

文章编号 1004-924X(2013)02-0437-08

# 基于压缩感知的多特征实时跟踪

朱秋平, 颜佳\*, 张虎, 范赐恩, 邓德祥

(武汉大学电子信息学院, 湖北 武汉 430079)

**摘要:**针对基于压缩感知的目标跟踪算法中存在的特征单一, 在目标纹理变化、光照变化较大时跟踪不稳定、易丢失目标的问题, 提出了多特征联合的实时跟踪算法。该算法以多个矩阵作为压缩感知中的投影矩阵, 将压缩后的数据作为特征来提取出跟踪所需的多种特征。在更新过程中, 针对不同特征在跟踪过程中的稳定性不同, 采取不同速度的更新方法, 使得在目标环境变化时跟踪的鲁棒性仍然很高。对不同视频的测试结果表明, 提出的方法在目标运动、旋转、纹理变化和光照变化的情况下跟踪准确, 在目标大小为 70 pixel $\times$ 100 pixel 时平均帧速为 23 frame/s, 满足实时跟踪的要求。与单一特征的压缩感知算法相比, 本算法在目标纹理和光照变化很大的情况下仍能完成稳定的实时跟踪。

**关键词:**目标跟踪; 实时跟踪; 压缩感知; 多特征

**中图分类号:**TP391 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/OPE.20132102.0437

## Real-time tracking using multiple features based on compressive sensing

ZHU Qiu-ping, Yan Jia\*, Zhang Hu, FAN Ci-en, DENG De-xiang

(School of Electronic Information, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

\* Corresponding author, E-mail: yanjiaapple@tom.com

**Abstract:** As traditional tracking algorithm based on compressive sensing can extract few features and fails to track targets stably in textures and lightings changed, a real-time tracking algorithm using multi-features based on compressive sensing is proposed. The algorithm uses multiple matrixes as the projection matrix of the compressive sensing, and the compressed data as the multiple features to extract the multiple features needed by track. Because the feature stability is different in tracky processing, different update levels are taken to maintain the tracking robustness in varied target conditions. The proposed algorithm is tested with variant video sequences and the results show that the algorithm achieves stable tracking for the target moved or the light changed, and average computing frame rate is 23 frame/s when the target scale is 70 pixel $\times$ 100 pixel. Obtained results satisfy the requirements of real-time tracking. As compared with the compressive tracking with single kind of feature, the algorithm can track stably under big changed lightings and target textures.

**Key words:** target tracking; real-time tracking; compressive sensing; multiple features

## 1 引言

目标跟踪在计算机视觉领域中有着非常重要的应用,也出现了很多高鲁棒性的跟踪算法,文献[1-2]中,引入了分割中的 SUPERPIXEL 方法,使得目标在遮挡、纹理变化情况下,仍有很高的鲁棒性。文献[3]基于多个稳定点分别跟踪,在对非刚体的跟踪中取得很好的效果。不过,这些算法的鲁棒性虽高,但计算量很大,不适合实时跟踪的要求。

目前实时跟踪的热点模型是将跟踪问题看作在线分类,其任务就是将目标和背景区分开,一类属于目标,一类属于背景。一些原本用于分类的算法被用于跟踪中,如在线学习跟踪<sup>[4]</sup>,基于在线 Boosting 算法的实时跟踪<sup>[5]</sup>,融入先验知识的在线 Boosting 的跟踪算法<sup>[6]</sup>和基于半监督的在线 Boosting 跟踪算法<sup>[7-8]</sup>。最近作为研究热点的压缩感知被引入分类中后<sup>[9]</sup>,也被引入到目标跟踪中<sup>[10-11]</sup>。压缩感知的概念由 Candes 和 Donoho 在 2006 年正式提出<sup>[12]</sup>,具体是先用投影矩阵得到测量值即压缩后的数据,然后根据相应的重构算法重构原始信号。文献[9]通过不同类别样本库建立投影矩阵,根据数据在投影矩阵中不同类别轴上的测量值来进行分类。文献[10]将文献[9]中的分类方法运用到跟踪中,将目标的正负样本模板库构造一个投影矩阵,在投影矩阵中找到正样本所对应的投影系数最大的候选位置,将其作为新的目标位置。但由于训练样本只有一个,投影矩阵的建立会非常困难。文献[11]通过一定的宽松规则,生成一个稀疏的投影矩阵,然后将压缩后的数据作为特征来使用。该算法的优点在于快速的提取特征,但由于该算法采用的目标描述特征单一,在目标纹理或光照变化剧烈时容易跟偏,甚至丢失目标。

