

基于 STM32 大气动态雾霾检测系统的设计

沈行良, 李天宇, 陆昕宇

(上海工程技术大学 电子电气工程学院, 上海 201620)

摘要: 大气的质量直接关系到人们的生存环境, 衡量大气污染的程度和对身体健康造成的伤害, 都离不开对大气的检测; 如何进行检测, 用什么方法来评判, 文章提出一种方法来实时检测大气雾霾的状况, 尤其是 PM2.5 (空气动力学当量直径小于等于 2.5 微米的颗粒物) 被认为是造成雾霾天气的“元凶”; 大气雾霾监测系统利用雾霾检测器和 GPRS 传导, 将所在地雾霾情况实时监测传输给手机 APP 终端, 手机接收之后将数据整合显示给使用者, 达到雾霾监测和提前应对恶劣天气的作用。

关键词: STM32; 微型处理器; GPRS; 雾霾检测

Design of Atmospheric Dynamic Haze Detection System Based on STM32

Shen Xingliang, Li Tianyu, Lu Xinyu

(College of Electronic & Electrical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

Abstract: STM32 is the mainstream of the embedded application, it led a group of high performance, low cost, low power consumption products. With the industry of our country, by the development of science and technology, has brought rapid economic rise at the same time, but also seriously pollute the living environment, affecting the air quality. Where is the cause of hitherto unknown attention haze which is to exceed the standard content of suspended particles in the atmosphere of the general formulation, especially PM2.5 (aerodynamic equivalent diameter less than or equal to 2.5 micron particles) was found to be the culprit behind the haze weather. Haze monitoring system using the detector and the GPRS conduction. The location of the haze situation real-time monitoring and transmission to the mobile phone terminal, after receiving the integration of the data displayed to the user, to haze monitoring and response to bad weather in advance.

Keywords: STM32; CPU; GPRS; haze monitoring

0 引言

随着社会的发展, 人们对空气质量的关心越来越强烈, 在中国, 有许多城市因为长期工业的发展, 工业废料等化学试剂不正当的处理, 导致这些城市笼罩在一片朦胧之下, 而这些 PM2.5 颗粒对人的身体也有相当大的影响, 因此人们越来越关注雾霾指数, 就像关注天气预报一样, 人们需要实时的检测来判断今日是否应采取“防护措施”, 政府也需要关注雾霾指数来对城市进行整治, 我们国家对于雾霾的重视程度也日益增长, 很多地区尤其是重工业地区都对很多大型企业进行了整治, 意在发展的同时也能保护好我们赖以生存的环境。与此同时, 随着 STM32 的研发问世, 让数据传输系统更加完善。本研究即以 STM32、GPRS 为基础, 雾霾检测器为辅, 打造的低功耗, 高效率的实时检测系统。

1 系统设计

1.1 系统总体架构

随着激光雾霾检测的光电环数据采集系统电路的研制逐渐成熟^[1], 已经可以在一定程度上代替滤膜称重法、β射线法、和震荡天平法、卫星遥感监测^[2-3], 并且可以大幅降低成本, 并具体展示区域内各处雾霾指数。

利用单片机进行运算处理并用 GPRS 网络发送数据交由服务器处理的星型结构, 极大提高组网的灵活性, 提高采样

密度。

与市场上同类型产品相比, 我们的设备具有联网及无线传输功能, 作为气象局雾霾数据的补充信息。与此同时, 我们的设备与时代接轨, 充分利用手机利用率的普及性能将雾霾数据实时转接到手机中, 并进行一系列的优化和处理, 让使用者能更有效的了解到雾霾带来的危害和高效、快速地进行雾霾预防和处理。所形成系统总体构架图如图 1 所示。

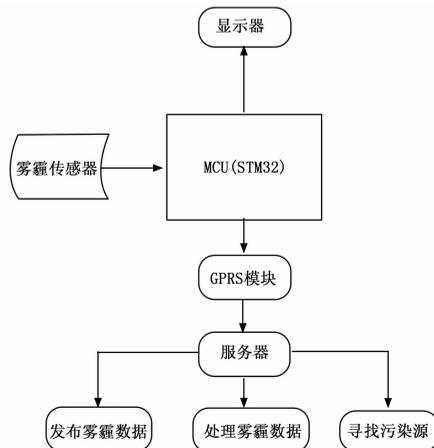


图 1 系统总体构架图

MCU (STM32F103) 是整个系统网络的核心。本系统由整个系统大致由 4 个步骤依次完成:

