

一种面向移动设备的实时足球视频智能播放方案

颜红波 刘 志 张兆杨

(上海大学通信与信息工程学院, 上海 200072)

摘 要 为了方便前端移动视频的自动制作, 该文提出了一种面向移动设备的实时足球视频智能播放方案。该方案能够解决使用传统方法因分辨率降低所导致的精彩细节丢失等问题, 从而使移动设备用户即使在低分辨率情况下也能够舒适地实时欣赏足球比赛。与传统的处理足球视频所采用的方法不同的是, 该方案采用一种完全基于区域的方法来分析和研究实时足球比赛视频, 从而很大程度上降低了运算复杂度, 并且在降低对硬件设备要求的同时, 还能够达到实时处理的要求。该方案分为镜头分类和感兴趣区域的动态提取和显示两部分。实验结果表明, 该方案能够高效而可靠地在移动设备上实时地播放足球比赛。

关键词 移动设备 足球视频 智能播放 感兴趣区域

中图法分类号: TN948.6 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2008)10-1991-04

A Smart Displaying Scheme for Real-time Football Video on Portable Devices

YAN Hong-bo, LIU Zhi, ZHANG Zhao-yang

(School of Communication and Information Engineering, Shanghai University, Shanghai 200072)

Abstract In order to facilitate video production of the front end, a smart displaying scheme for real-time soccer video on portable devices was proposed. Using the proposed scheme, which can solve the problem of wonderful specifics loss under the reduced resolution users can appreciate real-time soccer games comfortably under low resolution circumstance of portable devices. Different from typical football processing techniques, the proposed scheme exploits a wholly region-based approach to analyze real-time soccer video, and can reduce the computational complexity substantially and satisfy the real-time processing requirements while loosen the dependency on hardware equipments. The proposed scheme is composed of two stages: shot classification and dynamic extraction and playing of region of interest (ROI). The experimental results manifest that the scheme is indeed efficient, practical as well as reliable, and can play real-time soccer video smartly on portable devices.

Keywords mobile devices, soccer video, smart display, region of interest

1 引 言

随着多媒体技术的迅速发展, 使得足球比赛视频在移动电视播放设备(以下简称移动设备)中进行播放成为现实^[1,2], 但由于移动设备本身条件的限制, 如屏幕尺寸十分有限, 会给用户在观看实时转播时, 带来很大的不便。这一点主要表现在视觉效果差、分辨率降低和精彩细节部分的丢失^[2]上。解

决此问题的典型方法是采用将原始视频图像直接按比例进行缩放, 以适应移动设备屏幕尺寸有限所带来的观看不便(图1(a)), 该方案虽然解决了原始视频图像和移动设备屏幕的尺寸匹配问题, 但由于分辨率降低会导致视觉细节信息的丢失, 而且由于体育节目是按照高清晰电视播放标准而拍摄的, 其细节信息极其丰富, 因此按比例缩放的方法显然不适合这种类型的视频; 另一种方法是: 先提取视频中的感兴趣区域, 然后只播放这个感兴趣区域的内容。

基金项目:国家自然科学基金项目(60602012); 上海市教育发展基金会晨光计划项目(2007CG53)

收稿日期:2008-06-01; **改回日期:**2008-07-10

第一作者简介:颜红波(1983~), 男, 上海大学信号与信息处理专业硕士研究生。主要研究方向为数字视频信号处理等。

E-mail: hongboyan11@yahoo.com

这种方法的关键在于找出足球视频中的感兴趣区域。Laurent Itti 等人提出的视觉显著性模型^[3]虽能够通过模拟人的视觉系统来找出图像中的最显著区域,但其并没有涉及到在视频中的研究。Cheng 等人在 Laurent Itti 提出的显著性模型的基础上进行了改进,提出了一种用于确定视频中感兴趣区域(region-of-interest, ROI)的方案^[4],但其仍局限于要求视频中要明显存在显著性区域,这显然不符合足球视频的特点。Kim 等人提出了一种用一个长宽固定的矩形来表示足球比赛视频中的感兴趣区域,而在移动设备中只放大播放这个矩形区域内容的方法^[5],虽取得了不错的结果,但这种方法也没有充分利用足球比赛本身的特点,不能够根据比赛场景的精彩程度而自适应地调整感兴趣区域的大小,仍然会给用户观看比赛带来不便。针对这些问题,迫切需要一种能够提高视觉效果智能播放方案。

