

中图法分类号: TP301.6 文献标志码: A 文章编号: 1006-8961(2011)04-0538-09

论文索引信息: 张丽霞, 区兆明, 宋鸿陟, 傅熠. 鱼眼变换方式的图像适应中多焦点问题的处理方法 [J]. 中国图象图形学报, 2011, 16(4): 538-546

# 鱼眼变换方式的图像适应中多焦点问题的处理方法

张丽霞, 区兆明, 宋鸿陟, 傅熠

(华南农业大学信息学院人机交互研究中心, 广州 510642)

**摘要:** 为解决目前采用形变技术的图像适应方法难以处理多焦点图像的问题, 提出一种基于鱼眼变换技术的图像适应方法。这种方法既能够突出显示图像中需要关注的区域, 又能够保留图像的背景信息, 而且能够解决多焦点图像的适应问题。对于具有多焦点的图像, 首先计算出各焦点之间的距离, 通过设定合适的阈值, 选择采用正交鱼眼变换或将图像分割后使用全域鱼眼变换, 以解决可能出现的多焦点冲突问题。实现效果和用户主观评价结果表明, 提出的方法对于解决多焦点图像适应问题是一种可行的方案。

**关键词:** 图像适应; 鱼眼变换; 多焦点图像; 焦点冲突

## Fisheye transformation method for multi-focus conflict resolution in image retargeting

Zhang Lixia, Ou Zhaoming, Song Hongzhi, Fu Yi

(Research Center of Human Computer Interaction, College of Informatics, South China Agricultural University, Guangzhou 510642 China)

**Abstract:** In order to solve the multi-focus problem, which is a difficult issue for image retargeting based on existing warping methods, a fisheye transformation method is proposed in this paper. The method emphasizes areas of interest while keeping the background information and it can solve the multi-focus problem in image retargeting. For a multi-focus image, the distances among focuses are calculated first, and then the transformation method is selected. According to a predetermined threshold, the selected transformation method can be full-area fisheye transformation after splitting the image or orthogonal fisheye transformation. The visual effect of target images and users' subjective satisfaction showed that our method is a viable solution for multi-focus image retargeting.

**Keywords:** image retargeting; fisheye transformation; multi-focus image; focus conflict

## 0 引言

随着信息技术的不断发展, 涌现出各种各样的多媒体设备, 其屏幕大小各异。像常见的手机、PDA

以及手持 PC 设备, 屏幕都比较小。图像适应是指如何将大的图像合理显示在小屏幕设备上<sup>[1]</sup>。近年来, 图像适应的研究比较热门, 研究者们已经提出很多相关的方法。

最简单的图像适应方法是直接将原图缩放成目

收稿日期: 2010-10-19; 修回日期: 2010-12-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(60875045)。

第一作者简介: 张丽霞(1977—), 女, 讲师。2003年吉林大学获计算机应用专业硕士学位, 主要研究方向为人机交互、信息可视化。E-mail: lixia\_zhang@scau.edu.cn。

通讯作者: 宋鸿陟, E-mail: hz.song@scau.edu.cn。

标尺寸。但是这种方法往往会导致图像信息严重压缩,可读性差。而且,按照统一的比例缩放,忽略了图像中某些区域会比另外的区域重要的特性。

很多图像适应方法考虑了图像中某些区域比较重要的特性,将这些区域着重显示。其中最常用也最简单的一种方法是剪切,保留原图的重要区域,将非重要区域直接剪切掉。很多研究者采用这种方法解决图像适应问题。Chen 等人<sup>[1]</sup>用剪切的方法解决移动通信设备上图像显示问题,并进一步将此方法引伸到视频的显示<sup>[2]</sup>。Suh 等人<sup>[3]</sup>定义了 ROI (焦点区域)的概念,通过一系列算法计算出图像中的 ROI,非 ROI 全部剪切掉。剪切的方法在可读性方面优于直接缩放,但存在两个缺陷,一是这种方法只适合只有一个 ROI 的图像。二是剪切去掉了图像的很多背景信息,会影响图像的可读性和连续性。

2005 年,Liu 等人<sup>[4]</sup>提出一种新的图像适应方法,这种方法基于鱼眼视图变换技术。通过鱼眼视图的焦点与上下文显示模式,突出显示图像焦点区域的同时,保留了非焦点区域的信息。从而保证了图像的可读性和连续性。之后,涌现出很多基于变换技术的图像适应方法<sup>[5-6]</sup>。基于变换技术的图像适应方法能够保证图像的可读性和连续性,但是已经存在的方法大都只能解决单焦点问题,有很大的局限性。

2007 年,Setlur 等人<sup>[7]</sup>提出一种能够解决多焦点问题的图像适应方法。这种方法采用图像分割技术将原图中的所有焦点区域与图像分离,然后将源图(只剩下了背景信息)缩放成目标大小,再将焦点合理放置到目标图上。该方法需要图像处理中的识别、分割、重置等技术,非常复杂且鲁棒性较差。

2007 年,Avidan 等人<sup>[8]</sup>提出一种“抽丝雕刻”的图像适应方法,并在 2008 年将其应用到了视频适应<sup>[9]</sup>领域。通过能量函数定义“接缝”,在一个方向上进行删除或插入某些“接缝”,来获取目标图像。这种方法可以保证图像的可读性,能够解决多焦点问题,但所获得的目标图像可能连续性不够好。而且,很难找到一个适用于所有图像的能量函数。