(1) 利用攀藤科技 G1 PM2.5 传感器采用激光散射原理, 精确测量 PM2.5 浓度, 并且功率较小, 符合实际测量需求。

收稿日期: 2016-12-22; 修回日期: 2017-02-06。

作者简介: 沈行良 (1960-), 男, 高级工程师, 主要从事智能仪器仪表及嵌入式, 生产过程的自动化方向的研究。

(2) 由雾霾传感器检测到的数据通过 USART 串口 1 传输给 STM32 进行数据处理, 这时数据会在系统版显示器上显示。

(3) STM32 处理过的数据通过串口 2 传输给 GPRS 模块, 此时 GPRS 模块会通过无线电波将数据传输给电脑服务器 (此过程需要蜂窝网络, 中国在低空领域蜂窝网络基本覆盖, 因此可以正常使用)。

(4) 服务器接收到数据将原始十六进制数据转化成十进制, 进而主要进行下面 3 个模块:

- 1) 发布雾霾数据让使用者得知当日雾霾指数, 并显示所在地各安置点雾霾区域的浓度指数绘图
- 2) 处理雾霾数据并将数据拓展, 传递更多有用的信息
- 3) 在雾霾数据偏高的区域寻找污染源并提醒有关部门进行治理整治

1.2 数据的流向及过程

本产品最重要的就是最后数据的真实性和时效性, 那么如何进行数据的传输就是本系统的一大关键, 具体的数据流向如图 2 所示。

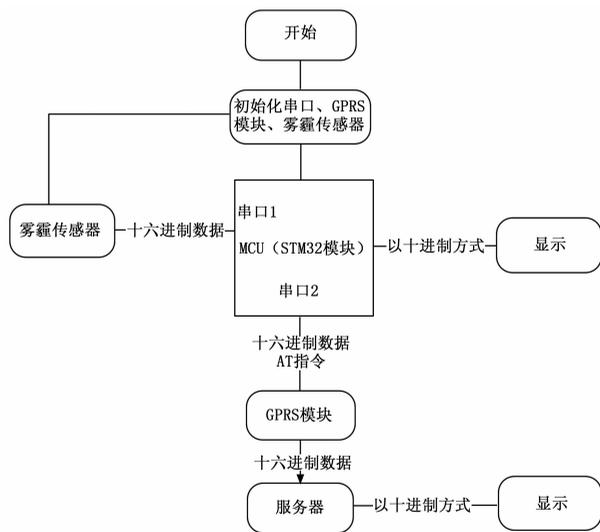


图 2 数据流向

由雾霾检测器检测出的数据是以十六进制进行传输, 通过串口 1 传输到 MCU 上面, 此时仍保持十六进制数据, 将数据进行“封装”、“打包”由串口 2 传输到 GPRS 模块中, 此时可以通过 AT 指令调节数据传输的大小, 即传输时高功耗, 不传输时低功耗, 这样可以达到电量最优使用的效果。随后, 收到打包数据的 GPRS 模块会通过无线电波及蜂窝数据的协助来将数据传输给服务器, 此时服务器收到的数据为原始十六进制数据 (如图 3 所示), 收到数据的服务器会根据指定程序语言将十六进制数据进行“拆封”, 并进一步转化为十进制的数据进行优化和可视化显示。

2 雾霾检测系统的设计

在一个大的区域范围内检测雾霾状况, 要着重解决长距离的通讯和 n 个检测点数据接收识别和分类存储。设计采用 GPRS 通讯方法, GPRS 通讯网几乎覆盖全国各地, 通过认证

