

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04N 7/26 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780038739.X

[43] 公开日 2009年9月23日

[11] 公开号 CN 101543075A

[22] 申请日 2007.10.5
 [21] 申请号 200780038739.X
 [30] 优先权
 [32] 2006.10.17 [33] EP [31] 06021734.6
 [86] 国际申请 PCT/EP2007/060594 2007.10.5
 [87] 国际公布 WO2008/046748 英 2008.4.24
 [85] 进入国家阶段日期 2009.4.17
 [71] 申请人 三菱电机株式会社
 地址 日本东京
 [72] 发明人 斯塔夫罗斯·帕斯卡勒基斯
 丹尼尔·西蒙斯

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司
 代理人 李 辉

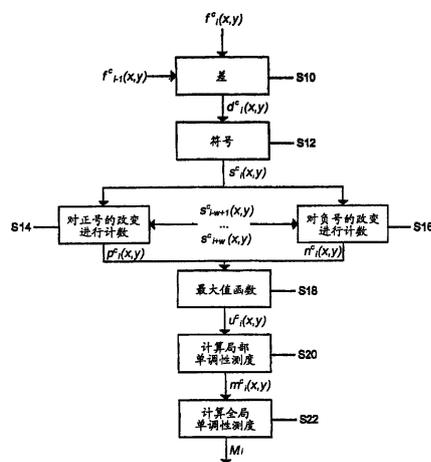
权利要求书 5 页 说明书 13 页 附图 5 页

[54] 发明名称

视频序列中渐变的检测

[57] 摘要

公开了一种用于检测视频序列的帧之间的诸如淡化和溶解转场之类的渐变的技术。对于各帧，对包括目标帧在内的帧的窗口内的对应位置处的像素的强度值进行比较，并将符号分配给计算出的差。针对各像素位置而确定各类型符号的数量，并将匹配符号数量中的较大者指定为该帧与周围帧之间的像素位置处的强度变化方向的单调性的测度。然后，使用各像素位置的单调性值将该帧作为整体来计算全局单调性测度。对各帧重复该操作，以生成帧强度改变单调性测度的时间序列。对表示视频帧之间的渐变的该时间序列中的斜率进行检测。另选地，将该时间序列中的值与阈值进行比较，以识别出表示视频帧之间的渐变的值。



1. 一种对视频帧序列进行处理以检测帧之间的渐变的方法，该方法包括以下步骤：

对于所述序列中多个帧中的每一个帧，计算所述序列中该帧与其他帧之间的强度变化方向的单调性的测度，由此生成强度改变单调性测度值的时间序列，该时间序列包括所述多个帧中每一个帧的对应强度改变单调性测度值；以及

对所述强度改变单调性测度值进行处理，以检测表示视频帧之间的渐变的所述时间序列内的单调性测度值。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中，对所述多个帧中的每一个帧进行处理，从而通过对包含该帧在内的帧的时间窗中的那些帧之间的像素的强度值进行比较，来计算所述序列中该帧与其他帧之间的强度变化方向的单调性的测度。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的方法，其中，对所述多个帧中的每一个帧进行处理，从而通过对多个对应颜色通道中的帧内的像素的强度值进行比较，来计算所述序列中该帧与其他帧之间的强度变化方向的单调性的测度。

4. 根据前述权利要求中任意一项所述的方法，其中，对所述多个帧中的每一个帧进行处理，以通过以下步骤计算所述序列中该帧与其他帧之间的强度变化方向的单调性的测度：

对这些帧内的像素的强度值进行比较以计算它们之间的差；

确定计算出的差的符号；以及

对所确定的符号进行处理，以生成强度变化方向的单调性的测度。

5. 根据权利要求4所述的方法，其中，通过将所述差与上阈值和下阈值进行比较并根据所述差是低于所述下阈值、高于所述上阈值还是介于所述下阈值与所述上阈值之间而分配所述符号，来确定各计算出的差的所述符号。