针对文献[11]中 Compressive Tracking 算法的上述缺陷,本文提出了改进算法。采用多种特征联合描述目标和背景,使得目标特征更加稳定,并对不同种类的特征分别进行在线更新,提高了跟踪的鲁棒性。实验表明,本文提出的算法能在目标形态和光照发生剧烈改变等情况下准确地跟踪目标。

## 2 Compressive Tracking 算法

文献[11]提出了 Compressive Tracking 算法,该算法利用基于压缩感知的公式提取特征,其公式如下:

$$\mathbf{V} = \mathbf{P}\mathbf{X}, \quad (1)$$

其中  $\mathbf{X} \in \mathbf{R}^{n \times 1}$  为原始信号,  $\mathbf{P} \in \mathbf{R}^{k \times n}$  ( $k \ll n$ ) 为测量矩阵,  $\mathbf{V} \in \mathbf{R}^{k \times 1}$  为压缩后的数据。文献[11]中,  $\mathbf{X}$  为目标候选区域转换成 1 维后的信号,  $\mathbf{P}$  为特征提取矩阵,  $\mathbf{V}$  为特征。对于此算法,公式(1)中  $\mathbf{P}$  的产生是十分重要的,不同的  $\mathbf{P}$  产生的特征是不同的。文献[11]中的矩阵  $\mathbf{P}$  定义如下:

$$p_{i,j} = \sqrt{s} \times \begin{cases} 1 & \text{概率为 } 1/2s \\ 0 & \text{概率为 } 1-1/s \\ -1 & \text{概率为 } 1/2s \end{cases}, \quad (2)$$

其中  $s$  通过平均概率在 2~4 中随机选取。实际特征提取如下:

$$v_i = \sum_{k=1}^{NR} \frac{p_{i,k} \text{Recls}_{i,k}}{\sqrt{NR}}, \quad (3)$$

其中  $\text{Recls}$  为在候选区域随机选取的图像块,  $NR$  为图像块数目,其值在 2~4 之间随机选取,  $p_{i,k}$  值在 1 与 -1 等概率随机选取,  $\mathbf{P}$  的值在同一图像块中是相同的。由公式(3)可知其特征表现为几块区域的加权和,如图 1 所示。

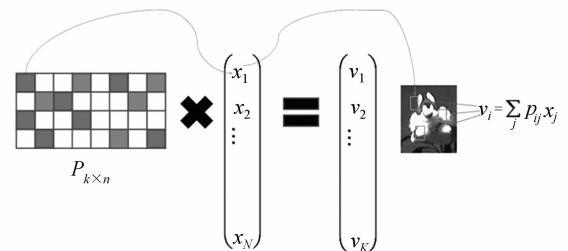


图 1 特征生成示意图

Fig. 1 Graphical representation of feature extraction

其后的跟踪过程就是在图像序列中通过迭代寻找与标准目标特征最相似的候选区域。文献[11]中候选区域的选取方式是遍历上一次目标区域的邻近区域,通过贝叶斯准则进行相似性判别,再计算判断目标位置(假设这些特征是相互独立的),其公式如下:

$$H(v) = \log\left(\frac{\prod_{i=1}^k p(v_i | y=1)p(y=1)}{\prod_{i=1}^k p(v_i | y=0)p(y=0)}\right) = \sum_{i=1}^k \log\left(\frac{p(v_i | y=1)}{p(v_i | y=0)}\right), \quad (4)$$

其中:

$$\begin{aligned} p(v_i | y=1) &\sim N(\mu_i^1, \sigma_i^1) \\ p(v_i | y=0) &\sim N(\mu_i^0, \sigma_i^0) \end{aligned}, \quad (5)$$

式中  $\mu^1$  和  $\sigma^1$  分别为目标样本的均值与标准差,  $\mu^0$  和  $\sigma^0$  代表背景样本的均值与标准差。其中目标样本选取靠近目标位置的区域,背景样本选取远离目标的若干区域。

