

基于面向对象的汽车防撞控制系统的设计

蓝天, 张学军, 郑丽英

(兰州交通大学电子与信息工程学院, 甘肃兰州 730070)

摘要:汽车主动防撞控制系统的研究主要集中在主动防撞预警和驾驶控制模型方面,对防撞控制系统的整体分析建模涉及较少。因此在分析国内外汽车防撞系统研究的基础上,建立了汽车防撞控制系统整体模型,模型包括雷达传感器、车辆模糊控制器和车辆接口并探讨了车辆跟驰最小安全距离控制算法。在遵循驾驶员优先的原则下,根据建立的防撞控制模型,利用面向对象方法对汽车防撞控制系统进行了深入的分析和设计,借助UML建模语言,从需求入手,逐步深入,对模糊控制器的模糊事实类、模糊规则类、模糊结果类进行详细的分析设计,建立了系统的静态视图和动态视图。实践证明该系统模型为汽车主动防撞控制系统研究提供了合理、适用的仿真及结果。

关键词:面向对象;汽车防撞控制;UML;模糊控制

中图分类号:TP312

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)06-0237-05

Design of Vehicle Crash - Avoiding Controlling System Based on Oriented - Object

LAN Tian, ZHANG Xue-jun, ZHENG Li-ying

(School of Electronic and Information, Engineering Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

Abstract:The research of vehicle active crash - avoiding controlling system is mainly concentrated in vehicle collision warning system and driving controlling model, in the analysis of the entire model involving a relatively small. So, vehicle crash - avoiding fuzzy controlling model is developed based on research of vehicle collision warning system at home and abroad, which includes three parts such as radar sensor, collision prevention controller processor and vehicle interface. Furthermore, algorithm of minimum safe distance was proposed under the condition of car - following. According to the principle of driver precedence, the oriented - object method was adopted to analyze and design software of vehicle crash - avoiding fuzzy controlling system. From requirements capture, fuzzy fact class, fuzzy rules class and fuzzy results class were analyzed, with Unified Modeling Language, in considerable detail. Static view and dynamic view were established to describe the vehicle crash - avoiding fuzzy controlling system. Practice has proved that the system model provides a reasonable, applicable simulation and results for vehicle active crash - avoiding controlling system.

Key words:oriented - object; vehicle crash - avoiding control; unified modeling language; fuzzy controlling

0 引言

汽车主动防撞控制系统^[1]利用现代信息技术、传感器技术来扩展驾驶员的感知能力。它能感知道路交通环境中潜在的危及本车安全的信息并通过声光信号等给予驾驶员警示作用,从而弥补驾驶员感官能力的不足。并在紧急情况,能自动采取措施控制汽车,使汽车能主动避开危险,提高车辆行驶的安全性。目前国

内外汽车主动防撞控制系统的研究非常广泛,国际上先进国家自20世纪80年代末开始研究汽车防撞系统。90年代初,美国、德国、日本相继报道在民用汽车上装备防撞控制系统^[1]。我国在这一领域起步较晚,目前由于存在许多尚未解决的问题,尚未见到有批量化生产和装备汽车的报道,需要有更多的学者投入到这一领域的研究中来。

文献[1]对汽车主动防撞系统中的关键技术,如系统报警方法、雷达的kalma滤波处理,雷达目标物有效性识别算法进行研究,给出了系统合理性及适用性验证的仿真及结果;文献[2]中将模糊控制理论引入汽车驾驶控制模型,建立了模糊控制驾驶模型。模型中考虑到外界环境对驾驶员开车行为的影响,引入“风险等级”的概念来表示这一影响。文献[3]给出了一种基于

收稿日期:2009-09-30;修回日期:2009-12-31

基金项目:甘肃省自然科学基金(3ZS042-B25-038);甘肃省研究生导师科研项目(0704-13)

作者简介:蓝天(1973-),男,广东潮州人,硕士,讲师,研究方向为单片机、嵌入式及软件工程方面;郑丽英,教授,研究方向为软件工程和数据挖掘。

ANFIS的汽车防撞控制器的设计,它利用由雷达获得的本车和前车的相对距离以及相对速度作为ANFIS控制器的输入,本车的加速度或减速度作为输出非线性的控制汽车的速度,从而建立起来跟驰下的汽车防撞控制模型。但这些研究主要集中在主动防撞预警和驾驶控制模型方面,对系统的整体分析建模涉及较少。

