

煤矿认知网络体系结构设计

胡青松¹, 张申¹, 陈艳²

(1. 中国矿业大学信息与电气工程学院, 江苏徐州 221008;

2. 徐州燃控科技股份有限公司, 江苏徐州 221004)

摘要: 煤矿巷道的信道特性随着巷道的截面形状和围岩性质不断变化, 对通信环境和用户需求认知可以显著提高网络性能。文章分析了适合于矿井通信的无线认知网络的拓扑结构, 并从煤矿现有网络设施和通讯手段出发, 设计了一个煤矿巷道认知网络体系结构模型。该模型主要由环境感知引擎、应用接口引擎和计算决策引擎组成, 能够同时对用户需求和信道参数进行感知, 克服了现有网络没有学习能力、自适应能力、决策能力的缺陷, 实现对井下生产环境的全方位监控和自动调整。

关键词: 煤矿巷道; 认知网络体系结构; 认知语言规范; 环境感知

中图分类号: TD163 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2010)06-0108-04

Structure design of mine cognition network system

HU Qing - Song¹, ZHANG Shen¹, CHEN Yan²

(1. School of Information and Electric Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China;

2. Xuzhou Rankong Science and Technology Company Limited, Xuzhou 221004, China)

Abstract: The communication features of the mine roadway would be continuously varied with the cross section profile and surrounding rock properties of the mine roadway. The cognition of the communication environment and the client's requirements could obviously improve the network performances. The paper analyzed the topology structure of the wireless cognition network suitable for the mine communication. From the available network facilities and communication means in the mine, a structure model of the cognition network system for a mine roadway was designed. The model would be mainly consisted with the environment perceptron engine, applied interface engine and calculation decision engine and could have the perceptron on the client's requirements and the communication channel parameters. The model could overcome the shortages in no learning ability of the available network, self suitable capacity and decision making ability and could have a all directional monitoring and control as well as the automatic adjustment to the mine production environment.

Key words: cognition network system structure of mine roadway; cognition language code; environment perceptron, calculation decision; applied interface

0 引言

煤矿巷道的可靠通信是煤矿安全高效生产的保障。到目前为止, 用于矿井的主要是有线通信方式, 在通信电缆被工具或岩石砸断以后就会导致通信终端。因此, 将无线通信引入煤矿巷道是很有必要的, 诸如漏泄通信、导引通信、微波通信等技术都在矿井中使用过。不过, 煤矿巷道是一种纵向有弯道和分支的有限空间, 其特点是存在截面、弯曲、倾斜等特点, 周围存在煤、岩等介质^[1]。许多地面

可行的通信手段用于井下时, 要么效率低下精度不高, 要么彻底失效。因此随着巷道环境的变化, 通信信道模型也一直在改变。对煤矿巷道环境的认知能够提升监测参数的性能和网络的可靠性。

为此, 本文准备建立一个适合于煤矿巷道的认知网络体系结构 CNACT(Cognitive Networks Architecture for Colliery Tunnel)模型, 来指导煤矿认知网络建设。即: 借助软件无线电 SR(Software Radio)或者 SDR(Software Defined Radio)和认知无线电 CR(Cognitive Radio)技术, 构建区域

收稿日期: 2009-07-23

基金项目: 国家自然科学基金(60774090)

作者简介: 胡青松(1978-), 男, 四川广安人, 讲师, 2004年于中国矿业大学信电学院硕士毕业, 在读博士研究生, 研究方向: 认知无线电、网络路由技术。

性的环境认知网络 CN(Cognitive Networks); 在已有的网络中加入主动认知网络结点, 实现知识的发现和收集, 自适应的改变网络的 QoS 和行为。这种认知网络能够根据巷道的通信环境自适应的做出改变, 并提供接入现有千兆工业网络的通信 API, 实现井下生产环境的全方位监控和自动调整。

1 煤矿认知网络及其拓扑结构

1.1 煤矿认知网络

煤矿网络具有大量的协议接口, 是一种典型的异构网络。对于运用了大量协议和物理层接口的网络而言, 认知网络能够提供一种混沌创建的机制^[1,2]。目前, 国际上对认知网络还没有一种公认的定义。Thomas RW 等人认为, 认知网络拥有一个认知进程, 它能够感知当前网络条件, 并据此进行规划、决策和动作。网络能够从这些过程中学习, 用于未来决策, 所有这些都必须考虑端到端的目标, 并将端到端目标作为认知网络和其它通信技术区别的关键。为了与这个定义相适应, 需要设计一个软件自适应网络 SAN(Software Adaptable Network), 它的部分或全部参数是可调的。