2 本文所提出的方案

为了让移动用户能够舒适地浏览足球比赛,本文提出了一种解决方案:即对足球比赛视频的镜头进行分类,对于长景(图 1(b)),先提取其感兴趣区域,然后在移动设备中自适应地放大播放这个感兴趣区域中的内容;对于中景和特写(图 1(c)、图 1(d)),则不做处理,而直接在移动设备中播放。本方案主要分为镜头分类和感兴趣区域的自适应提取



图 2 镜头分类

Fig. 2 Shot classification

2.2 ROI 动态确定与显示

文献^[5]用一个长宽固定的矩形来标记所确定的感兴趣区域,并认为矩形区域就是比赛中最精彩的部分,但是随着比赛进行中精彩场景不断,由于固定大小的矩形区域不足以反映出视频中的整个精彩部分,为此本文提出了一种可以根据比赛的精彩程度而改变矩形框大小的方案,以便使用户能够更加

和放大显示两部分。本方案规定感兴趣区域为以球为中心的周边区域。

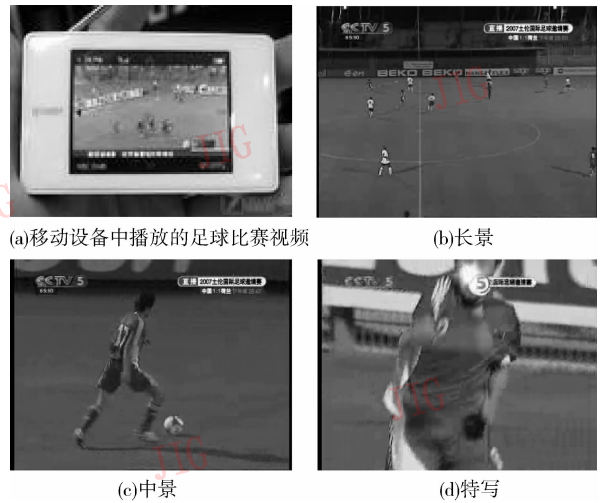


图 1 移动设备中的足球比赛视频和 3 种镜头类型

Fig. 1 Soccer video on mobile device and three shot types

2.1 镜头分类

足球比赛视频中,足球场提供了最主要的信息,因此要显示,其典型的方法是采用高斯混合模型来对场地建模,这种方法取得的结果虽然也较理想,但是实时处理时效率并不高。考虑到实时性的要求及足球比赛视频本身的特点,本方案首先采用 Kim 等人提出的方法^[5]来实现场地的建模,然后利用 Bayesian 分类器来实现镜头的分类,最终将镜头归类到 3 种典型的类型,分类结果如图 2 所示。

方便和舒适地观看比赛。

(1) 球的检测

比赛中会出现很多类似球的区域,如球员的头、球鞋等,这会给球的检测带来困难。考虑比赛中球自身的特征,如颜色、形状、纹理等,本文提出了一种既高效又实用的方案,即首先对当前帧进行 8 连通区域检测,检测所有可能是球的区域,然后通过比

较相邻两帧各个可能是球区域的相对偏移来挑选出球所在的实际区域。

$$\begin{cases} R = R_{\text{ball}} & \text{如果} \begin{cases} 3 < M < 20 \& \\ 1.5 < \frac{w \times h}{M} \& \\ 0.6 \leq r \leq 1.7 \end{cases} \\ R = R_{\text{others}} & \text{其他} \end{cases} \quad (1)$$

式中, R 表示一个连通区域, 可以是球、球员或其他东西。 M 对应当前帧内某一连通区域的大小, w 和 h 分别表示其宽和高, r 对应宽高比。 R_{ball} 表示可能是球的连通区域, R_{others} 表示其他的连通区域。 通过式 (1) 的运算, 即可将当前帧内所有可能是球的连通区域的位置保存到队列 L_1 中, 然后按同样的方法把下一帧内所有可能是球的连通区域的位置保存到另一队列 L_2 中。 最后对球的实际位置检测如下:

```

while(true)
{
 $\Delta = |L_1(i) - L_2(i)|$ 
If ( $\Delta > T_{\text{dis}}$ )
 $\hat{P}_{\text{ball}} = L_1[i]; \text{break}$ 
else  $i = i + 1;$ 
}