2009 年,Guo 等人<sup>[10]</sup>提出一种基于网格参数化的图像适应方法。该方法首先将源图像划分为能够反映其特征结构的网格,进而通过带约束的参数化求解目标图像网格并借纹理映射获取最终的目标图像。这种方法能够保证图像的可读性和连续性,也能够解决多焦点问题。但因为适应过程中没有明

确考虑图像语义,如图像中重要物体的布局、空间关系和拓扑关系等,若不能保持这些信息,可能会使用户对目标图像的理解产生偏颇。

就现有基于形变技术的图像适应中难以处理多焦点图像的问题,提出一种基于鱼眼视图技术的图像适应方法,对图像适应中多焦点冲突问题的解决提供了一种可行的方案。

## 1 鱼眼视图技术

鱼眼视图技术是一种焦点与上下文显示技术,它由 Furnas<sup>[11]</sup>于 1982 年首次提出,应用于需显示大信息量的视图中。应用鱼眼视图可以在保持显示完整的上下文信息的同时又能显示焦点区域的细节。1986 年,Furnas 进一步完善了鱼眼视图理论,提出广义的结构化数据的鱼眼视图显示概念<sup>[12]</sup>,为鱼眼视图技术提供了理论基础。鱼眼视图技术通过将焦点区域的信息放大并将上下文区域的信息缩小,使焦点和上下文并存,兼顾两种信息的显示,为用户提供了高效的浏览方式。

鱼眼视图技术在 20 世纪 90 年代得到了较大发展。研究者将鱼眼视图理论应用于各种应用场合,产生了部分有影响力的原型。如用于多页面文档浏览的 DocumentLens<sup>[13]</sup>,用于呈现大量的表格型数据的 TableLens<sup>[14]</sup>,Mac OS X 操作系统里的鱼眼图标面板 Dock<sup>[15]</sup>,用于在小屏幕上显示日历的 DateLens<sup>[16]</sup>等。

目前,鱼眼视图技术的应用领域非常广泛,但应用于图像适应领域的研究相对较少。

## 2 鱼眼变换算法

基于鱼眼变换技术的图像适应方法,是指利用鱼眼变换技术把尺寸较大的源图像变成尺寸较小的目标图像。首先,找出源图像中的焦点区域,即选取 ROI。然后,用鱼眼变换算法对源图像进行变换得到目标图像。在变换的过程中,要解决可能出现的多焦点冲突问题。多焦点问题将在第 3 节讨论,本节以单焦点为背景来介绍所提出的两种鱼眼变换算法。

基于鱼眼变换技术的图像适应方法的第 1 步是找出源图像中的 ROI,即找出图像中的重要区域。目前,有很多相关研究致力于对图像的重要区域进

行自动识别,但是,对于不同的图像,其重要区域的数目、大小、形状、颜色、位置等都不同,自动识别的准确性受所有这些因素的影响。另外,图像中的重要区域除了由图像本身决定外,还受人的主观因素影响,不同的人对图像中重要区域的理解是不同的,自动识别不一定能满足每个人的要求。考虑到这些因素,在查找源图像中重要区域的时候,先采用文献[17]中的显著度检测算法进行自动识别,然后针对不同图像和用户需求进行相应的手动调整,并用恰当的结构表示 ROI,以方便相应算法的执行。

在对图像进行放大或缩小时,采用双线性插值算法进行具体的像素值运算。在双线性插值中,图像中新创造的象素值,是由原图像位置在它附近的 4 个邻近像素值通过加权平均计算得出的。这种算法使得放大或缩小后的图像质量较高,不会出现像素值不连续的情况,而且实现简便,符合本文的要求。

## 2.1 正交鱼眼变换

正交鱼眼变换用矩形区域表示图像中的 ROI。为了使 ROI 更好地显示,规定变换过程中 ROI 的宽高比保持不变,而整个图像的宽高比可变。同时规定 ROI 的实际放大倍数小于等于 1。

根据源图像和目标图像的大小,以及源图像中 ROI 的大小和位置,计算出变换后目标图像中 ROI 的大小和位置,据此对整个图像进行变换。

如图 1 所示,源图像的宽和高分别为  $W_s$  和  $H_s$ ,目标图像的宽和高分别为  $W_d$  和  $H_d$ ,源图像中 ROI 的宽和高分别为  $w_s$  和  $h_s$ ,目标图像中 ROI 的宽和高分别为  $w_d$  和  $h_d$ 。

