

北京航空航天大学  
BEIHANG UNIVERSITY



第二十三届“冯如杯”学生创意大赛论文

高速公路车祸预警系统

**摘要：**针对交通安全形势日益严峻，交通事故频繁发生的客观事实，提出一种高速公路车祸预警系统构想。在未来 4G 网络支持下，构成一个信息网，利用 GPS、电磁铁、传感器、成像仪等技术实现车祸预警，具有实际意义和市场前景，对未来的交通安全有积极作用。

**关键词：**车祸预警；GPS；4G 网络；交通安全

**Abstract:** Aiming at the objective fact of serious traffic safety problem and frequent accident, we propose an highway traffic accident early warning system. In support of 4G network, we take advantage of gps, electromagnets, sensors and imaging device to structure a information network. It has good market prospects and practical significance which will contribute to the future traffic safety.

**Keywords:** Accident early warning system; GPS; 4G network; traffic safety

目录

1 绪论 .....1

    1.1 项目背景.....1

2. 总体设计方案及功能概述.....2

    2.1 联网速度限制系统.....2

    2.2 磁力防撞系统.....4

    2.3 参数匹配仿真计算系统.....5

    2.4 高速公路虚拟路障系统.....8

3. 可行性分析.....9

    3.1 相关技术分析.....9

        (1) 联网速度限制系统.....9

        (2) 磁力防撞系统.....11

        (3) 参数匹配仿真计算系统.....12

        (4) 高速公路虚拟路障系统.....13

    3.2 预计技术难点及思考.....16

4 应用前景.....18

    4.1 市场需求分析.....18

    4.2 推广模式.....18

5 结语 .....19

参考文献.....20

# 1 绪论

## 1.1 项目背景

随着科技的进步,时代的发展,人民经济生活水平的提高,汽车——作为一种便捷的交通工具,已经走进了千家万户。但在人们享受汽车带来的便利的同时,随之而来的却是一系列车祸对人类社会带来的巨大危害。“车祸猛于虎”,其伤势重、变化快、死亡率高,车祸已成为当今社会城市人口死亡的四大原因之一。尤其是高速路上的车祸,更是车祸中的夺命杀手。近年来,连环车祸更是常常占据新闻报纸的头版头条。那一幕幕因车祸而导致家破人亡的人间惨剧不断上演,一次又一次的敲打着我们的内心,提醒我们对它的审视与注意。人类正迫切需要能够行之有效的手段来应对这种现代科技产物带来的巨大威胁,确保人民的生命财产安全。因此,研究如何减少车祸的发生,甚至是预测车祸发生的可能性,提高车辆的行驶安全,迫在眉睫。本文正是有感于近来连续发生的高速公路连环车祸,因此提出一套高速公路车祸预警系统,以达到车祸预警的目的。

目前为止,国内外对车祸研究的重点更多的是在改善防护。在此,列举一些典型的措施,并分析优缺点。

### (1) 改善车辆设计

**保险杠:**汽车保险杠(防撞梁),位于汽车前方和后方的大部分区域,表面上被设计于避免车辆外部损坏对车辆安全系统造成的影响,具有在高速撞击时减少驾乘人员伤害的能力,现在越来越多的被设计用于行人保护。优点同样是缺点,在较快速度的撞击实验中,保险杠的作用微乎其微,基本上汽车在瞬间就灰飞烟灭。

**安全气囊:**安装在汽车上的充气软囊,使用在车辆发生撞击事故的瞬间弹出,藉以达到缓冲的作用,保护驾驶和乘客的安全。一般而言,遭遇到发生碰撞时,可以避免乘坐人员头部和身体,直接撞击到车辆内部,减少人员伤害程度。但是气囊却不能完全保护乘员生命安全,甚至有可能造成伤害,引发不少责难。

**ABS 系统:**防抱死制动系统是利用阀体内的一个橡胶气囊,在踩下刹车时,给予刹车油压力,充斥到 ABS 的阀体中,此时气囊利用中间的空气隔层将压力返回,使车轮避过锁死点。能避免在紧急刹车时方向失控及车轮侧滑,使车轮在刹车时

不被锁死，不让轮胎在一个点上与地面摩擦，从而加大摩擦力。

安全带：传统的安全行车概念：安全带+ AIRBAG+ABS +传统的后视系统不等于安全的全部概念，因为传统的后视系统由三片平面镜或广角镜组成，平面镜有盲点（死角），广角镜有视差，而盲点和视差常常是造成车祸的原因。

## （2）确保路面品质

道路施工品质：是防止车祸的基础，但仅仅做到这一点时候完全不够的。

## （3）路况提示

交通牌：交通牌对前方路况有所提示，但大多数轻车熟路的司机却视而不见，因此预警性不强。

以上是传统的防护措施，但是我们可以看到，即便是在如今上述情况都完满无差的时候，高速路上的车祸依旧频发，特别是连环车祸，更是屡见不鲜。因此为解决高速路上由超速驾驶、未保持安全车距两个重要诱因引发的车祸及其造成的二次车祸，本文提出了一种新型预警系统，从车辆本身和道路状况实时提示出发，结合上述传统安全措施，来进一步的防止车祸的发生。

# 2. 总体设计方案及功能概述

## 2.1 联网速度限制系统

“十次肇事九次快”，这是万千肇事司机用血和泪告诫我们的经验。高速公路超速行使，是告诉路上车祸的重要诱因。为此，中华人民共和国道路交通安全法规定了最高时速，但现有的汽车没有安装限制车速的装置，因此许多驾驶员还是自觉不自觉的违规超速驾驶。

