

基于多传感器的自动驾驶噪声监测系统设计

李奕潼 赵慧元 王征 江友康 张恩

北京理工大学珠海学院 广东 珠海 519000

【摘要】汽车自动驾驶对于噪声信号的要求不断提高,噪声超过系统可承受的阈值之后,影响其自动驾驶汽车的安全驾驶性能,本设计是通过多传感器对自动驾驶汽车性能的噪声进行检测,多传感器也可以检测周围环境噪声声压级,通过串行 TTL 接口输出数据,对于噪声较大的信号,进行滤波处理,从而将信号控制在一个稳定的阈值内,稳定有效的信号为自动驾驶带来安全的操作指令,为自动驾驶带来了极大的实用价值,增加驾车的安全性。

【关键词】噪声信号; 阈值; 多传感器; 自动驾驶

在人们生活水平与生活质量的不断提高之下,汽车已经不断融入到人们优质的生活当中。当然自动驾驶汽车的技术也在不断地受到大家的青睐。自动驾驶技术是基于多个传感器技术对于车况信息的采集,结合人工智能和网联化技术,综合考虑各种复杂路况来对汽车的驾驶系统进行的一个设计。为了能够保证各种传感器技术能够检测到有效的物况信号,信号在传输的过程中能够不失真的进行传输,本论文提出一种基于多传感器的自动驾驶汽车的噪声监测系统。噪声监测系统是基于噪声传感器对于自动驾驶汽车环境的噪声信号的检测,通过传感器将环境的模拟噪声信号检测出来,并且通过转换器转换成数字量,数字量反馈到控制系统,有助于控制系统给予其他各路信号一个工作的指标,从而保证自动驾驶汽车各个系统稳定有效的工作环境。这样对于自动驾驶汽车在有效的信号控制下,能够大大提高汽车的安全性能,对于自动驾驶汽车的推广起到促进的意义。

1 总体设计

1.1 总体设计描述

针对现阶段对于自动驾驶汽车的相关研究,噪声信号的检测与处理成为了自动驾驶汽车的一个关键考虑因素,本设计通过噪声信号检测多传感器,一方面检测自动驾驶汽车的噪声信号,多传感器内置一个对声音敏感的电容式驻极体话筒对汽车周边环境以及汽车工作过程中产生的噪声进行检测;另一方面多传感器对于车内其他传感器^[1]的噪声信号也能够进行检测,对于车内其他传感器采集的信号进行检测,及时的检测信号,对于信号中的噪声信号进行辨识分离。多传感器对于信号的实时监控,有利于自动驾驶汽车智能控制总部对于各种信

号的精准处理,从而有助于各种传感器对于各种信号的精准采集。传感器检测到的噪声包括所有噪声信号,采用多传感器在不同位置同时测量,得到混叠在一起的多个噪声信号,它们频率不变,但声压(声强度)不同,相关性很强。通过相关性^[2]比对分析来分离各个噪声。

1.2 总体性能分析

不管是我们所说的传统汽车制造行业还是日益火热的互联网企业,在不同的制造行业中对于自动驾驶技术的设计所采用的方案大同小异,一般都会采用的技术有基于外界环境的信息识别与系统判断决策的控制技术。自动驾驶技术集自动控制、复杂系统、人工智能、机器视觉等众多技术于一体,通过收集云端和车载传感器的车联网数据^[3]、地理信息数据、环境感知数据等,通过对于车辆行驶的安全辐射区域的信息采集,在将信号处理后与原任务的设定值进行匹配。

安全性的角度分析,对于多传感器的自动驾驶噪声检测系统设计上,该系统本身具有较高的安全稳定性,系统对于数据的处理与检测能够更加精准。该系统对于其他传感器噪声信号的检测同时,周边噪声信号可以给予其他各路信号一个参考为值,不仅不对信号加入其他任何干扰信号而且控制器还能够根据噪声信号的高低来给予其他信号赋予一个安全的性能指标,从而对信号的安全性能有了一个更加稳定的保障。

有效性的分析,多传感器的自动驾驶噪声检测系统设计的有效性在于自身工作的同时,还能够将其他传感器采集的信号进行安全检测,将信号在传输的过程中就识别噪声信号,分离噪声信号,使得传输的信号都能够在系统安全阈值内工作,这也为自动驾驶汽车的各种性能提供了一种有效的监测与处理。

