

# 面向 OSD 语言检测对照表的匹配定位算法\*

滕斌<sup>1,2</sup>, 林珊玲<sup>2,3</sup>, 林志贤<sup>1,2</sup>, 郭太良<sup>1,2</sup>

(1.福州大学 物理与信息工程学院, 福建 福州 350116;

2.中国福建光电信息科学与技术创新实验室, 福建 福州 350116; 3.福州大学 先进制造学院, 福建 泉州 362200)

**摘要:** OSD 语言自动化检测系统需要将识别输出与标准对照表进行比对来确定最终结果, 关键就在于能否实现精确匹配定位。因此, 对经典的单模式匹配 BM 算法和多模式匹配 AC 算法分析研究, 结合 Excel 表的编码方式和特点, 提出了一种针对 Excel 表的精准匹配定位算法。该算法利用 Excel 表成行成列的使用特点, 将表格单列内容以三行并一组方式组合, 根据三行总字数  $N$  和中间行字数  $M$  进行分类, 利用单模式匹配方法进行匹配定位。分析验证表明, 该算法相对于 BM 算法、AC 算法匹配次数更少, 定位精确度更高。

**关键词:** 匹配定位; 单模式匹配; 多模式匹配; BM 算法; AC 算法

中图分类号: TP391

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.200932

中文引用格式: 滕斌, 林珊玲, 林志贤, 等. 面向 OSD 语言检测对照表的匹配定位算法[J]. 电子技术应用, 2021, 47(9): 51-54, 58.

英文引用格式: Teng Bin, Lin Shanling, Lin Zhixian, et al. Matching and locating algorithm for OSD language check table[J]. Application of Electronic Technique, 2021, 47(9): 51-54, 58.

## Matching and locating algorithm for OSD language check table

Teng Bin<sup>1,2</sup>, Lin Shanling<sup>2,3</sup>, Lin Zhixian<sup>1,2</sup>, Guo Tailiang<sup>1,2</sup>

(1.College of Physics and Information Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China;

2.Fujian Science & Technology Innovation Laboratory for Optoelectronic Information of China, Fuzhou 350116, China;

3.School of Advanced Manufacturing, Fuzhou University, Quanzhou 362200, China)

**Abstract:** The OSD language automatic detection system needs to compare the identification output with the standard comparison table to determine the final result. The key is whether it can achieve matching and precise positioning. Therefore, based on the analysis and research of the classic single-pattern matching BM algorithm and multi-pattern matching AC algorithm, combined with the encoding method and characteristics of the Excel table, an Excel-oriented matching precision positioning algorithm is proposed. According to the characteristics of Excel table in row and column, the algorithm combines the contents of single column in a group of three rows, classifies them according to the total number of words in three rows  $N$  and the number of words in the middle row  $M$ , and uses the single pattern matching method to locate the matching. Compared with BM algorithm and AC algorithm, the algorithm has higher accuracy.

**Key words:** matching location; single pattern matching; multi pattern matching; BM algorithm; AC algorithm

### 0 引言

OSD(On Screen Display)是人机交互的通道<sup>[1]</sup>。在生产中为避免 OSD 菜单出现文字错误, 利用人工根据标准表格进行 OSD 菜单的文字检测工作, 然而人工检测存在成本高、误检率高等问题, 故实现检测的自动化显得至关重要。

自动化检测主要包括两大部分: (1) 正确识别 OSD 上的文字并输出; (2) 将识别结果与对照表对比确定最终检测结果。根据 OSD 的实际使用需求, 对照表存在行数多、

单行文字少以及多次重复的特点。本文结合 Excel 表的编码方式, 分析研究了 BM<sup>[2]</sup>(Boyer-Moore)、AC<sup>[3]</sup>(Aho-Corasick) 算法, 提出了一种应用于 OSD 自动化检测系统的面向 Excel 表的匹配定位算法。

### 1 OSD 语言自动化检测系统

OSD 语言检测系统是一个容错率极低的系统, 实际运行过程中主要通过两方面来达到要求, 一是系统通过多次检测的方法来降低识别正确率不足带来的影响; 二是通过设计优化的对照表匹配定位算法来提高定位的

\* 基金项目: 国家重点研发计划资助项目(2016YFB0401503); 广东省科技重大专项资助项目(2016B090906001); 福建省自然科学基金资助项目(2020J01468)