6. 根据权利要求4或权利要求5所述的方法，其中，根据各符号的

计算出的差的数量而生成各帧的强度变化方向的单调性的测度。

7. 根据权利要求6所述的方法，其中，根据各像素位置处的匹配符号数量中的较大者而生成各帧的强度变化方向的单调性的测度。

8. 根据权利要求7所述的方法，其中：

对包含该帧在内的帧的时间窗中的那些帧内的对应像素位置处的像素的强度值进行比较，以计算它们之间的差；以及

根据各像素位置处的匹配符号数量中的较大者是否大于阈值而生成强度变化方向的单调性的测度，所述阈值的值依赖于所述时间窗中的帧数。

9. 根据权利要求4到8中任意一项所述的方法，其中，进一步根据所述差的量而生成各帧的强度变化方向的单调性的测度。

10. 根据前述权利要求中任意一项所述的方法，其中，对所述强度改变单调性测度值进行处理，以通过检测所述时间序列内的所述强度改变单调性测度值的斜率，来检测表示视频帧之间的渐变的所述时间序列内的单调性测度值。

11. 根据权利要求10所述的方法，其中，对所述强度改变单调性测度值进行处理，以通过以下步骤来检测所述时间序列内的所述强度改变单调性测度值的斜率：

确定所述时间序列中的相邻单调性测度值之间的差，以生成单调性差；

识别出包括单个单调性差或多个连续单调性差的一组单调性差，其中，该组中的各单调性差的值高于第一单调性差阈值；以及

确定该组中的所述单调性差的值之和是否高于第二单调性差阈值。

12. 根据权利要求10或权利要求11所述的方法，其中，对所述强度改变单调性测度值进行处理，以通过以下步骤来检测所述时间序列内的所述强度改变单调性测度值的斜率：

确定所述时间序列中的相邻单调性测度值之间的差，以生成单调性差；

识别出包括单个单调性差或多个连续单调性差的一组单调性差，其

中，该组中的各单调性差的值低于第三单调性差阈值；以及

确定该组中的所述单调性差的值之和是否低于第四单调性差阈值。

13. 根据前述权利要求中任意一项所述的方法，该方法进一步包括以下步骤：

确定位于检测到的视频帧之间的渐变附近的那些帧内是否存在单色帧。

14. 一种用于处理视频帧序列以检测帧之间的渐变的装置，该装置包括：

监控测度计算器，所述监控测度计算器用于针对所述序列中的多个帧中的每一个帧，计算所述序列中该帧与其他帧之间的强度变化方向的单调性的测度，以生成强度改变单调性测度值的时间序列，该时间序列包括所述多个帧中的每一个帧的对应强度改变单调性测度值；以及

转场检测器，所述转场检测器用于处理所述强度改变单调性测度值，以检测表示视频帧之间的渐变的所述时间序列内的单调性测度值。

15. 根据权利要求 14 所述的装置，其中，所述单调性测度计算器用于处理所述多个帧中的每一个帧，以通过对包含该帧在内的帧的时间窗中的那些帧之间的像素的强度值进行比较，来计算所述序列中该帧与其他帧之间的强度变化方向的单调性的测度。

16. 根据权利要求 14 或权利要求 15 所述的装置，其中，所述单调性测度计算器用于对所述多个帧中的每一个帧进行处理，从而通过对多个对应颜色通道中的帧内的像素的强度值进行比较，来计算所述序列中该帧与其他帧之间的强度变化方向的单调性的测度。

17. 根据权利要求 14 到 16 中任意一项所述的装置，其中，所述单调性测度计算器用于对所述多个帧中的每一个帧进行处理，以通过以下步骤计算所述序列中该帧与其他帧之间的强度变化方向的单调性的测度：

对这些帧内的像素的强度值进行比较以计算它们之间的差；

确定计算出的差的符号；以及

对所确定的符号进行处理，以生成强度变化方向的单调性的测度。

18. 根据权利要求 17 所述的装置, 其中, 所述单调性测度计算器用于通过将所述差与上阈值和下阈值进行比较并根据所述差是低于所述下阈值、高于所述上阈值还是介于所述下阈值与所述上阈值之间而分配所述符号, 来确定各计算出的差的所述符号。

19. 根据权利要求 17 或权利要求 18 所述的装置, 其中, 所述单调性测度计算器用于根据各符号的计算出的差的数量而生成各帧的强度变化方向的单调性的测度。

20. 根据权利要求 19 所述的装置, 其中, 所述单调性测度计算器用于根据各像素位置处的匹配符号数量中的较大者而生成各帧的强度变化方向的单调性的测度。

21. 根据权利要求 20 所述的装置, 其中:

所述单调性测度计算器用于针对所述多个帧中的每一个帧, 对包含该帧在内的帧的时间窗中的那些帧内的对应像素位置处的像素的强度值进行比较, 以计算它们之间的差; 并且

所述单调性测度计算器用于根据各像素位置处的匹配符号数量中的较大者是否大于阈值而生成强度变化方向的单调性的测度, 所述阈值的值依赖于所述时间窗中的帧数。

22. 根据权利要求 17 到 21 中任意一项所述的装置, 其中, 所述单调性测度计算器用于进一步根据所述差的量而生成各帧的强度变化方向的单调性的测度。

23. 根据权利要求 14 到 22 中任意一项所述的装置, 其中, 所述转场检测器包括斜率检测器, 该斜率检测器用于处理所述强度改变单调性测度值, 以检测所述时间序列内的所述强度改变单调性测度值的斜率。

24. 根据权利要求 23 所述的装置, 其中, 所述斜率检测器用于对所述强度改变单调性测度值进行处理, 以通过以下步骤来检测所述时间序列内的所述强度改变单调性测度值的斜率:

确定所述时间序列中的相邻单调性测度值之间的差, 以生成单调性差;

识别出包括单个单调性差或多个连续单调性差的一组单调性差, 其

中，该组中的各单调性差的值高于第一单调性差阈值；以及
确定该组中的所述单调性差的值之和是否高于第二单调性差阈值。

25. 根据权利要求 23 或权利要求 24 所述的装置，其中，所述斜率检测器用于对所述强度改变单调性测度值进行处理，以通过以下步骤来检测所述时间序列内的所述强度改变单调性测度值的斜率：

确定所述时间序列中的相邻单调性测度值之间的差，以生成单调性差；

识别出包括单个单调性差或多个连续单调性差的一组单调性差，其中，该组中的各单调性差的值低于第三单调性差阈值；以及

确定该组中的所述单调性差的值之和是否低于第四单调性差阈值。

26. 根据权利要求 14 到 25 中任意一项所述的装置，该装置进一步包括：

单色帧检测器，所述单色帧检测器用于确定位于检测到的视频帧之间的渐变附近的那些帧内是否存在单色帧。

27. 一种存储有计算机程序指令的存储介质，所述计算机程序指令用于对可编程处理装置进行编程，以使该可编程处理装置能够执行根据权利要求 1 到 13 中的至少一项所述的方法。

28. 一种承载有计算机程序指令的信号，所述计算机程序指令用于对可编程处理装置进行编程，以使该可编程处理装置能够执行根据权利要求 1 到 13 中的至少一项所述的方法。

视频序列中渐变的检测

技术领域

本发明涉及数字视频序列的多个帧之间的渐变的检测，并且具体地但非排他地，涉及淡化（fade）和溶解（dissolve）镜头渐变的检测。

背景技术

近年来，消费者访问并保存在其视频库中的数字视频数据量剧增。这些视频可以采取商用 DVD 和 VCD、个人便携式摄像机记录、HDD 和 DVR 系统上的无线（off-air）记录、个人计算机或移动电话或 PDA 或便携式播放器上的视频下载等形式。随着诸如蓝光和 HD-DVD 的新高容量技术的日益变得可用，预计数字视频库的增长会持续并加快。然而，对于发现越来越难以管理他们的视频收集的用户而言，视频材料的丰富同样是个问题。为了解决这一问题，开发了新的自动视频管理技术，该技术使得用户能够高效访问他们的视频内容和例如视频分类、摘要、搜索等的功能。

这种功能的实现依赖于对单个视频的分析 and 理解。依次来说，视频分析中的第一步骤几乎总是对其进行结构分割，具体地说，将视频分割成其组成镜头（shot）。因为该步骤的性能将影响任何后续视频分析步骤的结果的质量，所以该步骤非常重要。

典型地，镜头被定义为在摄像机的“开始记录”和“停止记录”操作之间拍摄的视频段。然后，视频被收集在一起作为许多镜头的序列。例如，一小时的电视节目将典型地包含大致 1000 个镜头的范围。在编辑过程中有各种方式将镜头收集在一起以形成完整的视频。最简单的机制是仅仅将镜头拼接在一起，由此，一个镜头的最后一帧之后紧接着下一镜头的第一帧。这会导致突然的镜头转场，通常称为“切换（cut）”。还有用于将镜头结合在一起的更复杂的机制，这些机制使用持续多个帧的镜头渐

