

Android 应用开发中图片压缩技术的研究应用

邹绍武¹, 苏贵斌²

(1. 内蒙古师范大学 计算机与信息工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010022;
2. 内蒙古师范大学 网络技术学院, 内蒙古 呼和浩特 010022)

摘要:在 Android 移动应用中, 图片传输是造成用户网络数据流量消耗的主要原因之一。虽然高效的图片压缩方法是解决该问题的有效途径, 但是目前在 Android 平台上的图片压缩方法还未得到广泛研究。文中采用 Android API 对图片进行压缩预处理, 并对预处理图片进行颜色转换、FDCT 变换、量化、编码等操作, 实现了在 Android 平台下的 JPEG 图像压缩编码过程, 达到了在 Android 移动应用开发中对图片快速高效的压缩处理的目的。实验测试结果表明, 该方法能够高效地压缩图片, 在保证较高图像压缩比的同时, 又能获得良好的图像质量。

关键词: Android; JPEG; 离散余弦变换; 图像编码; 图片压缩

中图分类号: TP31

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2015)06-0106-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.06.023

Research and Application on Technology of Compressing Images in Android Development and Application

ZOU Shao-wu¹, SU Gui-bin²

(1. College of Computer and Information Engineering, Inner Mongolia Normal University,
Hohhot 010022, China;

2. College of Network Technology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China)

Abstract: In the Android mobile applications, transferring pictures is the main reason that users consume their network data flow. Although efficient image compression method is an effective way to solve the problem, the image compression method does not be extensively studied on the Android platform. Pre-process the image with Android API before compressing image, and accomplish the processing of the pretreatment image's color conversion, FDCT transform, quantization, coding and other operations to achieve the processing of JPEG image compression encoding under the Android platform. The experimental results show that the method can efficiently compress images, and guarantee higher compression ratio and good image quality.

Key words: Android; JPEG; discrete cosine transform; image encoding; images compressing

0 引言

自 2008 年 9 月谷歌正式发布 Android 1.0 移动手机操作系统至今, Android 系统凭借其开放性、丰富的硬件支持以及便捷的开发方式受到广大移动应用开发者的青睐。很多 Android 应用需要将手机中的照片传至远程服务器处理, 但随着手机硬件设备的发展迭代, 手机摄像头像素也在不断提升, 手机拍摄的照片占用的数据存储空间也随之增加。

如果直接将手机中的照片通过网络传至远程服务

器, 大数据的图像信息会使存储器、信道带宽, 以及远程服务器负压过重。但又不能单纯地依靠提高硬件支持水平来解决这些问题, 这时就要考虑对大数据图像进行压缩。通过对图像的压缩, 减小图片的大小以达到减少网络数据传输流量, 降低网络资源使用的费用, 加快传输速度, 提高网络的运行效率的目的。

文中通过对 Android 系统中图像处理的 Bitmap 类以及静止图像压缩标准 JPEG 算法进行研究, 实现对图片快速高效的压缩处理。

1 相关技术

1.1 Android 中的 Bitmap 类

在 Android API 中提供了对图片进行操作的 Bitmap 类。Bitmap 类位于 android.graphics 包中。由于 Bitmap 类中的构造函数已被私有化,不能依靠构造函数直接创建该类的实例对象。如果要创建该类对象,则需要通过其他辅助类提供实例化 Bitmap 的接口创建对象,BitmapFactory 类通过 JNI 接口来实例化 Bitmap,并可以通过文件、流、字节数组多种途径创建 Bitmap 对象。

Bitmap 类提供了对位图操作的多种方法,其中 compress (Bitmap. CompressFormat format, int quality, OutputStream stream) 方法实现了对位图的压缩处理,将压缩后的位图写入到指定流中。若该方法返回 true,则可以通过相应的 BitmapFactory. decodeStream() 对指定流进行位图重建。

1.2 JPEG 静止图像压缩标准

JPEG 是负责创建 JPEG 标准和其他静止图像编码标准的联合图像专家组。该专家组开发的 JPEG 算法成为国际上通用的静止图像压缩标准^[1-2]。JPEG 不仅能处理灰度图像,而且适用于彩色图像压缩,是一个通用的静态图像数据压缩标准^[3]。JPEG 可以按需求调节压缩比,能在图像存储大小和图像质量之间得到折衷^[4]。选择的压缩比越大,得到的图像品质越差;相反,选择的压缩比越小,图像品质越好。

