



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102420985 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 22

(21) 申请号 201110386288. 7

审查员 王从雷

(22) 申请日 2011. 11. 29

(73) 专利权人 宁波大学

地址 315211 浙江省宁波市江北区风华路  
818 号

(72) 发明人 蒋刚毅 周晓亮 郁梅 李福翠  
邵枫 彭宗举

(74) 专利代理机构 宁波奥圣专利代理事务所  
(普通合伙) 33226

代理人 程晓明 周珏

(51) Int. Cl.

H04N 7/26 (2006. 01)

H04N 5/14 (2006. 01)

H04N 13/00 (2006. 01)

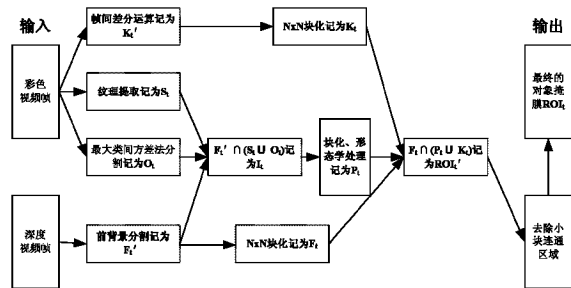
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种多视点视频对象提取方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多视点视频对象提取方法,其通过纹理边缘检测、最大类间方差法提取多视点视频中的彩色视频帧的纹理信息和亮度信息,并利用多视点视频中的彩色视频帧对应的深度视频帧,采用前背景分割法获取彩色视频帧的前背景信息,然后将纹理信息、亮度信息和前背景信息相融合得到彩色视频帧的精细掩膜,最后通过运动信息和深度信息进一步地修正得到彩色视频帧最终的对象掩膜,由于本发明方法有效利用了多视点视频的纹理、亮度、深度、运动等多种信息,通过发掘它们之间各自的特性,取长补短,将多种信息有机地融合在一起,因此能够快速分割并提取得到符合人眼视觉感知的精准的视频对象,能够较好地满足多视点视频编码对对象提取方法的要求。



1. 一种多视点视频对象提取方法,其特征在于包括以下步骤:

①定义多视点视频中当前正在处理的视点为当前视点,定义当前视点的彩色视频序列中  $t$  时刻的彩色视频帧为当前彩色视频帧,记为  $C_t$ ,定义当前视点的深度视频序列中对应的  $t$  时刻的深度视频帧为当前深度视频帧,记为  $D_t$ ;

②采用帧间差分运算计算当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图,记为  $K'_t$ ,

$$K'_t(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } |C_t(x,y) - C_{t-1}(x,y)| \geq \text{Threshold}_m \\ 0, & \text{if } |C_t(x,y) - C_{t-1}(x,y)| < \text{Threshold}_m \end{cases},$$

然后对当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  进行  $N \times N$  块化,得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值运动区域图,记为  $K_t$ ,其中,  $K'_t(x,y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  中坐标位置为  $(x,y)$  的像素点的像素值,  $C_t(x,y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x,y)$  的像素点的像素值,  $C_{t-1}(x,y)$  表示当前视点的彩色视频序列中  $t-1$  时刻的彩色视频帧  $C_{t-1}$  中坐标位置为  $(x,y)$  的像素点的像素值,“ $||$ ”为取绝对值符号,  $\text{Threshold}_m$  为第一判定阈值,  $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ ,  $W$  表示多视点视频的彩色视频序列中的彩色视频帧和深度视频序列中的深度视频帧的宽度,  $H$  表示多视点视频的彩色视频序列中的彩色视频帧和深度视频序列中的深度视频帧的高度,  $N$  为一常数,  $1 \times 1 < N \times N < W \times H$ ;

③对当前彩色视频帧  $C_t$  提取纹理边缘,得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图,记为  $S_t$ ,将当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$  中坐标位置为  $(x,y)$  的像素点的像素值记为  $S_t(x,y)$ ,如果  $S_t(x,y)=1$ ,则表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x,y)$  的像素点属于纹理区域,如果  $S_t(x,y)=0$ ,则表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x,y)$  的像素点属于非纹理区域,其中,  $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ ;

④采用最大类间方差法分割当前彩色视频帧  $C_t$ ,得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景

$$\text{对象区域图,记为 } O_t, O_t(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } C_t(x,y) \geq \text{Threshold}_\beta \\ 0, & \text{if } C_t(x,y) < \text{Threshold}_\beta \end{cases},$$

其中,  $O_t(x,y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图  $O_t$  中坐标位置为  $(x,y)$  的像素点的像素值,  $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ ,  $\text{Threshold}_\beta$  为采用最大类间方差法得到的亮度分割阈值;

⑤对当前深度视频帧  $D_t$  进行前背景区域划分,得到当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景

$$\text{区域图,记为 } F'_t, F'_t(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } D_t(x,y) \geq \text{Threshold}_d \\ 0, & \text{if } D_t(x,y) < \text{Threshold}_d \end{cases},$$

然后对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  进行  $N \times N$  块化,得到当前彩色视频帧  $C_t$  的前背景区域图,记为  $F_t$ ,其中,  $F'_t(x,y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  中坐标位置为  $(x,y)$  的像素点的像素值,  $D_t(x,y)$  表示当前深度视频帧  $D_t$  中坐标位置为  $(x,y)$  的像素点的像素值,  $\text{Threshold}_d$  为第二判定阈值,  $\text{Threshold}_d = k_2 \times D_t^{\text{ave}}$ ,  $k_2$  为对当前深度视频帧  $D_t$  的前背景区域进行划分的视觉加权值,  $0.85 \leq k_2 \leq 1.5$ ,  $D_t^{\text{ave}} = \frac{1}{W \times H} \sum_{x=1}^W \sum_{y=1}^H D_t(x,y)$ ,  $1 \leq x \leq W,$

$1 \leq y \leq H, N$  为一常数,  $1 \times 1 < N \times N < W \times H$ ;