变。镜头渐变的常见例子是淡化，由此，一个镜头的强度逐渐降低，最终成为黑色的单色帧（淡出），或者黑色的单色帧的强度逐渐增加，直到实际镜头在其正常强度下变得可见（淡入）。淡化成黑色和从黑色开始淡化更为常见，但也使用涉及其他颜色的单色帧的淡化。镜头渐变的另一个示例是溶解（dissolve），溶解可以视为组合的淡出和淡入。溶解包括多帧重叠的两个镜头，在溶解期间，第一镜头逐渐变得模糊（dim），而第二镜头逐渐变得更清晰。

通常，突变比渐变常见得多，所占比例超过视频中发现的所有转场的 99%。因此，镜头突变的正确检测非常重要，并且在共同未决专利申请 EP 1 640 914 A2 和 EP 1 640 913 A1 中进行了研究。另一方面，因为渐变具有较高的语义显著性，所以这些转场的检测同样非常重要。例如，淡化和溶解经常用于指示故事中时间的消逝和场景的变化。因此，许多研究人员已经提出了用于检测淡化和溶解转场的方法。

在文献 Truong,B.T.,Dorai,C.,Venkatesh,S,“New Enhancements to Cut,Fade and Dissolve Process in Video Segmentation”,In Proceedings of the 2000 8th ACM International Conference on Multimedia, pp. 219-227, Nov. 2000 中提出了一种用于检测视频中的淡化转场的方法，该方法按如下步骤进行。首先，检测视频中的单色帧。然后，在各单色帧序列周围的帧亮度方差（variance）曲线的 2 阶差分曲线中搜索负的尖峰。这种尖峰通常表示淡出的开始或淡入的结束，但是也可能是由运动而引起。通过观察帧亮度均值曲线的 1 阶差分曲线保持相对恒定并且在淡化期间其符号不发生改变，来消除这种虚警（false alarm）。因为运动也可以使均值这一特征失真，所以在执行符号检查（check）之前对该 1 阶差分曲线进行平滑。然后，通过观察方差曲线在淡出期间下降而在淡入期间上升来区分淡出和淡入。此外，要求淡出的开始帧的方差和淡入的结束帧的方差高于特定阈值，以消除暗镜头导致的错误的正号（positive）。该方法的难点在于严重依赖于单色帧的正确检测。例如，对于快速淡化而言，可能存在极少的单色或近单色帧，并且很难检测到这些帧，从而导致错过了淡化转场。相反，诸如暗场景的特定视频段经常导致错误的单色帧检测。

结合如下事实，即主要由于存在淡化转场还由于诸如运动之类的其他常见事件而使得对帧亮度方差曲线和均值曲线及它们的导数的限制条件不满足，这些错误的单色帧检测经常会导致后续的错误淡化检测。对淡入（出）的结束（开始）帧方差加以限制以消除由于暗场景而导致的错误检测可能会有所帮助，但是这也限制了该方法对暗场景中的实际淡化的检测能力。

在前述 Truong 等人的工作中，还提出了一种用于检测视频中的溶解转场的方法。根据该方法，溶解的出现是由帧亮度方差曲线的 1 阶差分曲线中的过零序列而触发，由此，开始值低于负阈值，然后持续增加，随后，结束值高于正阈值。为了减小噪声和运动的影响，在搜索过零序列之前对曲线进行平滑。然而，由于该平滑操作，由溶解导致的差分曲线上的负峰值和正峰值的位置与它们的实际位置不再一致。因此，通过向后移动负峰值的位置直到差分值增大到超过负阈值并向前移动正峰值的位置直到差分值下降到低于正阈值，来调整这些位置。因为方差曲线在溶解期间呈抛物线形状，所以可以找到应该获得最小值时的帧 n ，并且可以导出关于开始帧 s 处、结束帧 e 处、帧 n 处的方差以及关于组成镜头（component shot）方差的附加条件。该方法的限制在于它在特定约束下工作，即，溶解的组成镜头的方差超过阈值，并且溶解的持续时间绝不能超过特定长度，推荐的最大长度为 2 秒。对于第一约束，这将导致错过了有效溶解。对于第二约束，通常，这种人为施加的限制也会导致错过了溶解。具体而言，因为我们发现溶解通常超过 2 秒的持续时间，所以 2 秒的最大长度是不妥的。