与其用交通指示牌了规定时速或者用摄像头提醒司机，不如直接在汽车出场之时就安装车速限制仪。

目前为止，基本上所有车都装有了 GPS 系统，但是功能依旧以地图搜索以及导航为主，本项目将采取一套加密的封闭车载速度限制系统。（苹果 OS 系统之所以成功的原因便是由于其相对封闭，从而防止了第三方恶意应用程序的侵蚀，另外能为手机提供相对安全的操作环境，防止手机刷系统变坏的尴尬）因此有了一

套封闭的车载速度限制系统，便能有效的防止诸如“越狱”等手段从而不受车速限制仪限制的尴尬。

本项目的车速限制仪是由以下结构实现的：GPS 导航系统、传感器、控制执行电路、报警器。当汽车进入特定的路段时，GPS 导航系统便能获取该路段的路况信息包括其车速限制情况。然后通过程序控制，将路况信息导入车速限制仪，使汽车进入半控制阶段。当驾驶员行使到该道路规定时速的百分之九十之时，报警器就响起，提醒驾驶员注意车速。当驾驶员再加速时，汽车通过控制执行电路就进入定速巡航阶段，其速度为最高时速，此时即使驾驶员再踩油门，也不能加速。



图 1

目前为止，实现速度控制的方法很多，有机械的、液压的和电气的。电气的方法比较简单，控制性能好，经济，易于维护，所以应用最广。速度控制系统一般都是闭环控制系统，可以是单环或多环的反馈控制系统。速度控制系统可应用自动控制理论的方法来进行设计。速度控制系统的一些实例有调速系统、多环直流调速系统、可逆调速系统、交流频变调速系统、交流串级调速系统等。

同时，此系统又与定速巡航有所不同。目前定速巡航作用是按司机要求的速度合开关之后，不用踩油门踏板就自动地保持车速，使车辆以固定的速度行驶。当在高速公路上长时间行车后，司机就不用再去控制油门踏板，减轻了疲劳，同时减少了不必要的车速变化，可以节省燃料。分为：1、机械拉线式定速巡航器（适用于机械式拉线油门的车辆）2、电子油门式定速巡航器（适用于电子式油门的车辆）3、多功能定速巡航系统（适用于电子式油门的车辆）

而此限制仪保持了定速巡航装置的优点：比如当车速超过道路最高时速时保持速度前进，又使驾驶员时刻保持紧张状态。因为它并不是一种完全自动的装置，此装置能使驾驶员在高速行使过程中集中注意力和掌握主动权。当需要减速时，只需要放开油门即可。而不会导致诸如“定速巡航锁死，车主以 125 码时速狂奔 1.5 小时”这样的新闻出现，更提高了安全性。

另外，如上所述，该系统能在 GPS 导航仪和未来 4G 网络构建完成的情况下，轻松获取信息，使汽车的速度限制更智能与多变，从而避免了类似定速巡航雨天禁用，雪冰天禁用；盘山路或弯路过多，禁用；道路上车辆太多，也不适合等缺点。

## 2.2 磁力防撞系统

车祸很大一部分是由撞击所致，因此对于高速路上的车祸预警系统，防撞措施尤为重要。

汽车磁力防撞装置是由控制电路、电源电路、电磁线圈和电磁材料构成。在控制电路中设有自动、手动双套通电开关和消磁开关。车体的前、后保险杠为同性磁极材料，位于车体前、后两端的电子检测器与车内磁性控制系统电连接，结构简单、使用方便，可以较好地防止车辆在运行过程中发生恶性相互碰撞的事故出现。这种磁力式汽车防撞减震装置，其主要原理是与保险杠联接有磁铁，该磁铁与保险杠联动，在车架上固定有与保险杠的磁铁相对的磁铁，车架磁铁与保险杠磁铁同极相对。由于本项目利用的是安装在同一辆车上的两块同极相对的磁铁，因此无论汽车与何种障碍物相撞，本发明都能起到防撞减震的作用。

在汽车前方设置有一根保险杠 1，保险杠 1 通过与其固定成一体的滑动导杆 2 与汽车车架 3 滑动联接。滑动导杆 2 与汽车车架 3 滑动联接的具体结构可采用常规的机械结构，例如将滑动导杆 2 套在套管内，再将套管焊接在车架 3 上；或者将滑动导杆 2 制成横截面为梯形的形状，再将滑动导杆 2 嵌在固定于车架 3 的燕尾槽内，如此等等。在保险杠 1 上固定有磁铁 4，在车架 3 上固定有磁铁 5，磁铁 4 和磁铁 5 同极相对。在滑动导杆 2 上滑动套接有磁铁，磁铁与车架 3 上的磁铁 5 同极相对，在车架 3 上设置有杠杆，杠杆的一端与滑动导杆 2 铰接，另一端顶触在滑动套接在滑动导杆上的磁铁上。当汽车车头发生碰撞时，保险杠 1 向车尾方向移动并压向车架 3，使磁铁 4 与磁铁 5 靠拢并产生互相排斥力，这种排斥力是一种较强的软性弹力，起到很好的防撞减震效果，与此同时，滑动导杆 2 带动杠杆转动，杠杆拨动磁铁靠向磁铁 5，由于磁铁与磁铁 5 同极相对，因此也形成一股强大的软性弹力，起到了防撞减震作用。

