

Some Kinds of Technology of Image Processing Based on Isopreference Curves

Data Conceal Adding Harass False Prevention

TONG Xiang jie, DING De sheng  
(SouthEast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** Data conceal, adding harass and false prevention are the important domains in image processing. According to the characteristics of Isopreference Curves, some other informations are hidden into a image in the technology of data conceal. And utilizing this technology more data can be hidden. After data conceal if that image is demarcated, at once we can obtain a harassing image. At the same time those infomations and the image are mutually hidden. Nevertheless in false prevention, considering the particularity of the sign of false prevention, a new technology is proposed. Because these three technologies don't add other informations, they don't increase the expenditure of communication. Therefore the ideal results are obtained in our experiments. And also the Isopreference Curves are val idated again from these ways.

**Key words:** isopreference curves; data conceal; adding harass; false prevention; image processing  
EEACC: 6140C

几种基于等偏爱曲线的图像处理技术

童向杰, 德胜  
(东南大学电子工程系, 南京 210096)

**摘 要:** 数据隐含、图像加扰和图像防伪是图像处理中的重要研究领域。本文通过分析等偏爱曲线的特点, 数据隐含技术把加密数据隐藏到一副图像中, 并实现了较大数据的隐含; 图像加扰采用数据隐含的方法, 然后重新标定就得到加扰图像, 同时也实现了隐含数据和被隐含数据的 同时隐含; 在图像防伪中, 考虑到防伪标志的特殊性, 提出了一种新的图像防伪方法。这三种技术都没有附加传输信息量, 因而, 没有增加通信开销, 所以在实验中取得了理想的结果。同时, 从另外一个层面上再一次验证了等偏爱曲线。

**关键词:** 等偏爱曲线; 数据隐含; 加扰; 防伪; 图像处理  
中图分类号: TN911. 73; TP391. 41 文献标识码: A 文章编号: 1005 9490(2005)01-0006 04

俗话说:“眼见为实。”由此可见, 图像对于人们获得外界信息的重要性是不言而喻的。随着信息处理技术的飞速发展, 图像自然成为人们传递信息的主要载体。  
在数字图像处理中, 图像的空间分辨率( $N$ )和灰度级分辨率( $m$ )是描述一幅图像的 ( $f(x, y)$ ) 主要参数。由于人对于图像的主观感觉质量很难作定量处理, 只能凭借主观经验加以判断图像质量的高与底。1965 年 Huang 就对图像的空间分辨率( $N$ )和灰度级分辨率( $m$ )与人的主观感

觉质量之间的关系作了一个实验,在实验的基础上总结得到了等偏爱曲线(将在本文的第二部分中阐述)。

有时候我们需要对图像作这样的处理:在不改变图像的主观感觉质量的前提下,向图像中添加一些附加的信息,这就是图像处理中的数据隐含和防伪。亦即,数据隐含和防伪所做的是要“眼见不为实”。例如,在军事科技领域中,我们可以将一些保密的文件、军事命令等隐含到一幅普通的图像中。即使信号被敌方截获,得到的也只是一幅图像而已,无法获得其中保密的内容。这就

是图像隐含技术在军事通信领域的应用。

本文重点分析了等偏爱曲线与数据隐含、加扰和防伪的关系,并将其应用到数字图像处理中的数据隐含、加扰和防伪技术中来。

## 1 等偏爱曲线

等偏爱曲线是在实验的基础上,总结出人对三张典型图像的主观感觉质量随空间分辨率( $N$ )和灰度级分辨率( $m$ )变化的一系列曲线,如图 1 所示。

图中(a)、(b)和(c)图的实验对象分别是一张

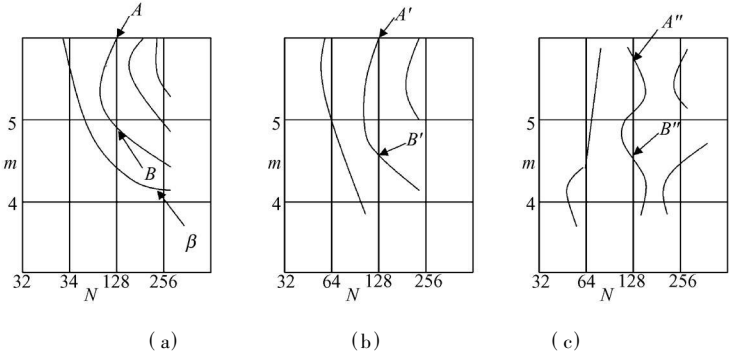


图 1 三种典型图象的不同曲线

人脸(face)的图像、一个照相师在拍照(camera man)的图像和人群(crowd)的图像,它反应了人对于包含较少细节、包含中等细节和包含大量细节的图像的主观感觉质量与图像的空间分辨率( $N$ )和灰度级分辨率( $m$ )之间的关系。