2 工作原理

2.1 多传感器工作原理

多传感器组合中对于噪声信号的检测原理主要是在传感器内部设置一个电容式驻极体话筒, 这个话筒对于声音有很强的敏感性, 而且还能够将物理噪声信号通过声电转换部分^[4]和阻抗部分转化成能够被系统识别的电信号。其中, 声电转换的功能实现也是由一片极薄的塑料膜片驻极体振动膜来完成, 它的功能的实现主要依据本身的构造, 先将一薄层金属膜覆盖在其表面, 在通过高压电场的驻极, 生成一个可以存储异性电荷的两表面, 由物理结构可以推导出公式 $Q=CU$, 那么在 C 发生变化时, Q 不变, 从而只能引起 U 发生变化, 通过对于发生变化的 U 的信号采集, 就可以得到所需要的输出信号。这样就可以非常有效的将声音信号与电信号之间建立一个联系。输出的这一电压很快就被转化成范围在 $0-5V$ 的电压, 模拟的电压信号在经过 A/D 转换之后就可以得到能够被数据采集器接受的数字信号, 并将这些有效的数字信息传送给计算机来进行加工。

采用多传感器组合系统不仅能够更加高效精准的测量出外界环境和被探测物体的相关信息, 还能够直接展现出多个传感器一起组合工作的效率和优势, 大大扩宽传感器的利用优势, 也减少了单个传感器功能单一而带来的不足。为进行多种噪声分离, 采用的方法是: 在各个噪声设备处安装多个同种传感器, 并对每一个传感器测量的信号先进行分别处理, 然后进行综合, 滤除干扰噪声, 获得所需要的信号。

2.2 自动驾驶工作原理

通常情况下的自动驾驶汽车的组成主要是视频摄像头、雷达传感器, 以及激光测距器的组合来完成对于汽车安全运行辐射区域的环境情况, 通过自动驾驶汽车对于周边环境的信息采集来形成一个物理地图来对汽车的前行导航起到一个重要的参考意义。

车子顶部安装的“水桶”形装置其实就是激光雷达的安装位置, 激光雷达可以对方圆 60 米的辐射范围进行扫描检测, 扫描检测的结果以 3D 的形式展现, 这样就可以给计算机一个最初始的判断标准, 一个高效准确的信息测量装置对于自动驾驶汽车的安全运行起到一个至关重要的意义。

自动驾驶汽车在不同的车体位置还会安装有不同的摄像头, 如前置摄像头可以记录汽车行驶过程中前面环境的变化; 谷歌公司的设计中还在后视镜周围安装一个可以识别交通信号灯的摄像头, 这个摄像头还能够在车体内部微电脑的辅助下来识别移动的物体, 从而大大提高对于周围物体的检测精准性。

很多人第一眼会觉得这个像是方向控制设备, 而事

实上这是自动驾驶汽车的位置传感器, 它通过测定汽车的横向移动来帮助电脑给汽车定位, 确定它在马路上的正确位置。

上述对于自动驾驶的各个检测环节, 都会有噪声信号的渗入, 为了保证上述各项功能的传感器能够精准高效的进行数据采集和传输, 需要在各个环节安装有噪声信号检测的功能。

2.3 信号检测工作原理

所谓的信号检测技术, 就是融合电子学、信息论、物理学和计算机等多学科的因素所凝结的一种方法, 通过研究噪声信号是如何产生的和过程中噪声信号的运动规律来掌握被测信号的特点和信号彼此之间的相关性。本设计中对于信号检测的主要目的就是掌握以何种方法将有用的信号从强噪声中提取出来, 当有用的信号在弱信号下时, 探究出新的方法和理论将其进行检测与分离, 这样就可以将全面的研发技术应用于不同的学科领域。

对于噪声信号的判决, 它是信号检测技术的重要内容, 本文的研究是采用时域研究, 将一定时间 t 内的信号判决变成积分的形式, 为了大大降低判决产生的错误误差, 可以采用概率分析方法, 将数学中的贝叶斯准则引入研究二元信号的判决, 大大降低错误的概率。对于二元信号的研究思想可以并类到用互相关器来得到检验统计量, 然后再由给定的判决门限来对信号有无作出判决。因此, 二元信号检测系统^[5]中使用到的互相关器是一个很关键部件, 通过它可以得到要求的检验统计量。

2.4 噪声分析工作原理

声音测量是采用传感器, 此类传感器可以将声学物理信号转换成电信号, 转换的小信号通过放大器放大到一定的要求量, 然后将信号通过 A/D 转换成数字信号, 再由计算机进行数据处理

$$r_{xx}(n) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} X_n X_{n-m} = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} X_{n-m} X_{-m} = X_n * X_{-n}$$