JPEG 标准定义了多种工作模式,其中最基本的是基于 8×8 数据块的 DCT 顺序编码,将一帧图像分为 8×8 数据块,然后按照从左至右、自上而下的顺序,对块进行 DCT、量化和熵编码。其编码框图如图 1 所示。

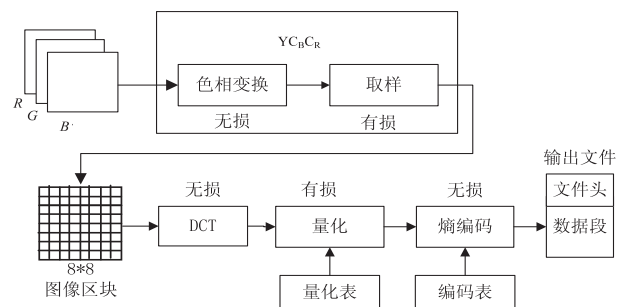


图 1 JPEG 图像压缩编码过程

JPEG 压缩编码算法的主要计算步骤如下:

(1) 颜色模式转换。

在 JPEG 编码前需要通过转换公式对图像中的颜色数据进行由 RGB 到 $Y' C_B C_R$ 的转换, Y' 表示亮度, C_B 、 C_R 分别表示蓝色度和红色度。转换公式为^[5]:

$$Y = 0.299\ 0R + 0.587\ 0G + 0.114\ 0B$$

$$C_B = -0.168\ 7R - 0.331\ 3G + 0.500\ 0B + 128$$

$$C_R = 0.500\ 0R - 0.418\ 7G + 0.081\ 3B + 128$$

色相转换后,可以单独对得到的亮度值 Y' ,蓝色度值 C_B 和红色度值 C_R 进行压缩编码。

(2) DCT 变换(离散余弦变换)。

DCT 变换在图像压缩中有很多应用^[6],它是 JPEG, MPEG 等数据压缩标准的重要数学基础。DCT 变换能将图片空间域矩阵(P 矩阵)转换到频率域矩阵(T 矩阵),并且该变换过程是可逆的。

下面是 8×8 像素点二维 DCT 变换公式^[7]:

$$F(u, v) = \frac{1}{4} c(u) c(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos \left[\frac{(2x+1)/\mu\pi}{16} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)/\mu\pi}{16} \right]$$

其中, $f(x, y)$ 是图像数据矩阵中该点的资料值; $F(u, v)$ 是经过 DCT 变换后该坐标点的资料值; u 为频率系数。

当 $u=0, v=0$ 时, $C(u), C(v) = 1/\sqrt{2}$;

当 $u>0, v>0$ 时, $C(u), C(v) = 1$ 。

DCT 变换的主要任务是将空间域数据转换至频率域数据。

(3) 量化。

DCT 变换^[8-10]的作用是使空间域的能量重新分布,降低图像的相关性。DCT 变换本身并不能达到数据压缩的作用,变换的数据需要经过适当的量化才能实现图像压缩。量化是通过滤除人眼视觉效果影响微小的信息来保证人们对图像质量的评价。

由于人眼对高频分量不敏感,所以可以滤除高频分量,保留低频分量。量化过程实质上是滤除高频分量,保留低频分量的过程。量化后的每 8×8 数据块中,左上角第一个元素数据值称为 DC 直流分量,其余 63 个数据称为 AC 交流分量。

量化时需要运用 JPEG 推荐的亮度和色差量化表对 64 个 DCT 系数通过量化公式进行量化取整。

量化的计算公式如下:

$$\text{量化值}(i, j) = [T(i, j) / \text{量化矩阵}(i, j)]$$

(4) JPEG 编码。

● 直流系数(DC)的编码。

因为图像中相邻块之间有很强的相关性, JPEG 标准利用差值公式对 DC 系数采用 DPCM 编码(差分编码)来提高压缩比^[11-12]。差值公式表示为:

$$\text{DIFF} = \text{DC}_j - \text{DC}_{j-1}$$

● 交流系数(AC)编码。

DCT 系数矩阵中的 AC 系数大部分是接近零的浮点数。经过取整以后,每一个 8×8 块中,有大量的 AC 系数的值为 0。为了提高 AC 编码效率及压缩比,需要将值为 0 的 AC 系数串存放在一起,此时需要将系数矩阵中的 64 个元素按“Z”字形排序。图 2 为“Z”字形

