

## 远程监控系统串口通信抗干扰算法研究

杨小东<sup>1</sup>, 王 毅<sup>1</sup>, 潘 筱<sup>2</sup>

(1 哈尔滨工业大学 深圳研究生院, 广东 深圳 518055;

2 哈尔滨工业大学 电气工程及自动化学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘 要:** 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在单片机与 GPRS 模块之间的串口通信中. 该方法将模式与主串中对应子串的相似程度进行了评估, 并根据相似程度的大小决定是否响应命令. 通过实验表明, 运用所提出的方法后, 单片机与 GPRS 模块进行串口通信时抗干扰能力具有较大提高.

**关键词:** 串口通信; 抗干扰; KMP 算法; 远程监控

**中图分类号:** TP274+.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7180(2012)02-0078-03

## Research on Anti-Jamming Algorithm of Serial Communication in Remote Monitoring System

YANG Xiao-dong<sup>1</sup>, WANG Yi<sup>1</sup>, PAN Xiao<sup>2</sup>

(1 Shenzhen Graduate School, Harbin Institute of Technology, Shenzhen 518055, China

2 School of Electrical Engineering and Automation, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

**Abstract:** In this paper, the structure of KMP algorithm is improved based on the analysis of its characteristics. The improved algorithm is applied in the serial communication between microcontroller and GPRS module. In this method, the similarity between pattern and corresponding substrings is estimated and determine whether to response the command according the similarity. The experimental results illustrated that the proposed method could largely enhance the anti-jamming ability of the serial communication between microcontroller and GPRS module.

**Key words:** serial communication; anti-jamming; KMP algorithm; remote monitoring

### 1 引言

在以单片机和 GPRS 模块所组成的远程监控系统终端中, GPRS 模块负责进行监控中心与监控终端之间 GPRS 数据或 SMS 的通信. 单片机与 GPRS 模块进行串口通信, 通过对 GPRS 模块发送相关的 AT 指令集来接受并处理来自 GPRS 模块的各种信息. GPRS 模块发送给单片机的各种信息都是根据特定的协议组成, 在没有外界干扰或者外界干扰很小的情况下, 单片机可根据协议顺次解析收到的信息. 但是如果该远程监控终端常年应用于环

境恶劣的工业环境, 在日常的工作中不可避免会受到各种各样的强干扰, 外界对通信的干扰导致出现单片机收到的串口信息个别字符会发生错位、错误等情况. 在个别字符发生错误的前提下, 如果仍按固定的协议对信息进行解析, 单片机会将收到的数据视为错误的信息, 导致其不能正确响应控制中心的命令信息. 为解决这个问题, 本文对 KMP 算法进行针对性的改进, 将改进的 KMP 算法引入单片机与 GPRS 模块之间的串口通信, 旨在解决由于个别字符错误导致的信息无法响应的问题, 以便提高远程监控系统的抗干扰能力<sup>[1]</sup>.

收稿日期: 2011-04-28; 修回日期: 2011-06-17

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助(HIT. NSRIF. 2009134)

## 2 KMP 算法特点分析

KMP 算法是字符串匹配中速度较快,效率极高的一种算法<sup>[2-3]</sup>,它充分地利用了模式中的相关信息,使得模式在与主串进行匹配的过程中主串的指针不会发生回溯,该算法的时间复杂度为  $O(m+n)$ 。这里对算法本身不作详述,下面针对远程监控系统的实际问题对 KMP 算法进行分析。假设在未受干扰的情况下,单片机收到的 GPRS 串口信息应该是“abcdefghijk”,但是由于受到干扰,使得第 1 位字符由 a 变成 x,即单片机收到的信息为“xbcd efghijk”,如果用标准的 KMP 算法,将“abcde”作为模式,将“xbcd efghijk”作为主串,将模式对主串进行字符串匹配,会因为出现模式的首字符“a”与主串的首字符“x”不相等而导致匹配失败,得到的匹配度为 0。如图 1 所示。但是可以看到模式后边 4 位“bcde”与主串中对应的为完全相同,因此可以认定模式与主串的相似度是很高的。如果每次均从首字符开始匹配,从第一个字符开始计算匹配的程度,很容易出现虽然模式与主串相似度极高,但是因为模式的前边一两个字符与主串对应的字符不相等而导致匹配度结果为 0 的情况发生。针对远程监控系统具体应用而言,很多情况下,个别几位出现错误并不会对后边的信息造成影响。针对这一情况,可对 KMP 算法进行改进。