42	4D	00	1C	00	59	00	82	00	99	00	3A	00	55	00	65	31	EC	0D	F0	02	95	00	56	00	12	00	06	71	00	06	A3
42	4D	00	1C	00	5A	00	84	00	99	00	3B	00	58	00	65	33	45	0E	3A	02	A3	00	52	00	0F	00	05	71	00	05	56
42	4D	00	1C	00	5C	00	86	00	9C	00	3D	00	59	00	66	34	2F	0E	84	02	9F	00	5A	00	0F	00	06	71	00	05	9E
42	4D	00	1C	00	5D	00	88	00	9D	00	3E	00	5A	00	68	35	3D	0E	C1	02	B1	00	57	00	0E	00	06	71	00	05	FD
42	4D	00	1C	00	5D	00	87	00	9C	00	3E	00	59	00	66	34	F8	0E	A7	02	B9	00	4F	00	0E	00	06	71	00	06	99
42	4D	00	1C	00	5D	00	87	00	9A	00	3D	00	59	00	65	34	AA	0E	A7	02	CB	00	4D	00	0E	00	07	71	00	06	57
42	4D	00	1C	00	5E	00	86	00	97	00	3D	00	58	00	63	34	7A	0E	AD	02	BE	00	45	00	0A	00	07	71	00	06	0E
42	4D	00	1C	00	5D	00	87	00	98	00	3D	00	59	00	64	34	AD	0E	BE	02	D7	00	43	00	0C	00	07	71	00	06	6E
42	4D	00	1C	00	60	00	88	00	99	00	3F	00	5A	00	65	36	1B	0F	37	02	D1	00	41	00	0B	00	06	71	00	05	57
42	4D	00	1C	00	5E	00	86	00	97	00	3E	00	58	00	63	36	5D	0F	34	02	D1	00	3F	00	0A	00	06	71	00	05	88
42	4D	00	1C	00	5D	00	85	00	93	00	3D	00	57	00	61	35	FA	0F	17	02	B0	00	3F	00	07	00	05	71	00	05	D8
42	4D	00	1C	00	5D	00	84	00	92	00	3E	00	57	00	60	36	06	0F	25	02	99	00	3B	00	08	00	05	71	00	04	D8
42	4D	00	1C	00	5D	00	82	00	90	00	3D	00	56	00	5F	36	06	0F	25	02	99	00	3B	00	08	00	05	71	00	04	D0
42	4D	00	1C	00	5D	00	82	00	90	00	3D	00	56	00	5D	36	24	0F	18	02	95	00	33	00	07	00	04	71	00	04	CE
42	4D	00	1C	00	5D	00	82	00	8D	00	3D	00	56	00	5D	36	24	0F	18	02	95	00	33	00	07	00	04	71	00	04	CE
42	4D	00	1C	00	5C	00	82	00	8D	00	3D	00	55	00	5C	36	24	0F	18	02	95	00	33	00	07	00	04	71	00	04	CC
42	4D	00	1C	00	5E	00	81	00	8D	00	3E	00	56	00	5C	35	DF	0F	10	02	89	00	36	00	07	00	04	71	00	05	76
42	4D	00	1C	00	5E	00	81	00	8D	00	3E	00	55	00	5C	35	DF	0F	10	02	89	00	36	00	07	00	04	71	00	05	76
42	4D	00	1C	00	5D	00	7F	00	8E	00	3D	00	54	00	5C	35	DF	0F	10	02	89	00	36	00	07	00	04	71	00	05	6F
42	4D	00	1C	00	5D	00	7D	00	88	00	3D	00	53	00	59	36	48	0F	0A	02	73	00	2E	00	06	00	03	71	00	04	AA
42	4D	00	1C	00	5D	00	7D	00	88	00	3D	00	53	00	59	36	48	0F	0A	02	73	00	2E	00	06	00	03	71	00	04	AA
42	4D	00	1C	00	5D	00	7D	00	88	00	3D	00	53	00	59	36	48	0F	0A	02	73	00	2E	00	06	00	03	71	00	04	AA
42	4D	00	1C	00	5E	00	7F	00	89	00	3E	00	54	00	5B	37	35	0F	0A	02	73	00	2E	00	05	00	02	71	00	04	CD
42	4D	00	1C	00	5E	00	81	00	89	00	3E	00	55	00	5B	37	3C	0F	4E	02	88	00	30	00	05	00	01	71	00	05	82
42	4D	00	1C	00	5D	00	7E	00	86	00	3D	00	52	00	59	36	FC	0F	19	02	77	00	32	00	02	00	00	71	00	05	6C
42	4D	00	1C	00	5D	00	7C	00	89	00	3D	00	52	00	5A	36	B4	0F	08	02	87	00	38	00	05	00	01	71	00	05	2F

图 3 传感器原始数据

接入实现通讯。指定检测点的编址规则, 有良好的扩展性, 以满足大容量的需求, 区分每一个检测点采集的雾霾数据。STM32 控制着雾霾传感器和 GPRS 模块的运行, 从雾霾传感器采集到数据, 做格式转换和编址后, 经 GPRS 模块发送至云端服务器。