因此,文中在深入研究国内外汽车防撞控制模型的基础上,采用面向对象技术,利用UML建模语言对汽车主动防撞控制模型^[4]进行分析、设计并给出该模型的软件实现。

1 汽车防撞控制模型

防撞控制系统是高速车辆智能系统中用于控制车辆分离和交通流的一项关键技术。一个典型的汽车防撞控制系统如图1所示,选用功能较强的单片机做核心,对各种雷达传感器测得的信号进行处理,然后根据模糊控制模型做出相应的模糊运算和处理,产生相应的模糊信号。围绕单片机的是一些外围电路和驱动电路,分别与相应的传感器和控制主回路相连接构成一个完整的控制系统,对汽车进行控制。

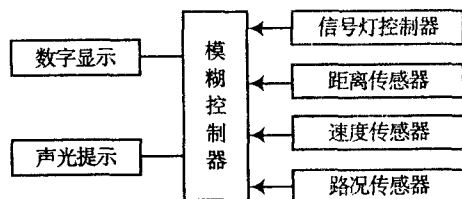


图1 汽车防撞模糊控制结构图

汽车防撞模糊控制器是依据与前车车辆的车距和本车车辆的速度以及前车的速度来确定刹车量(即加速度量),是一种开环控制系统,主要包括三部分:通过雷达传感器数据采集部分、通过单片机进行数据处理部分和模糊控制器控制部分。数据采集部分是通过毫米波雷达和传感器获得车速和距离以及测角;数据处理部分是通过单片机来实现的,它是控制系统的核心,运用模糊控制原理,确定一定的隶属函数;执行部分是执行元件,它是通过调速机和调速电机来实现控制的。

文中研究的汽车防撞控制是在车辆跟驰^[3]的情况下,不考虑相邻车辆的影响^[4,5]的情况下,依据驾驶员优先的原则来进行的。汽车防撞控制系统模型包括雷达传感器、车辆控制器、车辆接口^[4,5]:

1) 雷达传感器:主要包括高速数字信号处理,数字信号处理器执行快速傅立叶变换,实现多普勒效应并计算跟随车辆和主导车辆之间的相对距离和相对速度,同时,利用调频连续波:锯齿三角形波,能够解决前方多目标环境中的目标识别问题。

2) 防撞控制器的控制算法是用与前导车的相对距离、相对速度作为输入,经过控制器运算,自动控制汽车的加速、减速或者刹车,从而自动地调整己车与前车间距或者相对速度使之保持在一个安全的范围内。

3) 车辆接口主要用于连接防撞控制系统和外部车辆传感器,如车速传感器、刹车传感器、驾驶转向传感器,以及LED报警器等。

2 车辆跟驰最小安全距离控制算法

在同一条车道上,同向行驶的车辆以相同的车速、连续不断的行驶,各车辆之间保持着一定的车头间距,构成了一种稳定的交通流。如果跟随车辆的车头间距过小,则容易发生追尾事故;如果车头间距过大,又会影响道路的通行能力^[6]。

所谓行车安全距离就是指在同一条车道上,同向行驶前后两车间的距离(后车车头与前车车尾间的距离),保持既不发生追尾事故,又不降低道路通行能力的适当距离。行车安全距离的计算公式为:

$$S_F = v_m(t_r + t_b) + v_m^2/2j_{af} + L - v_m^2/2j_{al} \quad (1)$$

式(1)中: S_F 为行车安全距离, v_m 为跟随车制动前的初速度(m/s), t_r 、 t_b 分别为跟随车驾驶员制动反映时间和车辆制动协调时间, L 为停车后前车和跟随车的安全距离,为一定值, j_{af} 、 j_{al} 分别为前车和跟随车的制动减速度。

3 汽车防撞控制系统的软件设计与实现

3.1 需求分析

汽车主动防撞控制系统包括以下几个模块:

