Double Reliability of Bridge Perception System Based-on Internet-things

Shuri Cai, Zhan Li, Xiaojing Wang, Jian Su

Institute of Highway, Department of Transport, Beijing China (caishuri@gmail.com)

***Abstract*—The structure safety of bridges is the bottleneck of highway traffic safety and expedite circulation. Nevertheless sensing technology of bridge structure state is a new immature developing technique. What's more, bridge sensing system based on the internet of things can be regarded as a new trend of bridge monitor structure system. According to the characteristics of bridge sensing, this paper has proposed a bridge-IOT sensing system based on double points reliability method. This method can greatly improve the probability that real time data will be transmitted to remote monitor center in case of disasters**

***Keywords*—Double Communication, Internet of Things, Perception**

双倍分措施的桥梁物联网感知系统

蔡曙日　　李湛　　王晓晶　　宿健

交通运输部公路科学研究院，北京，中国

摘　要　桥梁的结构安全性是公路交通安全与能否保持畅通的瓶颈，而桥梁结构状态感测技术是一个未成熟、正在发展的新技术，而基于物联网的桥梁感知系统可以为当今的桥梁结构监测系统提出一个新的发展方向。本文根据桥梁感知特点，提出了基于双倍分可靠性措施的桥梁物联网感知系统，该方法可以使桥梁感知系统在灾变下，大大提高数据实时传输到远程监控中心的概率。

关键词　双倍分，物联网，感知

1．引言

桥梁作为公路的重要组成部分，其结构安全性无疑是公路交通安全与能否保持畅通的瓶颈。在长期的使用过程中，桥梁结构不但承受着日益增长变化的交通荷载作用，同时还受到各种严酷恶劣环境因素（严寒、干旱、潮湿、风蚀、酸碱腐蚀等）的侵蚀，材料的自然老化、自然灾害以及人为因素等的耦合作用，将不可避免地导致桥梁结构的损伤积累和抗力衰减，在未提前发现并采取措施补救前，所有内忧外患集体作用最终将导致灾难性的突发事故。

近年来国内陆续发生数起大桥、煤矿、房屋坍塌和局部破坏事故，造成严重的人员伤亡和国民经济损失。人们逐渐认识到结构安全监测和检测的必要性和紧迫性，桥梁结构状态的安全监测一直受到学术界和工程界的高度重视。世界各国皆投入巨资进行研究，取得了一定成果并在各种特大型桥梁陆续试用。但桥梁结构状态感测技术仍然是一个未成熟、正在发展的新技术。而世界上桥梁种类繁多、结构各异，桥梁结构状态感测技术还存在众多亟待解决的科学与技术问题。

目前，特大型桥梁结构监测系统一般来说，传感器种类繁多，各类传感器之间一般都有自己的标识体系，设备管理复杂，这给桥梁养护和设备维护的技术人员带来很大的工作负担。而物联网技术可以为当今的桥梁结构监测系统提出一个新的发展方向。本文根据桥梁结构感知系统布置时通信线路易受外界影响的特点，提出了基于双倍分可靠性措施的桥梁物联网感知系统，通过对通信链路和存储节点的双倍分，可以使桥梁感知系统在灾变下，大大提高数据实时传输到远程监控中心的概率，数据保存的长久性，最终增强系统的茁壮性和稳定性。

2．桥梁物联网感知系统

基于物联网的桥梁感知系统是结合传感器、桥梁工程、数学、自动化控制、人工智能、通信技术、计算机技术、管理科学和互联网技术等多学科技术融为一体的系统工程，桥梁感知系统的作用就是:在桥梁早期运营阶段，主要

© 2014. The authors - Published by Atlantis Press

检验施工及设计是否达到目的；中期运营阶段，主要是及时发现桥梁运营中出现结构病害,然后采取措施修补病害，维持或延长桥梁的正常运营寿命；晚期运营阶段,主要是预测桥梁剩余使用寿命，及时终止桥梁运营(如图 1 所示)。