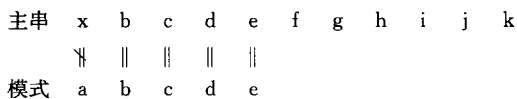


图 1 模式与主串匹配图

## 3 KMP 算法的改进

对 KMP 算法<sup>[4]</sup>进行改进的目的是使其适应系统的需要,因此改进后的 KMP 算法可以实现对模式与主串中相关信息最大相似度的计算,根据模式与主串对应信息的相似程度决定是否进一步解析主串信息。在算法的具体改进中,仍设主串为“abcdefghijk”,模式为“abcde”,以此为例。首轮按照标准的 KMP 算法将模式与主串进行匹配,如果匹配成功,则将模式串的长度进行记录,算法结束;如果不成功,则将该次匹配中得到的最大的匹配位数进行记录,例如,如果模式长度为 5,该模式进行匹配时最多前边 3 位均能够与主串中的对应子串相等,到第 4 位时开始不相等,则将 3 进行记录。然后将模式中的最左边的字符“a”去除,其余字符各向左边移动 1

位,构成新的模式,新模式即为“bcde”,将新模式与主串仍按标准 KMP 算法进行第二轮匹配。如果匹配仍不成功,则根据原来方式进行下一轮的匹配。直到出现以理两种情况之一,则算法结束:

- (1) 某一轮匹配成功。
- (2) 模式只包含一个字符。

无论成功还是失败,都可以得到模式与主串连续匹配的最长的字符串的长度,根据该字符串长度可以得到模式与主串的最大相似度。然后根据实际情况设定相似度阈值,如果模式与主串的相匹配的字符数大于设定的阈值,将视为信息虽受到干扰,但所受干扰不足以影响信息解析,仍可根据协议对信息进行处理。对算法应用结构的改进具体过程如图 2 所示。

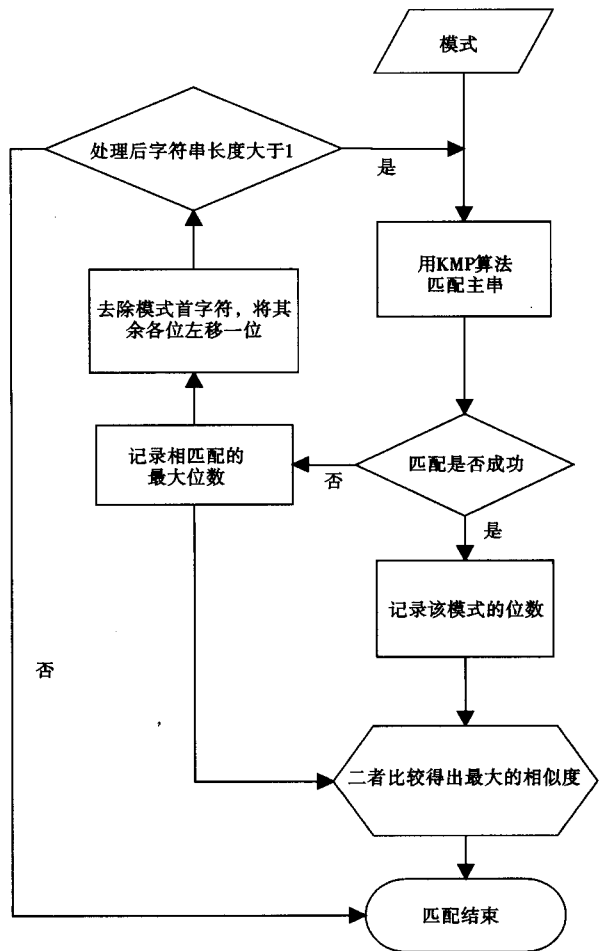


图 2 KMP 算法应用结构

## 4 改进 KMP 算法在远程监控系统中的应用

远程监控系统正常运行过程中,单片机通过 AT 指令集对 GPRS 模块进行控制。GPRS 模块的

信息都是根据特定的协议发送到单片机中. 将这些协议中的一部分固定且重要的信息字符串设定为模式, 将收到的全部串口信息作为主串, 用改进后的 KMP 算法将模式与主串进行匹配.