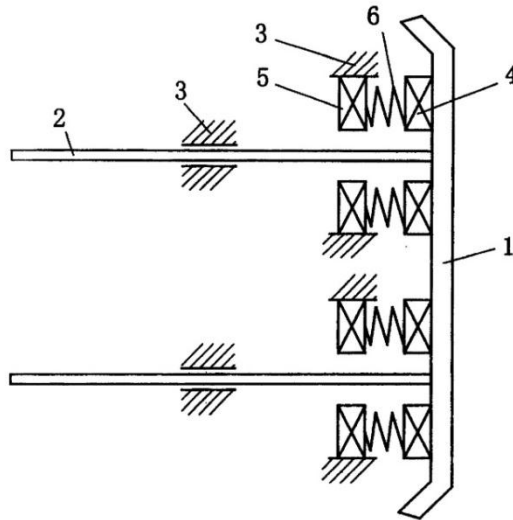


图 2

为了使磁铁 4 与磁铁 5 保持适当的距离，并使保险杠 1 在位移后能自动复位，在保险杠 1 与车架 3 之间还连接有复位弹簧 6。图中复位弹簧 6 虽然没有直接顶触在保险杠和车架上，但由于磁铁 4 和磁铁 5 是分别固定在保险杠 1 和车架 3 上的，因此复位弹簧 6 本质上是连接在保险杠 1 与车架 3 之间。当碰撞完毕车头离开碰撞物后，复位弹簧 6 使保险杠 1 回到原来位置。

作为最佳实施方式，磁铁全部采用电磁铁，以便控制磁铁磁性的有无，防止磁铁在日常使用中不受控制地吸附铁磁性杂物。适用的电磁铁可以是各种常规的电磁铁，例如在硅钢片上缠绕线圈而成的电磁铁。当然，也可采用硬磁类的强力永久磁铁，以使结构最简单。

未来的汽车出厂时，都会安装上如此一个磁力防撞系统，并通过诸如现在手机 NFC（近场及时通讯功能）与前后车辆进行信息交换，当车辆距离过近时（可以通过磁力传感器检测磁力大小或者用现在已有的倒车摄像头测距），便会自动启用磁力防撞系统，确保生命财产安全。不过需要说明的是 NFC 是在 0.1m 范围内快速传输，而我们需要的是能在汽车靠近时自动连接上的无线传输方式。

同时该装置将与本项目下述装置配合使用，效果更佳，更智能化。

## 2.3 参数匹配仿真计算系统

防患于未然，永远比事后补救更必要、更有效。因此，预测车祸发生是高速



公路车祸预警一个更重要的环节。这个装置的灵感来源于我们目前在做s的红绿灯识别系统和模式识别课程。利用数据库的模版匹配，来进行车祸预警。

众所周知，杀毒软件判断一个文件是否为病毒时，是通过比对文件内容和病毒库里的病毒特征码是否匹配来实现的。模仿电脑有病毒库，本项目会建立一个车祸库，车祸库里存放着已发车祸的一些特征信息，当车辆在行使时通过实时检测这些特征信息，与车祸库进行比对，从而判断发生车祸的可能型大小。可以通过大量样本训练分类器，使分类函数更加适用。当然，与杀毒软件的特征信息确定不同，车祸库的信息要复杂得多，因此在不断发生的车祸信息中，对其进行修正与完善。

在此列举一些特征信息。

- (1) 客观信息：时间信息（白天和晚上）、天气信息（雨雪、雾霾）、路况信息（上下坡、弯道）。
- (2) 车辆速度、加速度信息。可通过车辆所带仪表测得，但需要实时导入模版匹配系统。如同，控制火箭发射一般，需要实时信息。
- (3) 驾驶员疲劳程度：这是一种无法直接测量的信息。但由于倦态、困顿会导致一些生理信息的变化，因此目前位置有很多检测方法。

如：PERCLOS 值：目前公认的疲劳检测最好的视觉参数。采用计算 1 分钟内眼睛闭合 80%的图像采样帧数  $N1$  和周期内所有图像  $M1$  采样帧数获得—— $PERCLOS=N1/M1$ 。PERCLOS 越大，闭合时间越长驾驶疲劳程度越深；

连续驾驶时间：研究表明，疲劳程度与连续驾驶时间近似成线性关系。当连续驾驶时间小于 2h 时，疲劳评价等级处于良好状态，当达到 3.5h 时，驾驶员疲劳评价等级处于较差状态，驾驶员注意力下降，容易发生速度知觉及选择反映判断差错；

方向盘连续不动时间：当驾驶员在驾驶车辆的时候，需要不断对方向做出调整。当驾驶员处于疲劳驾驶的时候，驾驶员会出现注意力不集中，操作停顿等现象，且疲劳程度与方向盘连续不动时间成正比。以美国方向盘监视装置 S.A.M 为例，若方向盘连续 4s 不动，该监视装置会提出报警。

- (4) 轨迹信息：车辆出车祸之前，必定是由于车辆的不正常行使轨迹所造成的，因此对车辆轨迹信息进行搜集可以对已出车祸的轨迹进行研究。判断在什

么情况下，造成车祸的可能性较大，与已出车祸的匹配度最高。

- (5) 车辆驾驶员经验信息：通过对驾驶员平时的行车习惯，驾龄，是否曾经有过车祸经历，如果有过，在那些情况下发生的几率比较大等信息进行分析，对以上四种信息得出的综合结果进行相应的调整。例如：驾驶员甲驾龄一年，曾经追尾过两次，那么参数匹配仿真计算系统在进行分析时，针对一年的驾龄，则各项指数都会乘一个较高的安全系数；而对于追尾两次这一信息则会对车辆行驶时与前车的安全距离进行进一步的修正。

