

一种船用柴油机监测系统串口抗干扰算法研究

肖丹丹

(七一一研究所, 上海 201108)

摘要: 针对柴油机监测系统串口通信中出现的问题, 在分析 KMP 算法特点的基础上, 对其应用结构进行改进, 并将改进后的算法应用到上位机与机旁箱的串口通信中。该算法将模式与主串中对应的子串的相似程度进行评估, 并根据相似程度的大小决定是否响应命令。试验表明: 采用该方法后, 监测系统串口通信的抗干扰能力有很大提高, 运行稳定性增强。

关键词: 船用柴油机; 监测系统; 串口通信; KMP 算法

中图分类号: TK423.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2019)04-0018-04

Algorithm Research on Anti-interference of Serial Communication of a Marine Diesel Engine Monitoring System

Xiao Dandan

(Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

Abstract: To solve the interference of serial communication of a marine diesel engine monitoring system, on the basis of analyzing the characteristics of KMP algorithm, its application structure was improved, and the improved algorithm was applied to serial communication between upper computer and side box. The algorithm evaluated the similarity between the pattern and the corresponding substrings in the main string, and decided whether to respond to the command according to the similarity. The test results show that the anti-interference ability of serial communication of the monitoring system is greatly improved, as well as the stability of the operation.

Key words: marine diesel engine; monitoring system; serial communication; KMP algorithm

0 引言

船用柴油机监测系统在日常工作中不可避免会受到各种各样的强干扰, 外界对通信的干扰会导致监测系统收到的串口信息个别字符发生错位、错误等。在个别字符发生错误的情况下, 如果仍按固定的协议对信息进行解析, 将会导致系统无法正确响应控制中心的命令信息。

目前常用的系统抗干扰方法很多都是针对硬件进行。

科学合理地设计接地系统, 可降低电磁干扰。如通过电气保护接地或是信号回路接地等形式可有

效降低监控系统电磁干扰, 从而使自动化控制系统运行安全可靠。

在自动化控制系统中大量零部件设备对整体的干扰也不可忽视, 其会在一定程度上产生干扰信号, 给系统的正常运行带来影响, 应选用科学有效的方法消除调频的干扰。如采用双积分型 RC 滤波器消除高频干扰, 也可以采用双差分输入型绞合线或差动放大器消除共模干扰, 在必要时可结合阻抗匹配形式或是单边接地以及光电隔离等策略, 来提升自动化控制系统的运行效率以及工作水平。

敷设线路设计不合理也会带来信号线、通信线等信号干扰。对敷设线路设计进行合理优化可增强

收稿日期: 2018-11-26; 修回日期: 2018-12-28

作者简介: 肖丹丹(1984-), 女, 工程师, 主要研究方向为自动化监控系统, xiaodandan@csic711.com。

敷设线路的抗干扰性能。设计时要结合系统实际运行情况，对相应的敷设线路进行分析。针对信号类型不同点，选择相应的敷设线路；对于模拟信号及数字信号，不要运用同一根电缆，以防止出现信号干扰。

本文基于 KMP 算法对串口通讯进行改进，旨在解决由于个别字符错误导致信息无法响应的问题，以提高远程监控系统的抗干扰能力。通过对串口通讯及抗干扰方法的研究，设计算法，以保证系统在受到强干扰时可最大程度地完成命令响应。本文在研究 KMP 经典算法的基础上，针对 KMP 算法中存在的重复字符较多或极少、失配现象严重等缺陷，给出不同的改进方法，加快匹配速度，减少复杂度，并就匹配过程给出具体的操作流程。试验表明：该方法能有效缩短匹配时间，识别率高，可适用于对时间要求较高的识别系统。

1 监测系统简介

1.1 总体结构

该监测系统硬件结构具有模块化、标准化特性，使系统具有极强的通用性及可靠性。系统总体架构如图 1 所示。

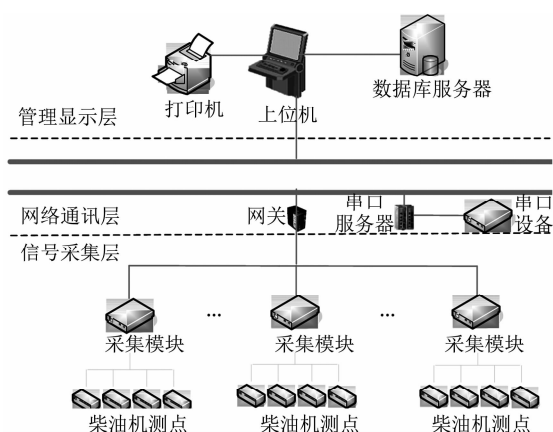


图1 监测系统总体架构

1.2 通讯方式

串口通讯是主从站通讯，为一问一答的方式。主站发送请求帧，然后等待从站的应答，在指定的时间内接收到应答后再发送其他请求。

串口发送数据是按位发送的，由底层的通讯协议将数据位拼接成字节，通常将若干字节组成一帧数据，数据帧通过串口发送，并按通讯协议进行解析。

当串口有事件发生时，先解析地址域是否正确，然后解析功能码，若功能码一致，进一步解析数据域。主站对接收到的这一帧数据重新执行

CRC 校验，并将结果同接收到的 CRC 值比较，若两值不等，校验出错，主站重发请求帧；若两值相等则认为接收正确，主站对数据域中的信息进行处理，并将结果在通讯窗口中相应的显示框中显示，具体如图 2 所示。