排序示意图以及量化 DCT 系数序号矩阵

(5) 熵编码。

● 熵编码的中间格式表示。

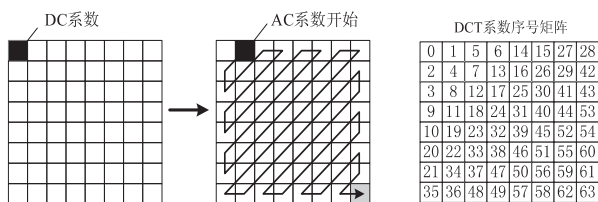


图 2 “Z”形编码示意图和 DCT 系数序号矩阵

对于 AC 系数,有两个符号,用两个字节表示。符号 1 为行程和尺寸 (RunLength, Size)。在处理 AC 系数编码时,用(0,0)标记块结束(EOB),用(15,0)表示零游程长度(ZRL),当行程长度大于 15 时,增加 ZRL 的个数解决此种情况,但至多能有三个 ZRL。符号 2 为幅度值(Amplitude)。

对于 DC 系数,也有两个符号。符号 1 为尺寸(Size);符号 2 为幅度值(Amplitude)。

● 熵编码过程。

对于 AC 系数,符号 1 和符号 2 分别进行编码。当连 0 长度大于 15 时,用符号(15,0)进行标记,用符号(0,0)标记块结束。采用 Huffman 编码对符号 1 进行编码。对符号 2 进行变长整数 VLI 编码。符号 2 的码字紧接于符号 1 的码字之后。对于 DC 系数,按照 DC 编码表对符号对进行编码。

2 具体工作

2.1 压缩的总处理流程

首先通过 Android 中的 BitmapFactory 将资源图片保存至流对象中。然后调用 Android 的应用程序接口对获取的资源图片进行预处理。预处理的具体工作是通过 Android 中 Bitmap 对象的 compress 方法将资源图片进行初步压缩,将图片进行宽高等比例缩小,减小图片尺寸大小。图片预处理之后,再运用 JPEG 算法对预处理后的图片进行 DCT 变换、量化、熵编码等压缩处理。最后将压缩处理后的图片文件保存至 Android 手机的 SD 存储卡中。

2.2 JPEG 压缩处理流程

图 3 为 JPEG 压缩处理流程图。首先将预处理后的图片进行 RGB 至 $Y'C_B C_R$ 转换, 8×8 二维 FDCT(正向离散余弦变换),生成频率系数表;然后根据 JPEG 推荐的亮度、色度量表对变换后的频率系数表进行量化处理,滤除高频分量,保留低频分量;量化后运用差分编码对量化后的 DC 系数进行编码,运用游程编码对量化后的 AC 系数进行编码;分别对 DC 系数与 AC 系数编码后采用哈夫曼编码进行熵编码;最后生成 JPEG 压缩文件,将压缩后图片保存至指定位置。

(1) RGB 至 $Y'C_B C_R$ 转换模块。

在 RGB 至 $Y'C_B C_R$ 转换模块中,对图像中的颜色数据进行由 RGB 到 $Y'C_B C_R$ 的转换。通过对输入的彩色图像各像素点进行相应的移位处理获得各像素点的 RGB 值,并通过 RGB 至 $Y'C_B C_R$ 转换公式进行定值转换获取各像素点的 Y' 、 C_B 、 C_R 分量值。图 4 为色相变换过程。