1) 雷达系统模块。这个模块包含数字处理器,其功能是用于获取前方道路交通环境信息,利用FFT实现多普勒效应,并计算两车间的相对距离和相对速度。

2) 报警模块。根据报警算法计算当前状况下的报警距离和实际距离进行比较,如果当前实际距离小于报警距离,则把报警信息传递给驾驶员或报警装置。

3) 防撞控制器模块。运用两车的相对距离、相对速度作为模糊控制器的输入量,运用模糊推理计算出本车的加速度或减速度,控制本车的行驶速度。

4) 车辆接口模块。连接模糊控制器和车辆外部传感器,如刹车、拐弯、LED显示等传感器。

3.2 系统用例模型

系统用例视模型强调从用户的角度看到的或需要的系统功能,是被称为参与者的外部用户所能观察到的系统功能的模型图。它是由软件需求到最终实现的第一步,所以对于整个软件系统的开发过程而言是至

关重要的。

根据该系统所要实现的功能可以确定用例模型的角色有:驾驶员和车辆接口。

由每一个角色分析其用例,分别如下:1)行车;2)刹车;3)启动系统;4)关闭系统;5)报警;6)自动控制车辆。系统的用例模型如图2所示。

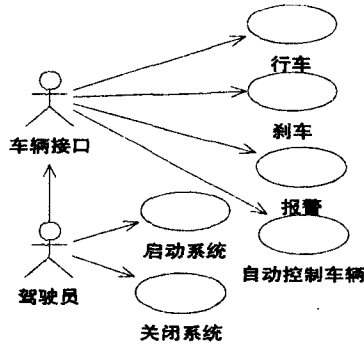


图2 系统用例图

驾驶员可以启动和关闭防撞控制系统,同时借助车辆接口控制车辆的行驶。车辆接口连接汽车防撞控制系统和车辆外部传感器,模糊控制器通过它可以控制车辆行驶。

3.3 系统动态模型

在创建好系统的用例模型后,需要对系统的动态过程进行建模,作为对用例模型的一种补充。系统的动态模型就是用于对系统的动态过程进行建模的。

系统的动态模型包括活动图、时序图、协作图等。创建系统的动态模型,主要是为了更好地理解软件系统的业务流程。

汽车防撞控制系统遵循驾驶员优先的原则,汽车

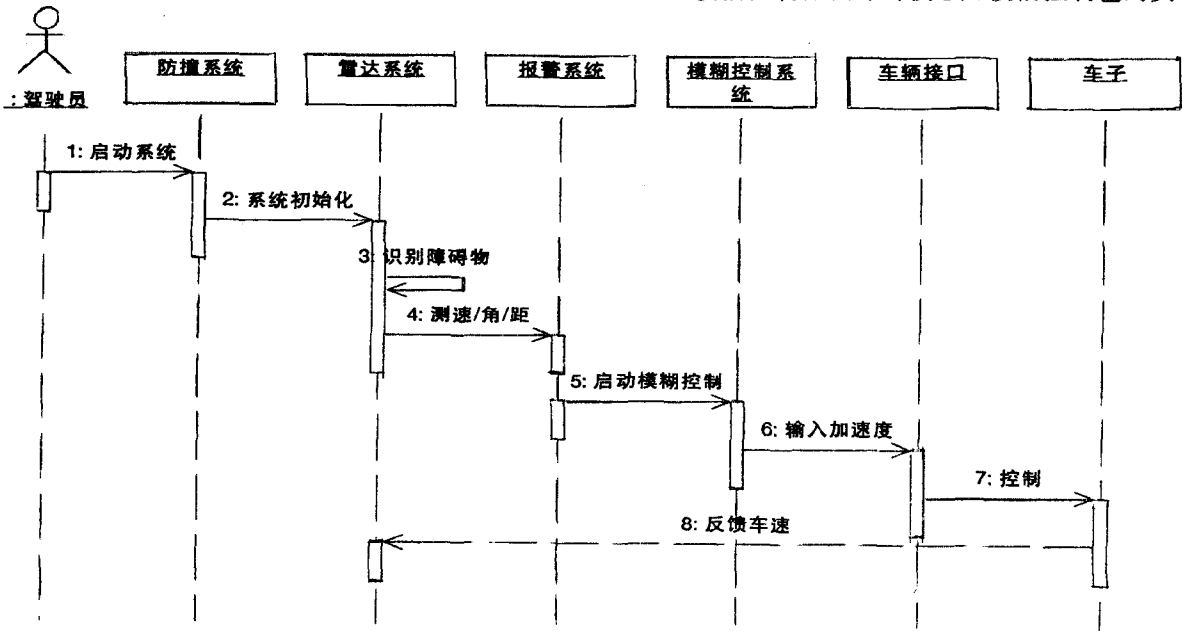


图3 报警时驾驶员没采取措施的时序图

在行驶的过程中如果驾驶员采取了措施,则要抑制模糊控制系统。如果没有采取措施的情况下,则要启动模糊控制器,控制汽车的运行状态,使其处在安全运行状态下。这里依据驾驶员优先的原则,仅给出报警时驾驶员没有采取措施的时序图,如图3所示。