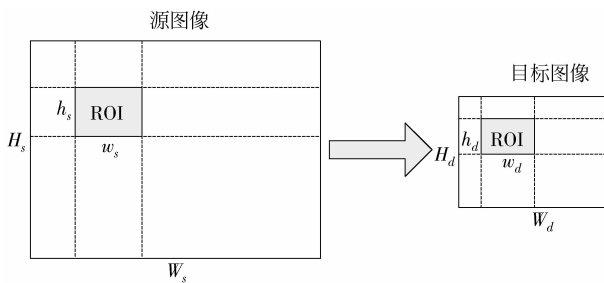


图 1 正交鱼眼变换

Fig. 1 The orthogonal fisheye transformation

首先需要计算 ROI 的实际放大倍数。用  $k_{Rmax}$  表示 ROI 的实际最大放大倍数,则

$$k_{Rmax} = \min\{W_d/w_s, H_d/h_s\} \quad (1)$$

用  $k_{Rmin}$  表示 ROI 的实际最小放大倍数,则

$$k_{Rmin} = \min\{W_d/W_s, H_d/H_s\} \quad (2)$$

为了保证变换后 ROI 区域不会失真,规定 ROI 的实际放大倍数不大于 1。则 ROI 的实际放大倍数  $k_R$  的取值范围为

$$k_{Rmin} \leq k_R \leq \min(k_{Rmax}, 1) \quad (3)$$

确定了  $k_R$  的值后,变换后目标图像中 ROI 的大小可以通过下式求出:

$$w_d = k_R w_s, h_d = k_R h_s \quad (4)$$

确定了 ROI 的实际放大倍数  $k_R$  的值后,就可以容易地求出非 ROI 的实际放大倍数。由于图像的宽高比可能发生变化,非 ROI 的实际放大倍数在宽度和高度上可能会有所不同。

源图像中非 ROI 的总宽度可以表示为  $W_s - w_s$ ,目标图像中非 ROI 的总宽度可以表示为  $W_d - w_d$ ,源图像中非 ROI 的总高度可以表示为  $H_s - h_s$ ,目标图像中非 ROI 的总高度可以表示为  $H_d - h_d$ ,则非 ROI 在宽度和高度上的放大倍数可以由下式求得:

$$k_{Rh} = (H_d - h_d)/(H_s - h_s) \quad (5)$$

$$k_{Rw} = (W_d - w_d)/(W_s - w_s)$$

计算好 ROI 的放大倍数和非 ROI 的放大倍数后,可以计算出源图像中的任意点  $(x, y)$  与经过变换后得到的点  $(x', y')$  之间的对应关系,据此即可完成整个图像的鱼眼变换。

源图像在水平方向上坐标从  $0 \sim x$  内 ROI 的总宽度记为  $w_{sx}$ ,源图像在垂直方向上坐标从  $0 \sim y$  内 ROI 的总高度记为  $w_{sy}$ 。于是源图像在宽度上坐标从  $0 \sim x$  内非 ROI 的总宽度可以表示为  $x - w_{sx}$ ,源图像在高度上坐标从  $0 \sim y$  内 ROI 的总高度可以表示为  $y - w_{sy}$ 。

根据前面已经求出的 ROI 的放大倍数  $k_R$  及非 ROI 的放大倍数  $k_{Rw}$  和  $k_{Rh}$  可知,变换后目标图像在宽度上坐标从  $0 \sim x'$  内 ROI 的总宽度为  $k_R w_{sx}$ ,目标图像在高度上坐标从  $0 \sim y'$  内 ROI 的总高度为  $k_R w_{sy}$ ,目标图像在宽度上坐标从  $0 \sim x'$  内非 ROI 的总宽度为  $k_{Rw}(x - w_{sx})$ ,目标图像在高度上坐标从  $0 \sim y'$  内非 ROI 的总宽度为  $k_{Rh}(y - w_{sy})$ 。于是,  $(x, y)$  与  $(x', y')$  之间的对应关系可以由下式求得:

$$x' = k_R w_{sx} + k_{Rw}(x - w_{sx}) \quad (6)$$

$$y' = k_R w_{sy} + k_{Rh}(y - w_{sy})$$

图 2 为正交鱼眼变换的效果图。

## 2.2 全域鱼眼变换

全域鱼眼变换算法的基本思想是,将 ROI 相对放大而使非 ROI 相对压缩,以达到图像尺寸变小后,ROI 仍然能够保持可读性,而整个图像保持连续

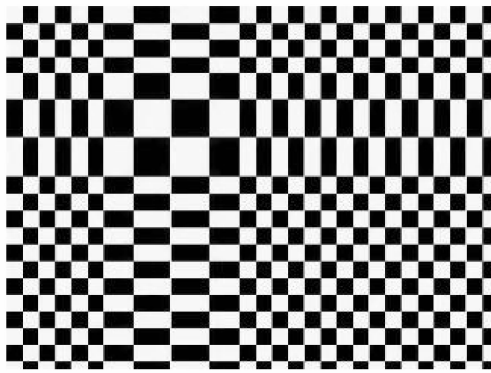


图 2 正交鱼眼变换的效果图

Fig. 2 The effect picture for orthogonal fisheye transformation

性的效果。ROI 的放大倍数固定,非 ROI 的放大倍数从 ROI 边界向图像边界按一定规律递减。把整个图像区域称为变换区域,非 ROI 可以看成是 ROI 边界到图像边界的过渡带,称为过渡区域。为了便于描述和实现,用圆形表示图像中的 ROI,原则上可以用任何形状表示。