最后,选取  $H(V)$  最大的候选区域作为新一帧的目标区域,并对相关系数进行更新:

$$\begin{aligned} \mu_i^1 &\leftarrow \lambda \mu_i^1 + (1-\lambda) \mu^1 \\ \sigma_i^1 &\leftarrow \sqrt{\lambda(\sigma_i^1)^2 + (1-\lambda)(\sigma^1)^2 + \lambda(1-\lambda)(\mu_i^1 - \mu^1)^2}, \end{aligned} \quad (6)$$

式中  $\lambda$  表示更新程度,越小表示更新速度越快,之前保留的特征利用越少。



图2 Compressive Tracking 跟踪结果

Fig.2 Tracking results of Compressive Tracking

该算法在目标纹理快速变化时易发生漂移或丢失目标,如图2中矩形框所示,具体算法比较见实验部分。针对此问题,本文对其特征进行了分析并提出了基于压缩感知的多特征实时跟踪算法。

### 3 基于压缩感知的多特征实时跟踪

由特征提取公式(3)可知,  $p_i$  中只存在1或只存在-1的概率如下:

$$\begin{aligned} p\left(\sum_k p_{i,k} = k \text{ or } \sum_k p_{i,k} = -k\right) &= \\ \sum_{j=2}^4 p(NR=j) \prod_{k=1}^{NR} p(p_{i,k}=1) &+ \\ \sum_{j=2}^4 p(NR=j) \prod_{k=1}^{NR} p(p_{i,k}=-1) &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \left[ \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{2}\right)^3 + \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{2}\right)^4 \right] \times 2 = \\ & \frac{7}{24} \approx 0.29. \end{aligned} \quad (7)$$

在另外71%的情况下,1和-1同时存在。由式(3)可知特征表现为NR块小区域的加权和,当权值都为1或都为-1时,特征表现为图像灰度的均值;当权值中1和-1同时存在时,特征表现为图像块间的差异性,体现出目标的纹理特征。可知 Compressive Tracking 中大约71%的特征都表现为纹理方面的特性,而纹理在很多特殊的情况下并不稳定,特别是环境或目标纹理变化的时候。

为了增强跟踪的稳定性,本文对文献[11]中特征提取矩阵  $P$  的生成进行了改进。先根据公式(3)随机生成  $P_1$ ,再基于  $P_1$  生成新的特征提取矩阵  $P_2$ 。新的特征提取矩阵的生成公式如下所示:

$$p_{2i} = \begin{cases} |p_{1i}| & p_{1i} \text{ 中同时存在 1 和 } -1 \\ (-1)^k |p_{1i}| & p_{1i} \text{ 中只存在 1 或 } -1 \end{cases}, \quad (8)$$

其中  $i$  分别表示特征提取矩阵  $P_1$  和  $P_2$  的第  $i$  行,  $k$  表示  $p_{1i}$  中第  $i$  行中第  $k$  个非0值。由式(8)可知,当  $p_{1i}$  中同时存在1和-1时,  $p_{2i}$  中只存在1;反之当  $p_{1i}$  中只存在1或-1时,  $p_{2i}$  中1和-1同时存在。结合式(7)可知,  $p_{2i}$  中1和-1同时存在的概率为29%,只存在1的概率为71%。这与  $p_{1i}$  中的分布特性正好相反,使得  $P_1$  和  $P_2$  的提取特征形成互补的2种类型特征:纹理特征和灰度均值特征。若使用的是色彩信息的图片时,灰度均值特征又可看成是色彩信息。这2种特征在不同情况下的稳定性不同,可以相互补充,从而使跟踪更加稳定。因此,本文通过联合使用  $P_1$  和  $P_2$  2种特征提取矩阵来提取2种不同特征。使用  $P_2$  的特征提取公式如下:

$$\begin{aligned} V_{2i} &= \sum_k p_{2i,k} \text{Recls}_{i,k} = \\ & \begin{cases} \sum_k |P_{i,k}| \text{Recls}_{i,k} & P_{i,k} \text{ 中同时存在 1 和 } -1 \\ \sum_k (-1)^k |P_{i,k}| \text{Recls}_{i,k} & P_{i,k} \text{ 中只存在 1 或 } -1 \end{cases}, \end{aligned} \quad (9)$$

