列中的分组按照先入先出的方式进行发送。

SNDSCP 实体首先发送高优先级队列的分组,当高优先级队列中无分组时,再发送低优先级队列中的分组。

当大量用户使用分组数据业务时,优先级队列的排队机制可以保证高优先级用户的服务质量,进而保障指挥调度业务的正常进行^[13]。

4 SNDSCP 层的测试

完成 SNDSCP 层的开发后,将 SNDSCP 层的程序融合到 TETRA 数字集群系统交换机中,在 TETRA 数字集群系统中进行测试。

测试需要一台支持分组数据业务的移动台、移动台与电脑相连的数据线、Windows 系统的电脑、网络封包分析软件 Wireshark 以及在 Wireshark 中能解析 TETRA 信令的插件。

使用数据线将手台与电脑相连,以拨号上网的方式使电脑通过移动台获得分组数据服务,并向 TETRA 数字集群系统外部网络中的一台电脑发送 ICMP 回声请求,可以收到正确的 ICMP 回声应答,在不使用分组数据业务后,断开分组数据连接。通过 Wireshark 对测试过程进行网络抓包,TETRA 数字集群系统分组数据业务的信令抓包见表 1。

TETRA 交换机的 IP 地址为 192.168.1.253,基站的 IP 地址为 192.168.1.225。在表 1 中,从上到下的流程为:

PDP 上下文激活、移动台请求数据传输、PDCH 的分配、上下行数据的传输、PDCH 的释放以及 PDP 上下文去激活,测试结果符合 TETRA 协议标准,SNDSCP 实体实现了 SNDSCP 层的功能,为移动台提供了分组数据业务。

表 1 TETRA 数字集群系统分组数据业务的信令抓包

Source	Destination	Info
192.168.1.225	192.168.1.253	SN-ACTIVATE-PDP-CONTEXT-DEMAND
192.168.1.253	192.168.1.225	SN-ACTIVATE-PDP-CONTEXT-ACCEPT
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-REPORT-END
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-REPORT-END
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-BL-DATA-CON
192.168.1.225	192.168.1.253	SN-DATA-TRANSMIT-REQUEST
192.168.1.253	192.168.1.225	Downlink; Access; TL-CHCONFIGURE-REQ
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-CHCONFIGURE-CON
192.168.1.253	192.168.1.225	SN-DATA-TRANSMIT-RESPONSE
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-REPORT-IND
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-REPORT-IND
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-CONNECT-IND
192.168.1.253	192.168.1.225	Downlink; Access; TL-CONNECT-RES
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-AL-DATA-IND, SN-DATA
192.168.1.253	192.168.1.225	Downlink; Access; TL-AL-DATA-REQ, SN-DATA
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-REPORT-IND
192.168.1.253	192.168.1.225	Uplink; Access; TL-AL-DATA-CON
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-AL-DATA-IND, SN-DATA
192.168.1.253	192.168.1.225	Downlink; Access; TL-AL-DATA-REQ, SN-DATA
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-REPORT-IND
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-AL-DATA-CON
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-AL-DATA-IND, SN-DATA
192.168.1.253	192.168.1.225	Downlink; Access; TL-AL-DATA-REQ, SN-DATA
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-REPORT-IND
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-AL-DATA-CON
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-AL-DATA-IND, SN-DATA
192.168.1.253	192.168.1.225	Downlink; Access; TL-AL-DATA-REQ, SN-DATA
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-REPORT-IND
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-AL-DATA-CON
192.168.1.253	192.168.1.225	Downlink; TL-BL-DATA-REQ, SN-END-OF-DATA
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-REPORT-IND
192.168.1.253	192.168.1.225	Downlink; Access; TL-CHRELEASE-REQ
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-CHRELEASE-CON
192.168.1.225	192.168.1.253	Uplink; Access; TL-DISCONNECT-IND
192.168.1.225	192.168.1.253	SN-DEACTIVATE-PDP-CONTEXT-DEMAND
192.168.1.253	192.168.1.225	SN-DEACTIVATE-PDP-CONTEXT-ACCEPT

5 结束语

随着无线网络的不断发展,分组数据业务必将成为未来数字集群通信系统的核心业务。文中对 SDCP 层进行了研究、设计与实现,并对所开发的 SDCP 实体进行了测试,在 TETRA 集群系统交换机中实现了分组数据功能,可为 TETRA 数字集群系统分组数据业务的开发提供经验。

参考文献:

[1] 郑祖辉,陆锦华,郑 岚,等.数字集群移动通信系统[M].

第 2 版.北京:电子工业出版社,2005.

[2] 赵荣黎.专用移动通信的技术进步与应用前景[J].移动通信,2001,25(7):9-10.

[3] Dewey R,Sfez R,Pequet E,et al. Design of the TETRA mobile radio air interface protocol[C]//Proc of seventh IEE European conference on mobile and personal communications. Brighton:IET,1993:38-43.

[4] ETSI. Terrestrial Trunked Radio (TETRA) - Voice plus Data (V+D) - Part 2: Air Interface (AI) V2. 4. 2[S]. EN 300 392-2-2004,2004.

