

# 基于夹角的直线检测算法\*

陈显峰<sup>1</sup>, 刘超慧<sup>2</sup>

(1.太原理工大学 理学院, 山西 太原 030024;

2.郑州航空工业管理学院 计算机科学与技术系, 河南 郑州 450015)

**摘要:** 为了能有效解决 Hough 变换计算量大、处理速度慢等问题, 提出了一种基于夹角的直线提取算法。该算法直接在图像空间提取直线, 通过判断图像中任意三点形成的直线夹角, 获得一条可能的直线, 然后再在数据空间中进一步判定这条直线的真实性。实验证明, 该算法具有较高的直线检出率、检测精度和运行速度, 与具有类似检出率的算法相比虚假直线数较少, 综合性能具有优势。

**关键词:** 直线检测; Hough 变换; 直线夹角; 三点共线

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

## Straight line detection algorithm based on the angle

CHEN Xian Feng<sup>1</sup>, LIU Chao Hui<sup>2</sup>

(1.Faculty of Science, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China;

2.Department of Computer Science and Application, Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management, Zhengzhou 450015, China)

**Abstract:** In order to effectively solve the problems in Hough transform, such as large computational and slow processing speed, presents a line extraction algorithm which based on the angle. The algorithm extracted a straight line directly in image space, by judging the straight angles formed by any of three points in image to obtain a possible straight line, and then further in the data space to determine the authenticity of this line. Results show that the algorithm has a high detection rate of a straight line and detection accuracy and speed, and less number of false line with a similar detection rate of the algorithm, comprehensive performance advantages.

**Key words:** line detection; Hough transform; straight angle; three-point collinear

在图像处理中, 直线的提取有着极其重要地位和广泛的用途。直线检测的结果直接决定了对所处理图像的准确认识。在各种直线检测方法中, 基于 Hough 变换的方法已经形成了一个重要的分支。针对基于 Hough 变换方法计算量大、内存占用多、比较耗时等缺点, 已提出了许多改进措施。如使用边缘点处的梯度方向, 可以减少投票的参数点数量, 并在一定程度上抑制了虚假的直线参数峰值; 徐刚锋等人提出的 RLD 则是利用点到直线的距离来提高直线检测速度。

RLD 虽然是一个有效的直线检测算法, 但在实际图像处理中, 常会因所选取 3 点的位置关系造成直线误检或漏检。本文的算法与 RLD 算法思想相同, 不同之处在

于不是以点到直线的距离而是以直线夹角来判断 3 点是否共线, 不但解决了基于 Hough 变换方法从图像空间转化到参数空间引起的耗时、所需存储空间大等问题, 也弥补了 RLD 存在的不足。

### 1 基于夹角的直线检测算法

#### 1.1 直线夹角的计算方法

如图 1(a)所示, 平面 3 点 A、B、C 确定 3 条直线  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 。如果用点到直线的距离来判断 3 点共线, 在由点确定的 2 条直线不变的情况下, 距离值随第 3 点在直线上的位置不同而有较大变化, 因而无法选择固定距离阈值进行 3 点共线的判定, 如图 1(b)所示, 第 3 点在 S 处和 T 处到直线  $L_1$  的距离是不同的, 从而判定结果也可能不同, 即用点到直线的距离来判断 3 点共线缺乏不

\* 基金项目: 青年基金项目(编号: q09js01)