其中  $\text{Recls}_{i,k}$  表示第  $k$  个图像块,其权重值为  $P_{2i,k}$ ,  $V_{2i}$  为特征。

通过使用多种特征,目标特征在各种情况下

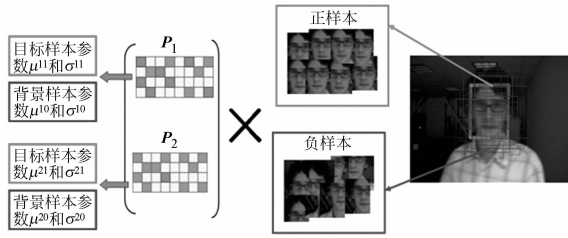


图 3 本文算法中的参数训练过程

Fig. 3 Training process of parameters for proposed algorithm

稳定性提高,从而提高跟踪效果。本文中参数的生成过程如图 3 所示。值得注意的是,在计算特征的过程中,2 种特征计算都可使用积分直方图来降低计算量<sup>[13]</sup>,所以特征种类的增加对计算量的增加有限。

因为本文采用了多种特征,所以需要重新定义公式(4)进行如下重新定义:

$$\begin{aligned} p(v_i | y=1) &= p(v_i^1 | y=1) p(v_i^2 | y=1) \\ p(v_i^1 | y=1) &\sim N(\mu_i^{11}, \sigma_i^{11}), p(v_i^2 | y=1) \sim N(\mu_i^{12}, \sigma_i^{12}) \\ p(v_i | y=0) &= p(v_i^1 | y=0) p(v_i^2 | y=0) \\ p(v_i^1 | y=0) &\sim N(\mu_i^{01}, \sigma_i^{01}), p(v_i^2 | y=0) \sim N(\mu_i^{02}, \sigma_i^{02}) \end{aligned} \quad (10)$$

在参数更新中,对不同种类的特征进行了不同的更新,更新公式如下:

$$\begin{aligned} \mu_i^{rk} &\leftarrow \lambda^r \mu_i^{rk} + (1-\lambda^r) \mu^{rk} \\ \sigma_i^{rk} &\leftarrow \sqrt{\lambda^r (\sigma_i^{rk})^2 + (1-\lambda^r) (\sigma^{rk})^2 + \lambda^r (1-\lambda^r) (\mu_i^{rk} - \mu^{rk})^2}, \end{aligned} \quad (11)$$

其中  $k$  为 1 时表示目标样本,为 0 时表示背景样本; $r$  为 1 时表示通过特征提取矩阵  $P_1$  生成,为 2 时表示通过特征提取矩阵  $P_2$  生成; $\lambda$  表示更新速度, $\lambda$  越小更新速度越快,在更新过程中,目标的纹理变化越快, $\lambda^1$  越小,反之越大;目标的光照变化越大, $\lambda^2$  越小,反之越大。通过对不同的特征采用不同的更新速度  $\lambda$ ,使得目标跟踪得更加稳定,具体跟踪结果和分析见本文的实验结果与分析部分。

## 4 算法流程

本文在对文献[11]中的算法改进的基础上,提出了基于压缩感知的多特征实时跟踪算法。算

法流程如下:

(1) 初始化选取目标(手工选取跟踪目标),利用特征提取矩阵  $P$ ,生成目标样本和背景特征;

(a) 手工选取跟踪目标;

(b) 根据式(2)和(3)生成特征提取矩阵  $P_1$ ,根据  $P_1$  以及公式(8),生成  $P_2$ ;

(c) 采集目标样本及背景样本,根据式(1)生成特征,计算出式(10)中的参数  $\mu^{11}$  和  $\sigma^{11}$ ,  $\mu^{21}$  和  $\sigma^{21}$ ,  $\mu^{10}$  和  $\sigma^{10}$ ,  $\mu^{20}$  和  $\sigma^{20}$ ;

(2) 读取新一帧图像,迭代寻找候选区域,通过式(3)和(9)计算其特征,将其带入式(4)和(10)中计算,选取  $H(V)$  最大的候选位置为新一帧的目标位置;

(3) 采集目标样本及背景样本,根据式(11)更新参数;

(4) 跳转到(2)处进行下一帧的处理。

## 5 实验结果及分析

实验中对本文算法, Compressive Tracking<sup>[11]</sup> 和 Boosting Track<sup>[5]</sup> 3 种算法进行了比较。3 种算法对 Sylv, David 和 Lemming 视频序列进行跟踪的部分结果如图 4, 5 和 6 所示,其跟踪误差曲线如图 7, 8 和 9 所示(其中,亮虚线框、亮实线框及暗虚线框分别代表 Boosting track、本文算法及 Compressing track 算法)。