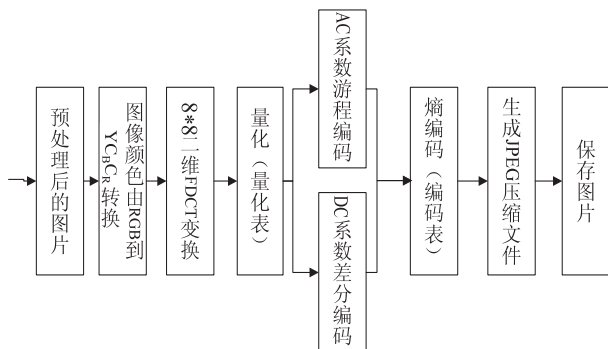


图 3 JPEG 压缩处理流程图

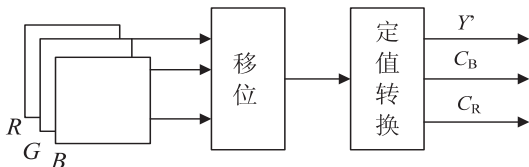


图 4 色相变换过程

(2) DCT 转换。

如果按照二维 DCT 变换公式进行图像变换计算,完成整个 8×8 像素的 DCT 需要 $8 \times 8 \times 8 \times 8 = 4\,096$ 次乘法和 $8 \times 8 \times 8 \times 8 = 4\,096$ 次加法^[13]。这样大量的运算会对现有的 Android 系统造成极大的 CPU 资源消耗,甚至造成内存溢出。所以将 DCT 的二维计算方式简化为两个一维的公式:

$$y(u, v) = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^7 c(u) z(v, i) \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16}$$

$$z(v, i) = \frac{1}{2} \sum_{j=0}^7 c(v) x(i, j) \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16}$$

将二维运算简化为一维运算后,计算量减小为 $2 \times 8 \times 8 \times 8 = 1\,024$ 次乘法和 $2 \times 8 \times 8 \times 8 = 1\,024$ 次加法,运算量变为二维计算的 1/4,但运算量还是太大,还需要进一步优化。因此,根据一维 DCT 的规律,运用 AAN 算法对 8×8 像素块数据进行一维行变换和一维列变换,将运算次数降到 $29 \times 8 \times 2 = 464$ 次加法和 $5 \times 8 \times 2 = 80$ 次乘法,大大提高了运算速率。

(3) 量化过程。

量化过程首先根据 JPEG 推荐的亮度和色度量表^[14]初始化 8×8 量化矩阵,并根据质量等级设置量化矩阵值。初始化量化表后对输入的 8×8 像素块数据进行量化,最后输出像素量化矩阵。

(4) 熵编码处理过程。

由于交流 AC 系数与直流 DC 系数分别采用不同的编码方式^[15],因此需要单独处理交流 AC 系数与直流 DC 系数。分别运用游程统计编码和差分计算编码对交流 AC 系数、直流 DC 系数进行编码。DC 系数编码需将当前 DC 系数减去前面最后一个 DC 系数,得到 DC 系数差值 ΔDC ,根据该差值查找编码表找到相应 CODE 值,将该 CODE 值与 ΔDC 连接起来合成数据写入文件中即可。相对于 DC 系数编码,AC 系数编码较为复杂,需要统计连续 0 的个数并查找编码表相应的 CODE 值。图 5 为 AC 系数编码流程图。

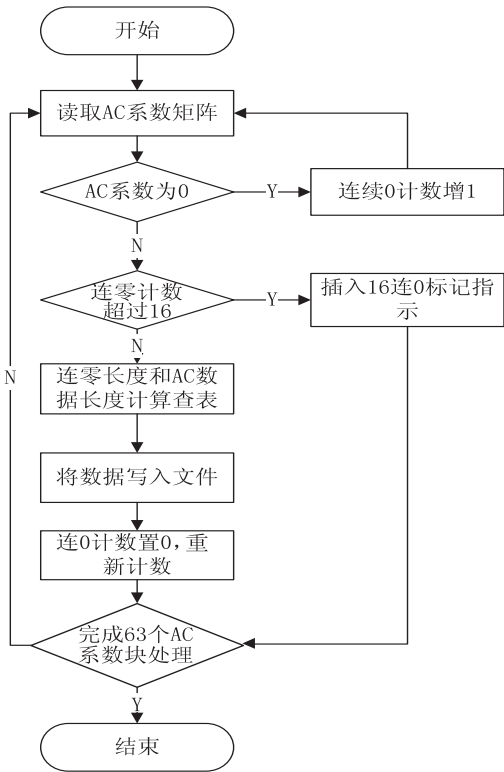


图 5 AC 系数编码流程图

3 实验结果

以下为部分实验测试结果,测试原图大小为 2 846.72 kB,按不同质量等级进行压缩后得到的图片,质量等级越高,压缩得到的图片显示效果越好,所占存储空间越大;反之图片显示效果越差,所占存储空间越小。