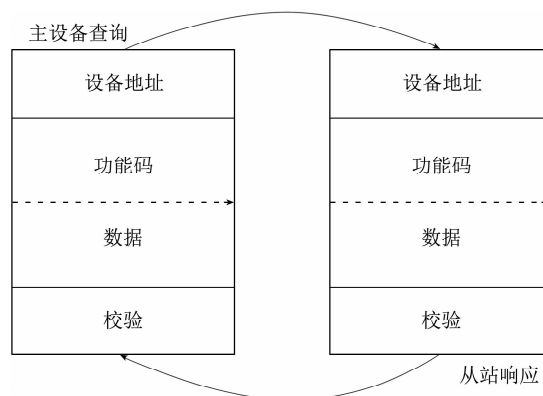


图2 本系统串口工作过程

2 KMP 算法实现过程

KMP 算法是一种改进的字符串匹配算法，其主要思想为：在字符串失配后，并不简单地从目标串下一个字符开始新一轮的检测，而是依据在检测之前得到的有用信息，直接跳过不必要的检测，从而减少循环次数，达到较高的检测效率。

2.1 KMP 算法部分匹配表

在 KMP 算法中有个数组叫做前缀数组，也叫 next 数组或者部分匹配表。每一个子串有一个固定的 next 数组，它记录着字符串匹配过程中失配情况下可以向前多跳几个字符；它描述的也是子串的对称程度，程度越高，值越大，可能出现再匹配的机会就更大。

下面介绍部分匹配表是如何产生的。先了解两个概念：前缀和后缀。前缀指除了最后一个字符以外，一个字符串的全部头部组合；后缀指除了第一个字符以外，一个字符串的全部尾部组合，以字符串 bread 为例。

字符串：bread

前缀：b, br, bre, brea

后缀：read, ead, ad, d

部分匹配值就是前缀和后缀最长共有元素的长度，以 ABCDABD 为例。

A 的前缀和后缀都为空集，共有元素的长度为 0；

AB 的前缀为 [A]，后缀为 [B]，共有元素的长度为 0；

ABC 的前缀为 [A, AB], 后缀为 [BC, C], 共有元素的长度 0;

ABCD 的前缀为 [A, AB, ABC], 后缀为 [BCD, CD, D], 共有元素的长度为 0;

ABCDAB 的前缀为 [A, AB, ABC, ABCD], 后缀为 [BCDA, CDA, DA, A], 共有元素为 A, 长度为 1;

ABCDAB 的前缀为 [A, AB, ABC, ABCD, ABCDA], 后缀为 [BCDAB, CDAB, DAB, AB, B], 共有元素为 AB, 长度为 2;

ABCDABD 的前缀为 [A, AB, ABC, ABCD, ABCDA, ABCDAB], 后缀为 [BCDABD, CDABD, DABD, ABD, BD, D], 共有元素的长度为 0。

2.2 KMP 算法匹配过程

以字符串 BBC ABCDAB ABCDABCDABDE 及搜索词 ABCDABD 为例, 简述 KMP 算法的实现过程。

如图 3 所示, 字符串 BBC ABCDAB ABCDABCDABDE 的第一个字符与搜索词“ABCDABD”的第一个字符, 进行比较。因为 B 与 A 不匹配, 所以搜索词后移一位, 如图 4, B 与 A 不匹配, 搜索词再往后移。就这样, 直到字符串有一个字符, 与搜索词的第一个字符相同为止, 如图 5。接着比较字符串和搜索词的下一个字符, 还是相同, 如图 6。直到字符串有一个字符, 与搜索词对应的字符不相同为止, 如图 7。这时, 常规做法是将搜索词整个后移一位, 再从头逐个比较。这样做虽然可行, 但是效率很低, 因为要把搜索位置移到已经比较过的位置, 重新比一遍, 如图 8 所示。

图 3 模式与主串匹配 (1)

图 4 模式与主串匹配 (2)

图 5 模式与主串匹配 (3)

图 6 模式与主串匹配 (4)

图 7 模式与主串匹配 (5)

图 8 模式与主串匹配图 (6)