```

Δ 表示相邻两帧内可能是球的区域位置的相对偏移, T_{dis} 为连通区域的偏移阈值, \hat{P}_{ball} 表示实际检测出的球的中心点位置。 式(2)表明, 若相对偏移满足某一范围, 就判断该可能是球的连通区域为实际的球, 若不满足就继续比较下一组的相对偏移, 检测结果如图 3 所示: 图 3(a) ~ 图 3(c) 分别为同一足球比赛视频中相邻的 3 帧, 图 3(a)、图 3(b) 中小矩形标记出了可能是球的区域, 图 3(c) 中的唯一小矩形标记为通过比较图 3(a)、图 3(b) 后检测出的实际的球的位置。

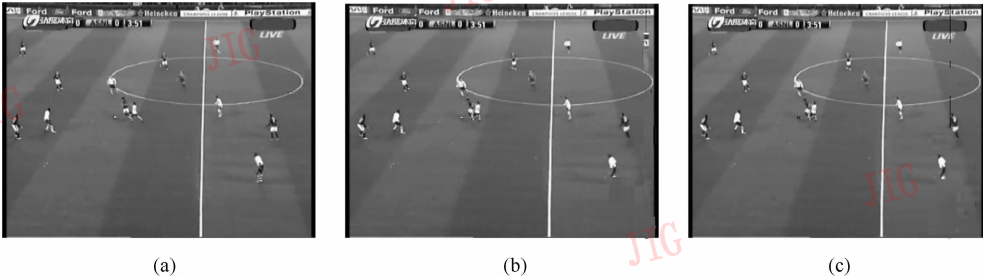


图 3 球的检测
Fig. 3 Ball detection

(2) ROI 的动态确定与显示

ROI 的显示必须能够符合人的视觉特征, 这样才会给用户带来舒适的观看效果。 本方案 ROI 的动态提取和显示方案分为以下 3 部分:

①初始化

定义 $S_{\text{init}}, S_{\text{min}}, S_{\text{max}}, S_{\text{cur}}$ 分别表示窗口的初始大小、变化中窗口的最大值、最小值以及当前窗口大小, $P_i^{\text{window-center}}$ 和 $P_i^{\text{ball-center}}$ 表示当前帧内窗口和球的中心点位置 ($P = (x, y)$)。 开始时, 设窗口的大小为最小, 其中心点的位置和球的中心点位置重合。 窗口最小值为当前帧大小的 0.5 倍, 最大值为当前帧大小的 0.7 倍。

②位置更新

位置更新即每隔 N 帧先检测一次窗口和球的中心点位置值, 然后比较它们的相对位置, 在接下来的连续 M 帧内让窗口的中心点位置向球的中心点位置变化, 直到它们的中心点位置重合为止。 经过大量测试, 本文取 N 和 M 的值分别为 8 和 4 最合适。 位

置更新结果如图 4 所示。

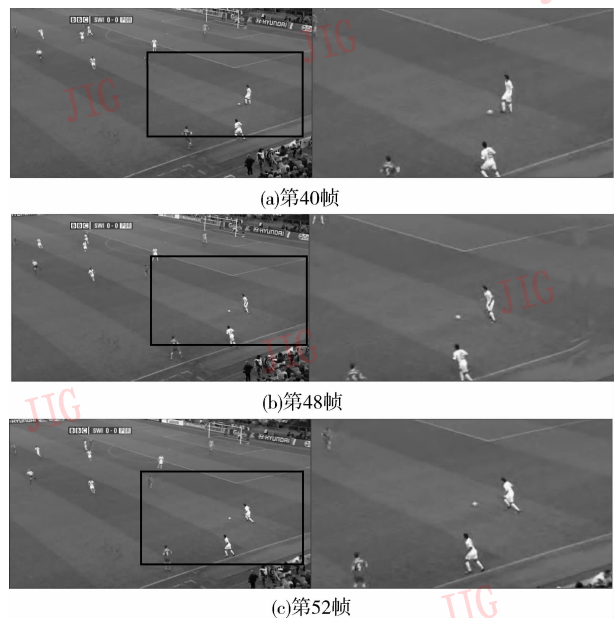


图 4 ROI 位置更新
Fig. 4 Renewal of ROI position

从第 40 帧到第 48 帧,球的位置发生改变,在第 48 帧时检测出球的位置,ROI 的位置在接下来 4 帧也相应做出调整,使球始终都在 ROI 范围内。

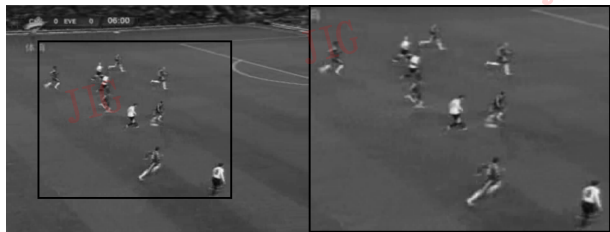
③尺度更新

尺度更新即根据 ROI 窗口中球员的个数来自适应调整当前窗口的大小。若球员个数增多,则需要扩大窗口的大小;若减少,则需要缩小窗口;否则保持大小不变。具体过程如式(2)所示。设 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 分别对应当前帧内 ROI 矩形窗口的左上角和右下角坐标。