准确性,进一步降低检测系统的误检、漏检情况。OSD 语言自动化检测系统识别部分主要通过摄像头采集 OSD 图像信息,对采集的图像结果进行二值、降噪等必要的预处理,然后利用分割算法将图像中有效的文字部分进行分割,最后对分割好的文字经行识别操作并输出识别结果<sup>[4]</sup>。

结合多种品牌显示器和多层级的设置界面不难发现,OSD 菜单具有单项文字少、层级多、项目总数多以及同一单项名在不同界面多次出现等特点。常见显示器 OSD 图像如图 1 所示。图 2 是图 1 的实测识别结果,结果按行排列展开。用于确定最终检测结果的对照表同样也是按行展开,每行单元格对应 OSD 中的单项菜单的内容。图 3 即图 1 所示的 OSD 界面的对照表信息,其中 74 项的亮度为 64 项亮度设置展开后的二级菜单的第一个菜单项,此处 9 行表格就出现了 1 项重复内容,因此如何在重复率高的对照表中找到识别内容的准确位置就显得尤为重要。



图 1 OSD 图像

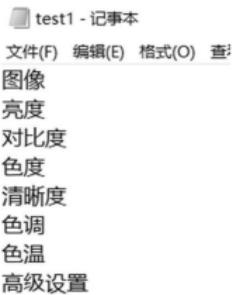


图 2 识别结果

66	图像
67	亮度
68	对比度
69	色度
70	清晰度
71	色调
72	色温
73	高级设置
74	亮度

图 3 标准对照表

## 2 经典的模式匹配算法

### 2.1 模式匹配

模式匹配<sup>[5]</sup>是数据结构中字符串的一种基本运算。例如:给定某字符串  $T$  长度为  $n$ ,则存在  $T=T_0T_1T_2T_3\cdots T_{n-1}$ ,有一子串  $P$  长度为  $m$ ,则存在  $P=P_0P_1P_2P_3\cdots P_{m-1}$ 。在给定字符串  $T$  中匹配子串  $P$ ,若存在  $T_iT_{i+1}T_{i+2}T_{i+3}\cdots T_{i+m}=P_0P_1P_2P_3\cdots P_{m-1}$  则模式匹配成功,反之失败。

模式匹配按同时匹配子串的个数,可以分为单模式匹配和多模式匹配,其中常见的 KMP<sup>[6]</sup>(Knuth-Morris-Pratt)、BM 是单模式匹配算法,AC、WM<sup>[7]</sup>(Wu-Manber)是多模式匹配算法,以下主要介绍 BM、AC 算法。

### 2.2 BM 算法

BM 算法是一种非常高效的字符串搜索算法<sup>[8]</sup>,其核心是两大规则,即坏字符规则和好后缀规则,通过这两大规则来决定匹配过程中向右跳跃的距离<sup>[9-10]</sup>。

BM 算法的基本流程如下:给定一个字符串长度为  $n$ ,子串  $P$  长度为  $m$ ,首先将字符串  $T$  和子串  $P$  左对齐,然后从右向左进行比较,如图 4 所示。

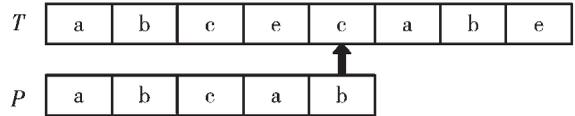


图 4 BM 算法匹配方法

利用坏字符规则和好后缀规则来计算字符串向右移动的距离<sup>[11]</sup>,如图 5 所示,从右往左看,已匹配的 cab 字符为好后缀,未配的 e 字符为坏字符。

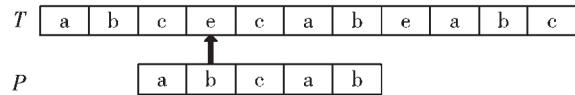


图 5 坏字符和好后缀

坏字符规则存在两种情况:(1)如果字符  $x$  在模式  $P$  中未出现,那么从  $x$  开始的  $m$  个文本显然不可能与  $P$  匹配成功,直接全部跳过该区域即可;(2)如果  $x$  在模式  $P$  中出现,则以该字符进行对齐。图 4 所示的匹配过程中  $c$  字符为坏字符,且在子串  $P$  中出现,故符合坏字符规则的第二种情况,其移位效果如图 6 所示。