2.1 CPU 的选取

在实验室阶段采用现成的 STM32 系统板, 完成基本实验后会自己设计主板, 并将各功能模块集中在主板上。STM32 开发板上内容十分丰富, 而且都有相应的标注, 十分适合做系统版, 有很强的开发空间。STM32 开发板载有目前比较通用的液晶显示模块接口, 还有其比较有特色的兼容性接口。与此同时, 开发板板载了 NRF24L01 无线模块的接口。该接口用来连接 NRF24L01 等 2.4 G 无线模块, 从而实现开发板与其他设备的无线数据传输 (注意: NRF24L01 不能和蓝牙/WIFI 连接)。NRF24L01 无线模块的最大传输速度可以达到 2 Mbps, 传输距离最大可以到 30 米左右 (空旷地无干扰)。有了这个接口, 我们的雾霾传感器数据的发送将更加快捷方便。下一步就是选取芯片, 在选取芯片时需满足实时计算、传输的性能需求, 又要权衡功耗, 尽量减少电池使用。故选择 STM32F103 系列芯片。

2.2 传感器模块

关于雾霾传感器的选取, 我们尤为慎重, 在经过一系列的对比和资料的整理, 最终选取 PMS5003 作为监测雾霾数据的传感器。PMS5003 是一款基于激光散射原理的数字式通用颗粒物浓度传感器, 可连续采集并计算单位体积内空气中不同粒径的悬浮颗粒物个数, 即颗粒物浓度分布, 进而换算成为质量浓度, 并以通用数字接口形式输出。本传感器可嵌入各种与空气中悬浮颗粒物浓度相关的仪器仪表或环境改善设备, 为其提供及时准确的浓度数据 (具体过程见图 4)。

2.3 GPRS 模块

想到利用 GPRS 进行数据传输也是考虑到了数据需要时效、快捷、无损地传导到电脑客户端进行数据处理, 由于 GPRS 可提供高达 115 kb 的传输速率, 因此 GPRS 模块通过无线电波进行数据的传导很大程度的上保证了数据的时效性和真实性。利用 GPRS 也同样可以保证数据“永远在线”, 他可以保证网络的顺畅运行, 而选用 SIM900A GPRS 模块主要是保证远距离传输的需要, SIM900A 是紧凑型、高可靠性的无线

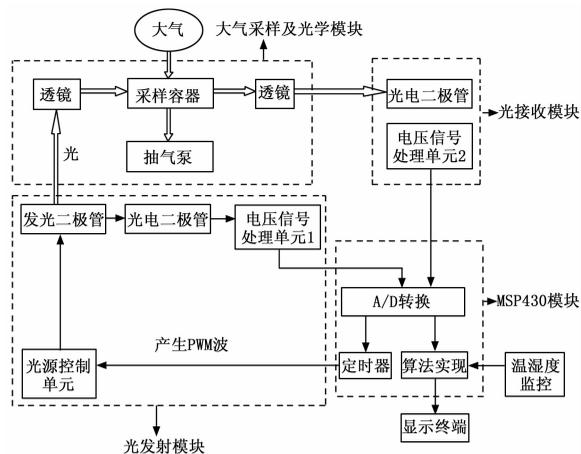


图 4 雾霾传感器模块原理

模块，采用 SMT 封装的双频 GSM/GPRS 模块解决方案，采用功能强大的处理器 ARM9216EJ-S 内核，能满足低成本、紧凑尺寸的开发要求。这也正符合了我们设计的价格低廉但小巧实用的特性。

2.4 数据的处理

在电脑接收到雾霾信号时，实时存入 SQLite 轻型数据库并对其进行可视化处理。

(1) 根据《环境空气质量指数 (AQI) 技术规定》，分别用绿色，黄色，橙色，红色，紫色，褐色，褐红色表示空气优，良，轻度污染，中度污染，重度污染及严重污染。

(2) 由于空气污染物扩散模型需要大量数据作为支撑，本系统暂时无法做到，只能实时显示雾霾数据。

(3) 显示各观测点过去 24 小时、7 天及 30 天雾霾浓度柱状图。

(4) 结合学校地图，制作便于观察的雾霾显示图，方便查看。

(5) 将以上图标以图片格式输出，便于在学院公众号上展示。

3 结果与分析

使用 GPRS 联网设计，突破传统手持式雾霾检测仪只能检测单点数据的局限性；实时的数据传输使获得的雾霾数据更有科学性，时效性。极大程度减少了延时、错误数据带来的弊端，结合大数据，云计算使雾霾数据更精确地反映区域内各处雾霾指数。