驾驶员启动汽车防撞控制系统,初始化后处于工作状态;雷达系统不断扫描道路前方,获得道路前方信息。根据当前车和前方障碍物的距离决定是否报警,并把信息传送给驾驶员。如果驾驶员采取了制动措施,则系统初始化,抑制模糊控制器发生作用;如果驾驶员没有采取措施,启用模糊控制器控制车辆的行驶。为了实现实时控制,在产生输出的同时,对车速和相对距离进行反馈,重新进行判断,当汽车重新返回安全状态时,由驾驶员控制车辆。

3.4 系统包图

人机界面包主要用来生成汽车防撞模糊控制系统的显示窗口,接收来自雷达系统获得的,并经模糊化处理的信息,如模糊化后的相对距离、相对车速等。模糊控制包主要是相对速度、相对距离模糊化类,模糊规则类、模糊推理结果类构成,需要依赖其它各包完成本包的初始化工作。系统接口包主要是存放连接防撞控制系统与外部传感器所使用的类,即用于控制车辆行驶的类,在此主要是改变后车行驶速度以及两车相对距离的类。串行化主要完成相关数据的读入与保存,如图4所示。

4 系统静态建模

模糊控制器设计的核心是模糊控制包的实现。模

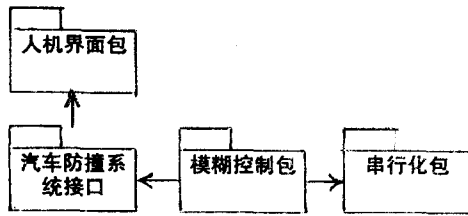


图 4 防撞控制系统的系统包图

模糊控制包包含了实现模糊控制算法所需要的类,主要有模糊事实类、模糊规则类、模糊结果类^[7]。

4.1 模糊事实类

模糊事实类的作用,一方面是按照从人机界面输入的信息,得到过程测量值和语言变量的各个语言项之间的隶属度,完成输入输出变量的模糊化工作,另一方面由于系统是多输入系统,可以依靠动态链表将多个过程变量模糊化后的值组成模糊事实类库。

模糊是事实类的成员变量包括:变量值,如输入的实际相对距离误差和相对速度误差,输出为跟驰车辆的加速度,这些输入变量在进入模糊系统前要进行模糊化处理,即采用相应的隶属度函数把输入精确量模糊化为系统能够接收的模糊量,这里均采用高斯型隶属函数;隶属度数组,指的就是所采用的隶属度函数;语言值集数组,模糊控制器的控制规则表现为一组模糊条件语句,在条件语句中描述输入输出变量状态的词汇集合称为变量的语言值集。常用语言值集为: {负大,负中,负小,零,正小,正中,正大} 七个状态集合,即 {NB, NM, NS, NO, PS, PM, PB}。当描述输入、输出变量的语言值集越大,可制定控制规则越方便,但是控制规则也变得越复杂。反之,则描述变量就越粗糙,导致控制器的性能变差。对于误差变化输入变量,描述状态的语言值集中,常常将“零”分为“正零”,“负零”,于是语言值集变为: {负大,负中,负小,负零,正零,正小,正中,正大} 八个状态集合,即 {NB, NM, NS, NO, PO, PS, PM, PB}。

描述输入、输出变量的语言值具有模糊特性,可用模糊集合表示。而变量值属于模糊语言值集的概率函数称为模糊集合的隶属函数。因此,模糊概念的确定问题直接转化为求取模糊集合隶属函数的问题。

模糊事实类的方法主要有模糊化方法、读取隶属度数组方法。

模糊事实类通过隶属度数组存储过程变量模糊化后的值;模糊事实类通过组成事实类链表生成模糊事实类库;事实类链表继承自 java.lang 类^[8],可以方便地实现链表的连接和查找。