⑥将当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$ 、当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图  $O_t$  以及当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  相融合,得到当前彩色视频

帧  $C_t$  的粗略掩膜, 记为  $I_t$ , 然后对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  进行  $N \times N$  块化和形态学的膨胀、腐蚀处理, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的精细掩膜, 记为  $P_t$ , 其中,  $N$  为一常数,  $1 \times 1 < N \times N < W \times H$ ;

⑦对当前彩色视频帧  $C_t$  的精细掩膜  $P_t$  与当前彩色视频帧  $C_t$  的二值运动区域图  $K_t$  进行或操作, 然后对或操作后得到的图像与当前彩色视频帧  $C_t$  的前背景区域图  $F_t$  进行与操作, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  粗略的对象掩膜, 记为  $ROI'_t$ ,  $ROI'_t = (P_t \cup K_t) \cap F_t$ , 再去掉当前彩色视频帧  $C_t$  粗略的对象掩膜  $ROI'_t$  中的小块连通区域, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  最终的对象掩膜, 记为  $ROI_t$ , 其中, “ $\cup$ ” 表示或操作, “ $\cap$ ” 表示与操作。

2. 根据权利要求 1 所述的一种多视点视频对象提取方法, 其特征在于所述的步骤③中对当前彩色视频帧  $C_t$  提取纹理边缘, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$  的具体过程为:

③-1、采用 Sobel 算子计算当前彩色视频帧  $C_t$  的梯度图像, 记为  $G_t$ ;

③-2、根据当前彩色视频帧  $C_t$  的梯度图像  $G_t$ , 获取当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图, 记为  $S_t$ ,  $S_t(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } G_t(x, y) \geq Threshold_1 \\ 0, & \text{if } G_t(x, y) < Threshold_1 \end{cases}$ , 其中,  $S_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$

的二值纹理区域图  $S_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值, 如果  $S_t(x, y) = 1$ , 则表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点属于纹理区域, 如果  $S_t(x, y) = 0$ , 则表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点属于非纹理区域,  $G_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的梯度图像  $G_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ ,  $Threshold_1$  为第三判定阈值,  $Threshold_1 = k_1 \times G_t^{\max}$ ,  $k_1$  为加权系数,  $G_t^{\max}$  为当前彩色视频帧  $C_t$  的梯度图像  $G_t$  中所有像素点的像素值的最大值。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种多视点视频对象提取方法, 其特征在于所述的步骤②、步骤⑤和步骤⑥中  $N \times N$  块化的具体过程为: 令 Image 表示要进行  $N \times N$  块化的二值图像, 该二值图像的宽度为  $W$ , 该二值图像的高度为  $H$ ; 然后将 Image 划分成  $\frac{W}{N} \times \frac{H}{N}$  个互不重叠的尺寸为  $N \times N$  的图像块; 再对 Image 中的每个  $N \times N$  的图像块逐一进行以下处理, 完成  $N \times N$  块化的操作, 得到  $N \times N$  块化后的二值图像: 定义 Image 中当前正在处理的  $N \times N$  的图像块为当前图像块, 如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数大于等于块化阈值  $Threshold_e$ , 则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 1; 如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数小于块化阈值  $Threshold_e$ , 则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 0。

4. 根据权利要求 3 所述的一种多视点视频对象提取方法, 其特征在于所述的步骤⑥的具体过程为:

⑥-1、对当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$  与当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图  $O_t$  进行或操作, 然后对或操作后得到的图像与当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  进行与操作, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜, 记为  $I_t$ ,  $I_t = (S_t \cup O_t) \cap F'_t$ , 其中, “ $\cup$ ” 表示或操作, “ $\cap$ ” 表示与操作;

⑥-2、依次对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  进行  $8 \times 8$  块化和形态学的膨胀、腐蚀处理;

⑥-3、依次对经过步骤⑥-2处理后得到的图像再进行 $16 \times 16$ 块化和形态学的膨胀、腐蚀处理,得到当前彩色视频帧 $C_t$ 的精细掩膜,记为 $P_t$ 。

## 一种多视点视频对象提取方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种视频对象提取技术,尤其是涉及一种多视点视频编码中基于深度信息的对象提取方法。

### 背景技术

[0002] 视频对象是通过视频对象的分割提取获得的,它不仅是实现基于内容的视频编码的前提条件,也是实现基于内容的视频检索和交互式多媒体应用所必需的,可以实现对视觉信息的主观描述、合成、交互。因此,视频对象提取技术在视频编码、模式识别、视频检索等领域有着广泛的应用。

[0003] 传统的视频对象提取主要利用视频的时空、颜色、纹理等信息,而在立体视频和多视点视频中,除上述信息外,深度信息对视频对象的提取也十分有用。在基于深度和颜色的联合分割中,由于深度分割不能够精确地确定所要分割对象的边界轮廓,而颜色分割则可以得到可靠的分割对象的边界轮廓,因此视频对象的分割是通过在一个深度平面上的颜色分割部分的融合来完成的。但是,这种基于深度和颜色的联合分割方法所耗费的时间依赖于视频内容的复杂程度,通常要比基于主动轮廓的分割方法花费更多的时间,并且不精确的深度分割对最终的分割结果有很大的影响。基于主动轮廓的分割方法是一种基于边界的分割方法,这类方法通常是首先选取恰当的初始轮廓,并且使用梯度信息来定位对象边界,属于半自动的分割方法。然而,基于主动轮廓的分割方法对初始轮廓的选择过于敏感,如果一些边界点偏离了视频对象的轮廓,其分割结果就会受到严重影响。结合运动几何空间的对象分割方法是通过引入运动几何空间(MGS)的概念构建的一种快速、新颖的无监督语义立体视频对象分割方法,这种方法的优势在于计算量小、处理速度快,同时又能得到整体上较为理想的分割结果。然而,这种结合运动几何空间的对象分割方法在某些对象轮廓区域的分割结果质量不佳,所以需要其它方法进行判别选择。