很显然, SAN 要求认知结点的参数必须是可以重新配置的, 如何配置取决于外部环境、用户目标和结点能力。在煤矿网络中, 我们接收端到端目标, 也接收局部优化目标。为此, 我们把煤矿认知网络定义为:

定义: 煤矿认知网络是由参数可以重新配置的结点组成, 它能够对煤矿通信环境进行有效感知和学习, 并根据外部环境、用户目标和结点能力对参数做出调整, 并能在此过程中积累认知知识 CK(Cognitive Knowledge), 对未来的学习过程和调整动作进行规划。

1.2 CNACT 的拓扑结构

在矿井中设计无线通信系统与地面环境最大的差别在于: 矿井是一个多分支的狭长巷道系统, 拓扑结构非常复杂, 电磁波传输受空间位置和生产作业系统等诸多因素限制。因此, 在设计 CNACT 拓扑结构的时候, 需要充分考虑巷道自身结构因素。煤矿巷道有拱形、矩形、圆形和梯形等多种形状, 孙继平的研究结果证明^[3], 矿井无线传输受工作频率、导体、巷道截面(包括形状尺寸)、拐弯、分支、倾斜、风门等影响。工作频率、导体等是通信中的不确定因素, 需要根据实际情况进行确定。而巷道截面、拐弯、分支和倾斜这四个因子则是通信影响因素的不变量或准不变量, 一个矿井建设完毕以后就很少变化。很明显, 可以将这四个影响因子归入拓扑结构中来考虑。

对于长直巷道, 本文主要以链状的 Ad hoc 总线拓扑为主, 人员易于到达的认知节点采用电源供电, 这些区域基本不考虑功率控制问题, 只需要考虑节点的物理损毁导致的通信中断问题, 需要的冗余节点比较少。相反, 人员不太容易到达的地点应该考虑自身功率控制问题。对于巷道

分支区域、面积较大的车场等场所, 则采用网状型的拓扑结构, 每个物理区域组成一个无线通信小区, 小区通信之间的通信由簇头节点负责。图 1 为本文设计的井下巷道中认知无线网络拓扑结构图, 这个结构将认知无线网络和传统的无线通信网络结合起来^[4], 通过井下以太网使井下各个小区之间达到了互联。

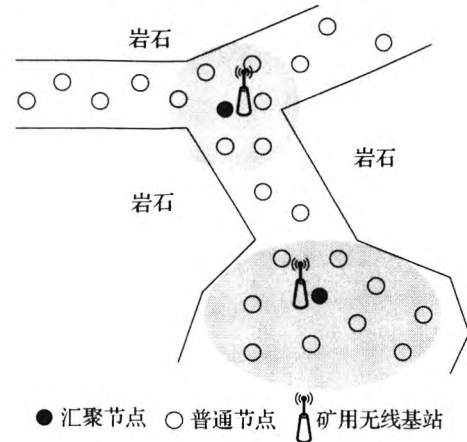


图1 CNACT 的拓扑结构

图中白色节点为认知无线网络普通节点^[4], 主要用来转发数据以及实现本小区内的信息交互。阴影节点为汇聚节点, 主要用来接收并融合来自白色节点转发的信息。汇聚节点安放于矿用无线基站附近, 可以将收集到的信息传给基站以及接收来自基站的信息, 实现与基站的交互。矿用无线基站是节点和有线的接口, 将无线与有线连接起来实现无线与有线的交互, 它需要通过矿用无线基站控制箱对其进行控制, 执行信令转换、分配语音和信令时隙。基站控制箱从数字链路中提取同步时钟, 然后把同步时钟传送给基站, 使所有的基站可以同步工作。这种网络结构可以在整个矿井内建立起联系, 有利于在全局范围内收集节点的相关信息, 实现跨小区的控制。

2 CNACT 的体系结构

Dragan Boscovic 描述了无线认知网络 WCN(Wireless Cognitive Networks) 模型^[5], 他把 WCN 的主要功能归结为三个引擎: 环境意识引擎、认知引擎和策略引擎。Thomas RW 则通过在现有的网络中加入一个认知进程来实现认知网络^[2], 下部设施需要有可配置的网络结构, 上部需要有能够理解用户需求的语言规范, 实现起来可能会比较麻烦。Ian F. Akyildiz 等人仿照五层网络模型(TCP/IP 和 OSI 的一个综合变体), 描述了下一代网络的体系结构^[6], 并阐述了各层的功能和任务, 但是很难将认知功能真正嵌入进去, 只是一个概念模型。