这个装置，可以利用类似于飞机上黑匣子的设备来实现。汽车在出场时，会安装一个“黑匣子”，并导入车祸数据库。这个设备并不难实现，如今的手机成本降低至一千元以内，而功能和处理速度却越来越快。当庞大的车祸库导入“黑匣子”时，我们只需要安装合适的 CPU 即可。并且，在一段时间后，还可以进行车祸库更新，使行车更安全。同时为了节省成本，车主可以在选车时考虑到自身的驾驶情况，对经常驾驶的时间、路段进行一个预先评估，选择一个容量大小合适的 CPU 用于下载适合自身情况的车祸库。



图3 一种疲劳检测的装置

同时该参数匹配仪，与上述的磁力防撞系统进行配合使用，在系统判定会出

车祸的时候，会及时打开磁力系统，防止车祸发生。但是对于参数匹配仿真决策的合理性、正确性，需要进行研究与反复修正，否则会造成系统误判，使车主困扰。

## 2.4 高速公路虚拟路障系统

连环车祸的频繁发生迫使我们反思，在被视觉感知到的情况下为什么依然车祸不断。调查表明，很多交通事故都是由驾驶人员的一些“陋习”引发的。一些驾驶人员驾驶车辆在高速公路上发生故障，机动车驾驶人应当立即开启危险报警闪光灯，将机动车移至不妨碍交通的地方停放；难以移动的，应当持续开启危险报警闪光灯，并在来车方向一百五十米以外设置警告标志等措施扩大示警距离，并且迅速报警；机动车驾驶人和乘车人从路外侧的车门尽快离开车辆，迅速转移到右侧路肩或者紧急停车带，不能在高速公路上随意走动，无论什么情况也不能擅自拦截过往车辆求救。然而，事与愿违，大多数司机缺乏相应的交通常识，在自身车辆发生故障或车祸时，由于处理措施不当，导致连环车祸的发生。甚至有可能只是轮胎扎破的小故障导致了车毁人亡的惨剧。因此，在提高相关人员的驾车素质的同时，有必要对高速路上的应急设备进行设计。

本项目中的高速路虚拟路障系统，正是着眼于此设计的。在未来的告诉公路规划过程中，我们需要的不是为了罚款而设置的摄像头这种“事后诸葛亮”的装置，而是需要在车祸发生后能够及时到达现场，科学摆放醒目的警告标志的设备。统计显示，高速路上发生车祸后交警到达现场的时间多在半小时以上，这其中客观因素，也有人为因素。因此对于车祸之后的现场保护以及警告标志需要特殊设备的协助。

高速路虚拟路障系统是一种在高速路两侧隔离带上建立轨道，并配备移动小车的装置。该小车上配有 3D 成像系统，能成出大小适合、位置科学的虚拟路障，以提醒后续车辆的注意，避免连环车祸。

首先是轨道设计，该系统需要在高速路两旁的护栏上修建出一条宽约一掌的凹槽轨道，能卡住投影移动装置并让其上面快速滑动。其次是小车设计，小车配备有成像系统，类似于幻灯机，能在高速路地面上成出清晰可见、大小合适、颜色醒目（人眼对于波长为 555nm 的光最为敏感）的 3D 影像。并且出于对经济和

环保的考虑，小车需要装有太阳能电池板以及备用电池，来适应不同场合。其次小车需要一张类似与手机 sim 卡大小的芯片，该芯片具有 GPS 功能和数据发送接收功能。

当有车辆发生车祸时，车辆上的“黑匣子”会自动向预警系统报警，同时预警系统收到反馈向交警部门发出通知，并且向离车祸现场最近的投影车给出指令。通过“黑匣子”给出的位置参数，并结合路段信息，系统很容易便能确定摆放警告路障最科学的位置，通过对小车的自动控制，小车快速移动到任务位置，成像。

在等待交警到来的时间里，虚拟路障系统将会发挥极大功用。首先不需要有车辆停下来在高速行使的车流中摆下路障，确保了人身安全；并且路障需要相隔一定距离，对于伤员来说很难完成；还有对于位置的确定，不恰当的路障摆放，非但不能提供任何警示作用，反而容易造成次生车祸（例如在弯道的路障摆放）。另外由于路障是虚拟的，避免后续车辆驾驶员没反应过来真实路障从而撞上的潜在威胁。

总之，最为有效的防止连环车祸发生的手段还是摆放路障。许多在弯道上的车祸是由于警告路障摆放不当造成的；更有甚者，在直道上的车祸，即使驾驶员看见了，也还是迎头撞了上去——这大多是由于疲劳驾驶和视觉误判所造成的。对于长时间驾车的车主来说，在发生车祸的地方摆放醒目标志将会有有效的提醒他们注意；也不至于造成犹豫前方是车祸还是车速慢等反应过来来不及刹车的惨剧。因此基于以上分析，该系统在高速路上尤为重要和必要，可行性、实时性较高。