以 SMS 通信<sup>[5]</sup>为例, 当单片机没有接收到来此 GPRS 模块的信息时, 单片机处于延时等待状态, 如有 GPRS 模块收新的到短信, GPRS 模块会通过串口给单片机发送 SMS 到达提示信息“+CMTI:”ME”, X”, ME 为短信存储的位置, X 为具体的位置号, 单片机收到相应信息后, 根据解析到的短信位置号, 发出阅读短信的命令, 所收到的 SMS 具体信息为“+CMGR:” REC READ”, “1252015019290256”, “”, “10/11/19, 15:43:56+32” 79CB6C34003A00200048”, 短信到达的提示信息和短信具体信息对于单片机的信息解析而言最为重要, 引入改进的 KMP 算法之后, 做如下控制策略. 当单片机收到来自 GPRS 模块的串口数据之后, 进入中断处理程序. 将收到的数据作为主串, 将与短消息到达提示内容有关的固定协议内容“+CMTI”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, 则认定收到了 SMS 提示信息, 根据协议解析出 X, 读取信息. 读到的信息仍运用改进的 KMP 算法, 读取最关键步骤的是对发送消息的手机号码进行识别, 将要收到的号码“15019290256”作为模式, 对阅读的信息进行字符串匹配, 如匹配度大于设定阈值则根据协议解析信息. 整个方法的流程图如图 3 所示.

## 5 抗干扰分析

GPRS 模块自身 EMC 性能较强, 对外界的干扰具有很强的屏蔽作用, 单纯通过对讲机天线发出干扰波段等手段不能正常测试系统的抗干扰能力. 为测试系统加入 KMP 算法后的抗干扰能力, 本文将个人计算机的串口工具作为一个干扰源, 将计算机的串口通信线路与 GPRS 模块的通信线路同时与单片机对应的 IO 口相连接, GPRS 模块与单片机正常通信, 计算机模拟为干扰源, 以不同的频率向单片机发送与协议无关的数据, 作为干扰信号. 抗干扰测试系统如图 4 所示.

测试过程中, 利用计算机的串口工具以不同的频率向单片机发送随机字符, 在计算机对单片机进行干扰期间, 连续对 GPRS 模块发送 10 次短信, 通过计算系统正确响应信息的次数来评估加入 KMP 算法后单片机的抗干扰能力, 抗干扰测试结果如图

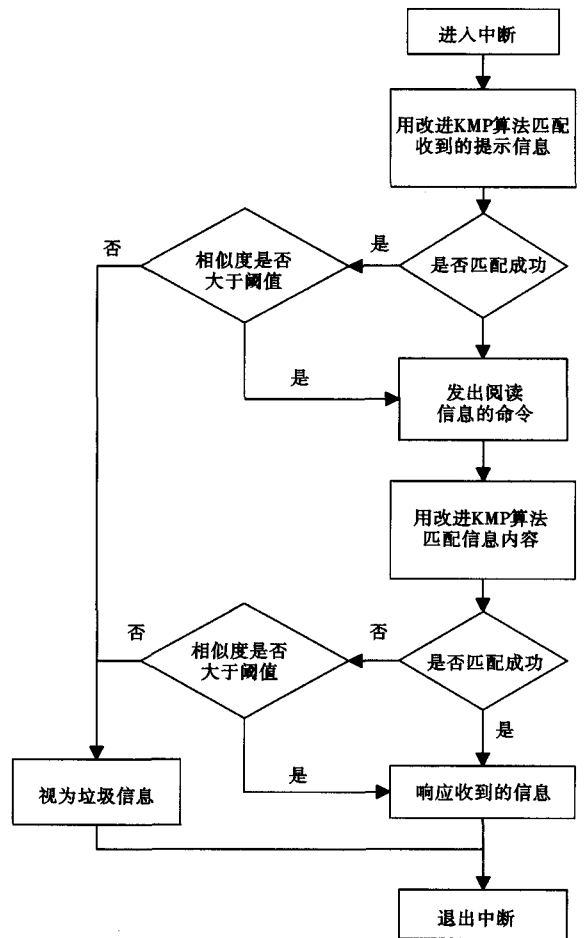


图 3 改进 KMP 算法在系统中的应用

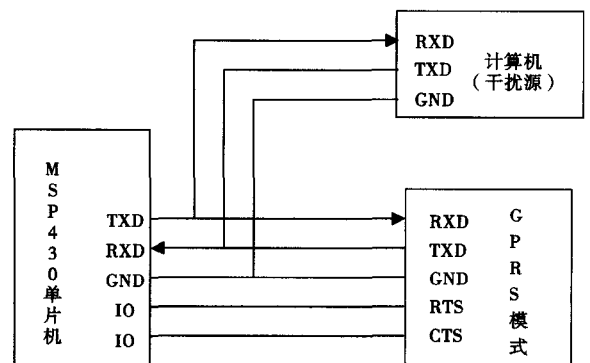


图 4 抗干扰测试系统示意图

5 所示. 其中,  $x$  轴表示干扰信息发送的频率, 以 Hz 为单位,  $y$  轴表示系统正确响应信息的次数. 虚线部分表示未加入 KMP 算法时系统的抗干扰曲线, 实线部分表示加入算法后系统的抗干扰曲线. 从图中可以看出, 系统加入改进后的 KMP 算法后, 抗干扰能力明显增强.