Compressive Tracking 算法在对物体的纹理变化和光照变化不大的情况下跟踪效果很好,如图 5 中对 David 视频的跟踪。但在 Sylv, Lemming 视频跟踪中,其误差曲线图 7 和 9 中出现目标丢失的情况。如图 4 中, Sylv 的第 632 帧中,出现近 25 个像素点偏差(目标大小为 50 pixel × 50 pixel),在第 710 和 1 104 帧中丢失跟踪目标。分析原因,是由于其特征单一,使得在光线变化较大的情况下跟踪目标不稳定,从而丢失目标。但当目标纹理恢复时,又成功地找到目标。在 Lemming 视频序列中,也是在目标转动过程中纹理出现很大变化的时候丢失跟踪目标,如图 6 中第 1 012 帧所示。

Boosting Track 算法因其特征的实时更新机

制,特别是当目标快速变化时,很容易产生不理想的特征,从而导致错误累积。从图7可以看出,Boosting Track对Sylv的跟踪误差常常出现大的波动。因跟踪目标光照变化大而跟丢目标,如图4中,对Sylv跟踪的第831,1164帧。同样因为其特征更新机制,在目标被完全遮挡后,再次出现时,很难继续对目标进行跟踪。如图9中,第300多帧后即丢失目标。

本文算法采用多种特征,因而在目标纹理出现变化较大的情况下,其色彩或灰度均值与背景的差距仍在可以对目标进行稳定跟踪范围内。在Sylv视频序列中,光照和纹理的变化很大,很难靠一种特征准确跟踪,所以本文算法能很好地跟

踪。如图4中,在第710帧和第1164帧中,本文算法在灯光变化和物体大幅转动时都得到很好的跟踪结果。在Lemming视频序列中,本文算法对第二种特征(即趋于色彩的特征)的更新减缓,使纹理发生变化时仍能保持稳定跟踪;在第450帧中目标发生轻微的遮挡,目标跟踪仍然准确,从329~352帧目标慢慢被完全遮挡,跟踪发生了漂移,但是当目标再次出现时又能准确跟踪到。由于本文算法主要改进的是当目标纹理变化和光线变化下的跟踪性能,并没对遮挡情况做特殊处理,因此当目标持续大面积遮挡和完全遮挡时,本文算法、Compressive Tracking和Boosting Track均会丢失目标。



图4 对Sylv视频序列的跟踪结果(第1,632,710,831,983,1060,1104和1164帧)

Fig.4 Tracking results of Sylv video sequence(Frames 1, 632, 710, 831, 983, 1060, 1104 and 1164)



图5 对David视频序列的跟踪结果(第1,120,160,182,253,350,393和444帧)

Fig.5 Tracking results of David video sequence(Frames 1,120, 160, 182, 253, 350, 393 and 444)



图 6 对 Lemming 视频序列的跟踪结果(第 1、237、329、352、450、1012、1100 和 1292 帧)

Fig. 6 Tracking results of Lemming video sequence(Frames 1, 237, 329, 352, 450, 1 012, 1 100 and 1 292)