### 3. 可行性分析

#### 3.1 相关技术分析

##### （1）联网速度限制系统

首先要说明 gps 的实现原理：GPS 定位的基本原理是根据高速运动的卫星瞬间位置作为已知的起算数据，采用空间距离后方交会的方法，确定待测点的位置。如图所示，假设  $t$  时刻在地面待测点上安置 GPS 接收机，可以测定 GPS 信号到达接收机的时间  $\Delta t$ ，再加上接收机所接收到的卫星星历等其它数据可以确定以下四个方程式。

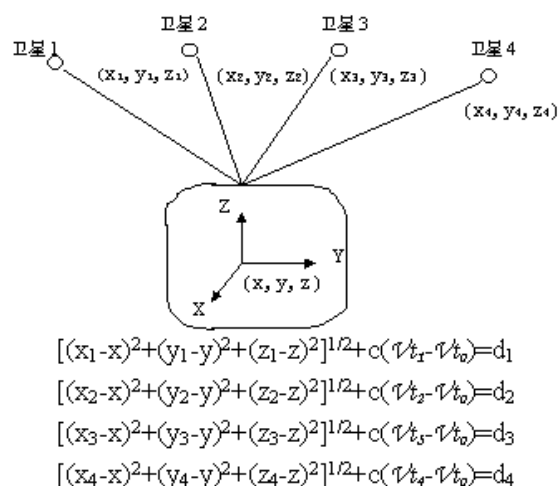


图 4

考虑到在 **gps** 观测量中包含了卫星和接收机的钟差、大气传播延迟、多路径效应等误差，在定位计算时还要受到卫星广播星历误差的影响，在进行相对定位时大部分公共误差被抵消或削弱，因此定位精度将大大提高，双频接收机可以根据两个频率的观测量抵消大气中电离层误差的主要部分，在精度要求高，接收机间距离较远时（大气有明显差别），应选用双频接收机。本项目在经济条件允许的情况下应采用双频接收机。

**GPS** 通过硬件和软件做成 **GPS** 定位终端用于车辆定位的时候，称为车载 **GPS**，但光有定位还不行，还要把这个定位信息传到报警中心或者车载 **GPS** 持有人那里，我们称为第三方。所以 **GPS** 定位系统中还包含了 **GSM** 网络通讯（手机通讯），通过 **GSM** 网络用短信的方式把卫星定位信息发送到第三方。通过微机解读短信电文，在电子地图上显示车辆位置。这样就实现了车载 **GPS** 定位。



图 5 目前的一台普通的车载 **GPS**

目前我国已经在构建 **4G** 网络。**4G** 是第四代移动通信及其技术的简称，是集 **3G** 与 **WLAN** 于一体并能够传输高质量视频图像且图像传输质量与高清晰度电视

不相上下的技术产品。4G 系统能够以 100Mbps 的速度下载,比拨号上网快 2000 倍,上传的速度也能达到 20Mbps,并能够满足几乎所有用户对于无线服务的要求。此外,4G 可以在 DSL 和有线电视调制解调器没有覆盖的地方部署,然后再扩展到整个地区。很明显,4G 有着不可比拟的优越性。归纳之,4G 通信具有下面的特征:通信速度快、网络频谱宽、智能性能高、兼容性好、费用便宜。

因此联网速度限制系统在有了上面的 gps 功能和未来 4G 网络的支持下信息交换将会变得实时和准确。特别是在我国北斗卫星建成之时,我们可以运用北斗进行导航。有了上述 2 项功能后,我们还需要一块 CPU 用来发送位置信息、接收路况信息、给出指令、限制最高时速。限制速度时,通过 cpu 给出的指令,通过控制器,根据限定的速度值,设定输出油门信号最大值,当油门输出信号超不过设定的最大值,来实现限制速度的目的。

## (2) 磁力防撞系统

首先是测距。电荷耦合器件 CCD 常用于摄像系统。CCD 摄像机是一种用来模拟人眼的光电探测器,它具有尺寸小,质量轻,功耗小,噪音低,动态范围大,光计量准确,其线扫描输出的光电信号有利于后续信号处理等优良特性,在汽车行业也得到了广泛的应用。利用传统的摄像机,如面阵 CCD,可获得被测视野的二维图像,但无法确定与被测物体之间的距离。只使用一个 CCD 摄像机的系统成为单目摄像系统,在汽车上常用于倒车后视系统,辅助驾驶员获得后视死角信息,以避免倒车撞物。为获得目标三维信息,模拟人的双目是绝缘粒,利用间隔固定的两台摄像机同时对同一景物成像,通过对这两幅图像进行计算机分析处理,即可确定视野中每个物体的三维坐标,这一系统成为双目摄像系统。双目摄像系统模仿人体视觉原理,测量精度高。但目前价格较高,同时由于受软件和硬件的制约,成像速度较慢。

无线网络技术,可以实现较近范围内的高速数据通信。但采用此技术,需要配合 gps 使用,并且难点在于需要设计为每当有车时,就会自动对点互联。因此我的初步构想是,采用类似于声纳的测距方式与摄像头的方式结合进行测距:当前后摄像头探测到有物体时就启动无线测距系统进行测距,此法速度较快并且经济性更高。同时将距离信息报告给磁力防撞系统,自动开启电磁铁。电磁铁原理