为了便于实现和保护投资, 不应将煤矿的现有网络组件(交换机、路由器、服务器等)和网络结构进行彻底改变。为此, 采用一种与覆盖网络相似的方式, 在已有的网络中加入主动结点, 以支持低层中继路径的可编程性; 部署区域性的

WCN(Regional WCN, RWCN), 完成对环境信息的收集, 其拓扑结构遵循 1.2 所提出的原则; 设计一个轻量级的认知语言规范, 以支持对用户需求的理解。将这些需求用三个引擎实现^[7]: 环境感知引擎实现信息的感知和采集; 应用接口引擎一方面将网络的数据交付给上层应用, 另一方面接受用户的特定要求和指标; 计算决策引擎综合环境信息和应用指标, 计算出认知节点的新参数, 对节点进行参数重配。CNACT 的体系结构如图 2 所示。

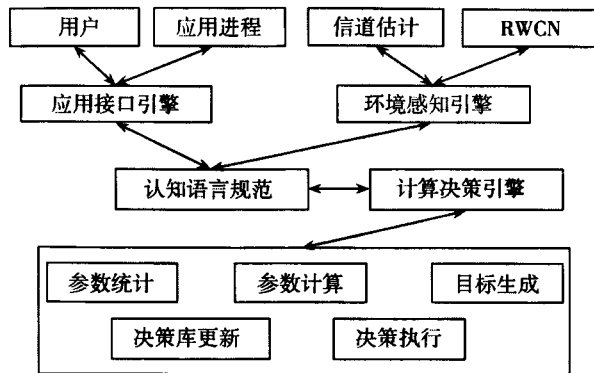


图 2 CNACT 的体系结构模型

网络认知节点观察通信环境, 进行通信信道估计。然后结合用户的要求进行预处理、分类, 一方面更新决策库, 另一方面进行推理, 以便生成动作目标, 确定下一步的行动方案。

3 CNACT 的引擎分析

3.1 环境认知引擎

环境认知引擎由认知节点实现, 进行通信信道的感知和估计。认知参数空间实际上是一些可控的模式选择参数, 它解决了区域性 WCN 和网络状态传感器应该感知什么的问题, 见表 1。

表 1 CNACT 的认知空间

数据结构	参数
应用类型	比特流量
突发	恒定(CBR)或可变(VBR)
同步	无, 实时或准实时
容错性	参数错配
服务质量	与特定应用相关的服务等级
比特差错	符号差错率
延时	传输延迟、抖动
结点缓存	溢出、分组丢失
巷道特征	井下巷道参数
几何参数	巷道形状(弯/直)、大小、拓扑、风门、支架等
外部参数	设备、人员移动等
安全	认证, 异常流量

认知节点收集到相关信息后, 采用遗传算法中的交叉和突变操作对数据进行处理, 将明显偏离实际情况的偶发数据排除(取代最差的基因)。然后, 将处理完毕后的参数传递给计算决策引擎。

3.2 应用接口引擎

煤矿应用不但需要经营信息, 而且需要来自生产一线的信息, 这可以通过所设计的认知网络收集。另一方面, 不同应用在认知网络中传输的时候, 对网络的 QoS 要求是很不一样的。而认知无线电能够工作在不同频带, 提供具有不同 QoS 的多媒体服务, 能够应付不同的信道条件。因此, 可以将用户的要求和应用类型通过应用接口引擎传递给认知网络。

Erol Gelenbe 对认知分组网络的数据传输性能的研究结果表明, 智能(或认知分组)自己选择路由, 它们通过学习, 避免链路和结点的失效及拥塞, 同时避免被丢弃。它们从自己对网络的观察和其它数据包的经验中学习, 对路由器的依赖很小。智能或认知结点利用强化学习发现路由, 强化学习的“回报”函数包含了特定用户提出的 QoS。因此, 应用接口引擎需要将用户的要求转化成标准的格式传输, 并采用认知语言规范描述。

通过应用接口传递给认知网络的主要参数见表 2。

表 2 用户与应用参数

参数	说明
应用类型	语音/视频/文本
带宽	所需带宽的下限
延时	延时下限, 抖动容忍度
容错性	是否需要纠错
重传	发现差错后是否自动重传
缓存	发生溢出和丢失的处理办法
分组格式	载荷格式说明
噪声抑制	噪声抑制等级
加密	数据是否需要加密
优先级	应用的优先级
自定义参数 1	用户的自定义参数
.....
自定义参数 n	用户的自定义参数