为了便于描述算法,需要定义 ROI 半径、变换区域半径和过渡区域宽度。对于图像中的任意点,做 ROI 中心到该点的连线并延长,交 ROI 边界于一点,交点到 ROI 中心的距离称为 ROI 半径。对于图像中的任意点,作 ROI 中心到该点的连线并延长,交图像边界于一点,则交点到 ROI 中心的距离称为变换区域半径。对于图像中的任意点,变换区域半径与 ROI 半径的差称为过渡区域宽度。可以看出,图像中的每一点都有不同的 ROI 半径、变换区域半径和过渡区域宽度。

图 3 中  $W_s$  和  $H_s$  分别表示原图像的宽和高,  $W_d$  和  $H_d$  分别表示目标图像的宽和高,  $r_s$  表示原图像中

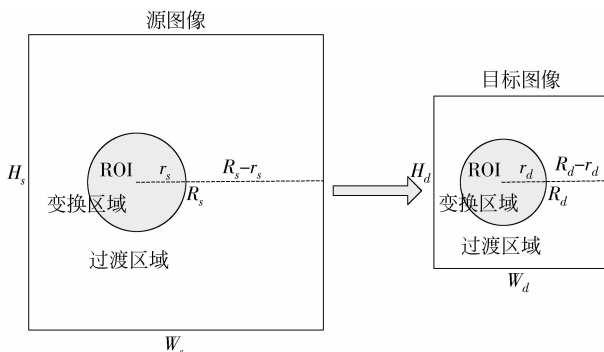


图 3 全域鱼眼变换

Fig. 3 The full area fisheye transformation

任意点的 ROI 半径,  $r_d$  表示目标图像中任意点的 ROI 半径,  $R_s$  表示原图像中任意点的变换区域的半径,  $R_d$  表示目标图像中任意点的变换区域的半径,  $R_s - r_s$  表示原图像中任意点的过渡区域的半径,  $R_d - r_d$  表示目标图像中任意点的过渡区域的半径。

变换过程中,为了使 ROI 在相对放大时保持宽高比,变换前期需要暂时保持图像的宽高比不变,待变换区域变换完毕后,再把整个图像变换到目标的宽高比。变换过程分为以下 3 步:

1) 直接缩小源图像 保持图像的宽高比不变,把图像缩小到一定的大小。

从源图像到目标图像的变换中,图像在宽度上的放大倍数可以表示为  $W_d/W_s$ ,在高度上的放大倍数可以表示为  $H_d/H_s$ 。于是,这一步中图像的放大倍数  $k$  可由下式计算得到:

$$k = \max(W_d/W_s, H_d/H_s) \quad (7)$$

计算出图像的放大倍数后,由源图像的大小可以得到第 1 步变换后图像的大小。

2) 鱼眼变换 对变换区域进行鱼眼变换,包括 ROI 的相对放大和过渡区域的相对压缩。

对于 ROI 的变换,要根据实际需要确定其相对于图像的放大倍数。在此,定义一个参数  $m$  ( $m \geq 1$ ),用于表示变换中 ROI 相对于图像的放大倍数,其值可以根据实际需要确定。于是,这一步变换中 ROI 的实际放大倍数为

$$k_R = mk \quad (8)$$

为了保证变换后 ROI 区域不会失真,因此规定 ROI 的实际放大倍数不大于 1,因此

$$k_R = \min(mk, 1) \quad (9)$$

在确定了 ROI 的实际放大倍数后,保持 ROI 的中心位置不变,对 ROI 直接进行放大。于是,变换后图像中任意点的 ROI 半径的实际大小为

$$r_d = k_R r_s \quad (10)$$

对于 ROI 中的任意点,用  $D_s$  表示变换前该点到圆心的距离,用  $D_d$  表示变换后该点到圆心的距离。于是,ROI 中任意点到圆心的距离在变换前后的关系为

$$D_d = k_R D_s \quad (11)$$

对于过渡区域的变换,需要利用  $p$  ( $0 < p < 1$ ) 次函数  $y = x^p$  的性质。图 4 显示了  $p$  次函数在  $0 \leq x \leq 1$  的范围内的函数图像。

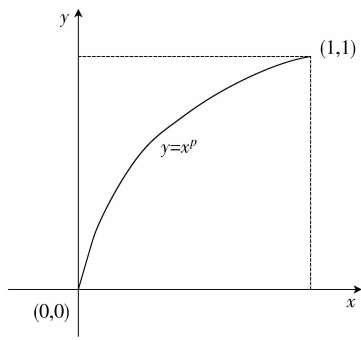


图 4  $p$  次函数

Fig. 4  $p$  order function

用该  $p$  次函数的  $x$  表示变换前变换区域内任意点到中心的距离与变换区域半径的比,  $y$  表示变换后变换区域内任意点到中心的距离与变换区域半径的比。变换前后的变化如图 5 所示。

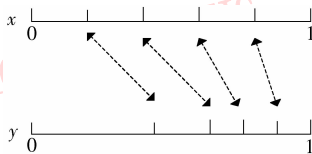


图 5 变换前后

Fig. 5 Before and after transformation

与 ROI 一样, 对于过渡区域中的任意点, 用  $D_s$  表示变换前该点到中心的距离, 用  $D_d$  表示变换后该点到中心的距离。于是, 变换前该点到圆心的距离与变换区域半径的比为  $D_s/R_s$ , 变换后该点到圆心的距离与变换区域半径的比为  $D_d/R_d$ 。