[0004] 综上所述,现有的视频对象提取方法存在的问题主要有:对象区域的分割不精确,也即没有完全符合人眼视觉特性;分割代价花费过大,也即计算量大、分割时间长。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种面向多视点图像视频压缩与传输的多视点视频对象提取方法,其能够快速分割并提取到精准的视频对象,符合人眼视觉特性。

[0006] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为:一种多视点视频对象提取方法,其特征在于包括以下步骤:

[0007] ①定义多视点视频中当前正在处理的视点为当前视点,定义当前视点的彩色视频序列中 $t$ 时刻的彩色视频帧为当前彩色视频帧,记为 $C_t$ ,定义当前视点的深度视频序列中对应的 $t$ 时刻的深度视频帧为当前深度视频帧,记为 $D_t$ ;

[0008] ②采用帧间差分运算计算当前彩色视频帧 $C_t$ 的帧差图,记为 $K'_t$ ,

$K'_t(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } |C_t(x, y) - C_{t-1}(x, y)| \geq \text{Threshold}_m \\ 0, & \text{if } |C_t(x, y) - C_{t-1}(x, y)| < \text{Threshold}_m \end{cases}$ , 然后对当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$

进行  $N \times N$  块化, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值运动区域图, 记为  $K_t$ , 其中,  $K'_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $C_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $C_{t-1}(x, y)$  表示当前视点的彩色视频序列中  $t-1$  时刻的彩色视频帧  $C_{t-1}$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值, “ $||$ ” 为取绝对值符号,  $\text{Threshold}_m$  为第一判定阈值,  $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ ,  $W$  表示多视点视频的彩色视频序列中的彩色视频帧和深度视频序列中的深度视频帧的宽度,  $H$  表示多视点视频的彩色视频序列中的彩色视频帧和深度视频序列中的深度视频帧的高度,  $N$  为一常数,  $1 \times 1 < N \times N < W \times H$ ;

[0009] ③对当前彩色视频帧  $C_t$  提取纹理边缘, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图, 记为  $S_t$ , 将当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值记为  $S_t(x, y)$ , 如果  $S_t(x, y) = 1$ , 则表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点属于纹理区域, 如果  $S_t(x, y) = 0$ , 则表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点属于非纹理区域, 其中,  $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ ;

[0010] ④采用最大类间方差法分割当前彩色视频帧  $C_t$ , 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景

对象区域图, 记为  $O_t$ ,  $O_t(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } C_t(x, y) \geq \text{Threshold}_\beta \\ 0, & \text{if } C_t(x, y) < \text{Threshold}_\beta \end{cases}$ , 其中,  $O_t(x, y)$  表示当前彩色

视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图  $O_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ ,  $\text{Threshold}_\beta$  为采用最大类间方差法得到的亮度分割阈值;

[0011] ⑤对当前深度视频帧  $D_t$  进行前背景区域划分, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背

景区域图, 记为  $F'_t$ ,  $F'_t(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } D_t(x, y) \geq \text{Threshold}_d \\ 0, & \text{if } D_t(x, y) < \text{Threshold}_d \end{cases}$ , 然后对当前彩色视频帧  $C_t$  的

粗略前背景区域图  $F'_t$  进行  $N \times N$  块化, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的前背景区域图, 记为  $F_t$ , 其中,  $F'_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $D_t(x, y)$  表示当前深度视频帧  $D_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $\text{Threshold}_d$  为第二判定阈值,  $\text{Threshold}_d = k_2 \times D_t^{\text{ave}}$ ,  $k_2$  为对当前深度视频帧  $D_t$  的前背

景区域进行划分的视觉加权值,  $0.85 \leq k_2 \leq 1.5$ ,  $D_t^{\text{ave}} = \frac{1}{W \times H} \sum_{x=1}^W \sum_{y=1}^H D_t(x, y)$ ,  $1 \leq x \leq W,$

$1 \leq y \leq H, N$  为一常数,  $1 \times 1 < N \times N < W \times H$ ;

[0012] ⑥将当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$ 、当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图  $O_t$  以及当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  相融合, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜, 记为  $I_t$ , 然后对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  进行  $N \times N$  块化和形态学的膨胀、腐蚀处理, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的精细掩膜, 记为  $P_t$ , 其中,  $N$  为一常数,  $1 \times 1 < N \times N < W \times H$ ;

[0013] ⑦对当前彩色视频帧  $C_t$  的精细掩膜  $P_t$  与当前彩色视频帧  $C_t$  的二值运动区域图  $K_t$  进行或操作, 然后对或操作后得到的图像与当前彩色视频帧  $C_t$  的前背景区域图  $F_t$  进行与操作, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  粗略的对象掩膜, 记为  $\text{ROI}'_t$ ,  $\text{ROI}'_t = (P_t \cup K_t) \cap F_t$ , 再去除当前彩色视频帧  $C_t$  粗略的对象掩膜  $\text{ROI}'_t$  中的小块连通区域, 得到当前彩色视频帧  $C_t$

最终的对象掩膜,记为  $ROI_t$ ,其中,“ $\cup$ ”表示或操作,“ $\cap$ ”表示与操作。

[0014] 所述的步骤③中对当前彩色视频帧  $C_t$  提取纹理边缘,得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$  的具体过程为:

[0015] ③-1、采用 Sobel 算子计算当前彩色视频帧  $C_t$  的梯度图像,记为  $G_t$ ;

[0016] ③-2、根据当前彩色视频帧  $C_t$  的梯度图像  $G_t$ ,获取当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理

区域图,记为  $S_t$ ,  $S_t(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } G_t(x, y) \geq Threshold_t \\ 0, & \text{if } G_t(x, y) < Threshold_t \end{cases}$ ,其中,  $S_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧

$C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,如果  $S_t(x, y) = 1$ ,则表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点属于纹理区域,如果  $S_t(x, y) = 0$ ,则表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点属于非纹理区域,  $G_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的梯度图像  $G_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ ,  $Threshold_t$  为第三判定阈值,  $Threshold_t = k_1 \times G_t^{\max}$ ,  $k_1$  为加权系数,  $G_t^{\max}$  为当前彩色视频帧  $C_t$  的梯度图像  $G_t$  中所有像素点的像素值的最大值。