上文已经详述，在此不再赘述。

### （3）参数匹配仿真计算系统

该系统的技术特性在于对神经网络的运用。例如目前引用最广泛的神经网络之一——BP 神经网络，它是一种按误差逆传播算法训练的多层前馈网络。其输入层各神经元负责接受来自外界的输入信息，并传递给中层神经元；中间层是内部信息处理层，根据信息变化能力的需求，中间层可以设计为单隐层或者多隐层结构；最后一个隐层传递到输出层各神经元的的信息，完成一次学习的正向传播处理过程，由输出层向外界输出信息处理结果。当实际输出与期望输出不符时，进入误差的反向传播阶段。误差通过输出层，按误差梯度下降的方式修正各层权值，向隐层、输入层逐层反传。周而复始的信息正向传播和误差反向传播过程，是各层权值不断调整的过程，也是神经网络学习训练的过程。此过程一直进行到网络输出的误差可以减少到可以接受的程度，或者预先设定的次数为止。

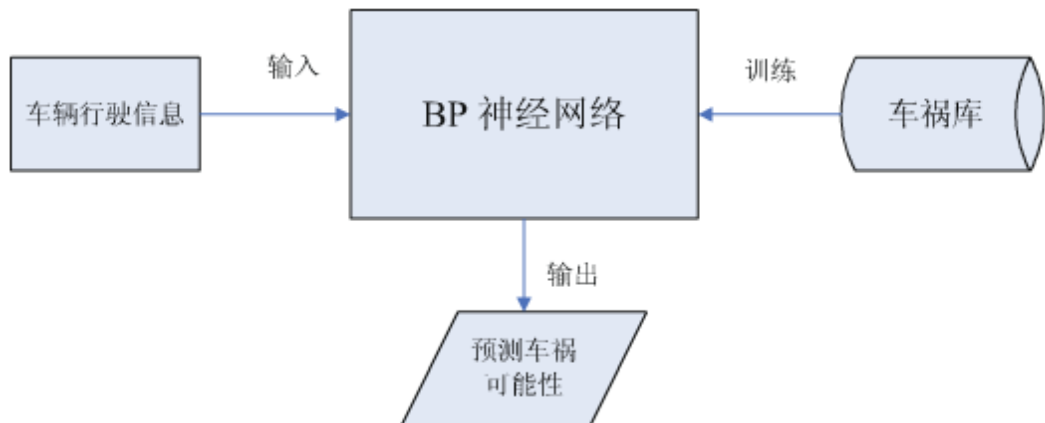


图 6 示意图

神经网络可以用作分类、聚类、预测等。神经网络需要有一定量的历史数据，通过历史数据的训练，网络可以学习到数据中隐含的知识。在你的问题中，首先要找到某些问题的一些特征，以及对应的评价数据，用这些数据来训练神经网络。

虽然 BP 网络得到了广泛的应用，但自身也存在一些缺陷和不足，主要包括以下几个方面的问题。

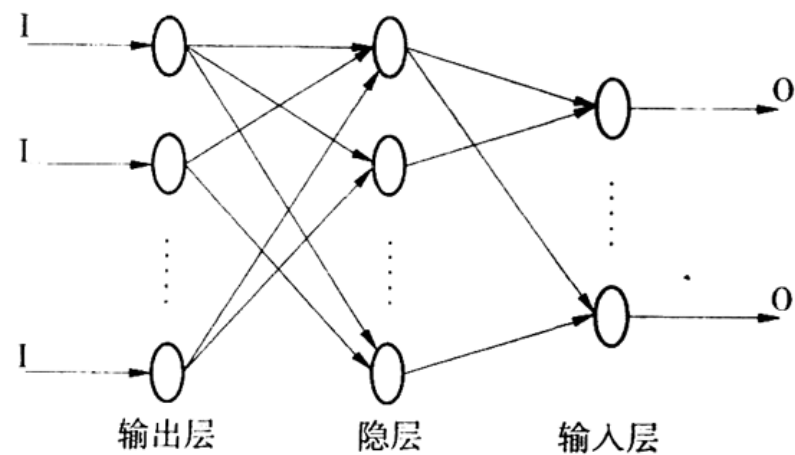
首先，由于学习速率是固定的，因此网络的收敛速度慢，需要较长的训练时间。对于一些复杂问题，BP 算法需要的训练时间可能非常长，这主要是由于学

习速率太小造成的，可采用变化的学习速率或自适应的学习速率加以改进。

其次，BP 算法可以使权值收敛到某个值，但并不保证其为误差平面的全局最小值，这是因为采用梯度下降法可能产生一个局部最小值。对于这个问题，可以采用附加动量法来解决。

再次，网络隐含层的层数和单元数的选择尚无理论上的指导，一般是根据经验或者通过反复实验确定。因此，网络往往存在很大的冗余性，在一定程度上也增加了网络学习的负担。

最后，网络的学习和记忆具有不稳定性。也就是说，如果增加了学习样本，训练好的网络就需要从头开始训练，对于以前的权值和阈值是没有记忆的。但是可以将预测、分类或聚类做的比较好的权值保存。



I—输入层的节点;O—表示输出层的节点

图 7

本项目输入层神经元个数为上述的 4 个参数，隐层是根据经验及输入层神经元个数而确定。参考文献后，可以选用 10 个。输出层只有 1 个。确定了各层个数还需要进行网络训练。这是需要大量样本来对分类器进行训练，修正函数才能获得，这个系统难点就在于此。

#### (4) 高速公路虚拟路障系统

可移动式路障投影机的轨道设计需要考虑到经济性。中国拥有 9.5 万公里的高速路，建立使用的虚拟路障设计系统，轨道的建立是一项庞大的工程。因此本



项目只需要在设计护栏的时候在护栏上开一个槽式轨道，用于卡住投影小车。考虑到护栏有被车祸撞损危险，因此轨道设计采取分段式设计，而不是一条轨道挖到底的方案。这样的设计有利于分段施工，保证护栏强度，保证轨道不易变形等优点，当一段轨道受损时便于修复，节省经济。