设传感器测量噪声信号 z 的自相关函数为 $r_{xx}(n)$,

其中 $X_n * X_{-n}$ 是离散信号 X_n 与 X_{-n} 的褶积。如果 X_n 为实离散信号, 其频谱为 $X(f)$, 则 X_{-n} 的频谱为:

$$\frac{\sum_{n=-\infty}^{+\infty} X_{-n} e^{-j2\pi n \Delta f}}{\sum_{m=-\infty}^{+\infty} X_m e^{-j2\pi m \Delta f}} = \frac{\sum_{n=-\infty}^{+\infty} X_n e^{j2\pi n \Delta f}}{\sum_{m=-\infty}^{+\infty} X_m e^{-j2\pi m \Delta f}} = \overline{X(f)}$$

自相关函数 $r_{xx}(n)$ 的频谱 $r_{xx}(f)$ 为 $r_{xx}(f) = X(f)X(f) = |X(f)|^2$

即 X_n 的能谱 $|X(f)|^2$ 也就是自相关函数 $r_{xx}(n)$ 的频谱。因此可以得到自相关函数 $r_{xx}(n)$ 产生的波形是独立于信号本身的波形而存在的, 它只与包含在信号中的频率成分有关系, 也就是和频率成分中的振幅谱有一定

的关联性，因此，有些信号虽然满足相位谱不一样，但是仍然可以对其振幅谱相同的信号产生的函数信号进行研究。

文中说所的自相关函数 $r_{xx}(n)$ 一般都随着其频谱 $r_{xx}(f)$ 的变化而变化，而其频谱随其振幅谱 $|X(f)|$ 的变化而变化。设待测设备噪声信号为周期信号，在有限区间取样序列为 $x(n)$ ；干扰噪声信号为随机信号，在有限区间取样序列为 $y(n)$ 。这样，两个传感器的测量信号可以写为：

$$z1=x(n)+\alpha y(n-t); \quad z2=\beta x(n-t)+y(n).$$

打破传统对于的单个信号的分析，本研究采用对于多个信号的相关性进行分析，研究信号对于干扰信号的影响程度。常规使用的传感器都是电容传声器和驻极体传声器，信号提取的原理也都是将测量声压转换为电信号。除此之外，为了充分研究信号的相关性，也可以将信号在频域中进行研究，在频域总对于干扰信号进行分析与滤除。

由于系统检测和传输的信号为弱信号，但是伴随着很强的干扰噪声，所以对于噪声信号的检测方法这里给出一种相干解调方法，相干解调方法是一种常用的信号检测方法，相干解调的原理框图如图所示。

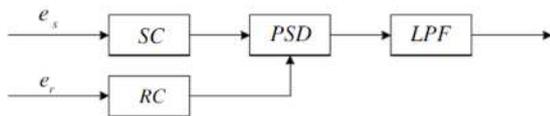


图 1 相干检测原理图

其中 SC 表示输入信号通道；RC 表示参考信号通道；PSD 表示相敏检波器；LPF 表示低通滤波器。这里所说的相敏检波器它的主要功能相当于一个乘法器。我们可以将信号的初始角频率设置为 ω_0 ，此时的噪声的角频率可以将其参数设定为 ω ，用这种方式的主要目的是求出设定值与测量值的相位差 θ ，噪声值与参考噪声值的相位差为 α ，且 $\omega \neq \omega_0$ ， $\alpha \neq \theta$ ，则 PSD 的输出可表示为：

$$e_s = E_s \cos[\omega_0 t + \theta]$$

$$e_r = E_r \cos(\omega_0 t)$$

$$e_{op} = \frac{1}{2} E_s E_r \cdot \cos\theta + \frac{1}{2} E_s E_r \cdot \cos(2\omega_0 t + \theta) +$$

$$\frac{1}{2} E_n E_r \cdot \cos[(\omega + \omega_0)t + \alpha] + \frac{1}{2} E_n E_r \cdot \cos[(\omega - \omega_0)t - \alpha]$$