图 6 为实验效果图,表 1 为实验记录数据。

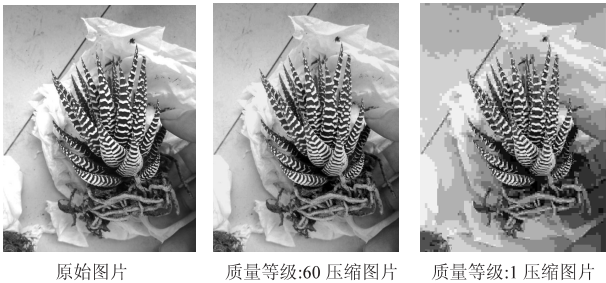


图 6 实验效果图

其中:

- Quality: 图片压缩质量等级;
- Astart: 预处理图片开始时间点;
- Aend: 预处理图片结束时间点;
- Cstart: JPEG 压缩处理开始时间点;
- Cend: JPEG 压缩处理结束时间点;
- Acost: Android 预处理图片总耗时;
- Ccost: JPEG 压缩处理总耗时;
- Tcost: 图片压缩总耗时;
- Ssize: 源图片大小;
- Dsize: 处理后图片大小;
- Cratio: 压缩倍数;
- Effect: 压缩视觉效果。

表 1 实验记录数据

Quality	Astart	Aend	Cstart	Cend	Acost/s	Ccost/s	Tcost/s	Ssize/kB	Dsize/kB	Cratio	Effect
1	46.71	48.65	48.65	50.23	1.94	1.585	3.525	2 846.72	15.71	181.2	差
25	51.51	53.48	53.48	55.07	1.97	1.595	3.565	2 846.72	36.62	77.74	一般
40	35.56	37.54	37.54	39.23	1.975	1.695	3.67	2 846.72	49.16	57.91	良
60	9.152	11.11	11.11	12.68	1.955	1.57	3.525	2 846.72	65.77	43.28	好
80	19.11	21.06	21.06	22.82	1.95	1.315	3.265	2 846.72	103	27.64	好
100	49.31	51.24	51.24	52.93	1.935	1.69	3.625	2 846.72	526	5.41	优

4 结束语

文中基于 Android 平台采用处理图片的 Bitmap 类对图片进行压缩预处理,并对预处理图片进行颜色转换、FDCT 变换、量化、编码等操作,实现了 JPEG 图像

的压缩编码过程,能够对图片进行快速高效的压缩处理。由实验结果可知,提出的方法较大程度降低了图片的资源容量和数据占用空间,达到了 Android 移动应用开发中减少网络传输流量、加快数据传输速度、提高网络运行效率的目的。

题,进行了初步研究并提出一种混合算法。该算法适合应用于简单的室内环境(如对医院病房中的病人进行定位)以及定位精度要求不高的情况。未来的研究方向将是提出适用于复杂室内环境的定位算法或者是提出针对某种特定场合的定位方案,改进信号传播模型使之符合特定环境下的信号传播规律,进一步提高二维空间定位精度及其空间均衡性。

参考文献:

[1] 王小辉,汪云甲,张 伟. 基于 RFID 的室内定位技术评述[J]. 传感器与微系统,2009,28(2):1-3.

[2] 张 凡,陈典铨,杨 杰. 室内定位技术及系统比较研究[J]. 广东通信技术,2012,32(11):73-79.

[3] 刘 君,吴建国,褚曦丹,等. Cricket 室内定位系统的研究与改进[J]. 计算机技术与发展,2011,21(5):206-209.

[4] Ni L M,Liu Yunhao,Lau Y C,et al. LANDMARC:indoor location sensing using active RFID [J]. Wireless Networks, 2004,10(6):701-710.

[5] Zhao Yiyang,Liu Yunhao,Ni L M. VIRE:active RFID-based localization using virtual reference elimination [C]//Proc of 2007 international conference on parallel processing. [s. l.]:[s. n.],2007.

[6] 佐 磊,何怡刚,李 兵,等. 无源超高频射频识别系统路

(上接第 109 页)

参考文献:

[1] 夏昌浩,熊 伟,刘 勇. 基于 MATLAB 的 DCT 变换及其在图像压缩中的应用[J]. 科技信息,2010(12):249-249.

[2] Acharya T,Ray A K. Image processing:principles and applications[M]. [s. l.]:John Wiley & Sons Inc. ,2005.