把  $D_s/R_s$  代入  $p$  次函数的  $x$ , 把  $D_d/R_d$  代入  $p$  次函数的  $y$ , 得

$$D_d/R_d = (D_s/R_s)^p \Rightarrow D_d = R_d (D_s/R_s)^p \quad (12)$$

由以上 ROI 的变换和过渡区域的变换, 可以得到整个变换区域中任意点在变换前后的关系

$$\begin{aligned} D_d &= k_R D_s \quad (D_s \leq r_s) \\ D_d &= R_d (D_s/R_s)^p \quad (r_s \leq D_s \leq R_s) \end{aligned} \quad (13)$$

由于  $p$  次函数只用在过渡区域的变换中, 而 ROI 中是使用直接放大的变换方式, 为了保持 ROI 和过渡区域图像信息的连续, 需要唯一确定  $p$  次函数的  $p$  值。当  $D_s = r_s$  时, 有

$$\begin{aligned} D_d &= k_R r_s = R_d (r_s/R_s)^p \Rightarrow \\ p &= \log(k_R (r_s/R_d)) / \log(r_s/R_s) \end{aligned} \quad (14)$$

对于整个变换区域的变换, 可以用图 6 的函数图像表示。

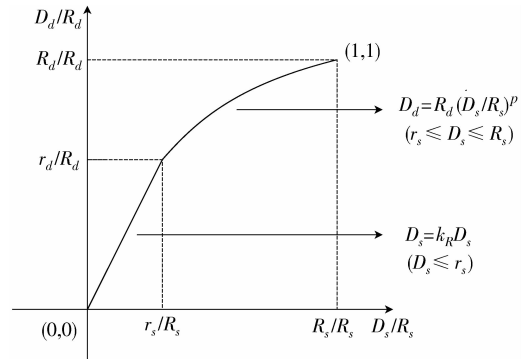


图 6 变换区域的变换函数图像

Fig. 6 The transformation function of the transformation region

3) 获得目标图像 不需要保持图像的宽高比不变, 把图像继续缩小, 达到目标图像的大小。

由于第 1) 步变换已经对图像进行了缩小, 缩小后图像的宽或高 (宽和高的其中之一) 已经等于目标大小, 在第 3) 步变换中, 只需要对还没达到目标大小的宽或高进行变换即可, 变换采用按比例直接缩小的方式。

经过以上 3 步, 最终从源图像得到经过变换后的目标图像。图 7 为全域鱼眼变换的效果图。

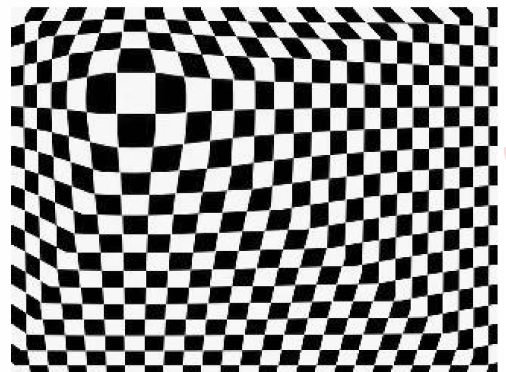


图 7 全域鱼眼变换的效果图

Fig. 7 The effect picture for full area fisheye transformation

### 3 多焦点冲突问题

当源图像中有两个或更多的 ROI 时, 由于鱼眼变换使 ROI 相对放大, 即经过鱼眼变换后, 每个 ROI 在目标图像中所占的比例增大了, 因此可能会出现 ROI 之间发生冲突的情况。为避免冲突发生, 必须采取一定的方法解决冲突。

为了合理地解决多焦点冲突问题, 首先需要判断多焦点的情况, 根据不同情况采取不同的解决方

法。流程如图 8 所示。如果是单焦点情况,采取全域鱼眼变换得到目标图像;如果是多焦点情况,需要计算焦点之间的距离,如果所有焦点之间距离都很近,采取正交鱼眼变换,否则,分割图像,使得分割后的每一个部分只包含一个焦点,并对分割后的图像采取全域鱼眼变换得到目标图像。分割时如果有某些焦点离得较近,还需要将其合并为一个焦点。