[0017] 所述的步骤③-2中的加权系数  $k_1 = T_\alpha \times \frac{G_t^{av}}{G_t^{\max}}$ ,其中,  $G_t^{\max}$  和  $G_t^{av}$  分别表示当前彩色视频帧  $C_t$  的梯度图像  $G_t$  中所有像素点的像素值的最大值和平均

值,  $T_\alpha = \begin{cases} 2.2, & \text{if } \Delta B < 0.1\% \text{ and } B_{av} < 0.03 \\ 1, & \text{if } \Delta B < 0.1\% \text{ and } B_{av} \geq 0.03 \\ 1.5, & \text{if } 0.1\% \leq \Delta B < 0.1\% \\ 1.9, & \text{if } \Delta B \geq 0.1\% \end{cases}$ ,  $\Delta B = (B_{\max} - B_{\min}) \times 100 \%$ ,

$B_{\max} = \max \left\{ \frac{G_k^{av}}{G_k^{\max}} \mid 1 \leq k \leq K \right\}$ ,  $B_{\min} = \min \left\{ \frac{G_k^{av}}{G_k^{\max}} \mid 1 \leq k \leq K \right\}$ ,  $B_{av} = \frac{B_{\max} + B_{\min}}{2}$ ,  $K$  表示当前视点

的彩色视频序列中用于计算  $T_\alpha$  所采用的彩色视频帧的帧数,  $G_k^{\max}$  和  $G_k^{av}$  分别表示用于计算  $T_\alpha$  所采用的  $K$  帧彩色视频帧中的第  $k$  帧彩色视频帧  $C_k$  的梯度图像  $G_k$  中所有像素点的像素值的最大值和平均值,  $1 \leq K \leq K'$ ,  $K'$  表示当前视点的彩色视频序列中包含的彩色视频帧的总帧数,  $\max \{ \}$  为取最大值函数,  $\min \{ \}$  为取最小值函数。

[0018] 所述的步骤②、步骤⑤和步骤⑥中  $N \times N$  块化的具体过程为:令 Image 表示要进行  $N \times N$  块化的二值图像,该二值图像的宽度为  $W$ ,该二值图像的高度为  $H$ ;然后将 Image 划分成  $\frac{W}{N} \times \frac{H}{N}$  个互不重叠的尺寸为  $N \times N$  的图像块;再对 Image 中的每个  $N \times N$  的图像块逐一进行以下处理,完成  $N \times N$  块化的操作,得到  $N \times N$  块化后的二值图像:定义 Image 中当前正在处理的  $N \times N$  的图像块为当前图像块,如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数大于等于块化阈值  $Threshold_e$ ,则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 1;如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数小于块化阈值  $Threshold_e$ ,则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 0。

[0019] 所述的块化阈值  $Threshold_e$  的取值范围为:  $1 \leq Threshold_e \leq N \times N$ 。

[0020] 所述的步骤⑥的具体过程为:

[0021] ⑥-1、对当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$  与当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图  $O_t$  进行或操作,然后对或操作后得到的图像与当前彩色视频帧  $C_t$  的

粗略前背景区域图  $F'_t$  进行与操作, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜, 记为  $I_t$ ,  $I_t = (S_t \cup O_t) \cap F'_t$ , 其中, “ $\cup$ ”表示或操作, “ $\cap$ ”表示与操作;

[0022] ⑥-2、依次对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  进行  $8 \times 8$  块化和形态学的膨胀、腐蚀处理;

[0023] ⑥-3、依次对经过步骤⑥-2 处理后得到的图像再进行  $16 \times 16$  块化和形态学的膨胀、腐蚀处理, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的精细掩膜, 记为  $P_t$ 。

[0024] 与现有技术相比, 本发明的优点在于通过纹理边缘检测、最大类间方差法提取多视点视频中的彩色视频帧的纹理信息和亮度信息, 并利用多视点视频中的彩色视频帧对应的深度视频帧, 采用前背景分割法获取彩色视频帧的前背景信息, 然后将纹理信息、亮度信息和前背景信息相融合得到彩色视频帧的精细掩膜, 最后通过运动信息和深度信息进一步地修正得到彩色视频帧最终的对象掩膜, 由于本发明方法有效利用了多视点视频的纹理、亮度、深度、运动等多种信息, 通过发掘它们之间各自的特性, 取长补短, 将多种信息有机地融合在一起, 因此能够快速分割并提取得到符合人眼视觉感知的精准的视频对象, 能够较好地满足多视点视频编码对对象提取方法的要求。

#### 附图说明

[0025] 图 1 为本发明方法的总体实现框图;

[0026] 图 2a 为“Ballet”测试视频序列中的第 0 视点对应的彩色视频序列的第 2 帧彩色视频帧;

[0027] 图 2b 为“Breakdancers”测试视频序列中的第 0 视点对应的彩色视频序列的第 2 帧彩色视频帧;

[0028] 图 2c 为“Champagne Tower”测试视频序列中的第 0 视点对应的彩色视频序列的第 2 帧彩色视频帧;

[0029] 图 3a 为图 2a 所示的彩色视频帧的二值纹理区域图;

[0030] 图 3b 为图 2b 所示的彩色视频帧的二值纹理区域图;

[0031] 图 3c 为图 2c 所示的彩色视频帧的二值纹理区域图;

[0032] 图 4a 为图 2a 所示的彩色视频帧的二值背景对象区域图;

[0033] 图 4b 为图 2b 所示的彩色视频帧的二值背景对象区域图;

[0034] 图 4c 为图 2c 所示的彩色视频帧的二值背景对象区域图;

[0035] 图 5a 为图 2a 所示的彩色视频帧的前背景区域图;

[0036] 图 5b 为图 2b 所示的彩色视频帧的前背景区域图;

[0037] 图 5c 为图 2c 所示的彩色视频帧的前背景区域图;