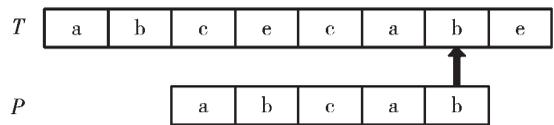


图 6 坏字符规则移位

好后缀规则也存在两种情况:(1)如果在  $P$  中位置  $t$  处已匹配部分  $P'$  在  $P$  中的某位置  $t'$  也出现,且位置  $t'$  的前一个字符与位置  $t$  的前一个字符不相同,则将  $P$  右移使  $t'$  对应  $t$  方才所在的位置;(2)如果在  $P$  中任何位置已匹配部分  $P'$  都没有再出现,则找到与  $P'$  的后缀  $P''$  相同的  $P$  的最长前缀  $x$ ,向右移动  $P$  使  $x$  对应方才  $P''$  后缀所在的位置。图 5 所示的匹配过程中  $cab$  字符为好后缀即  $P'$ ,且在字串  $P$  再没有出现, $ab$  字符为  $P'$  的后缀  $P''$  相同的  $P$  的最长前缀  $x$ ,所以符合好后缀规则的第二种情况,向右移动  $P$  使  $ab$  对于方才  $P''$  后缀  $ab$  所在位置,其移位效果如图 7 所示。

### 2.3 AC 算法

AC 自动机<sup>[12]</sup>即 AC 算法。它与普通单模式字符串匹配的不同点在于同时与所有子串进行匹配<sup>[13]</sup>,其核心是状态转移函数和失效函数。

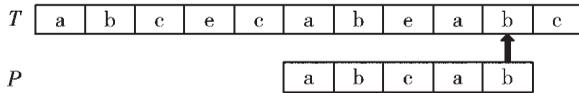


图7 好后缀规则移位

图8是一个使用多模式串 he、she、hers、his 创建的自动机。初始状态都为0,读取第一个字符串 he,0 状态受到第一个字符 h 的刺激改变为1 状态,受到 e 的刺激改变为2 状态,此时第一个字符串读取完毕,将末尾字符的2 状态标记为 output 输出状态。然后依此读取下一个多模式串,其中读取 hers 时,刺激 h 已经存在,不需要创建新状态,直接到达状态1 即可,只有在当前状态下,受到的刺激是新刺激时,才会创建新状态。然后依次为所有字符串创建自动机路径<sup>[14]</sup>。图中实线即为状态转移函数。

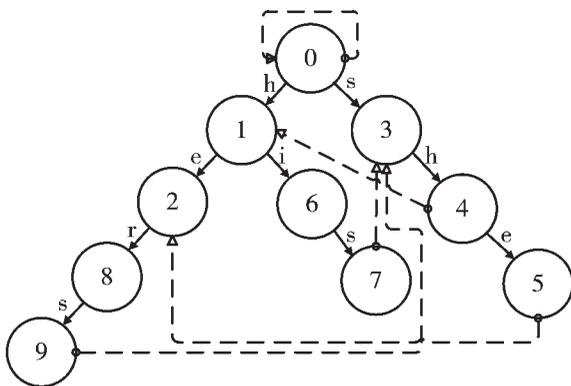


图8 AC 算法

AC 算法的匹配过程如下:假设存在主串 ushers,将其放到自动机中运行,首先,第一个字符 u,0 状态不存在在 u 的刺激,返回自身状态,s、h、e 的刺激全部存在,状态依次经过3、4、5 的转变,5 为 output 状态,即 she 字符串匹配成功。当再下一个刺激 r 出现,由于当前状态不存在刺激 r 出现失配情况,这时就需要用到失效函数。应该转移到的状态点为:从这个状态节点向上直到树根节点(状态0)所经历的输入字符,与从产生失效状态的那个状态节点向上所经历的输入字符串完全相同。而且这个状态节点是所有具备这些条件的节点中深度最大的那个节点。不存在满足条件的状态节点,则失效函数为0<sup>[15]</sup>。因此上述情况此时应从状态5 转变为状态2 继续执行。

### 3 本文算法

#### 3.1 算法思想

针对以上分析可知,无论 BM 算法还是 AC 算法都是实现字符串的精准匹配,OSD 语言检测对照表的匹配定位算法需要在无法完全匹配的情况下实现精确定位。因此本文提出了一种面向 OSD 语言检测对照表的匹配定位算法。