4.2 模糊规则类的实现

模糊控制器的控制规则是基于专家知识和人们长

期学习和试验所积累的经验逐渐形成的,可理解为一种技术知识集合。利用这些规则集合进行综合分析并做出控制决策,调整针对被控对象的控制作用,从而使系统达到预期的目标。建立控制规则就是利用计算机语言归纳专家知识和人类经验的过程。在实际控制过程中,应将遇到的各种情况和相应的控制策略汇总为模糊控制表。

模糊规则类的成员变量有:规则号、推理条件、推理结果。利用这些成员变量使用模糊推理算法就可以得到模糊推理结果,对其进行精确化处理来控制车辆。模糊规则类的成员方法有模糊推理方法,模糊推理方法可以定义具有不同参数个数或类型的多个方法即方法的多态用于多种情况下的推理、模糊算子方法等。

封装是面向对象编程的一个重要特点,它把对象的属性通过方法封装起来,外部只能通过系统提供的方法使用系统。通过封装把每个对象或其属性修改的影响限制在类的内部,不对相关系统产生影响,从而增强知识库的管理和维护。模糊规则类正是基于封装的思想将模糊控制规则库与模糊推理进行封装,从而使系统更合理。

4.3 模糊结果类

模糊结果类主要是完成模糊控制器的解模糊化的功能,产生实际的控制信号。

该系统采用的解模糊化方法为加权平均法。要用到隶属度函数,语言变量,还有输入、输出变量的模糊化结果。

加权平均法。其权系数可根据设计要求和经验来选取,为了方便,这里取隶属度作为权系统,其执行量度 U_{max} 由公式决定:

$$U_{max} = \frac{\sum U(u_i) \cdot u_i}{\sum U(u_i)}$$

由于该系统已经被简化为单输出系统,因此只需要一个模糊结果类就可以完成所有的动能。

人机界面包包含了汽车防撞控制系统的防撞演示界面、报警显示界面、车辆参数以及报警数据参数等界面所需要的类,具体如图 5 所示。

防撞系统主界面继承自 java 的 JFrame 类,它使用防撞模拟界面类和参数面板类的对象,防撞模拟界面类实现 ActionListener 接口的 actionPerformed() 方法,实现对汽车的模糊控制。

参数面板类使用报警信息类对象,实现在报警时的报警显示。

5 结束语

在建立汽车防撞控制模型的基础上,利用面向对

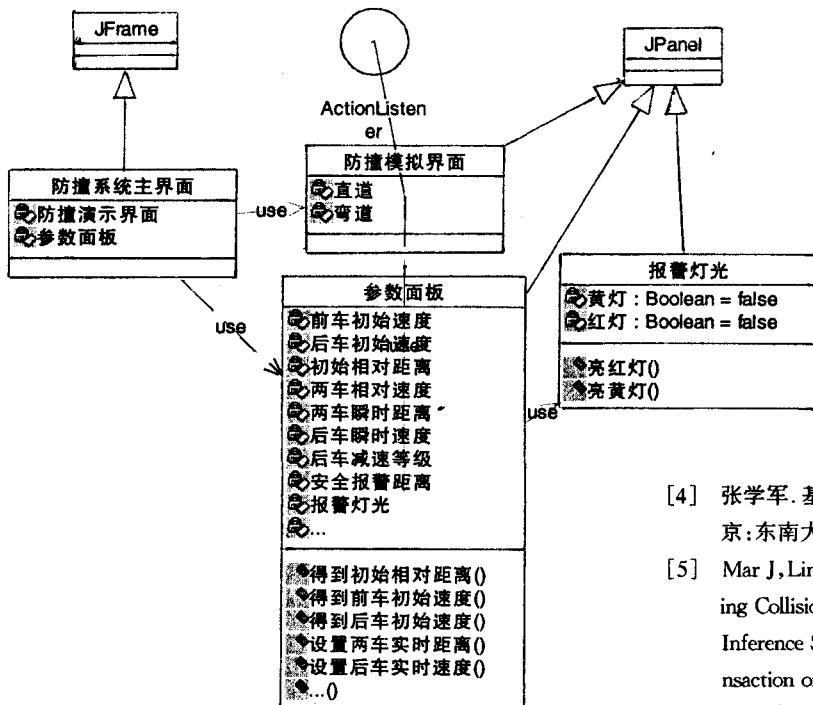


图 5 人机界面包内的类图

象方法,对汽车防撞模糊控制系统的软件实现进行了详细的分析,使用用例图来表达软件要实现的功能,使用包图来说明软件的层次,使用类图来说明各种类的属性和接口,使用协作图来说明各个对象之间的关系和时间顺序,在此基础上编码,使系统更加合理。