相比传统的字符串匹配算法, KMP 的算法是: 当空格与 D 不匹配时 (图 7), 前面六个字符是 ABCDAB, 设法利用这个已知信息, 不要把位置移回已经比较过的位置, 而是继续向后移, 这样就提高了效率。要实现该目的可以针对搜索词, 根据上一小结部分匹配值的算法可知, 搜索词 ABCDABD 的部分匹配表如下所示。

搜索词: A B C D A B D

部分匹配值: 0 0 0 0 1 2 0

如图 7 所示已知空格与 D 不匹配, 前面六个字符 ABCDAB 是匹配的。查部分匹配表可知, 最后一个匹配字符 B 对应的部分匹配值为 2, 已匹配的字符数为 6, 按照下面的公式算出向后移动的位数。
移动位数 = 已匹配的字符数 - 对应的部分匹配值。

所以将图 7 中搜索词向后移动 4 位, 如图 9 所示。空格与 C 不匹配, 搜索词还要继续往后移。这时, 已匹配的字符数为 2 (AB), 对应的部分匹配值为 0。所以, 移动位数 = 2 - 0 = 2, 于是将搜索词向后移 2 位, 如图 10。

图 9 模式与主串匹配 (7)

图 10 模式与主串匹配 (8)

图 10 空格与 A 不匹配，继续后移一位。逐位比较，直到发现 C 与 D 不匹配（图 11）。于是，移动位数 = $6 - 2 = 4$ ，继续将搜索词向后移动 4 位。逐位比较，直到搜索词的最后一位，发现完全匹配（图 12），于是搜索完成。如果还要继续搜索（即找出全部匹配），移动位数 = $7 - 0 = 7$ ，再将搜索词向后移动 7 位，以此类推。

BBC ABCDAB ABCDABC DABDE
ABCDABD

图 11 模式与主串匹配 (9)

BBC ABCDAB ABCDABCDABD E
ABCDABD

图 12 模式与主串匹配 (10)

2.3 KMP 算法对串口通讯的改进

通常的串口通讯协议解析过程在帧头判断时需要时间复杂度，这对有严格时间限制的监测系统来说十分不利，若能将此时间复杂度降低，则会给后续处理留下宝贵的时间。而 KMP 算法具有形式上的统一，在不计预处理的前提下，该算法的时间复杂度会明显降低，效率比传统策略有明显提高。运用 KMP 算法，程序的控制结构可以简化，从而在解析串口通讯协议时，程序逻辑更清晰，正确性容易得到验证。

引入 KMP 算法后，柴油机监测系统将收到的全部串口信息作为主串，用 KMP 算法将模式与主串进行匹配。当上位机收到来自串口模块的数据之后，进入中断处理程序，将收到的数据作为主串，将固定协议的内容作为模式对主串进行匹配，如匹配成功或得到的匹配相似度大于设定的阈值，则根

据协议解析，读取信息。整个方法的流程如图 13 所示。

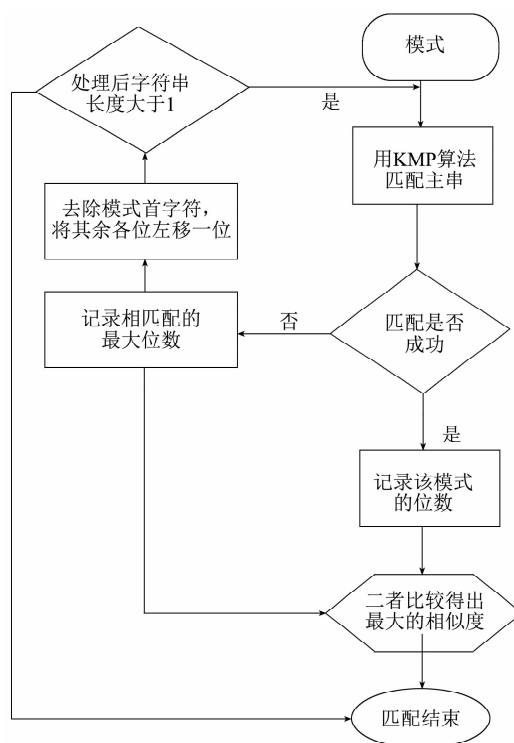


图 13 KMP 算法应用结构

3 总结

本文针对柴油机监测系统串口通信中遇到的问题给出了一种改进的 KMP 算法，该方法对模式与相对应子串的相似程度进行评估。试验证明：该方法有效防止了因系统受到干扰导致个别字符错误对信息解析造成的影响，提高了系统的抗干扰能力，对提高远程监测系统的稳定性具有现实意义。

参考文献

- [1] 杨小东. 远程监控系统串口通讯抗干扰算法研究[J]. 微电子学与计算机, 2012, 29 (5): 78-85.