本文算法使用分类匹配和概率定位的方法来实现精准定位的需求。本文算法的流程图如图9 所示。

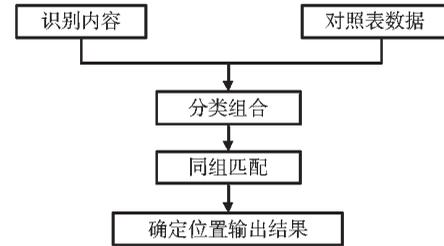


图9 算法流程图

#### 3.1.1 分类匹配

分类匹配的存在是为了减少匹配次数。在真正执行匹配操作前先对照表内容和识别内容进行预处理,将表格内容从上至下每3 行单元格分为一组,计算3 行内容的字数之和  $N$  作为分类的一级标签,中间行单元格的字数  $M$  作为分类的二级标签;同样地对识别的结果也进行三行一组的分配,计算3 行总字数  $m$  和中间行字数  $n$ 。至此,分类操作执行完毕。

匹配流程图如图10 所示。匹配过程如下:根据每组识别结果的  $m$  和  $n$  值在表格分类项中查找出  $m=M$  且  $n=N$  的组,通常有多个符合条件的组,找出这些待匹配组后,每组进行逐行逐字匹配操作。每组每行匹配一次,上下行的匹配结果用于计算定位概率,中间行的匹配结果用于最终检测结果的认定。匹配过程由上往下进行,匹配第一步是进行字数的匹配,出现字数不等情况时,直接跳过该组进行下一组的匹配。组内行之间的匹配过程是一对一跳转的逐字匹配,出现字符不匹配就跳转到下一字或单词的匹配进程中。

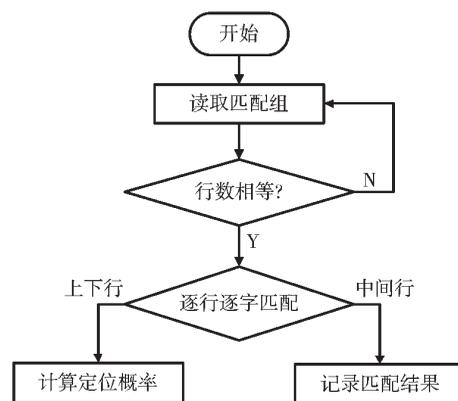


图10 匹配流程图

#### 3.1.2 概率定位

检测的最终结果是否值得信赖,重点在于是否可以在对照表中找到识别结果的准确位置。为了提高定位的准确性,引入概率定位的方法,概率定位是本算法最为重要的方法。利用上下行匹配正确字数和上下行总字数的商来确定定位概率,取待匹配组中定位概率最大值所在组的中间行位置为最终定位位置,输出位置值和定位概率值,即:

$$\text{定位结果} = \text{位置值} \max \frac{\text{上下行匹配正确字数}}{\text{上下行总字数}} \quad (1)$$

OSD 语言检测系统的最终输出即：

$$\text{最终结果} = \text{定位结果} + \text{中间行匹配结果} \quad (2)$$

### 3.2 算法实例

以中文 OSD 菜单为例，考虑如下的对照表内容：第一行起，图像/亮度/对比度/色调/清晰度/高级设置/亮度/清晰度/色调/对比度/图像/高级设置，共 12 行，识别输出为青晰度/色调/对比度。

不考虑汉字的转码过程，直接使用汉字演示算法执行过程。实际过程是汉字转成 4 字符后执行操作。首先对对照表内容和输出内容进行分类，其中对照表内容分为 3 大组以 M-N 的形式记录，分别是 7-2、7-3、7-3、7-3；8-2、8-2；9-3、9-4、9-2、9-2，识别输出以 m-n 形式记录，即 8-2。查找 m=M 且 n=N，共两组待匹配组，每组经行逐行匹配。

第一组，与对比度/色度/清晰度进行匹配，上下行成功匹配 2 字共 6 个字，定位概率为 33.3%，中间行匹配成功结果为正确。

第二组，与清晰度/色调/对比度进行匹配，上下行成功匹配 5 字共 6 个字，定位概率为 83.3%，中间行匹配成功结果为正确。

第二组定位概率大于第一组，选择第二组的匹配结果，最终检测结果输出为：9 行 83.3% 色调正确。

### 4 测试结果与分析

为了更好地对本文算法进行效果验证，随机编辑了 2~5 字的中文词语或短语各 25 个，合计 100 个不同单项，并将这 100 个单项重复出现 5 次，共获得 500 项菜单内容，将 500 项随机排列生成最终的对照表。测试环境是 Windows 10 64 位操作系统，使用配置为 AMD R5-3500U 2.1 GHz CPU、8 GB 内存的笔记本电脑，采用 C 语言编程。