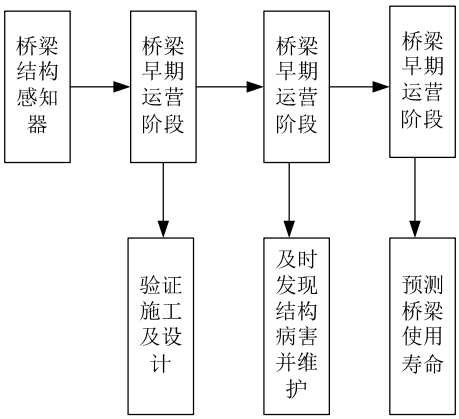

图 1 桥梁感知系统的作用

传统的物联网核心技术包括射频识别(RFID)装置、无线传感器网络、红外感应器、全球定位系统、Internet 与移动网络，网络服务，行业应用软件。对于桥梁应用，由于桥梁数据的可靠性和实时性要求很高，因此，基于物联网的桥梁感知系统应当具有自己的特征。图 2 显示了一个桥梁物联网感知系统框图，在图 2 里，每一座桥梁都有一个终端通过移动 internet 服务连接到远程监控中心，这个终端又通过有线或者无线通信方式和各感知传感器连接，每个感知传感器都有自己的设备 ID，如果使用射频识别的话，那么每个设备就都有 RFID 号。由于每个设备都有自己的 ID，而每座桥都有至少一个终端连接到 internet 上，因此，桥上的每个感知传感器通过连接到 internet 的终端可以被远程监控中心访问。这样，通过 internet，达到了所有感知传感器互联的目的，实现了基于物联网的桥梁感知系统。

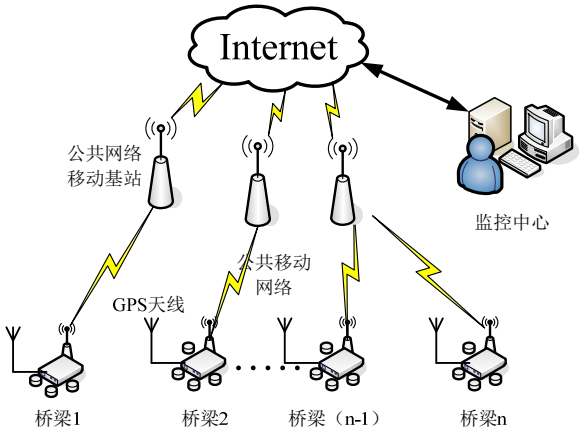

图 2 桥梁物联网感知系统

桥梁作为重要的交通基础设施，其结构的安全具有重要的社会意义，一旦出现桥梁垮塌事件，将造成重大的社会经济损失，因此，对于桥梁养护管理单位，桥梁感知系统数据的真实性、可靠性、及时性和持续性异常重要，是基于物联网的桥梁感知系统重要特性。由于基于物联网的桥梁感知系统每个设备都可以通过 internet 去访问，因此，桥梁结构感知数据信息就能在线实时传输到远程监控中心，然而，由于桥梁结构及感知设备工作环境的复杂性，一旦桥梁感知系统的某个通信节点或者传感器节点出现故障或者受到干扰，那么数据的可靠传输就将受到影响，尤其是灾变条件下，如何保证数据传输的实时性及可靠性就成为一个值得研究探讨的问题。

3．双倍分可靠性措施

双倍分可靠性措施原来是电信里 No.7 信令网的一个保证电话网络可靠性的一种措施。在 No.7 信令里，采用分级的信令网结构，三级信令网结构里由高级信令转接点（HSTP）、低级信令转接点(LSTP)和信令点(SP)三层组成。第一层高级信令转接点是省际信令网转接点，基本都设置在一个省的省会城市,其中又分为几个等级的设备，一般是一对两台同时运行一主一备用于省级间话务的转换和处理；低级信令转接点是省内信令网转接点，一般在各市县交换中心所在地，信令点是信令网传送各种信令消息的源点或目的地点。

为了保证信令网的可靠性，提高信令网的可用性，信令网采用了下列双倍分可靠性措施：(1)第一级 HSTP 采用两个平行的 A、B 平面网，A 平面和 B 平面内部的各个 HSTP 间分别为网状相连。A 平面和 B 平面之间成对的 HSTP 间相连；(2)每个 LSTP 通过信令链至少要分别连接至 A、B 平面内成对的 HSTP，LSTP 至 A、B 平面两个 HSTP 的信令链路组之间采用负荷分担方式工作；(3)每个 SP 至少连至两个 STP(LSTP 或 HSTP)，若连至 HSTP 时，应分别固定连至 A、B 平面内成对的 HSTP。SP 至两个 HSTP 的信令链路组间采用负荷分担方式工作。SP 连至两个 LSTP 的信令链路组间也应采用负荷分担方式工作；(4)每个信令链路组中至少应包括两条信令链，如图 3 所示。

从图 3 所示结构里，一般 A、B 两个平面的高级信令转接点会放在同一个地区的不同位置，这样就确保在火灾、地震灾害面前不会因为一个地方信令点的瘫痪或者故障使整个通信网陷入故障。