3.3 计算决策引擎

计算决策引擎接受来自于应用接口引擎和环境感知引擎的参数和属性信息, 它们均以认知语言规范描述。认知语言规范设计成 RDF 的扩展形式, 可以对对象及其关系进行有效描述。

计算决策引擎的工作过程如图 3 所示。它首先对接收到的数据做初步统计, 过滤掉不关心的数据, 生成初步的统计数据和直方图。然后利用遗传算法之类的智能算法进行

基于 CAN 总线及无线传感技术的液压支架压力监测系统

陈亮, 孟国营, 牛一村, 王子毅

(中国矿业大学(北京)机电与信息工程学院, 北京 100083)

摘要: 工作面液压支架的支护问题一直是围绕煤矿生产安全和提高工作效率的重要问题。论文介绍一种采用无线传感技术, 将传感器采集到的信号通过无线模块发送给工作面检测分站, 检测分站将接收到的数据进行处理后通过 CAN 总线上传给顺槽通信总站, 并由通信总站将数据通过以太网传至地面监测站的方案。该系统实现了对工作面支架压力信号的采集、处理、传输和分析及其在工作面、巷道和井上监控室的全面监测。

关键词: 液压支架; CAN 总线; 无线传感; 监测

中图分类号: TD355⁺.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2010)06-0111-03

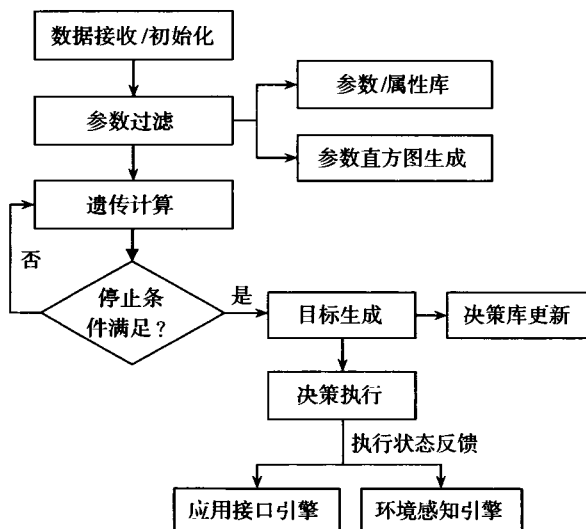


图3 计算决策引擎的执行流程

推理, 分析数据中所包含的信道条件和适应值, 结合用户的要求, 生成适合特定应用类型的优化目标。为了便于以后的决策计算, 需要将本次计算结果存储在决策库中。随后, 通知认知节点执行重新配置, 改变节点的相应参数, 以便和当前的情况相适应。可以重新调整的参数包括: 发射功率、编码方式、载频、数据速率。

4 结论

本文探讨了煤矿认知的概念和组成结构, 分析了适合于矿井通信的认知网络拓扑结构, 并设计了一个用于

煤矿巷道通信的煤矿认知网络模型 CNACT。它主要由环境感知引擎、应用接口引擎和计算决策引擎组成, 与网络状态传感器(进而构成传感器网络)、区域性 WCN 一起, 构成了井下环境的采集者、传输者和动作执行者, 能够感知巷道通信环境的变化。CNACT 基于现有的煤矿数字化矿山环境, 在核心网络中采用覆盖网络的思想部署主动认知结点, 易于实现, 克服了现有网络没有学习能力、自适应能力、决策能力的缺陷, 对我国的数字化矿山建设实践具有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] Hu Q S, Zhang S. Cognitive Networks Architecture for Colliery Based on Active and Programmable Networks Technologies [Z]. 2009 年中国智能自动化会议论文集, 2009.
- [2] Thomas R W, Dasilva L A, Mackenzie A B. Cognitive Networks [J]. 2005.
- [3] 孙继平. 矿井无线传输的特点 [J]. 煤矿设计, 1999, (4): 20~22.
- [4] 刘岩. 矿井中认知无线电网络的拓扑优化 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2009.
- [5] Sifalakis M, Hutchison D. From active networks to cognitive networks [R], 2004.
- [6] Ian F A, Won - Yeol L, Mehmet C V, et al. NeXt generation/dynamic spectrum access/cognitive radio wireless networks: A survey [J]. Computer Networks, 2006, (50): 2127~2159.

(责任编辑 章新敏)

收稿日期: 2009-06-29

作者简介: 陈亮(1985-), 男, 辽宁沈阳人, 2008年毕业于中国矿业大学(北京)测控技术与仪器专业, 主要研究方向: 测试计量技术及仪器。