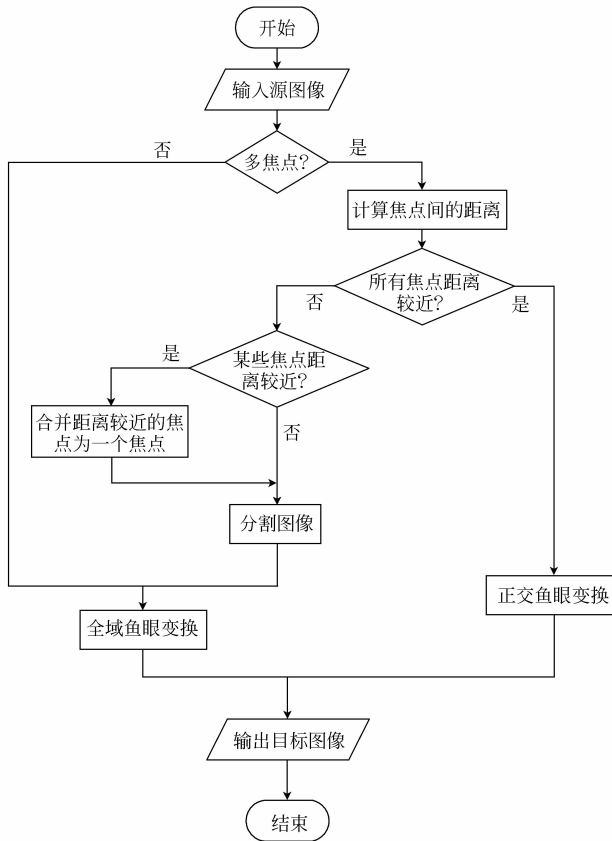


图 8 多焦点冲突问题的处理流程

Fig. 8 The process for solving multi-focus conflict problem

### 3.1 计算焦点距离

首先分别计算焦点间的水平距离和垂直距离,然后计算所有水平距离与源图像宽度的比,以及所有垂直距离与源图像高度的比,取所有比值中的最大值作为焦点间的距离。

假设源图像中有  $n$  个焦点,其中心横坐标从小到大依次记为  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , 中心纵坐标从小到大依次记为  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ 。如图 9 所示。

用  $d_x$  表示焦点间的水平距离,则

$$d_{x1} = x_2 - x_1, d_{x2} = x_3 - x_2, \dots, d_{x(n-1)} = x_n - x_{n-1}$$

用  $d_y$  表示焦点间的垂直距离,则

$$d_{y1} = y_2 - y_1, d_{y2} = y_3 - y_2, \dots, d_{y(n-1)} = y_n - y_{n-1}$$

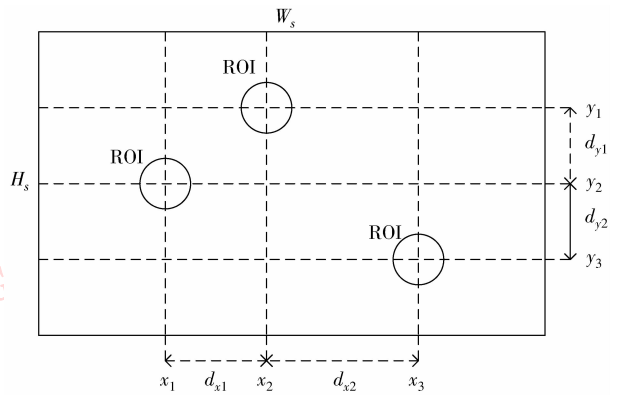


图 9 焦点距离示意图

Fig. 9 The schematic diagram for distance of foci

用  $\lambda_x$  表示焦点间的水平距离与图像宽度的比,则

$$\lambda_{x1} = d_{x1}/W_s, \lambda_{x2} = d_{x2}/W_s, \dots, \lambda_{x(n-1)} = d_{x(n-1)}/W_s$$

用  $\lambda_y$  表示焦点间的垂直距离与图像高度的比,则

$$\lambda_{y1} = d_{y1}/H_s, \lambda_{y2} = d_{y2}/H_s, \dots, \lambda_{y(n-1)} = d_{y(n-1)}/H_s$$

令  $\lambda_{\max} = \max(\lambda_{x1}, \lambda_{x2}, \dots, \lambda_{x(n-1)}, \lambda_{y1}, \lambda_{y2}, \dots, \lambda_{y(n-1)})$ ,  $\lambda_{\max}$  即为焦点间的距离。当  $\lambda_{\max} \leq 0.5$  时,用正交鱼眼变换算法,当  $\lambda_{\max} > 0.5$  时,用全域鱼眼变换的分割方案。

在进行分割的时候,要考虑其中的某些焦点离得较近而需要合并的情况。在  $\lambda_{\max} > 0.5$  的前提下,查找值小于等于 0.1 的  $\lambda_x$  和  $\lambda_y$ ,若找到,将其对应的 ROI 合并成一个 ROI。

### 3.2 多焦点的正交鱼眼变换

在单焦点的正交鱼眼变换中,用  $w_s$  和  $h_s$  表示原图像中 ROI 的宽和高,用  $w_d$  和  $h_d$  表示目标图像中 ROI 的宽和高。在多焦点的正交鱼眼变换中,用  $w_s$  和  $h_s$  表示原图像中各 ROI 的总宽度和总高度,用  $w_d$  和  $h_d$  表示目标图像中各 ROI 的总宽度和总高度。

“ROI 的总宽度”指的是图像中在宽度上包含 ROI 的部分的长度,“ROI 的总高度”指的是图像中在高度上包含 ROI 的部分的长度。即“ROI 的总宽度”表示多个 ROI 宽度的总和减去各 ROI 之间重叠部分的宽度,“ROI 的总高度”表示多个 ROI 高度的总和减去各 ROI 之间重叠部分的高度。

得到多个 ROI 的总宽度和总高度后,可以按单焦点的正交鱼眼变换算法来进行变换。根据公式计算出 ROI 和非 ROI 的放大倍数,可以得到源图像中的任意点  $(x, y)$  与经过变换后得到的点  $(x', y')$  之间