[5] ETSI. Terrestrial Trunked Radio (TETRA) - Voice plus Data

(下转第 27 页)

提出的方法比经典的 CULDA,UCS,ICS,DCS 和 EGCID 方法至少高出 1.70%,比 SOA 高出 1.20%。实验结果显示,文中提出的方法能有效解决小样本问题。

表 1 所有方法在两个数据库上识别率比较

对比方法	AR 彩色人脸库上的识别率(均值和方差)	FRGC-v2 彩色人脸库上的识别率(均值和方差)
CULDA	87.46±2.15	77.31±2.70
UCS	87.67±2.35	77.65±2.74
ICS	86.51±2.45	77.34±2.50
DCS	86.43±2.51	77.57±2.46
EGCID	88.55±2.03	79.63±1.74
SOA	90.47±1.98	80.13±1.67
SDFSOA	91.56±1.45	81.33±1.47

3 结束语

文中基于 SOA 对原有的求取特征向量的准则进行重新设计,采用散度差并且对参数进行研究,解决了奇异问题,并对算法性能进行了简要分析。在 AR 彩色人脸库和 FRGC-v2 彩色人脸库上的实验结果表明,所提出的方法不仅具有较高的识别效果,而且解决了小样本问题。

参考文献:

[1] 黄 伟,周鸣争,李小牛. 基于滤波器叠加的彩色图像矢量中值滤波方法[J]. 计算机技术与发展,2008,18(1):143-145.

[2] 贾书香,任小洪,王天文,等. 多尺度形态学在彩色图像去噪中的应用[J]. 计算机技术与发展,2010,20(1):128-131.

[3] 黄 伟,周鸣争,李小牛. 一种基于四元数的彩色图像边缘检测改进算法[J]. 计算机技术与发展,2008,18(3):121-124.

[4] 刘金锋,陈石英,张月琴. 基于粗糙集直方图的彩色图像分割改进[J]. 计算机技术与发展,2010,20(7):68-71.

[5] 韩 轩,陈海山. 综合颜色和局部空间特征的彩色图像检索方法[J]. 计算机技术与发展,2008,18(1):122-125.

[6] Torres L, Reutter J Y, Lorente L. The importance of the color information in face recognition[C]//Proc of international conference on image processing. [s. l.]:IEEE,1999:627-631.

[7] Liu Chengjun. Learning the uncorrelated, independent, and discriminating color spaces for face recognition[J]. IEEE Trans on Information Forensics and Security,2008,3(2):213-222.

[8] Yang Jian, Liu Chengjun. Color image discriminant models and algorithms for face recognition[J]. IEEE Trans on Neural Network,2008,19(12):2088-2098.

[9] Choi J Y, Ro Y M, Plataniotis K N. Boosting color feature selection for color face recognition[J]. IEEE Trans on Image Processing,2011,20(5):1425-1434.

[10] Foley D H, Sammon J W. An optimal set of discriminant vectors[J]. IEEE Trans on Computers,1975,C-24(3):281-289.

[11] Jin Zhong, Yang Jingyu, Hu Zhongshan, et al. Face recognition based on uncorrelated discriminant transformation[J]. Pattern Recognition,2001,34(7):1405-1416.

[12] 杨 健,杨静宇,刘宁钟. 统计不相关最优鉴别分析的理论及算法[J]. 南京理工大学学报:自然科学版,2002,26(2):179-182.

[13] Man Jiangyu, Jing Xiaoyuan, Liu Qian, et al. Color face recognition based on statistically orthogonal analysis of projection transforms[J]. Biometric Recognition,2011,7098:58-65.

[14] Belhumeur P N, Hespanha J P, Kriegman D J. Eigenfaces vs. Fisherfaces: recognition using class specific linear projection[J]. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1997,19(7):711-720.

[15] Li X R, Jiang Tao, Zhang Keshu. Efficient and robust feature extraction by maximum margin criterion[J]. IEEE Transactions on Neural Networks,2006,17(1):157-165.

[16] Martinez A M, Benavente R. The AR face database[R/OL]. 1998. <http://www2.ece.ohio-state.edu/~aleix/ARdatabase.html>.

[17] Phillips P, Flynn P, Scruggs T, et al. Overview of the face recognition grand challenge[C]//Proc of IEEE conf on computer vision and pattern recognition. [s. l.]:[s. n.],2005:947-954.

+++++

(上接第 23 页)

(V+D) - Part 1: general network design V1.4.0[S]. EN 300 392-1-2008,2008.

[6] 孙 昕,李 海. TETRA 数字集群空中接口协议栈体系结构分析[J]. 移动通信,2008,32(3):34-37.

[7] 许慕鸿. 移动网分组域的演进[J]. 电信网技术,2009(6):13-17.

[8] ETSI. Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) - General Packet Radio Service (GPRS) - GPRS Tunnelling Protocol (GTP) across the Gn and Gp interface 3GPP TS 09.60 Version 7.10.0 Release 1998[S]. TS 101 347-3-2002,2002.

[9] 文志成. GPRS 网络技术[M]. 北京:电子工业出版社,2005.

[10] 陈 飞,雒江涛. GPRS 网络 GTP 协议解析方法研究[J]. 通信技术,2009(2):107-109.

[11] 董庆超,王智学,张爱辉,等. 基于 UML 类图模型的一致性检查方法[J]. 计算机技术与发展,2008,18(10):85-88.

[12] 汪 浩,权进国,林孝康. 基于 TETRA 协议的 SDL 模型与 C 语言映射规则[J]. 计算机工程,2007,33(18):64-66.

[13] 刘衍珩,孙惠平,苑森森. GPRS 中分组调度算法[J]. 通信学报,2002,23(9):107-113.

TETRA数字集群系统SND CP层的设计与实现

作者：[乔鑫](#)，[孙昕](#)，[QIAO Xin](#)，[SUN Xin](#)
作者单位：[北京交通大学 电子信息工程学院, 北京, 100044](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)[ISTIC](#)
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2014(12)

引用本文格式：[乔鑫](#). [孙昕](#). [QIAO Xin](#). [SUN Xin](#) TETRA数字集群系统SND CP层的设计与实现[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2014(12)