[3] Acharya T, Tsai Ping-Sing. JPEG2000 standard for image compression: concepts, algorithms and VLSI architectures [M]. [s. l.]:Wiley-Interscience,2004.

[4] Le Dinh P, Patry J. Video compression artifacts and MPEG noise reduction[M]//Video imaging design line. [s. l.]:[s. n.],2006.

[5] 钱鹏鹤. 基于 JPEG 压缩技术在移动终端上手写信息的设计和实现[D]. 上海:上海交通大学,2007.

[6] 武 瑛. DCT 变换在图像压缩中的应用[J]. 计算机与现代化,2013(4):103-106.

[7] 张元伟,刘彦隆. 基于 JPEG 标准的静态图像压缩算法研究[J]. 电子设计工程,2010,18(2):78-80.

径损耗研究[J]. 物理学报,2013(14):142-149.

[7] Choi J S,Lee H,Elmasri R. Localization systems using passive UHF RFID[C]//Proc of 2009 fifth international joint conference on INC,IMS and IDC. [s. l.]:[s. n.],2009:1727-1732.

[8] Bekkali A,Sanson H,Matsumoto M. RFID indoor positioning based on probabilistic RFID map and Kalman filtering[C]//Proc of third international conference on wireless and mobile computing,networking and communications. [s. l.]:[s. n.],2007.

[9] 彭玉旭,杨艳红. 一种基于 RSSI 的贝叶斯室内定位算法[J]. 计算机工程,2012,38(10):237-240.

[10] 刘 涛,孙 伟,周 昌,等. 基于 RFID 的室内定位技术研究[J]. 射频世界,2008(3):34-36.

[11] 王 勇,胡旭东. 一种基于 RFID 的室内定位算法[J]. 浙江理工大学学报,2009,26(2):228-231.

[12] 陈聪传,程良伦. 区域细化的 RFID 室内定位算法[J]. 计算机应用与软件,2011,28(1):50-52.

[13] 梁韵基,周兴社,於志文,等. 普适环境室内定位系统研究[J]. 计算机科学,2010,37(3):112-116.

[14] Xie Yinggang,Kuang Jiaoli,Wang Zhiliang,et al. Indoor location technology and its applications base on improved LAND-MARC algorithm[C]//Proc of 2011 Chinese control and decision conference. [s. l.]:[s. n.],2009:2453-2458.

[8] 马媛媛,杨 峰,信 科,等. 基于 DCT 的 JPEG 图像压缩的研究[J]. 计算机技术与发展,2011,21(8):133-136.

[9] 张敏海,吴新开,张婷婷. 基于 JPEG 压缩编码算法的数字图像处理系统[J]. 计算机系统应用,2012,21(10):135-138.

[10] 李世军. JPEG 图像压缩编码算法的 DSP 优化实现[J]. 微计算机信息,2012,28(9):193-195.


[11] 李 静. 认证水印印技术及在电子签章系统的应用研究[D]. 郑州:中国人民解放军信息工程大学,2006.

[12] Stürmer M,Seelmann G. Improved redundancy reduction for JPEG files[C]//Proc of picture coding symposium. Lisbon, Portugal:[s. n.],2007.

[13] 余 磊,李 磊,崔建明,等. 基于 FPGA 的 JPEG 压缩编码设计与实现[J]. 微型机与应用,2012,31(21):23-25.

[14] 龚声蓉,刘存平. 数字图像处理与分析[M]. 北京:清华大学出版社,2008.

[15] 杨 晶. 基于 FPGA 的图像压缩 JPEG 基本模式研究与实现[D]. 上海:东华大学,2008.

作者：[邹绍武](#)，[苏贵斌](#)，[ZOU Shao-wu](#)，[SU Gui-bin](#)
作者单位：[邹绍武, ZOU Shao-wu\(内蒙古师范大学 计算机与信息工程学院, 内蒙古 呼和浩特, 010022\)](#)
[， 苏贵斌, SU Gui-bin\(内蒙古师范大学 网络技术学院, 内蒙古 呼和浩特, 010022\)](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2015(6)

引用本文格式：[邹绍武, 苏贵斌, ZOU Shao-wu, SU Gui-bin](#) [Android应用开发中图片压缩技术的研究应用](#)[期刊论文]

-[计算机技术与发展](#) 2015(6)