图 1 中的等偏爱曲线表明:①图像的质量随着空间分辨率( $N$ )和灰度级分辨率( $m$ )的增加而提高。对于一个固定的 $N$ ,若增加 $m$ ,图像的质量就会得到提高。同理,若固定 $m$ ,增加 $N$ ,也将得到相同的效果。在数字图像中,每一个象素值代表图像的灰度值,并用二进制表示。如果我们要在象素( $x, y$ )加入某些信息,就要改变灰度值 $f(x, y)$ ,由等偏爱曲线可知,必然引起该象素的退化。如果保持空间分辨率( $N$ )不变,对一幅图像的所有作同样的处理,必然导致整幅图像的退化。所以,要在图像中隐含信息(这样的图像在本文中称为载图像)而且要保证图像不退化,由等偏爱曲线可知,要增加空间分辨率( $N$ ),才能保持载图像的质量,如(a)中的曲线 $\beta$ 。这是一种可行的方法。②由图 1(a)~(c)可以看出,随着图像细节的增加,曲线变得愈来愈垂直。由此可见,包含大量细节的图像所需要灰度级分辨率( $m$ )相对较少。对于有 8 级灰度级分辨率的图像,当 $N$ 固定

时,这类图像的感觉质量与所用灰度级数可近似独立。因此,可知如果用这样的图像作为载图像,可隐含更多的信息于其中而不改变图像的主观感觉质量。③另外,从图 1(a)、(b)、(c)还可以看出,如果固定空间分辨率( $N$ ),对灰度级分辨率( $m$ )进行处理,细节包含越少的图像越容易引起退化。所以,在不知道载图像所包含的细节状况时,在作数据隐含处理中,应该把载图像作为包含细节少的图像处理,以免载图像产生过多的退化,而影响图像的质量。

## 2 数据隐含

数据“隐含”,简单地说,就是把一些实用数据(称为隐含数据),藏在另一些数据(称为被隐含数据)之中。比如,我们在传输一幅图像的同时,可以把另一幅图像、声音或文字掺杂在这幅图像中传送到终端,即由一种媒体承载多种信息,在终端再进行分拣,提取各种信息。这样做,既减少了数据传输,又实现了同步传输。本文前言中已经提到数据隐含的另一种重要应用。

一幅图像要隐含别的数据,要考虑图像退化后采用必要的技术保证该图像的感觉质量,有一种可行的办法是在 $m=8$ 级的图像中,利用人眼

不易察觉小的灰度变化, 将每个像素值的最低 1 ~2 bit 屏蔽, 然后将信息隐藏在这 1 ~2 bit 位。这样, 如二值图像或文字信息就可以隐藏到图像中了。当然, 利用小波变换后图像分为低频、高频两个部分, 而人眼对高频成分不敏感, 就可以将信息隐藏其中, 实现数据隐含。

但是, 现在我们主要利用等偏爱曲线中空间分辨率与灰度级分辨率之间的关系, 在保持图像的主观感觉质量的前提下, 可以实现灰度级  $m=6$  空间分辨率为  $64\times 128$  的图像隐含于载图像中 (载图像的灰度级  $m=6$  空间分辨率为  $64\times 64$ ), 亦即实现较大数据的隐含。实现方法如图 2。

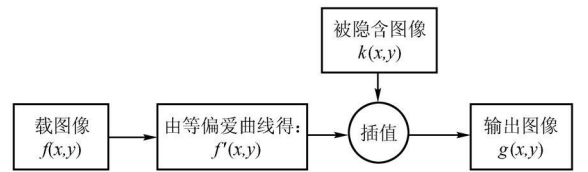


图 2 数据隐含流程图

上图中,  $f(x,y)$  是载图像  $f'(x,y)$  根据等偏爱曲线处理得到的灰度级分辨率  $m=5$ , 空间分辨率为  $128\times 128$  的图像; 输出图像  $g(x,y)$  是隐含了  $k(x,y)$  的图像, 其灰度级分辨率  $m$  也为 5, 空间分辨率也为  $128\times 128$ 。

虽然上述方法可以达到了预期的目的, 但是从输入图像和输出图像的空间分辨率可以看出, 输出的数据量比输入的数据量增加到原来的四倍, 会大大地增加通信开销, 这是所不希望的。

注意到等偏爱曲线如图 1(a)、(b)、(c) 中, 有三条曲线与  $N=128$  有两个交点, (a) 中为  $A, B$ ; (b) 中为  $A', B'$ ; (c) 中为  $A'', B''$ 。这就意味着若取  $N=128$  的图像作为载图像, 进行数据隐含后, 不会因为增加数据量而增加通信开销, 亦即克服了上述方法的缺点。运用此方法实现的  $64\times 128, m=6$  的 Couple 图像在  $128\times 128, m=6$  的 Lena 图像中的隐含的实验结果如图 3。