的对应关系,据此完成整个图像的鱼眼变换以得到目标图像。图 10 为多焦点正交鱼眼变换的效果图。

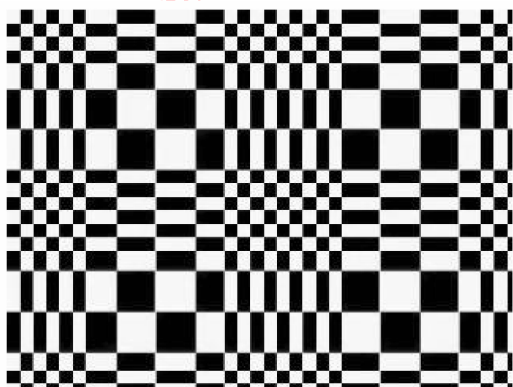


图 10 多焦点正交鱼眼变换的效果图

Fig. 10 The effect picture for multi-focus conflict solution scheme of the orthogonal fisheye transformation method

### 3.3 多焦点的全域鱼眼变换

“分割”是指把源图像按 ROI 的分布进行分割,分割后的每个部分有且只有一个 ROI。如果两个焦点离得很近,将其合并为一个焦点之后再行分割。分割的策略有很多,这里采取了水平和垂直分割。这样,分割后的图像仍然保持像源图像一样的矩形,方便进行变换。

分割后的每个部分是一个单焦点的源图像。对每个部分采取单焦点的全域鱼眼变换算法进行变换。因为全域鱼眼变换不会改变图像边界的点的位置,因此分割后的各个部分在变换后依然能够在边界上保持连续。

每个部分都变换完成后,就可以得到最终的目标图像。图 11 为多焦点全域鱼眼变换的效果图。

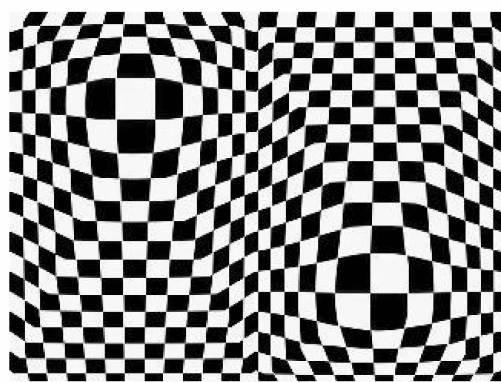


图 11 多焦点全域鱼眼变换的效果图

Fig. 11 The effect picture for multi-focus conflict solution scheme of the full area fisheye transformation method

## 4 实验结果

### 4.1 实现效果

图 12 和图 13 分别为单焦点和多焦点情况下文中提出的方法与直接缩小方法的对比,焦点在直接缩小的图中用圆圈标出。从图中可以看出,通过本文的鱼眼变换算法得到的目标图像,焦点区域能够突出显示,保证了图像的可读性。背景信息未发生丢失,保证了图像的连续性。在多焦点情况下,根据焦点之间距离的不同,采取了不同的变换方法,为图像适应中多焦点冲突问题的解决提供了一种可行的方案。

鱼眼变换是一种形变技术,经过鱼眼变换后得到的目标图像,其背景信息有轻微的变形,这是基于形变技术的图像适应方法中固有的问题,暂时还没有非常有效地解决方法。

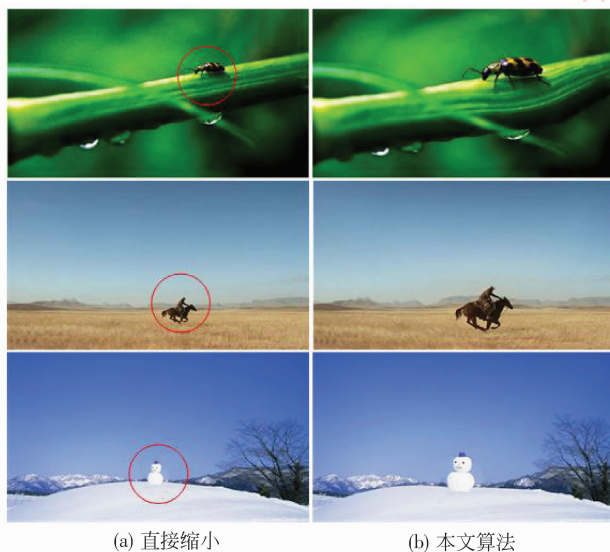


图 12 单焦点情况下的实现效果对比

Fig. 12 The experiment results of transformation methods with one ROI

### 4.2 用户主观评价

通过一个非正式的用户可用性测试来验证本文算法的有效性。为了收集具有普遍性的数据,选取了 10 个完全不同的图像,并且每个图像都包含多个 ROI。首先将所有源图像直接缩小,得到相应的目标图像。然后将所有源图像按文中算法进行变换,得到与直接缩小相同比例的目标图像。我们找了 10 个测试用户,对于同一源图像的不同目标图



(a) 直接缩小 (b) 本文算法

图 13 多焦点情况下的实现效果对比

Fig. 13 The experiment results of transformation methods with multiple ROIs

像,让用户选择自己认为变换效果比较好的目标图像。统计结果显示,所有的用户都认为经过本文算法变换后得到的目标图像效果比较好。用户反映,经过本文算法变换后的目标图像焦点突出,更加便于对图像的理解。图像的连续性很好,背景信息没有缺失,目标图像的整体效果比较好。