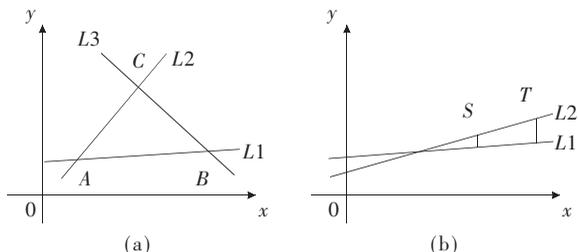


图1 平面3点与它们确定的直线的关系

变性。本文选用基于直线夹角进行3点共线的判断方法,克服了点到直线的距离判断方法的缺点,可以获得固定的阈值,适用范围广泛。

假设由  $A(x_1, y_1)$ 、 $B(x_2, y_2)$ 、 $C(x_3, y_3)$  3点确定3条直线  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  两两之间的夹角分别为  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  和  $\theta_3$ , 对  $\theta_1$  有:

$$\theta_1 = \arctan \left| \frac{(y_3 - y_1)(x_2 - x_1) - (y_2 - y_1)(x_3 - x_1)}{(x_3 - x_1)(x_2 - x_1) + (y_3 - y_1)(y_2 - y_1)} \right| \quad (1)$$

在实际图像处理过程中,由于成像噪声、像素点坐标取样误差以及特征点检测误差的影响,3条直线的夹角通常不为零,必须先根据实际情况,确定1个合适的值作为夹角阈值。只要  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  和  $\theta_3$  中有1个小于阈值,就可以判定3点共线。

### 1.2 直线检测算法

假设所选3点共线,且3点所在的直线用  $y = ax + b$  表示,该直线只是图像中可能存在的直线,要想确定它是否真实存在还要进一步用点的累加来判断,如对应累加器的值大于所给定的阈值,则判定该直线存在,并将该直线上的所有点从由图像边缘点构成的数据空间中删除,以减小判断下一条直线的计算量;否则判定这条直线不存在。

具体直线检测算法步骤如下:

(1) 建立包含所有边缘数据的空间点集  $P$ 。

$$P = \{p_i = (x_i, y_i) | i = 1, 2, \dots, m\}$$

初始化失败累加器  $f=0$ , 设置门限  $T_f$  为最大容许的失败次数,  $\theta_r$ 、 $T_s$  分别表示夹角阈值和峰值门限。

(2) 如果  $f \geq T_f$ , 程序结束, 从数据空间  $P$  中随机选取3个点  $p_i$ 、 $p_j$ 、 $p_k$ , 同时将这3个点从空间去除。

(3) 3点中的任意2点确定1条直线, 根据式(1)计算3条直线两两之间的夹角  $\theta_i$ 、 $\theta_j$  和  $\theta_k$ 。

(4) 若  $\theta_i \leq \theta_r$  或  $\theta_j \leq \theta_r$  或  $\theta_k \leq \theta_r$ , 则判定3点共线, 并求该直线的方程, 继续下一步; 否则,  $f=f+1$ , 将  $p_i$ 、 $p_j$ 、 $p_k$  放回数据空间, 返回第(2)步。

(5) 初始化累加器  $S=0$ , 将  $P$  中剩余的每1点分别代入该直线方程, 若满足该方程, 则将此点从数据空间去除, 相应的累加器  $S$  加1, 直到所有的边缘点都检测完毕。

(6) 如果  $S > T_s$ , 则认为该直线存在, 将该直线上的所有点从  $P$  中删除。返回第(2)步。

## 2 实验结果与分析

为了验证新算法的性能, 在 MATLAB 平台下, 对大量的图像进行了仿真实验。图2、图3和表1分别给出了其中的部分实验结果。图2为本文算法下对加入噪声的图片进行直线提取的结果, 图3为公路实景图在基于Hough变换方法、RLD算法和本文算法下的直线提取结果, 3种算法的处理时间如表1所示。