[0038] 图 6a 为图 2a 所示的彩色视频帧的粗略掩膜;

[0039] 图 6b 为图 2b 所示的彩色视频帧的粗略掩膜;

[0040] 图 6c 为图 2c 所示的彩色视频帧的粗略掩膜;

[0041] 图 7a 为图 2a 所示的彩色视频帧的精细掩膜;

[0042] 图 7b 为图 2b 所示的彩色视频帧的精细掩膜;

[0043] 图 7c 为图 2c 所示的彩色视频帧的精细掩膜;

[0044] 图 8a 为图 2a 所示的彩色视频帧的最终的对象掩膜;



- [0045] 图 8b 为图 2b 所示的彩色视频帧的最终的对象掩膜；  
 [0046] 图 8c 为图 2c 所示的彩色视频帧的最终的对象掩膜；  
 [0047] 图 9a 为图 2a 所示的彩色视频帧的对象区域；  
 [0048] 图 9b 为图 2b 所示的彩色视频帧的对象区域；  
 [0049] 图 9c 为图 2c 所示的彩色视频帧的对象区域。

### 具体实施方式

[0050] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0051] 本发明提出的一种多视点视频对象提取方法，能够快速分割并准确提取到多视点视频的对象区域，图 1 给出了本发明方法的总体实现框图，其具体包括以下步骤：

[0052] ①定义多视点视频中当前正在处理的视点为当前视点，定义当前视点的彩色视频序列中  $t$  时刻的彩色视频帧为当前彩色视频帧，记为  $C_t$ ，定义当前视点的深度视频序列中对应的  $t$  时刻的深度视频帧为当前深度视频帧，记为  $D_t$ 。

[0053] 本实施例中，将分别采用如图 2a、图 2b 和图 2c 所示的“Ballet”、“Breakdancers”和“Champagne Tower”测试视频序列中的第 0 视点的彩色视频序列的第 2 帧彩色视频帧，作为当前正在处理的视点的彩色视频序列中  $t$  时刻的彩色视频帧  $C_t$  来说明本发明对象提取的过程，其中，“Ballet”和“Breakdancers”测试视频序列中的图像帧的尺寸为  $1024 \times 768$ ，“Champagne Tower”测试视频序列中的图像帧的尺寸为  $1280 \times 960$ 。

[0054] ②采用帧间差分运算计算当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图，记为  $K'_t$ ，

$$K'_t(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } |C_t(x, y) - C_{t-1}(x, y)| \geq \text{Threshold}_m \\ 0, & \text{if } |C_t(x, y) - C_{t-1}(x, y)| < \text{Threshold}_m \end{cases}$$

然后对当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  进行  $N \times N$  块化，得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值运动区域图，记为  $K_t$ ，其中， $K'_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值， $C_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值， $C_{t-1}(x, y)$  表示当前视点的彩色视频序列中  $t-1$  时刻的彩色视频帧  $C_{t-1}$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值，“ $||$ ”为取绝对值符号， $\text{Threshold}_m$  为第一判定阈值， $1 \leq x \leq W$ ， $1 \leq y \leq H$ ， $W$  表示多视点视频的彩色视频序列中的彩色视频帧和深度视频序列中的深度视频帧的宽度， $H$  表示多视点视频的彩色视频序列中的彩色视频帧和深度视频序列中的深度视频帧的高度， $N$  为一常数， $1 \times 1 < N \times N < W \times H$ 。在本实施例中， $\text{Threshold}_m$  采用了固定阈值，在此取  $\text{Threshold}_m = 12$ ；实际操作时，阈值  $\text{Threshold}_m$  也可以采用自适应的方式设定，例如令  $\text{Threshold}_m = \bar{K}' + \alpha \times \sigma_{K'}$ ， $\bar{K}'$  和  $\sigma_{K'}$  分别为当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  的均值和标准差， $\alpha$  为加权系数。此外，对于当前视点的彩色视频序列中的第一帧（即  $t = 1$  时刻的帧），因其没有前一时刻的帧，因此可令其二值运动区域图  $K_1 = K_2$ 。

[0055] 在本实施例中，对当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  进行  $N \times N$  块化，得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值运动区域图  $K_t$  的具体过程为：将当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  划分成  $\frac{W}{N} \times \frac{H}{N}$  个互不重叠的尺寸为  $N \times N$  的图像块；再对当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  中的每个  $N \times N$  的图像块逐一进行以下处理，完成  $N \times N$  块化的操作，得到  $N \times N$  块化后的二值图像，即当前彩色视频帧  $C_t$  的二值运动区域图  $K_t$ ；定义当前彩色视频帧  $C_t$  的帧差图  $K'_t$  中

当前正在处理的 $N \times N$ 的图像块为当前图像块,如果当前图像块中像素值为1的像素点的个数大于等于块化阈值 $Threshold_e$ ,则将当前图像块中所有像素点的像素值置为1;如果当前图像块中像素值为1的像素点的个数小于块化阈值 $Threshold_e$ ,则将当前图像块中所有像素点的像素值置为0。需要说明的是,因为基于块的视频编码和处理中,其块的尺寸通常为2的幂次,因此本发明中 $N \times N$ 块化中的 $N$ 也采用2的幂次,如2、4、8、16、32、64等;块化阈值 $Threshold_e$ 的取值范围为 $1 \leq Threshold_e \leq N \times N$ 。在本实施例的本步骤中,取 $N = 16$ , $Threshold_e = 8$ 。

[0056] ③对当前彩色视频帧 $C_t$ 提取纹理边缘,得到当前彩色视频帧 $C_t$ 的二值纹理区域图,记为 $S_t$ ,将当前彩色视频帧 $C_t$ 的二值纹理区域图 $S_t$ 中坐标位置为 $(x, y)$ 的像素点的像素值记为 $S_t(x, y)$ ,如果 $S_t(x, y) = 1$ ,则表示当前彩色视频帧 $C_t$ 中坐标位置为 $(x, y)$ 的像素点属于纹理区域,如果 $S_t(x, y) = 0$ ,则表示当前彩色视频帧 $C_t$ 中坐标位置为 $(x, y)$ 的像素点属于非纹理区域,其中, $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ 。