参考文献:

[1] 侯德藻,李克强. 汽车主动防撞系统中的报警方法及其关键技术[J]. 汽车工程,2002,24(5):438-441.

[2] Kageyama. On a new driver model with fuzzy control[C]//Proceedings of 12th IAVSD Symposium. Lyon, France: [s. n.],1991.

[3] Mar J, Lin Feng jie. An ANFIS Controller for the Car - Following Collision Prevent System[J]. IEEE Trans. on Vehicular Technology,2001,50(4):106-111.

[4] 张学军. 基于神经网络的汽车防撞模糊控制研究[D]:南京:东南大学,2008.

[5] Mar J, Lin Huang Ta. The Car - following and Lane - Changing Collision Prevention System Based on the Cascaded Fuzzy Inference System[J]. IEEE Transaction on vehicular technology,2005,54(3):910-914.

[6] 王文清,王武宏,钟永刚. 基于模糊推理的跟驰安全距离控制算法及实现[J]. 交通运输工程学报,2003,3(1):72-75.

[7] 范 遂. 基于面向对象方法的模糊控制器设计[J]. 计算机应用,2005,25:399-400.

[8] 薛胜军,成 敏. Java 内容仓库及其在 CMS 中的应用[J]. 计算机技术与发展,2009,19(1):204-207.

(上接第 236 页)

20090422	10:09:37	ID:0025	传感器数据
7E 45 00 00 16 00 25 14 00 36 00 01 00 15 00 25 2E 80 0A 00 01			
19 02 02 04 57 03 00 E8 00 42 7A 7E			
温度:24.02;湿度:37.44;光照:354.00			
20090422	10:09:39	ID:0021	传感器数据
7E 45 00 00 16 00 21 14 00 36 00 01 00 12 00 21 72 80 0A FE 01			
18 B8 02 04 00 03 00 62 00 21 92 7E			
温度:23.38;湿度:34.38;光照:149.54			
20090422	10:10:22	ID:003D	传感器数据
7E 45 00 00 16 00 3D 16 00 36 00 01 00 20 00 3D 18 80 0D 89 01			
19 06 02 04 2C 03 00 D0 04 02 15 20 12 7E			
温度:24.06;湿度:35.97;光照:317.38;二氧化碳:533.00			

图 5 传感器采集的数据

5 结束语

文中主要研究了感知节点的功能,以及 TinyOS 2.x 的硬件体系结构,搭建了新的硬件平台,设计了无线传感器网络感知节点的传感器外围逻辑电路和驱动体系,同时分类实现了传感器模块的驱动和控制。该

设计已经成功地应用在西部精准农业项目中,实践反馈表明,该设计方法简单、性能稳定,具有功耗低、数据采集灵活、可靠性高等特点。

参考文献:

[1] 孙利民,李建中,陈 渝,等. 无线传感器网络[M]. 北京:清华大学出版社,2005:4-5.

[2] Atmega1281datasheet[DB/OL]. 2007. http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2549.pdf.

[3] SH75 datasheet[DB/OL]. 2007. <http://www.chunchang.net/UpFile/2008-11/18/20081118131829587.pdf>.

[4] IIC protocol[DB/OL]. 2000. <http://www.zlgmcu.com/philips/iic/xuanxing/I2Cgiufan.pdf>.

[5] T6400 datasheet[M/CD]. 2007. <http://www.apollounion.com>.

[6] ISL29001 datasheet[DB/OL]. 2006. <http://www.intersil.com/data/fn/FN6166.pdf>.

[7] 霍宏伟,牛延超,黄吉莹,等. ATmega128/2560 系列单片机原理与高级应用[M]. 北京:北京希望电子出版社,2006.

[8] TinyOS 2.0.2 Documention. TEP2[DB/OL]. 2007. <http://www.tinyos.net>.