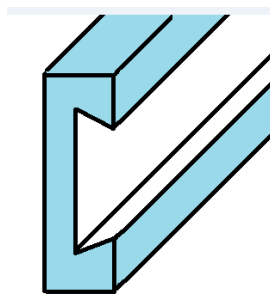


图8 槽式轨道示意

另外是供电设计，可以考虑在小车上安装太阳能电池板和备用电池，也可以通过在轨道上运用类似于铁轨的充电方式。同时小车只需要具有一个能接收 GPS、能处理移动指令、能给出投影命令的 CPU 即可。

本项目的设计还需要考虑实际情况。对于多弯的地段，由于视野不开阔，小车分布可以密集一些，因为这些地方是事故高发区。而对于直道，则可相对较稀疏。另外就是雨雪天气的维护问题，需要考虑到雨雪天气对于小车的损坏，因此可以设计一个圆柱封闭带玻璃的外壳，既可以方便转动调整角度进行路障投影，又可以防止雨雪天气对于电子设备的损坏。

为此我们可以简单的进行计算：假设小车的移动速度为 3m/s，这也是目前迷你四驱车的一般速度，那么如果要在 3 分钟内到达事故现场摆放虚拟路障，并算上传输通讯时间 1min 左右，也就是说小车可以在 4 分钟内赶到现场并摆放路障， $3\text{m/s} \times 4 \times 60 = 720\text{m}$ 。如果考虑到经济性，那么可以加快小车速度，例如达到 4m/s，则大约一公里需要覆盖一个小车。而做到增加速度是可以轻松实现的，目前一个普通的迷你四驱车马达，如烈豹 62000 转/分，电脑设计高耐磨合金换向器，适合直线冲刺；同时可以在不同路段使用不同马达。

另一方面，目前的 3D 投影成本还很贵，一台普通的 3D 投影机需要 5000 元左右。而且是需要带上眼镜才能看见，因此目前这个技术还很难推广。



图9 普通 3D 投影机

全息投影技术也称虚拟成像技术是利用干涉和衍射原理记录并再现物体真实的三维图像的记录和再现的技术。

其第一步是利用干涉原理记录物体光波信息，此即拍摄过程：被摄物体在激光辐照下形成漫射式的物光束；另一部分激光作为参考光束射到全息底片上，和物光束叠加产生干涉，把物体光波上各点的位相和振幅转换成在空间上变化的强度，从而利用干涉条纹间的反差和间隔将物体光波的全部信息记录下来。记录着干涉条纹的底片经过显影、定影等处理程序后，便成为一张全息图，或称全息照片；

其第二步是利用衍射原理再现物体光波信息，这是成像过程：全息图犹如一个复杂的光栅，在相干激光照射下，一张线性记录的正弦型全息图的衍射光波一般可给出两个象，即原始象（又称初始象）和共轭象。再现的图像立体感强，具有真实的视觉效应。全息图的每一部分都记录了物体上各点的光信息，故原则上它的每一部分都能再现原物的整个图像，通过多次曝光还可以在同一张底片上记录多个不同的图像，而且能互不干扰地分别显示出来。



图10 逼真的全息投影人像

本项目可以在事先拍好一个真实路障的照片，并转换成数字信息存在小车里，

只要给出指令小车就能投影出来，并且显示“前方路段车祸”字样，目前这个技术已经很成熟。



图 11 一种类似的虚拟路障

### 3.2 预计技术难点及思考

通过以上分析，我罗列一些思考过的问题。

#### (1) 车速限制系统的可行性有何缺点？

系统本身并不难实现，导航系统，路况信息获取的芯片成本也不高，关键在于如果强制每一辆车都装上这个系统，有效防止超速驾驶。虽然出厂时都会安装，但是不乏有人能自己卸下这个装置，逃避管理，进行飚车等行为。因此我觉得未来可以利用加密的方式或者与关键零件一体化设计的方式逃避拆卸行为。而软件破解行为，则可以利用权限设置来保证。

#### (2) 超车时需要速度超过最高时速？

鉴于超车时速度有可能需要超过最高时速，因此车速限制系统应该有一个余量值，此余量值为安全超车的最高速度。

#### (3) 停车或者超车的时候会不会误启动磁力防撞系统？

在停车时，可以手动关闭电磁铁，防止误启动。由于两旁没有磁力防撞系统，所以如果是侧面撞击的话很难防止车祸发生。因此对于侧面撞击的研究将是重点，毕竟它会和超车冲突，系统很难判定超车的时候会撞击还是正常驶过。另外由于很多司机会忘记关，所以自动判定系统还是比较有必要的。因此，这方面的研

究很重要。

(4) 磁力系统会伤人吗？

磁力大小的重复验证至关重要，若磁力太大，会使车受力过大而翻倒。因此需要在实验室模拟各种情况下的撞击，设计出大小合适的磁力防撞系统，并自动化。我想这个方面，可以和参数仿真系统结合，对车辆的速度、加速度、轨迹进行分析。

(5) 磁力系统在跟车时自动启动？

设计一个前后车辆能进行即使通讯的设备，相互获取对方行驶过程中的数据。若后车速度大于前车速度，系统会发出警报，提醒司机超车或者减速。并且设计距离值，在离多近的地方会产生多大的电磁力。