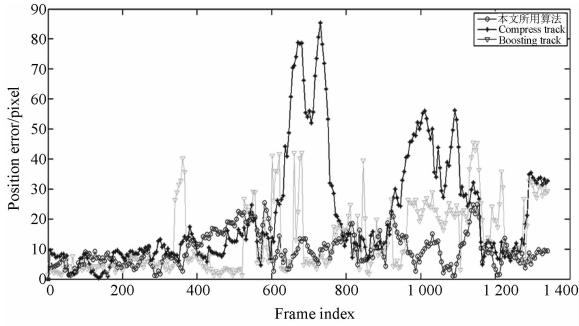


图 7 Sylv 序列的跟踪误差曲线图

Fig. 7 Position errors of Sylv video sequences

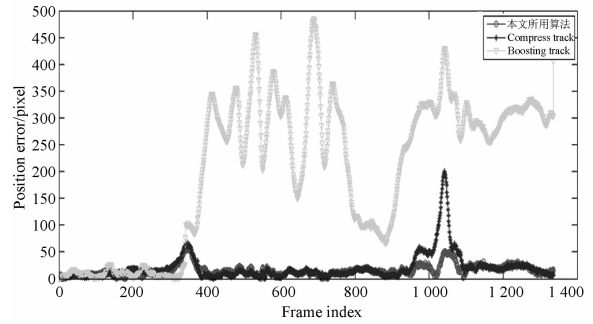


图 9 Lemming 序列的跟踪误差曲线图

Fig. 9 Position errors of Lemming video sequence

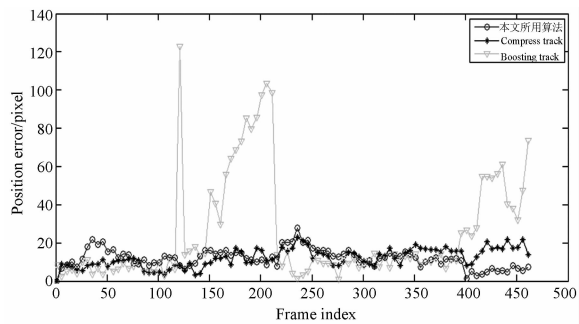


图 8 David 序列的跟踪误差曲线图

Fig. 8 Position errors of David video sequence

## 6 结 论

本文针对文献[11]中 Compressive Tracking 算法的缺陷,提出基于压缩感知的多种特征跟踪算法。在特征提取矩阵  $P$  生成中,生成 2 种互补的特征提取矩阵,使得特征呈现多样化,并对不同特征进行不同更新,提高跟踪的鲁棒性。对不同视频序列中的目标跟踪结果表明,本文算法在目标纹理变化,运动模糊和光照变化时跟踪稳定性有所提高。当目标尺寸为  $70 \text{ pixel} \times 100 \text{ pixel}$  时,跟踪速度能达到  $23 \text{ frame/s}$ ,保证了跟踪的实时性。当目标大小发生变化时,本文可以采用文献[14]中放大缩小跟踪窗口的方法来解决,在目标发生严重的持续遮挡时采用文献[15]中将跟踪窗口分块来进行跟踪的方法。但这些方法的引入必然会导致计算量的增加,如何更好地解决这些问题是本文后续研究的重点。

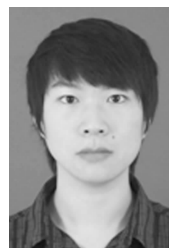
## 参考文献:

- [1] WANG S, LU H CH, YANG F, *et al.*. Superpixel tracking [C]. *Computer Vision (ICCV)*, 2011; 1323-1330.
- [2] ORON S, AHARON B H, LEVI D, *et al.*. Locally orderless tracking [C]. *Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE Computer Society Conference*, 2012.
- [3] KWON J, LEE K M. Tracking of a non-rigid object via patch-based dynamic appearance modeling and adaptive basin hopping Monte Carlo sampling [C]. *Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE Computer Society Conference*, 2009, 1208-1215.
- [4] KALAL Z, MATAS J, MIKOLAJCZYK K. On-line learning of robust object detectors during unstable tracking [C]. *Computer Vision Workshops (ICCV Workshops)*, 2009; 1417-1424.
- [5] GRABNER H, GRABNER M, BISCHOF H. Real time tracking via on-line boosting [C]. *Proceedings of British Machine Vision Conference*, 2006, 1; 47-56.
- [6] 程有龙,李斌,张文聪,等.融合先验知识的自适应行人跟踪算法[J]. *模式识别与人工智能*, 2009, 22(5):704-708.  
CHENG Y L, LI B, ZHANG W C, *et al.*. An adaptive pedestrian tracking algorithm with prior knowledge [J]. *Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 2009, 22(5); 704-708. (in Chinese)
- [7] ADAM A, RIVLIN E, SHIMSHON L. Robust fragments-based tracking using the integral histogram [C]. *Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE Computer Society Conference*, 2006; 798-805.
- [8] NEJHUM S M S, HO J, YANG M H. Visual tracking with histograms and articulating blocks [C]. *Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE Computer Society Conference*, 2008; 1-8.
- [9] YANG J CH, YU K, HUANG T. Supervised Translation-Invariant sparse coding [C]. *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2010; 3517-3524.
- [10] LI H X, SHEN CH H. Real-time visual tracking using compressive sensing [C]. *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2011; 1305-1312.
- [11] ZHANG K H, ZHANG L, YANG M H. Real-time compressive tracking [C]. *European Conference on Computer Vision*, 2012.
- [12] DONOHO D L. Compressed sensing [J]. *Information Theory*, 2006, 52(4); 1289-1306.
- [13] VIOLA P, JONES M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features [C]. *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2001, 1; 511-518.
- [14] COLLINSR, YANX L, LEORDEANU M. Online selection of discriminative tracking features [J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2005, 27(10); 1631-1643.
- [15] 颜佳,吴敏渊.遮挡环境下采用在线 Boosting 的目标跟踪 [J]. *光学精密工程*, 2012, 20(2); 439-446.  
YAN J, WU M Y. On-line boosting based target tracking under occlusion [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2012, 20(2); 439-446. (in Chinese)