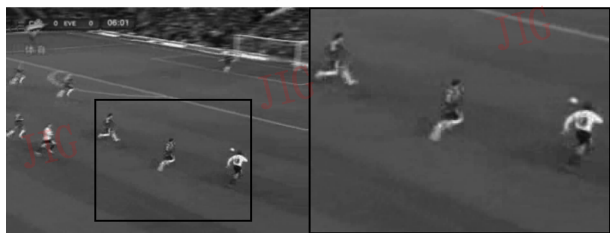
$$\begin{cases} S_{cur} = |x_1 - x_2| \times |y_1 - y_2| \\ l = \frac{N(t)}{N(t-1)} \end{cases} \quad (2)$$

$N(t)$ 表示当前帧的 ROI 中球员的个数,假设当前 ROI 需要变大,那么就执行 $\begin{cases} x_1 = x_1 - \beta, y_1 = y_1 - \beta \\ x_2 = x_2 + \beta, y_2 = y_2 + \beta \end{cases}$,

反之,执行 $\begin{cases} x_1 = x_1 + \beta, y_1 = y_1 + \beta \\ x_2 = x_2 - \beta, y_2 = y_2 - \beta \end{cases}$,其中 β 为进行 ROI 大小调整的加速值,其可以根据视频信号的码率大小来调整。尺度更新结果如图 5 所示:第 50 帧的矩形窗内有 9 个球员,第 62 帧的矩形窗内只有 3 个球员,因此窗口自适应变小。



(a)第50帧



(b)第62帧

图 5 ROI 大小的自适应调整

Fig. 5 Size adaptation of ROI

3 结果与分析

如图 3 ~ 图 5 为用本方案对几段足球比赛视频进行测试的结果。根据分析可以看出,本方案对足

球视频的分析确实十分有效。

由于观众一般只对球周围的事件感兴趣,所以本文确定的 ROI 必须尽量包含球。由表 1 可见,本方案确定的 ROI 是准确的和合理的。从实时性方面看,从解码到最后放大显示比赛中的 ROI,对大小为 480×360 的图像,其处理速度能达到 25fps,所以能够满足实时处理的要求。

表 1 ROI 准确性、合理性评估

Tab. 1 Evaluation of ROI's accuracy and rationality

比赛	长景数	包含球的 ROI 数	比率 (%)
葡萄牙 Vs 瑞士	982	945	96.23
切尔西 Vs 利兹	683	639	93.55
中国 Vs 荷兰	762	721	94.61

4 结 论

本文开发了一种面向移动设备的实时足球视频智能播放方案,这种采用完全基于区域的方法可以降低算法复杂度和提高运算速度。本方案包括镜头分类和感兴趣区域的动态确定和显示两部分,其即使在低分辨率的环境下也能够使移动用户舒适地实时浏览足球比赛。本方案极具扩展性,只需稍加改动或者加入更多的信息就可以用来分析其他类型的体育视频,具有很大的商业价值。

参考文献 (References)

- 1 Fan X, Xie X, Zhou H Q, et al. Looking into video frames on small displays [A]. In: Proceedings of 11th ACM International Conference on Multimedia [C], New York, NY, USA, 2003: 247 ~ 250.
- 2 Knoche H, McCarthy J D, Sasse M A. Can small be beautiful: Assessing image resolution requirements for mobile TV [A]. In: Proceedings of 13th ACM International Conference on Multimedia [C], New York, NY, USA, 2005: 829 ~ 838.
- 3 Itti L, Koch C, Niebur E. A model of saliency-based visual attention model for rapid scene analysis [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1998, 20(11): 1254 ~ 1259.
- 4 Cheng W H, Chu W T, Wu J L. A visual attention based region-of-interest determination framework for video sequences [J]. IEICE Transactions on Information and Systems, 2005, E-88D: 1578 ~ 1586.
- 5 Seo Keewon, Ko Jaeseung, Ahn Ilkoo, et al. An intelligent display scheme of soccer video on mobile devices [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2007, 17(10): 1124 ~ 1129.