(a) 被隐含图像 (b) 载图像 (c) 实验结果  
图 3 数据隐含

### 3 数据隐含与加扰的混合应用

在图像处理中, 通常我们希望重建的图像与原图像越接近越好。但有时候却需要人为地引入干扰, 允许一部分人正常接收图像。例如, 收费电视规定, 缴了费的用户可以正常接收, 而没有缴费的用户不可以正常接收。象数据隐含一样, 小波变换也可以用于图像加扰中, 利用小波变换后的低频分量, 就可以实现图像加扰。我们也可以对图像每个像素的第八位取反直接得到干扰可复原的图像, 利用这一方法实现的 Lena 加扰图像如图 4(a)。

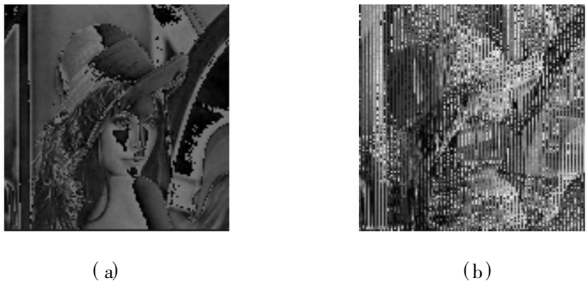


图 4 图像加扰

但是现在我们采用另外一种简单的做法, 就可以实现数据隐含和加扰的混合应用。具体的流程图如图 5。利用图 3 的实验结果, 应用该方法进行计算机模拟, 本文仍然采用 8 级灰度级进行标定, 实验结果如图 4(b)。

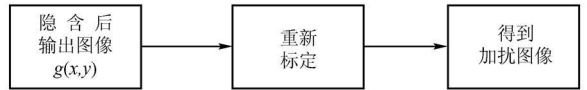


图 5 图像加扰流程图

由此可见, 在数据隐含与加扰的混合应用中, 除了图像实现了加扰外, 还实现了被隐含图像和载图像的同时隐含。

### 4 数据隐含与图像防伪的混合应用

信息技术日新月异, 防伪技术愈来愈成为保护知识产权的一个重要工具。图像防伪即是对图像信号本身加上识别标志。由等偏爱曲线可知, 如  $m$  减少, 而  $N$  不变, 主观感觉质量下降。注意到, 通常的防伪标志的空间分辨率  $N_1 \ll N$ , 而且所用灰度级也较少。所以, 我们不改变载图像的整体灰度级, 仅对其中的一些像素做操作。

实验中取防伪标志的空间分辨率  $(N/2) \times N$ , 它是一幅二值图像。采用对奇数行奇数列的

像素以及偶数行偶数列的像素作操作的方法, 即仅对  $f(x, y)$  中  $x, y$  同时为偶数或奇数的像素作操作, 将防伪标志加入其中。载图像取空间分辨率  $128 \times 128, m=8$  的 Lena 图像。加入防伪标志的图像与载图像的差, 作二值处理后, 示于图 6。



(a) 防伪标志 (b) 加入防伪标志后的图像 (c) 产生退化的象素点  
图 6 采用以空间分辨率  $(N/2) \times N$  作为防伪标志进行防伪后产生的退化



(a) 防伪标志 (b) 加入防伪标志后的图像 (c) 产生退化的象素点  
图 7 采用以空间分辨率  $N \times N$  作为防伪标志进行防伪后产生的退化

图 6(c) 和图 7(c) 中, 黑色的部分表示载图像由于加载其它信息后产生退化的部分。显然, 采用前一种方法对图像进行防伪所引起的图像退化要小得多。究其主要原因是在进行图像防伪中, 要合理设置防伪标志的空间分辨率。

5 结束语

本文在等偏爱曲线的基础上, 根据空间分辨率(N)和灰度级分辨率(m)与主观感觉质量之间的关系, 研究了现代通信领域中常用的数据隐含、图像加扰及图像防伪技术如何根据等偏爱曲线实现。本文处理方法的主要优点是: 实现简单, 在计算机中不涉及复杂运算, 因此处理速度快、且能保

为了对比, 利用数据隐含中提到的将每个像素值的最低位屏蔽, 再将防伪标志加入其中。也就是利用数据隐含的方法实现图像防伪。得到的结果与载图像的差, 同样作二值处理后, 示于图 7。

证好的图像质量。所以, 具有较好的实用前景。

参考文献:

[ 1 ] Huang T S. PCM Picture Transmission[ J ]. IEEE Spectrum, 1965, 2, ( 12 ): 57 - 63.  
[ 2 ] 李忠源等, 几种基于子波变换的图像处理技术[ J ]. 电子学报, June 1999, 27( 6 ): 138 - 140.  
[ 3 ] Gonzalez R C, Wintz P. Digital Image Processing[ M ]. ( second edition ), Addison - Wesley Publishing Company, 1987.  
[ 4 ] 阮秋琦, 阮宇智等译, 数字图像处理[ M ]. ( 第二版 ), 电子工业出版社, 2003.  
[ 5 ] 何斌等编著, Visual C++ 数字图像处理[ M ]. ( 第二版 ), 人民邮电出版社, 2003.