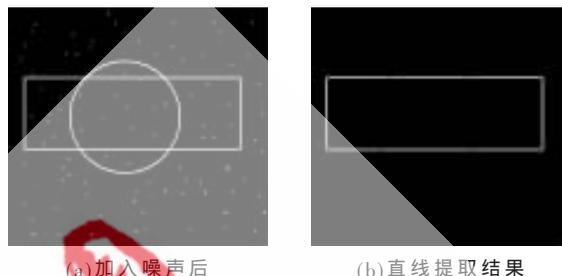


图2 本文算法直线提取结果

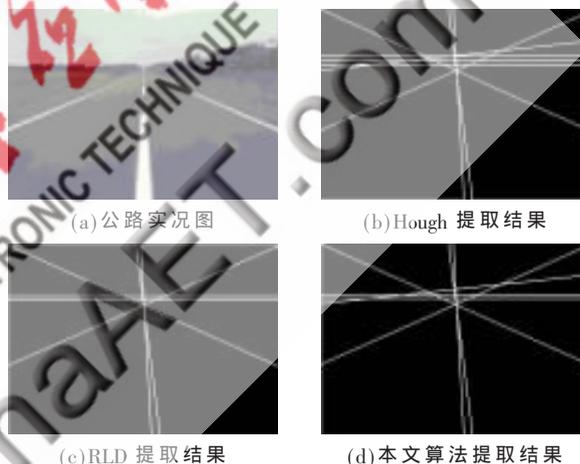


图3 3种算法直线提取结果

表1 本文算法与Hough变换耗时比较

次数	相同图像耗时/s				
	1	2	3	4	5
Hough 变换	2.511 783	2.452 304	2.458 854	2.486 934	2.407 422
RLD 算法	1.651 473	1.684 252	1.685 565	1.671 528	1.699 652
本文算法	1.698 146	1.707 372	1.632 947	1.678 980	1.676 143

实验结果表明:

(1) 图2结果证明本文算法可行, 且抗噪性能好, 提取直线的分辨率高。

(2) 从图3可以看出, 利用3种直线提取算法进行直线检测得到的结果大致相同, 仅直线位置和运行时间有微小变化。对比其结果: Hough变换虽能从全局图像中提取直线, 却不能确切得到直线端点和长度, 且容易将不构成实际直线的边缘点投票决定成伪直线; RLD算法由于其判断3点共线方法存在的缺陷, 容易检测不到图像中实际存在的直线; 本文算法能准确地提取出图片中存在的直线。

(3)由表 1 可知,由于 RLD 算法和本文算法不用将图像边缘点映射到另外一个参数空间进行累加、判断,因而其处理速度明显优于 Hough 变换。

本文提出了一种基于夹角的直线检测算法,通过在数据空间任意选取 3 个点,运用直线夹角来判断 3 点是否共线,然后再通过累加边缘点来进一步判定这条直线的真实性。不但解决了 Hough 变换存在的耗时、运行速度慢、只能处理一些比较简单的图像等问题,也弥补了 RLD 容易少检直线的不足,而且验证了本算法具有较高的直线检出率和检测速度,是一种有效的直线检测算法,适用于各种图像的直线检测。

#### 参考文献

- [1] ILLINGWORTH J. A survey of the hough transform [J]. Computer Vision Graphics and Image Processing, 1988, 44 (1): 87-116.
- [2] 姚敏. 数字图像处理[M]. 长沙: 机械工业出版社, 2006.
- [3] XU L, OJA E, KULTANAN P. A new curve method; ran-

domized Hough transform (RHT)[J]. Pattern Recognition Letters, 1990, 11(2): 331-338.

- [4] 郭斯羽, 孔亚广, 张熙芳. 基于局部连通性和 PCA 的直线检测 Hough 算法[J]. 电子测量与仪器学报, 2008, 22(6): 70-74.
- [5] 朱芳芳, 顾宏斌, 孙谨. 一种改进的 Hough 变换直线检测算法[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(5): 19-22.
- [6] 贾云侠, 祁飞, 江友谊, 等. 一类参数空间利用率最优的直线检测方法[J]. 红外与激光工程, 2009, 38(4): 742-747.

(收稿日期: 2009-12-03)

#### 作者简介:

陈显峰, 女, 1984 年生, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 电子封装中图像处理。

刘超慧, 男, 1981 年生, 硕士, 助教, 主要研究方向: 数据库和数据挖掘。