(下转第 85 页)

## 4 结束语

基于辅助标记点的运动捕获系统初始化是现代运动捕获系统中自动化程度实现较低的环节之一,经常需要手工辅助完成标记点信息的初始化.本文提出的初始化方法,充分利用人体骨骼拓扑结构信息,在对表演者施以简单约束的条件下,成功实现无特征标记点的自动初始化,减少了大量繁琐的手动标记工作,提高了效率,由于标记点的位置是以连通域分析和聚类分析相结合方法得到的,标记的精度高于手动标记,在基于无特征标记点的运动捕获系统中提高了系统自动化程度,加速了运动参数获取速度,也适于系统的产业化应用.

### 参考文献:

- [1] Wang Manjun, Wang Wei, Li Yan. Motion capture data segmentation using kernel dynamic texture [C]// Proc of International conference on Audio Language and Image Processing. Shanghai, 2010:592-596.
- [2] 张欢欢,郑江滨.运动捕获系统中多视觉目标跟踪算法[J].微电子与计算机,2009,26(6):66-69.
- [3] 晏剑云,郑江滨.运动捕获系统中多运动目标跟踪方法[J].微电子与计算机,2008,25(8):88-91.

- [4] 李魁.基于特征跟踪的视频运动捕获技术研究[D].杭州:浙江大学,2004.
- [5] 洪涛,王申康.人体正面运动的尺度骨架模型初始化算法研究[J].浙江大学学报:工学版,2004,38(12):1586-1605.
- [6] 王唯一,张明.基于自动标注特征点的人体关节跟踪[J].计算机测量与控制,2007,15(10):1379-1382.
- [7] 边肇祺,张学工.模式识别[M].2版.北京:清华大学出版社,2007.
- [8] 罗世民,李茂田.双目视觉测量中三维坐标的求取方法研究[J].计算机工程与设计,2006,27(19):3622-3624.
- [9] Zhang Z. A flexible new technique for camera calibration [J]. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(11):1330-1334.

### 作者简介:

雷伍琴 女,(1987—),硕士研究生.研究方向为图像处理和计算机视觉.

郑江滨 男,(1971—),教授,博导.研究方向为多媒体智能信息处理、计算机视觉.

蔡里宁 男,(1972—).研究方向为语音图像处理与计算机视觉.

(上接第80页)

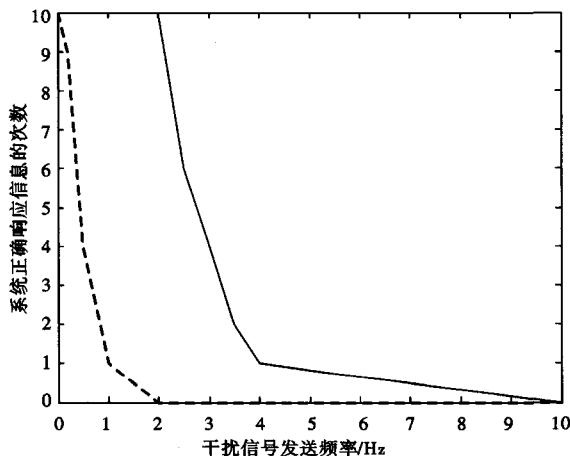


图5 抗干扰测试结果

## 6 结束语

本文针对 GPRS 模块与单片机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子串的相似程度进行了评估.实验证明,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的影响,提高了系统的抗干扰能力,对提高远程监控系统的稳定性具有十分现实的意义.

力,对提高远程监控系统的稳定性具有十分现实的意义.

### 参考文献:

- [1] 孙建华.基于IPVPN的无线网络监控系统[J].微电子学与计算机,2008,25(9):132-137.
- [2] 王素珍,吕佩举.基于ISP器件的ISD系列SPI串口通信接口的设计[J].微电子学与计算机,2005,22(8):100-103.
- [3] 鲁宏伟,魏凯,孔华锋.一种改进的KMP高效模式匹配算法[J].华中科技大学学报:自然科学版,2006,34(10):41-43.
- [4] 谭跃生,顾瑞春,段军,等.改进的KMP算法在深度包过滤技术中的应用[J].计算机应用,2006,27(21):217-218.
- [5] 葛永明,程文锋,饶琨.基于SMS通用型远程无线监控系统的实现[J].计算机测量与控制,2009,17(5):869-871.

### 作者简介:

杨小东 男,(1985—),硕士.研究方向为加密技术与无线通信.