[0057] 在本实施例中,对当前彩色视频帧 $C_t$ 提取纹理边缘,得到当前彩色视频帧 $C_t$ 的二值纹理区域图 $S_t$ 的具体过程为:

[0058] ③-1、采用 Sobel 算子计算当前彩色视频帧 $C_t$ 的梯度图像,记为 $G_t$ 。

[0059] ③-2、根据当前彩色视频帧 $C_t$ 的梯度图像 $G_t$ ,获取当前彩色视频帧 $C_t$ 的二值纹理区域图,记为 $S_t, S_t(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } G_t(x, y) \geq Threshold_l \\ 0, & \text{if } G_t(x, y) < Threshold_l \end{cases}$ ,其中, $S_t(x, y)$ 表示当前彩色视频帧

$C_t$ 的二值纹理区域图 $S_t$ 中坐标位置为 $(x, y)$ 的像素点的像素值,如果 $S_t(x, y) = 1$ ,则表示当前彩色视频帧 $C_t$ 中坐标位置为 $(x, y)$ 的像素点属于纹理区域,如果 $S_t(x, y) = 0$ ,则表示当前彩色视频帧 $C_t$ 中坐标位置为 $(x, y)$ 的像素点属于非纹理区域, $G_t(x, y)$ 表示当前彩色视频帧 $C_t$ 的梯度图像 $G_t$ 中坐标位置为 $(x, y)$ 的像素点的像素值, $1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H$ , $Threshold_l$ 为第三判定阈值, $Threshold_l = k_1 \times G_t^{\max}$ , $k_1$ 为加权系数, $G_t^{\max}$ 为当前彩色视频帧 $C_t$ 的梯度图像 $G_t$ 中所有像素点的像素值的最大值。

[0060] 在本实施例中,步骤③-2中的加权系数 $k_1 = T_\alpha \times \frac{G_t^{av}}{G_t^{\max}}$ ,其中, $G_t^{\max}$ 和 $G_t^{av}$ 分别表示当前彩色视频帧 $C_t$ 的梯度图像 $G_t$ 中所有像素点的像素值的最大值和平均

值,  $T_\alpha = \begin{cases} 2.2, & \text{if } \Delta B < 0.1\% \text{ and } B_{av} < 0.03 \\ 1, & \text{if } \Delta B < 0.1\% \text{ and } B_{av} \geq 0.03 \\ 1.5, & \text{if } 0.1\% \leq \Delta B < 0.1\% \\ 1.9, & \text{if } \Delta B \geq 0.1\% \end{cases}$ ,  $\Delta B = (B_{\max} - B_{\min}) \times 100 \%$ ,

$B_{\max} = \max \left\{ \frac{G_k^{av}}{G_k^{\max}} \mid 1 \leq k \leq K \right\}$ ,  $B_{\min} = \min \left\{ \frac{G_k^{av}}{G_k^{\max}} \mid 1 \leq k \leq K \right\}$ ,  $B_{av} = \frac{B_{\max} + B_{\min}}{2}$ ,  $K$ 表示当前视点的

彩色视频序列中用于计算 $T_\alpha$ 所采用的彩色视频帧的帧数, $G_k^{\max}$ 和 $G_k^{av}$ 分别表示用于计算 $T_\alpha$ 所采用的 $K$ 帧彩色视频帧中的第 $k$ 帧彩色视频帧 $C_k$ 的梯度图像 $G_k$ 中所有像素点的像素值的最大值和平均值, $1 \leq K \leq K'$ , $K'$ 表示当前视点的彩色视频序列中包含的彩色视频帧的总帧数,即所选择的 $K$ 帧用于计算 $T_\alpha$ 的彩色视频帧可以是多视点视频中当前视点的彩色视频序列的全部帧,也可以是其部分帧, $\max \{ \}$ 为取最大值函数, $\min \{ \}$ 为取最小值函数。在

本发明方法中,  $T_a$  是一个动态计算得到的动态值,但对于多视点视频的一个视点的彩色视频序列其  $T_a$  值是相同的。本实施例中,由步骤③计算得到的图 2a、图 2b 和图 2c 所示的彩色视频帧的二值纹理区域图分别如图 3a、图 3b 和图 3c 所示。

[0061] ④采用最大类间方差法分割当前彩色视频帧  $C_t$ , 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图, 记为  $O_t$ ,  $O_t(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } C_t(x, y) \geq \text{Threshold}_\beta \\ 0, & \text{if } C_t(x, y) < \text{Threshold}_\beta \end{cases}$ , 其中,  $O_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图  $O_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $1 \leq x \leq W$ ,  $1 \leq y \leq H$ ,  $\text{Threshold}_\beta$  为采用最大类间方差法得到的亮度分割阈值。

[0062] 本实施例中,由步骤④计算得到的图 2a、图 2b 和图 2c 所示的彩色视频帧的二值背景对象区域图分别如图 4a、图 4b 和图 4c 所示。

[0063] ⑤对当前深度视频帧  $D_t$  进行前背景区域划分, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图, 记为  $F'_t$ ,  $F'_t(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } D_t(x, y) \geq \text{Threshold}_d \\ 0, & \text{if } D_t(x, y) < \text{Threshold}_d \end{cases}$ , 然后对当前彩色视频帧  $C_t$  的

粗略前背景区域图  $F'_t$  进行  $N \times N$  块化, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的前背景区域图, 记为  $F_t$ , 其中,  $F'_t(x, y)$  表示当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $D_t(x, y)$  表示当前深度视频帧  $D_t$  中坐标位置为  $(x, y)$  的像素点的像素值,  $\text{Threshold}_d$  为第二判定阈值,  $\text{Threshold}_d = k_2 \times D_t^{\text{ave}}$ ,  $k_2$  为对当前深度视频帧  $D_t$  的前背景区域进行划分的视觉加权值,  $0.85 \leq k_2 \leq 1.5$ ,  $D_t^{\text{ave}} = \frac{1}{W \times H} \sum_{x=1}^W \sum_{y=1}^H D_t(x, y)$ ,  $1 \leq x \leq W$ ,  $1 \leq y \leq H$ ,  $N$  为一常数,  $1 \times 1 < N \times N < W \times H$ 。

