

# 眨眼判断算法

2014-8-29 李冯福

## ● 眨眼判断算法思想

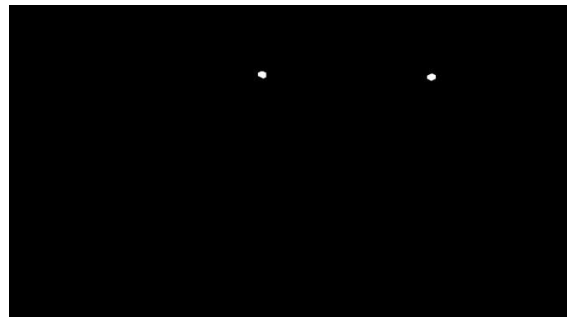
基本思想：通过对连续两帧（由于有跳帧处理，实际上是连续三帧）图片的差值分析来判断是否眨眼。

假设当前图片是  $img$ ，前一帧图片是  $prev$ ，它们的差值  $diff = img - prev$ 。一般  $diff$  会出现三种情况。

### (1). 正常眨眼时



(a). diff

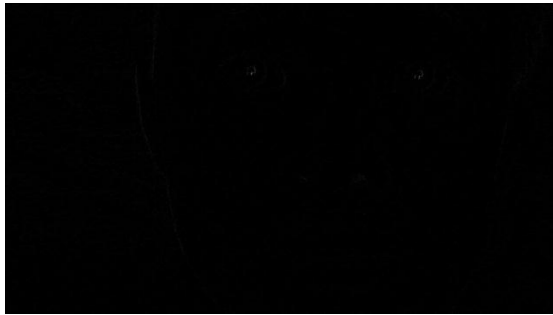


(b). 图像处理后

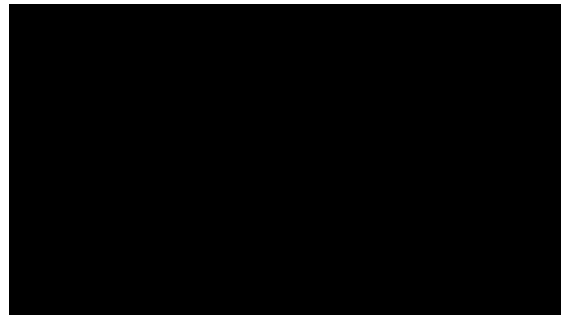
正常眨眼时， $diff$  中两个眼睛区域是灰度较大的区域，其他区域则灰度近似为零。通过做阈值处理 + 闭运算（去噪）+ 开运算（去除眼睛中的瞳孔区域），能得到两个连通的区域。如图(b)所示。

再进一步分析两个连通区域的位置、大小来排除非眼睛对。例如，通过两个区域水平坐标的差值来排除鼻子对的干扰，这是因为鼻子对的水平差距小。并且，正常情况下两个眼睛的竖直坐标差距和大小差距应该都很小。通过这点可以排除一些晃动的干扰。

### (2). 未眨眼，也无（剧烈）晃动



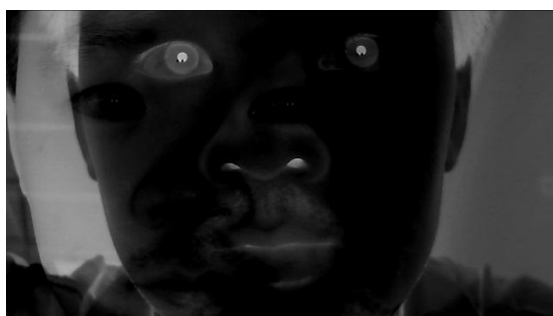
(a). diff



(b). 图像处理后

这种情况下由于两帧图片差值较小，从而  $diff$  几乎为零。于是开运算后  $diff$  全为零。从而直接可判断为未眨眼。

### (3). 未眨眼，有（较强）晃动



(a). diff



(b). 图像处理后

当出现**较强晃动**时，对眨眼判断的干扰较大。

此时图像处理后两个眼睛区域也很有可能变成了连通区域，给眨眼判断带来一定的干扰。所以在眨眼判断前加入是否有（剧烈）晃动的判断。

晃动的特点是，通过对 diff 做阈值处理（此时的阈值可以小于眨眼判断时设置的阈值）会出现多个（一般大于 8 个）连通区域。或者，这些连通区域中会有长或宽特别大的连通区域。通过这两个特点，可以对是否晃动做出判断。