## 作者简介:



朱秋平(1986—),男,江苏东台人,博士研究生,2009年于武汉大学获得学士学位,主要从事目标跟踪、模式识别等方面的研究。E-mail: 307469139@qq.com



颜佳(1983—),男,湖北天门人,博士研究生,2010年于武汉大学获得博士学位,主要从事目标跟踪、机器视觉等方面的研究。E-mail: yanjiaapple@tom.com



**张 虎**(1986—),男,天津人,博士研究生,2009年于武汉大学获得学士学位,主要从事图像处理、机器视觉等方面的研究。E-mail:zhanghu0722@126.com



**范赐恩**(1975—),女,浙江慈溪人,博士,讲师,2012年于武汉大学获得博士学位,主要从事图像处理、机器视觉等方面的研究。E-mail:fce@whu.edu.cn

#### 导师简介:



**邓德祥**(1961—),男,湖北荆州人,教授,博士生导师,1982年、1985年于武汉测绘科技大学分别获得学士、硕士学位,主要从事空间图像处理、片上系统的研究工作等。E-mail: ddx@eis.whu.edu.cn

(版权所有 未经许可 不得转载)

## 光谱技术在大气检测及燃烧诊断中的应用研讨会 征文通知

2013年4月

光谱测量技术是近代光学计量的重要分支学科,以其非接触、范围广、多组分、灵明度高、连续实时监测等特点,越来越受到关注,并已经广泛应用于工业生产、科学研究、军事及环境监测等诸多领域。大气是人类和万物赖以生存的重要条件,其质量的优劣直接影响着生态平衡、人类健康和社会发展,与我们的健康息息相关;燃烧过程复杂恶劣,对瞬态环境的实时诊断技术要求极其苛刻,其研究对提高发动机的设计性能,具有非常重要的意义。

为了促进我国本领域技术的完善与发展,学会定于2012年4月召开"光谱技术在大气检测及燃烧诊断中的应用研讨会"。届时组委会将邀请国内外从事光谱检测技术,大气光学、燃烧场特性等领域的知名专家及学科带头人到会作专题技术报告。欢迎国内该领域的研究所、开发研制单位、大专院校的科研开发技术人员、教学人员、光谱检测相关方向研究生踊跃投稿。大会学术委员会将择优推荐会议论文至优秀期刊(EI收录)发表。

投稿请登录:www.manuscript-cnoenet.com,中英文兼收。

征文截稿日期:2013年3月20日

主办单位:中国宇航学会

承办单位:中国宇航学会光电技术专业委员会

支持期刊:《红外与激光工程》(EI)、《光学精密工程》(EI)

论文发表:录用稿件将推荐至以上期刊正刊发表

#### 征文方向:

- ◀ 大气分子及气溶胶粒子的光学特性
- ◀ 大气湍流光学性质
- ◀ 光波大气传输
- ◀ 对差分吸收光谱技术(DOAS)
- ◀ 傅里叶变换红外光谱技术(FTIR)
- ◀ 可调谐激光二极管激光吸收光谱技术(TDLAS)
- ◀ 差分吸收激光雷达(DIAL)与拉曼散射激光雷达
- ◀ 激光相干反斯托克斯—拉曼散射(CARS)
- ◀ 激光诱导荧光光谱技术(LIF)
- ◀ 激光光声光谱技术
- ◀ 其他检测技术

#### 联系方式:

联系人:吴迪(wudi@cnoenet.com),邓伟,李瑾 电 话:022-58168520,022-58168510

地 址:天津市空港经济区中环西路58号-8358所9室(300080)