将雾霾检测数据通过 GPRS 通讯传送到云端服务器，实现数据传输的快捷、真实、时效、易读取的性能。经计算机处理后，在地图上显示各检测点雾霾数据，具有直观，可视化的优点。小型化设计相比专业气象设备大大降低了成本，也便于多处安置，扩大了检测范围，实现雾霾大数据的采集。应用 GPRS 技术，使通讯的成本大为降低，不受距离限制，部署容易。经计算机处理后，在地图上显示各检测点雾霾数据，具有直观，可视化的优点。用户终端通过访问云端服务器作处理在地图上显示各检测点雾霾数据，也可以用手机随时查看，快速全面地掌握整个区域的雾霾状况。

4 结束语

在这个日新月异、发展迅速的社会，工业发展在迅速升温

的过程中我们赖以生存的地球也受到了不小的危害，看着全世界都在关注雾霾带给人类生存以及活动带来的影响，作为祖国未来栋梁的大学生的我们也有义不容辞的职责去保护我们的环境。当单片机遇到雾霾检测器、GPRS 传输以及用 C 语言编写的数据处理系统，我们十分有信心将这些软件和硬件结合起来，制造出一个高效率、低功耗的雾霾检测系统。这个系统不仅能将雾霾数据具体化，范围化，更能将数据本身进行转换和分析，它可以提醒人们雾霾的危害，也能更好的对雾霾进行预防和控制。我们也将当下最流行的 STM32 融入到我们的设计系统中，旨在利用在先进的科技做出最完美的设计品。由雾霾传感器、STM32 系统版、GPRS 模块三部分组成的外部硬件将在调试成功后整理、包装，成品的外设雾霾检测器将是一个有良好外观的匣子，不仅如此，我们还会将手机趋势考虑其中，数据将以多方面的表达形式进行传输，其中就包括现在最流行的微信公众号以及二维码数据模式。当然，在治理雾霾和检测雾霾的专用器械道路上，我们还有很长一段路要走。在中国越来越关注环境问题的大环境下，我们愿贡献出微薄之力，让中国的环境在发展中越来越好。

参考文献：

- [1] 郭少艾, 阮慧, 房思超, 等. 用于激光雾霾检测的光电环数据采集系统电路研制 [J]. 激光杂志, 2015 (7): 19-22.
- [2] 陈庭将. 光散射法在颗粒测量技术中的应用 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2011.
- [3] 朱一川, 张晶, 毕昕, 等. 具有修正湿度对颗粒物测量干扰功能的在线式精准型激光粉尘仪及其与称重法对比实验结果 [A]. 中国硅酸盐学会环保学术年会论文集 [C]. 2012.
- [4] 何佳晶. 一种考虑湿度修正的雾霾检测系统 [J]. 电子测量技术, 2015 (10): 96-100.
- [5] 路士兵. 基于单片机的空气雾霾监测系统设计 [J]. 自动化与仪器仪表, 2016 (6): 254-255.
- [6] 刘火良. STM32 库开发实战指南 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.
- [7] 傅中君. 嵌入式 GPRS 无线通信模块的设计与实现 [J]. 计算机工程与应用, 2004, 40 (14): 162-165.
- [8] 邵光亮, 戴科星, 陈杨, 等. 基于 ZigBee 与 GPRS 的低压多回路综合监测系统设计 [J]. 南京信息工程大学学报, 2016 (6): 524-528.
- [9] 路朋, 谢丽蓉, 等. 基于 GPS 和 GPRS 数据传输系统研究与设计 [J]. 实验室研究与探索, 2016, 35 (4): 111-113.
- [10] 李涛, 马殿元, 杨东. 基于 STM32 的 GPRS 远程监测终端设计 [J]. 电子世界, 2012 (11): 126-127.
- [11] 曲丽娜. 基于 STM32 的嵌入式 GPRS 网络远程数据采集控制系统设计 [J]. 煤炭技术, 2013, 32 (8): 198-198.
- [12] ST. STM32F101xx Advanced ARM-based 32-bit MCUs Reference Manual [Z]. 2011.
- [13] ST. STM32F10xDSP Library User Manual [Z]. 2010.
- [14] TigangJiang, PingzhiFan, KamYiu Lam. Channel de-allocation schemes for GSM/GPRS networks [J]. Journal of Electronics (China), 2005, 6 (6): 15-19.
- [15] AmalKama. Proposal of adapting the assessment weights of GPRS for different gated communities' positions [J]. HBRC Journal, 2016.