下面，本文利用电信网里的双倍分可靠性措施原理，结合桥梁物联网感知系统，对基于双倍分可靠性措施的桥梁物联网感知系统的方法进行探讨。

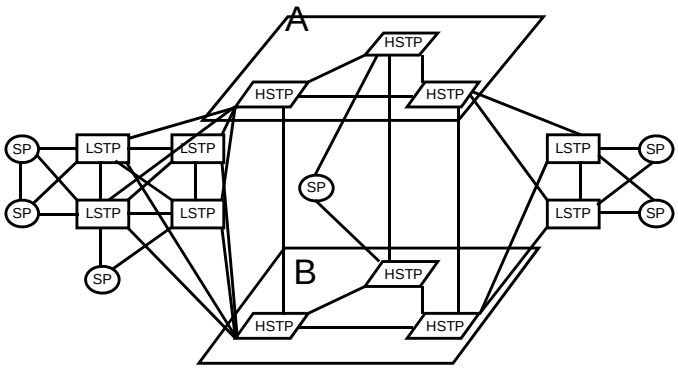

图 3 双倍分可靠性措施

4．基于双倍分可靠性措施的桥梁物联网感知系统

传统的桥梁感知系统，数据的传输往往就一个通信链路或者一种通信传输模式，一旦发生灾变或者意外情况，一些关键数据就可能丢失。虽然，对于一座桥梁的感知系统来说，无法像电信网里的 HSTP 一样，把通信的关键节点放在相隔较远的两个地方，使意外灾害发生不会同时影响到两个关键节点，但是，在桥梁感知系统里，还是可以使用双倍分可靠性措施的原理，来提高桥梁物联网感知系统的可靠度，具体做法如下：

4.1 通信链路的双倍分

（1）桥梁感知系统中，每一个感知节点应当至少能和两个相邻的感知节点保持通信，这相当于信令网的第三级信令点，是数据的起源或者接受命令的终点，在这种情况下显然使用无线技术是最容易实现，因为无线方式很容易使用广播的方式把数据传输到相邻节点，而如果是有线方式，显然要在两个传输传感器节点之间建立起物理连接，而且必须是指定的节点之间才能进行通信，要切换通信节点，必须有像路由器或者交换机的设备才行，感知节点的通信的灵活性差、可扩展性差。而且，从实现的方式来看，显而易见，无线方式实现的双可靠性链路的代价最小；（2）在桥梁感知系统里，传感器节点到远程监控中心数据传输的最后一跳，应当至少有两种通信方式或者链路通过 internet 连接到远程监控中心，例如，当一座桥梁的感知系统数据量不大时，使用通信运营商如中国移动、中国电信、中国联通等 3G 方式把数据传输到远程监控中心时，最好是使用两种以上 3G 技术把数据传输方式，在正常运行时，可以一个作为备用，以保证出现故障时可以启动另外一种通信方式连接到 internet。

4.2 数据存储的双倍分

数据存储的双倍分可以在两个层面上做，一是在服务器上，最好使用两台服务器，桥梁感知系统应当能同时往两个终端发送数据，那么，一旦一个服务出现意外无法正常工作时，另外一个服务器还能正常接收和存储数据，这样当故障的服务恢复后，在把缺损的数据补齐就行，确保了服务器运行的可靠性；二是在下方传感器节点做存储双倍分，由于现在的存储器的价格相对来说较低，因此，可以在每一个传感器节点增加存储的容量，感知数据传输给服务器的同时，数据在本地节点再存储一段时间，达到数据存储远程和本地的双倍分。

4.2 供电系统的双倍分

不管是在大型的桥梁感知系统还是小型的桥梁感知系统，目前的供电方式都是统一的供电方式，要么类似太阳能一样收集环境能源供电，要不就是通过工业电力供电。由于采用的都是单一供电方式，一旦出现灾变情况，供电出现异常，那么桥梁感知系统将无法正常工作，而往往灾变下的桥梁感知数据又异常重要，因此，单一供电方式会使桥梁感知系统在面临灾变时，无法适应恶劣的工作环境而停止供电。因此，应当在每个传感器节点安装有备用电池，这样，即使系统的供电总电源出现意外，桥梁感知系统还能继续正常工作，大大提高桥梁感知系统的可靠性。

5．结论

基于物联网的桥梁感知系统是结合传感器、桥梁工程、数学、自动化控制、人工智能、通信技术、计算机技术、管理科学和互联网技术等多学科技术融为一体的系统工程，桥梁感知系统要和物联网技术融合起来，必须结合桥梁工程的特点进行整合，以促进其发展。本文根据桥梁感知系统对数据的真实性、可靠性、及时性和持续性敏感的特点，提出了基于双倍分可靠性措施的桥梁物联网感知系统，通过对通信链路、存储、供电三者的双倍分，来提高桥梁感知系统的可靠性，数据传输的及时性。

参考文献(References)

[1] Fraser, M., Elgamal, A., and Conte, Joel. 2006 “UCSD Powell Laboratory Smart Bridge Testbed,” University of California, San Diego, Department of Structural Engineering, Report No. SSRP 06/06, La Jolla, CA.

[2] Li, H.,Ou, J., Zhao, X., Zhou, W., Li, H., and Zhou, Z. “Structural Health Monitoring System for the Shandong Binzhou Yellow River Highway Bridge,” Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering 21 (2006) 306 – 317.