另外，**晃动剧烈**时，对眼睛的跟踪要求更高。此时往往检测不出眼睛、瞳孔等。所以，这种情况直接判定为未眨眼。

对于**较小的晃动**，虽然也会对全局判断产生一定影响，但是此时仍然可能借助图像处理得到的 eyeROI 区域，来对是否眨眼做更精细的判断。

总之：剧烈晃动 => isShook = True => isBlinked = false;

较小晃动 => isShook = false => 借助 eyeROI 进一步判断

#### (4). 更精细的判断

由于晃动等干扰的存在，对两幅大图片做差值时容易不稳定。所以，可以在眨眼判断时加入眼睛追踪信息(主要是 eyeROI)，来做更精细的判断。如果 eyeROI 准确，则只需对眼睛区域进行上述操作即可。否则，很有可能是干扰造成的。此时眨眼判断失效，默认为未眨眼。

具体的思想如下：

- 如果图像处理未得到 eyeROI，则只用全局判断作为最后的判断；
- 如果获得了 eyeROI，同时全局判断为真，局部判断（是否有晃动等）作为辅助让全局判断更稳定；
- 如果获得了 eyeROI，同时全局判断为假，则通过局部判断（是否分别眨眼）进一步判断是否眨眼。

### ● 实现：创建 BlinkDetection 类。

BlinkDetection 类继承自 `aSee.ImageProcess.Detection`。包含 1 个静态变量和 4 个方法。

1. 静态变量：

```
public static int totalBlinks = 0;
```

用来记录总的眨眼次数。

2. 方法 1：全局判断是否晃动

```
public bool detectShook(Image<Gray, byte> img, Image<Gray, byte> prev)
```

3. 方法 2: 全局判断是否眨眼 (里面有关于 **Blink Detection** 算法步骤的详细说明)

```
public static bool detectOverall(Image<Gray, byte> img, Image<Gray, byte> prev)
```

4. 方法 3: 更精细的判断 (分别对两个眼睛区域, 加入了 eyeROI 信息)

```
public static bool detectAlone(Image<Gray, byte> img, Image<Gray, byte> prev, Rectangle
eyeROI, Rectangle prevEyeROI, ref Boolean isShook)
```

5. 方法 4: 供外界调用的函数 (建议放在 DetectionManager 类中)

```
public bool BlinkDetection(Image<Gray, byte> img, Image<Gray, byte> prev, TrackData
trackData, TrackData lastSample)
```

## ● 应用举例: 在 Traker 中判断是否眨眼

在图像处理 (Traker 中的 detectionManager.ProcessImage(gray, trackData)) 完成之后, 加入如下代码:

```
trackData.IsBlinked = detectionManager.BlinkDetection(gray, prevImage, trackData,
    TrackDB.Instance.GetLastSample());
prevImage = gray;
```

眨眼判断的结果保存在当前 trackData 的 isBlinked 中, 用来判断对当前帧和前一帧是否出现眨眼的判断结果。同时, 在判断完之后保存当前帧(gray)为下一次判断的前一帧(prevImage)。

另外, 小技巧: 加入眨眼提示音 (将 tweet\_sent.wav 文件放在 D 盘根目录下)

```
// play the alarm music
if (trackData.IsBlinked)
{
    System.Media.SoundPlayer media = new System.Media.SoundPlayer("D:\\tweet_sent.wav");
    media.Play();
}
```

附: 在五个不同特点的数据集上的眨眼判断结果记录。

2014-8-29 眨眼测试结果记录

测试人 1: 沈丁成 (SDC) 特点: 眨眼速度慢

图片帧数: 1529 (不包含偶数帧)

状态说明:

正确 = 眨眼同时检测成功; 漏 = 眨眼但未检测成功; 误 = 未眨眼但判断为眨眼

帧数	状态	漏/误 检 (原因)
85	漏	上一帧 眼跟丢
121	正确	
169	正确	
213	漏	上一帧 眼跟丢
253	正确	
291	正确	
325	正确	
461	正确	
505	正确	
543	漏	eyeROI 错误
573	正确	
613	正确	
655	正确	
685	正确	
719	漏	上一帧 右眼丢 + eyeROI 错误
747	正确	
783	正确	
815	正确	
847	正确	
879	正确	
911	正确	
1055	正确	
1099	正确	
1177	正确	
1219	正确	
1297	正确	
1335	正确	
1377	正确	
1415	正确	
1449	正确	
1477	正确	

总计: 正确数: 27 漏检数: 4 误检数: 0

2014-8-29 眨眼测试结果记录

测试人 2: 晏琪 (YQ) 特点: 连续眨眼

图片帧数: 1119 (不包含偶数帧)

状态说明:

正确 = 眨眼同时检测成功; 漏 = 眨眼但未检测成功; 误 = 未眨眼但判断为眨眼

帧数	状态	漏/误 检 (原因)
69	正确	
93	正确	
153	正确	
187	正确	
225	正确	
261	正确	
293	正确	
331	正确	
409	正确	
453	正确	
499	漏	上一帧 眼跟丢
545	漏	上一帧 眼跟丢
573	正确	
607	正确	
649	正确	
683	正确	
699	正确	
733	正确	
771	正确	
813	正确	
891	正确	
895	正确	
921	正确	
925	正确	
937	正确	
945	正确	
955	正确	
967	正确	
979	正确	
989	正确	
997	正确	
1005	正确	
1011	正确	
1037	正确	

总计: 正确数: 32 漏检数: 2 误检数: 0

2014-8-29 眨眼测试结果记录

测试人 3: 刘建波 (LJB) 特点: 眼睛较大 & 连续眨眼

图片帧数: 1019 (不包含偶数帧)

状态说明:

正确 = 眨眼同时检测成功; 漏 = 眨眼但未检测成功; 误 = 未眨眼但判断为眨眼

帧数	状态	漏/误 检 (原因)
87	正确	
113	正确	
193	正确	
391	正确	
559	正确	
671	正确	
705	漏	上一帧 眼跟丢
727	正确	
775	正确	
799	正确	
803	漏	上一帧 左眼跟丢, 右眼不稳 (连续眨眼)
819	正确	
829	正确	
845	正确	
855	正确	
859	正确	
869	正确	
875	漏	上一帧 右眼跟丢, 左眼不稳 (连续眨眼)
879	正确	
921	漏	上一帧 眼跟丢
945	正确	
951	正确	
955	正确	
961	正确	
965	正确	
969	漏	上一帧 眼跟丢 (连续眨眼)
973	漏	上一帧 眼跟丢 (连续眨眼)
979	正确	

总计: 正确数: 22 漏检数: 6 误检数: 0

2014-8-29 眨眼测试结果记录

测试人 4: 李冯福 (LFF) 特点: 晃动 + 多角度 (眼睛不在同一水平线)

图片帧数: 1157 (不包含偶数帧)

状态说明:

正确 = 眨眼同时检测成功; 漏 = 眨眼但未检测成功; 误 = 未眨眼但判断为眨眼

帧数	状态	漏/误 检 (原因)
51	正确	
75	正确	
97	正确	
137	正确	
159	正确	
209	正确	
255	正确	
281	正确	
321	正确	
347	正确	
389	正确	
427	正确	
467	正确	
507	漏	上一帧 左眼不稳, 右眼跟丢
541	正确	
595	正确	
629	正确	
675	正确	
717	正确	
763	正确	
799	正确	
841	正确	
905	正确	
967	正确	
1007	正确	
1049	正确	
1107	正确	

总计: 正确数: 26 漏检数: 1 误检数: 0

2014-8-29 眨眼测试结果记录

测试人 5: 李冯福 (LFF\_shake)      特点: 剧烈晃动下的眨眼判断

图片帧数: 397 (不包含偶数帧)

状态说明:

正确 = 眨眼同时检测成功;    漏 = 眨眼但未检测成功;    误 = 未眨眼但判断为眨眼

帧数	状态	漏/误 检 (原因)
35	漏	ROI 错误
57	正确	
297	漏	晃动剧烈
3	晃动!	
101		
187		
245		
299		
301		
327		
329		
331		
355		
361		
373		

总计:    正确数: 1    漏检数: 2    误检数: 0