(6) 参数仿真系统的难点在哪？

由于神经网络庞大，因此用大量样本训练是先决条件，并且还有可能出现误判。其次，软件开发也特别难。这个实时的参数匹配需要在行使过程中与数据库进行实时交换。

(7) 参数仿真系统经济型如何？

如上所述，由于计算量庞大，因此在初期经济性制约了推广。它需要一个计算功能强大，并且速度快的芯片。但是我相信，在摩尔定律的指导下，量产之后，成本应该能降低。

(8) 轨道成本如何？

轨道成本只需要在隔离带开槽即可，方便易行。在设计护栏的时候即可完成。

(9) 小车分布密度如何？

需要比较密集，做到无死点（除了视野很好的直线路段）。成本如何？试想一下如今高速路的测速拍照系统，都已然那么密集，那么小车的密集度也可以如此。诸如手机中的 SIM 卡、CPU 就能满足处理指令要求。

(10) 为什么本项目叫做高速路车祸预警系统？

首先，如上所述，车祸预警需要从道路和车辆入手，因此在构建了一个信息网的框架下，所有上述系统都是相辅相成的。在发生车祸前，构造了一套防患于未然的车速限制系统；行驶途中，同过参数匹配，预测车祸发生；发生车祸时，通过磁力防撞系统，有效降低撞击伤害；无可避免后，通过“黑匣子”即使报警，

利用高速路虚拟路障系统，防止二次车祸的发生。所以本项目叫做高速路车祸预警系统。

## 4 应用前景

### 4.1 市场需求分析

进入 2000 年以来，由于经济稳步增长，国家初步进入小康社会，买车的人越来越多。伴随之，高速路上车祸频发，交通责任认定难，给人们造成了严重的生命财产损失。为了维护道路交通秩序，预防和减少交通事故，保护人身安全，保护公民、法人和其他组织的财产安全及其他合法权益，提高通行效率，2003 年 10 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过中华人民共和国道路交通安全法。

国家的重视，科技的发展，必须有新技术、新思想用于减少车祸发生。我国是一个人口大国，拥有 2.36 亿的司机，2.33 亿辆机动车和 9.5 万公里高速公路遍布华夏大地。因此，此系统拥有广大需求量。

目前的车辆基本配备了 gps、倒车摄像头等功能，随着消费者生活方式更加理性与科学，对于生命的尊重程度越来越高，每一个公民都有义务为高速路车祸减少尽一份力，并且随着成本下降，该系统在消费者群体中的受认可程度将会越来越高。

下面对于产品的平均价格进行一个估算：一个普通的 gps 大约 300 元，车速限制系统大约 1500，磁力防撞系统预计 5000 元，“黑匣子”大约 5000 元，同时考虑到拥有了此系统后会降低油耗，减少了车祸损失，成本还能再降，因此每一台车只需要 10000 元左右便能拥有这么一套系统。同时虚拟路障系统以 1km 计，为 2000 元，相对于拍照测速仪的价格较为便宜。

### 4.2 推广模式

车速限制系统应该由国家制定法律强制安装，既然有最高时速限定，那么就人人遵守，而不是像现在的拍照测速罚款，先有违规，再来解决，不出车祸则已，一出车祸没有补救。

磁力防撞系统应和参数仿真计算系统首先应用与工程车上,在可靠性达到一定指标的条件下,进行推广。可在售车处,电视上、科技杂志上、汽车杂志上进行宣传,正如今天车辆出新功能一样。有了第一批群体,就能收到实际问题中的反馈与意见,对于改善至关重要。

虚拟路障系统,在国家政策指导下,应该在未来道路规划的时候,包含进去。对于已有的路段,应该逐步增加。

## 5 结语

本项目着眼于高速公路车祸和次生事故的预警,从事故发生前,事故发生瞬间和事故发生后三个方面都进行思考和创新,提出了包含四个子系统的高速公路车祸预警系统,在不同的场合有着极大的实用性和可靠性,有些项目还可以与现有的技术和设施合理搭配,作为长期规划发展的过渡。各子系统的组成结构描述全面清楚,所用的理论叙述清晰,并且在现有的理论上提出了更多的创新想法。

若将各系统合理使用,按需分配,将对车祸事故发生带来的潜在危险和事故后果起到非常积极地影响,极大地保证了人民的生命财产安全,会是汽车安全问题的一次突破。当然,由于自身能力有限,我们也需要看到磁力防撞系统子系统在经济可行性上并不让人满意,参数匹配仿真计算系统的实际应用理论还不够完备成熟,高速路虚拟路障系统需要长期借助的客观环境的发展等等,这些都是我们需要在之后对项目进行完善和创新时进一步的考虑和改进的。但是其本身的创新思维还是有一定的借鉴性和参考性的,所以对未来相关问题的解决和改善有着很大的积极作用。

## 参考文献

- [1]郑培、宋正河、周一鸣. 基于 `perclos` 的机动车驾驶员驾驶疲劳的识别算法.中国农业大学学报, 2002, 7 (2) .
- [2]百度百科. “全息投影” 词条, 2013, 4, 18.
- [3]百度文库. `Adophi`. `CCD` 原理.
- [4]网易新闻. 定速巡航失效刹车失灵 丰田车狂奔一个半钟, 2012, 12, 04.
- [5]维基百科. “车祸” 词条, 2011, 2, 7.