[0064] 在本实施例中,对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  进行  $N \times N$  块化, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的前背景区域图  $F_t$  的具体过程为: 将当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  划分成  $\frac{W}{N} \times \frac{H}{N}$  个互不重叠的尺寸为  $N \times N$  的图像块; 再对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  中的每个  $N \times N$  的图像块逐一进行以下处理, 完成  $N \times N$  块化的操作, 得到  $N \times N$  块化后的二值图像, 即当前彩色视频帧  $C_t$  的前背景区域图  $F_t$ : 定义当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  中当前正在处理的  $N \times N$  的图像块为当前图像块, 如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数大于等于块化阈值  $\text{Threshold}_e$ , 则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 1; 如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数小于块化阈值  $\text{Threshold}_e$ , 则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 0。在本实施例的本步骤中, 取  $N = 16$ ,  $\text{Threshold}_e = 230$ 。

[0065] 图 5a、图 5b 和图 5c 分别给出了根据图 2a、图 2b 和图 2c 所示的彩色视频帧对应的深度视频帧计算得到的图 2a、图 2b 和图 2c 所示彩色视频帧的前背景区域图。

[0066] ⑥将当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$ 、当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图  $O_t$  以及当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  相融合, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜, 记为  $I_t$ , 然后对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  进行  $N \times N$  块化和形态学的膨胀、腐蚀处理, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的精细掩膜, 记为  $P_t$ , 其中,  $N$  为一常数,  $1 \times 1 < N \times N < W \times H$ 。

[0067] 本实施例中,步骤⑥的具体过程为:

[0068] ⑥-1、对当前彩色视频帧  $C_t$  的二值纹理区域图  $S_t$  与当前彩色视频帧  $C_t$  的二值背景对象区域图  $O_t$  进行或操作, 然后对或操作后得到的图像与当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略前背景区域图  $F'_t$  进行与操作, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜, 记为  $I_t$ , 即  $I_t = (S_t \cup O_t) \cap F'_t$ , 其中, “ $\cup$ ”表示或操作, “ $\cap$ ”表示与操作。

[0069] ⑥-2、依次对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  进行  $8 \times 8$  块化和形态学的膨胀、腐蚀处理。在此, 对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  进行  $8 \times 8$  块化的具体过程为: 将当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  划分成  $\frac{W}{8} \times \frac{H}{8}$  个互不重叠的尺寸为  $8 \times 8$  的图像块; 再对当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  中的每个  $8 \times 8$  的图像块逐一进行以下处理, 完成  $8 \times 8$  块化的操作, 得到  $8 \times 8$  块化后的二值图像: 定义当前彩色视频帧  $C_t$  的粗略掩膜  $I_t$  中当前正在处理的  $8 \times 8$  的图像块为当前图像块, 如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数大于等于块化阈值  $\text{Threshold}_e$ , 则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 1; 如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数小于块化阈值  $\text{Threshold}_e$ , 则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 0。在此, 取  $\text{Threshold}_e = 3$ 。

[0070] ⑥-3、依次对经过步骤⑥-2 处理后得到的图像再进行  $16 \times 16$  块化和形态学的膨胀、腐蚀处理, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  的精细掩膜, 记为  $P_t$ 。在此, 对经过步骤⑥-2 处理后得到的图像再进行  $16 \times 16$  块化的具体过程为: 将经过步骤⑥-2 处理后得到的图像划分成  $\frac{W}{16} \times \frac{H}{16}$  个互不重叠的尺寸为  $16 \times 16$  的图像块; 再对经过步骤⑥-2 处理后得到的图像中的每个  $16 \times 16$  的图像块逐一进行以下处理, 完成  $16 \times 16$  块化的操作, 得到  $16 \times 16$  块化后的二值图像: 定义经过步骤⑥-2 处理后得到的图像中当前正在处理的  $16 \times 16$  的图像块为当前图像块, 如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数大于等于块化阈值  $\text{Threshold}_e$ , 则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 1; 如果当前图像块中像素值为 1 的像素点的个数小于块化阈值  $\text{Threshold}_e$ , 则将当前图像块中所有像素点的像素值置为 0。在此, 对于不同内容的彩色视频帧, 本发明的本步骤中所采用的  $\text{Threshold}_e$  在 50 到 63 之间。

[0071] 图 6a、图 6b 和图 6c 分别给出了图 2a、图 2b 和图 2c 所示的彩色视频帧的粗略掩膜。图 7a、图 7b 和图 7c 则分别给出了图 2a、图 2b 和图 2c 所示的彩色视频帧的精细掩膜。

[0072] ⑦对当前彩色视频帧  $C_t$  的精细掩膜  $P_t$  与当前彩色视频帧  $C_t$  的二值运动区域图  $K_t$  进行或操作, 然后对或操作后得到的图像与当前彩色视频帧  $C_t$  的前背景区域图  $F_t$  进行与操作, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  粗略的对象掩膜, 记为  $\text{ROI}'_t$ ,  $\text{ROI}'_t = (P_t \cup K_t) \cap F_t$ , 再去掉当前彩色视频帧  $C_t$  粗略的对象掩膜  $\text{ROI}'_t$  中的小块连通区域, 得到当前彩色视频帧  $C_t$  最终的对象掩膜, 记为  $\text{ROI}_t$ , 其中, “ $\cup$ ”表示或操作, “ $\cap$ ”表示与操作。

[0073] 图 8a、图 8b 和图 8c 分别给出了图 2a、图 2b 和图 2c 所示的彩色视频帧的最终的对象掩膜。图 9a、图 9b 和图 9c 分别给出了按照图 8a、图 8b 和图 8c 所示的最终的对象掩膜提取出的图 2a、图 2b 和图 2c 所示的彩色视频帧的对象区域。