## 5 结 论

提出一种基于鱼眼变换技术的图像适应方法。该方法能够在不丢失背景信息的前提下突出显示焦点部分。通过定义焦点之间的距离,根据不同距离采取不同的变换算法,以合理解决图像适应中的多焦点冲突问题。通过实现效果对比和用户主观评价表明,本文的方法在解决图像适应的多焦点冲突问题方面是可行的。

相信本文的工作能够为图像适应领域的研究提供一定的方法和思路。但仍然存在一些需要改进的地方,比如鱼眼变换本身所引起的形变问题。另外,通过计算焦点间距离解决多焦点问题时,目前使用的阈值是通过反复实验获得的,而对于不同类型的图像或者不同尺寸的目标屏幕,合理的焦点间距离阈值可能不是恒定的。最后,通过实验发现,同样的算法对于不同的源图像,得到的目标图像的效果会有所不同。进一步的工作需要继续改进鱼眼变换算法,减少或消除因鱼眼变换本身所引起的形变问题;寻找有理论依据的自适应的阈值选取方法,以提供不同情况下的合理阈值;综合运用相关算法,对不同类型的图像应用不同的方法,以得到合理效果的目标图像;并考虑在源图像中查找焦点区域时,综合运用眼动技术和图像识别技术,准确找到用户真正关注的焦点区域。

## 参考文献 (References)

[ 1 ] Chen Liqun, Xie Xing, Fan Xin, et al. A visual attention model for adapting images on small displays [ J ]. ACM Multimedia Systems Journal, 2003, 9(4) : 353-364.

[ 2 ] Fan Xin, Xie Xing, Zhou Heqin, et al. Looking into video frames on small displays [ C ] // Proceedings of the Eleventh ACM International Conference on Multimedia. New York, USA: Association for Computing Machinery, 2003:247-250.

[ 3 ] Suh Bongwon, Ling Haibin, Bederson Benjamin B, et al. Automatic thumbnail cropping and its effectiveness [ C ] //

- Proceedings UIST '03. New York, USA: ACM, 2003: 95-104.
- [ 4 ] Liu Feng, Gleicher Michael. Automatic image retargeting with fisheye-view warping[ C ]// Proceedings UIST '05. New York, USA: ACM, 2005:153-162.
- [ 5 ] Wolf Lior, Guttman Moshe, Cohen Daniel. Non-Homogeneous Content-Driven Video-Retargeting [ DB/OL ]. ( 2007- 10- 21 ) [ 2010-10-8 ]. <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/ICCV.2007.4409010>.
- [ 6 ] Awadhesh Srivastava, Biswas Kishore. Fast Content Aware Image Retargeting [ DB/OL ]. ( 2008- 12- 19 ) [ 2010-10-8 ]. [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=4756112](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4756112).
- [ 7 ] Setlur Vidya, Lechner Tom, Nienhaus Marc, et al. Retargeting images and video for preserving information saliency[ J ]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2007, 27(5):80-88.
- [ 8 ] Avidan Shai, Shamir Ariel. Seam Carving for Content-Aware Image Resizing [ DB/OL ]. ( 2007-8-9 ) [ 2010-10-8 ]. <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1276390>.
- [ 9 ] Rubinstein Michal, Shamir Ariel, Avidan Shai. Improved Seam Carving for Video Retargeting[ DB/OL ]. ( 2008-8-15 ) [ 2010-10-8 ]. <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1360615>.
- [ 10 ] Guo Yanwen, Liu Feng, Shi Jian, et al. Image retargeting using Mesh parametrization [ J ]. IEEE Transactions on Multimedia, 2009, 11(5):856-867.
- [ 11 ] Furnas G W. The Fisheye View: A New Look at Structured Files, Technical report [ R ]. Murray Hill: Bell Laboratories, 1982.
- [ 12 ] Furnas G W. Generalized fisheye views[ C ]// ACM CHI' 86. Boston, USA: ACM Press, 1986: 16-23.
- [ 13 ] Robertson George G, Mackinlay Jock D. The document lens [ C ]// Proceedings of the 6th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. New York, USA: ACM 1993: 101-108.
- [ 14 ] Rao Ramana, Card Stuartk. The table lens: merging graphical and symbolic representations in an interactive focus + context visualization for tabular information [ C ]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York, USA: ACM, 1994: 318-322.
- [ 15 ] Wikipedia. Max OS X Dock[ EB/OL ]. ( 2010-3-15 ) [ 2010-10-8 ]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Mac\\_OS\\_X\\_Dock](http://en.wikipedia.org/wiki/Mac_OS_X_Dock).
- [ 16 ] Bederson Benjamin B, Clamage Aaron, Czerwinski Mary P. DateLens: a fisheye calendar interface for PDAs [ J ]. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 2004, 11(1):90-119.
- [ 17 ] Achanta Radhakrishna, Hemami Sheila, Estrada Francisco, et al. Frequency-tuned Salient Region Detection[ C/OL ]. ( 2009-6-25 ) [ 2010-10-8 ]. [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=5206596](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=5206596).