预处理过程，将对照表分成了 10 大组 28 小组。表 1 所示是分组的基本情况。

表 1 分组基本情况

分组情况	实际组数	最大待匹配组	最小待匹配组	平均待匹配组
数量	28	35	1	18

根据对照表的内容，特意模拟了如下几种识别情况并结合传统匹配方法来检验算法效果：

第 1 种：OSD 内容正确识别结果正确，测试结果如图 11、图 12 所示，本文算法准确定位出了所在行和检测结果，而传统方法只能简单查找出对照表中有 5 个匹配项。

第 2 种：OSD 内容正确但识别结果有误，分为 3 种情况：(1)上下行识别有误；(2)中间行识别有误；(3)三行

光照 114 行 71.4% 反射度正确

图 13 本文算法情况 1

光照 237 行 100% 开关错误

图 14 本文算法情况 2

光照 428 行 60% 高级算数错误

图 15 本文算法情况 3

光照 查无此项

图 16 传统方法情况 2、3

图 12 传统方法测试结果

识别均有误。测试结果如图 13~图 16 所示，其中传统方法的情况一结果和图 12 所示结果类似，这里不再展示。

第 3 种：OSD 内容错误但识别正确，本文算法检测效果如图 17 所示，传统查找方法结果如图 18 所示。测试结果不难发现，即使在内容有误或识别有误的情况下，本文算法仍旧可以进行定位并且输出识别和判断结果，而传统方法只能在 OSD 和识别都无误的情况下找出相同的项，出现任一错误时就无法查找匹配。

58 行 100% 光圈门错误 查无此项

图 17 本文算法

图 18 传统方法

根据以上 3 种情况的多次测试结果表明，本文方法对比传统的查找方法可以规避在出现不完全匹配情况时无法匹配定位的问题，同时引入的概率定位方法可以高效地在多重重复项中找到目标项，日常的使用则可以兼顾定位准确性和识别确定性。

### 5 结论

本文通过对 OSD 语言检测系统的需求分析，结合 BM 算法和 AC 算法提出了一种面向 OSD 语言检测对照表的匹配定位算法。实验表明，该算法通过分类匹配和概率定位提高了匹配速度，解决了无法定位的问题。结合 OSD 菜单的发展和文字识别的发展现状，算法还可以进一步改进，使其更加适应系统需求。

### 参考文献

[1] 符浩敏. 基于 SOPC 的控制器设计与实行[D]. 镇江: 江苏大学, 2014.

[2] BOYER R S. A fast string searching algorithm[J]. Communications of the ACM, 1977, 20(10): 762-772.

[3] AHO A V, CORASICK M J. Efficient string matching: an aid to bibliographic search[J]. Communications of the ACM, 1975, 18(6): 333-340.

[4] 胡家忠. 计算机文字识别技术[M]. 北京: 气象出版社, 1994.

[5] EKICI E, Chao Chen. BGP-S a protocol for terrestrial and satellite network integration in network layer[J]. Wireless Networks, 2004, 10(5): 595-605.

(下转第 58 页)

更为安全的广播加密方案,在保证参数扩展量优化的同时进一步提升安全特性。

## 参考文献

- [1] FIAT A, NAOR M. Broadcast encryption[C]//Proc. of the 13th Annual International Cryptology Conference, Berlin Heidelberg: Springer, 1993: 480-491.
- [2] BONEH D, GENTRY C, WATERS B. Collusion resistant broadcast encryption with short ciphertexts and private keys[C]//Proc. of the 25th Annual International Cryptology Conference, Berlin Heidelberg: Springer, 2005: 258-275.
- [3] GENTRY C, WATERS B. Adaptive security in broadcast encryption systems(with short ciphertexts)[C]//Proc. of the 28th Annual International Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques, Berlin Heidelberg: Springer, 2009: 171-188.
- [4] WATERS B. Dual system encryption: realizing fully secure ibe and hibe under simple assumptions[C]//Proc. of the 29th Annual International Cryptology Conference, Berlin Heidelberg: Springer, 2009: 619-636.
- [5] BONEH D, WATERS B, ZHANDRY M. Low overhead broadcast encryption from multilinear maps[C]//Proc. of the 34th Annual International Cryptology Conference, Berlin Heidelberg: Springer, 2014: 206-223.
- [6] ZHANDRY M. Adaptively secure broadcast encryption with small system parameters[J]. IACR Cryptology ePrint Archive, 2014: 757.
- [7] GUO D, WEN Q, LI W, et al. Adaptively secure broadcast encryption with constant ciphertexts[J]. IEEE Transactions on Broadcasting, 2016, 62(3): 709-715.
- [8] Hu Yupu, Jia Huiwen. Cryptanalysis of GGH map[C]//Proc. of the 35th Annual International Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques, Berlin Heidelberg: Springer, 2016: 537-565.