当上述信号通过 LPF 时，如果把 LPF 的截止频率设置为 $\omega_0 - \omega$ ，那么噪声分量在滤波器下将被滤除。其信号形式如下：

$$e_{ol} = \frac{1}{2} E_s E_r \cdot \cos\theta$$

当输入信号的频率有偏差时，则 LPF 的输出为：

$$e_{ol} = \frac{1}{2} E_s E_r \cdot \cos(\Delta\omega t + \theta)$$

根据上面的分析可以得到，当出现频率差和 θ 同时为零的情况时，那么我们可以得到相干检测的输出在此时为最大值。

3 软件设计

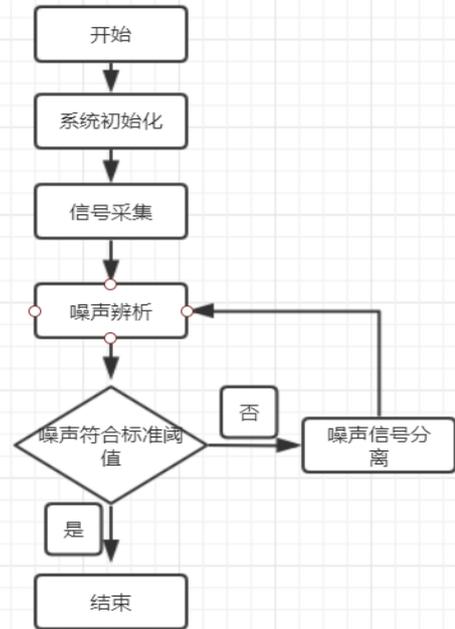


图 2 噪声信号辨析与分离流程图

基于 stm32f103RC 单片机，对于系统的部分功能进行模拟仿真，软件实现功能为噪声监测模块，如图为噪声检测模块的功能的软件仿真效果。

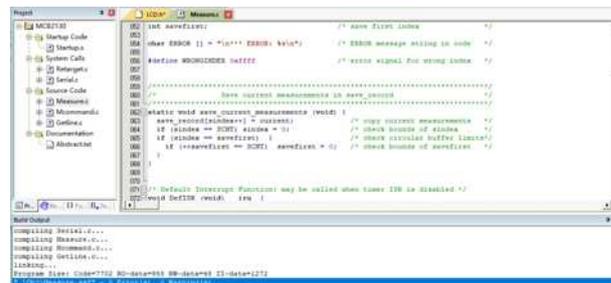


图 3 噪声信号检测与处理软件仿真

仿真程序主要是依照两个方向为切入点进行系统的设计与分析，一方面是检测自动驾驶汽车的物理信号，另外一方面多传感器对于车内其他传感器的噪声信号也进行检测。首先对于系统进行复位，再将串口、总线进行初始化操作，然后再与多传感器通讯，检测车辆其他传感器 CAN 总线数据并且通过 CAN 总线回传噪声信号，

在 CAN 时钟的节奏下进行通信模式的不断切换,进而获取传感器的通信信号。程序中对于检测到的信号进行判断并且进行滤波处理,通过 LED 信号的生成拉力提示系统的运作是否正常,实际检测到的噪声显示到显示屏上,进而可以直观的观察和智能化的滤除,有助于自动驾驶汽车技术上的更新与完善。

4 结论

基于多传感器的自动驾驶汽车装置,本研究论文采用多个传感器组合在一起的形式把不同传感器的性能进行互补,通过这种方式可以很大程度地获得精准信息量,并且能够将采集信号与阈值信号进行比对。用功能各异的多个不同的传感器联合在一起可以扩宽每个传感器的应用领域和功能优势,对于单个传感器的实现功能的局限性也大大降低。噪声信号检测装置能够将其他传感器

数据进行噪声的辨识和分离,从而对自动驾驶装置的各个信号进行有效的保障。噪声信号的检测这一系统的设计,有利于自动驾驶汽车小信号的稳定性和准确性。

【参考文献】

- [1] 张姗. 浅析光电式传感器在汽车上的应用与发展[J]. 内燃机与配件,2020(16):85-86.
- [2] 白雪. 数学成绩与物理成绩相关性实践调查——以高一学生数学物理成绩追踪调查统计分析为例[J]. 新课程,2020(33):78.
- [3] 庾朝富. 车联网在智能网联汽车应用中的挑战[J]. 电子测试,2020(17):97-98.
- [4] 周成当,管志宁,严洪瑞,朱世和,王双喜. 井中声电转换波场辐射能量定量分析[J]. 地球物理学报,2001(04):563-572.
- [5] 刘振华,王骥宇,吴福伟,孙俊. 信号检测中的似然比不变性及其证明[J]. 现代雷达,2019,41(12):40-43+48.