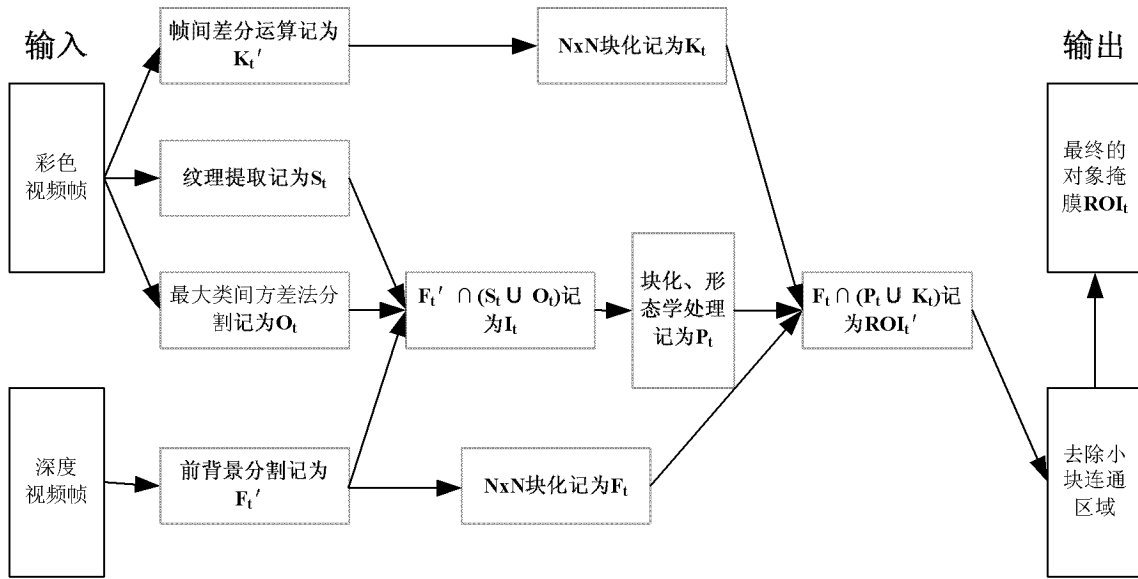


图 1

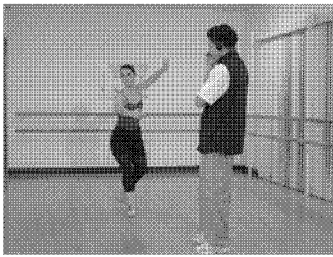


图 2a

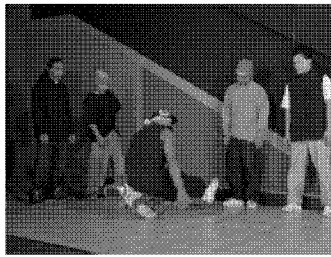


图 2b

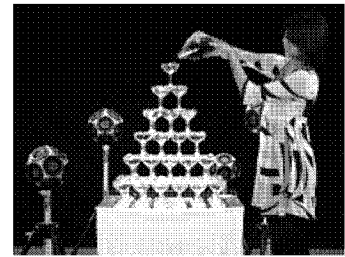


图 2c

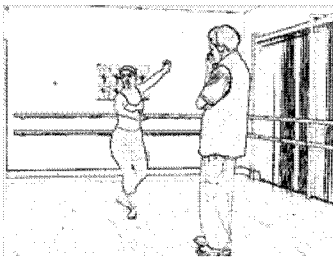


图 3a

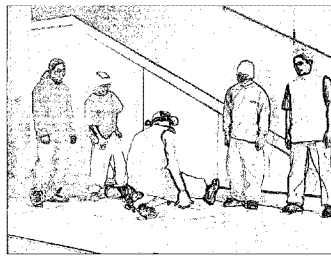


图 3b

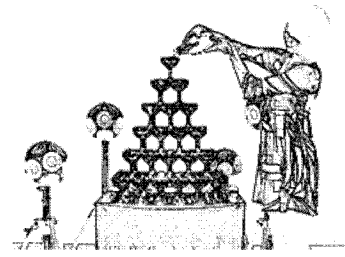


图 3c



图 4a



图 4b

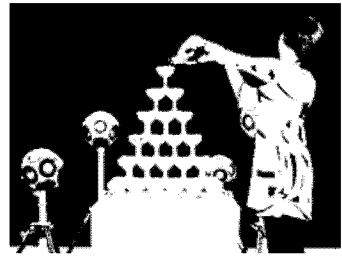


图 4c



图 5a

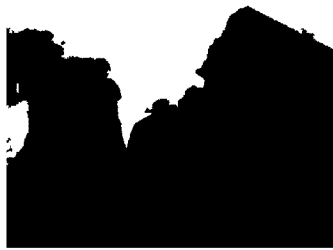


图 5b

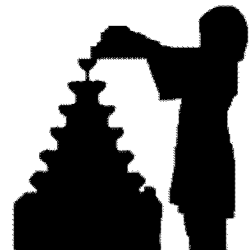


图 5c



图 6a



图 6b



图 6c



图 7a



图 7b



图 7c



图 8a



图 8b



图 8c

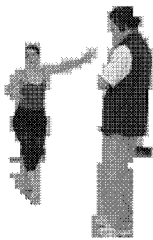


图 9a

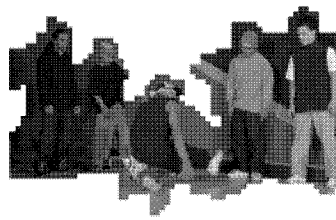


图 9b

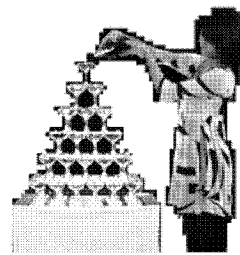


图 9c