- [9] KIM J, SUSILO W, MAN H A, et al. Adaptively secure identity-based broadcast encryption with a constant-sized ciphertext[J]. IEEE Transactions on Information Forensics & Security, 2015, 10(3): 679-693.
- [10] GUO D, WEN Q, JIN Z, et al. Authenticated public key broadcast encryption with short ciphertext[J]. Multimedia Tools and Applications, 2019, 78: 23399-23414.
- [11] GUO D, WEN Q, LI W, et al. Adaptively secure broadcast encryption with authenticated content distributors[J]. Multimedia Tools and Applications, 2020, 79: 7889-7910.
- [12] BONEH D, FRANKLIN M. Identity based encryption from the Weil pairing[C]//Proc. of the 24th Annual International Cryptology Conference, Berlin Heidelberg: Springer, 2001: 213-229.
- [13] BONEH D, GENTRY C, LYNN B, et al. Aggregate and verifiably encrypted signatures from bilinear maps[C]//Proc. of the 22nd International Conference on Theory and Applications of Cryptographic Techniques, Berlin Heidelberg: Springer, 2003: 416-432.
- [14] BONEH D, LYNN B, SHACHAM H. Short signatures from the weil pairing[J]. Journal of Cryptology, 2004, 17(4): 297-319.

(收稿日期: 2020-08-20)

## 作者简介:

国佃利(1988-),男,博士,工程师,主要研究方向:移动通信、广播加密。

刘家磊(1982-),通信作者,男,博士,讲师,主要研究方向:服务计算、云计算、移动边缘计算, E-mail: 01850@aynu.edu.cn。

王萍(1990-),女,硕士,助理工程师,主要研究方向:移动通信、企业安全评估。



扫码下载电子文档

(上接第 54 页)

- [6] KNUTH D E, MORRIS J H, PRATT V R. Fast pattern matching in strings[J]. SIAM J. Comput., 1977, 6(1): 323-350.
- [7] WU S, MANBER U. A fast algorithm for multipattern searching[Z]. Report TR-94-17, Department of Computer Science, University of Arizona, Tucson, AZ, 1994.
- [8] ROMAN E, AMBLER S. Mastering enterprise JavaBeans[M]. Wiley Publishing, 2002.
- [9] JOHNSON R. Expert one-on-one J2EE development without EJB[M]. Wiley Publishing, 2004.
- [10] JOHNSON R. Expert one-on-one J2EE design and development[M]. Wrox Press, 2003.
- [11] 巫喜红, 凌捷. BM 模式匹配算法剖析[J]. 计算机工程与设计, 2007(1): 29-31.
- [12] 陈新驰, 韩建民, 贾洞. 基于 AC 自动机的多模式匹配算

法 FACA[J]. 计算机工程, 2012, 38(11): 173-176.

- [13] 陈洪涛, 王法玉, 靳彩园, 等. 多模式匹配算法的应用与改进[J]. 中国科技信息, 2019, 618(23): 78-80.
- [14] 孙强, 辛阳, 陈林顺. AC 多模式匹配算法的优化与应用[J]. 中国科技论文在线, 2011, 6(1): 45-48.
- [15] 董世博, 李训根, 殷珍珍. 一种改进的字符串多模式匹配算法[J]. 计算机工程与应用, 2013, 49(8): 133-137.

(收稿日期: 2020-09-23)

## 作者简介:

滕斌(1993-),男,硕士研究生,主要研究方向:计算机视觉、图像处理。

林志贤(1975-),通信作者,男,博士,教授,博士生导师,主要研究方向:信息显示技术、平板显示驱动系统及图像处理, E-mail: lz2005000@163.com。



扫码下载电子文档

## 版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所