在 US 5,990,980“Detection of Transitions in Video Sequences”中，提出了另一种用于检测淡化和溶解转场的方法。根据该方法，针对视频序列中通过指定定时的窗口大小而分离的多对帧来生成帧不相似性（dissimilarity）测度（FDM）值。计算两个帧之间的净（net）不相似性 D_{net} 与累积不相似性 D_{cum} 的比作为各 FDM 值，计算上述两个帧之间的帧对的 D_{net} 值的和作为累积不相似性 D_{cum} 。例如，可以计算帧直方图差分或逐像素（pixel-wise）帧差分作为 D_{net} 和 D_{cum} 。然后，FDM 数据中超过

特定的第一阈值的峰值表示了转场，而该峰值任一侧的降低到低于特定的第二阈值的 FDM 值表示该转场的边界。

已经提出了对压缩域中的淡化和溶解进行检测的各种方法。在 US 6,327,390 B1“Methods of Scene Fade Detection for Indexing of Video Sequences”中，公开了一种在不进行解压缩的情况下对压缩视频中的淡化转场进行检测的方法。该方法的前提是：在淡化期间，大多数 P 帧块将具有 DC 修正项。对于淡入而言，DC 修正项大多为正，对于淡出而言，DC 修正项大多为负。假设一个典型的淡化间隔（例如 1 秒），在该间隔期间，对于要声明的各转场而言，多个帧必须一致地为淡入帧或淡出帧。在 US 2001/0021267 A1“Method of Detecting Dissolve/Fade in MPEG-compressed Video Environment”中，公开了一种在不进行解压缩的情况下对压缩视频中的淡化和溶解转场进行检测的方法。根据该方法，最初，使用镜头转场检测方法（例如通过对相隔（distant）的帧的直方图进行比较）来初始检测被假定为包含淡化或溶解的候选序列。然后，对于候选序列而言，对与锚定帧（anchor frame）相邻的 B 帧的时空宏块型分布进行检查（examine），以查明（ascertain）它是否匹配表征了淡化和溶解的分布。如果发现匹配，则将潜在转场的长度与预定的临界值进行比较，如果该长度超过该临界值，则声明检测到该转场。该方法和 US 6,327,390 B1 中的前述方法对于以下事实而言是吸引人的，即它们不要求对视频进行解压缩，然而，该事实也是一个限制因素，因为它使这些方法仅适用于以特定方式压缩的视频。

应该注意到，视频序列的镜头之间的渐变并不是在视频序列中存在并要求进行检测的唯一类型的渐变。例如，在帧之间也可以出现由于特殊效果而产生的渐变，并且重要的是同样能够检测这些类型的渐变。

发明内容

根据本发明，提供了一种用于检测视频序列中的帧之间的在时间上的渐变的方法，所述方法包括以下步骤：

对所述序列中的多个帧中的每一个帧进行处理，以由此而确定所述

序列中该帧与其他帧之间的强度变化方向的一致性的测度 (measure); 以及

对所得到的的一致性测度值的时间序列进行处理, 以检测所述视频帧中的帧之间的在时间上的渐变。

本发明还提供了一种用于检测视频序列的帧中的图像数据之间的在时间上的渐变的方法, 该方法包括以下步骤:

对所述序列中的多个帧中的每一个帧进行处理, 以执行以下操作:

- 将该帧内的像素的强度值与所述序列中至少一个其他帧中的像素的强度值进行比较, 以生成强度差值;

- 确定各强度差值的符号;

- 针对多个像素位置中的每一个而确定各类型符号的数量, 其中该多个像素位置跨越了包含该帧的窗内的多个帧; 以及

- 根据所确定的各类型符号的数量而确定所述窗中的该帧与其他帧之间的强度变化方向的一致性的测度; 并且

通过执行斜率检测和阈值比较中的至少一种, 来处理针对所述多个帧而计算出的所述一致性测度, 其中该斜率检测用于检测所述一致性测度的值的斜率, 该阈值比较用于检测其值超过阈值的一致性测度。

作为这些特征的结果, 可以检测出表示帧之间的渐变的一致性测度。

应该注意, 如这里所使用的, 术语“强度”是指诸如红色、绿色或蓝色分量值、亮度值或色度值等的任何像素值。

本发明还提供了具有用于执行上述方法的部件的对应装置。

本发明进一步提供了承载有计算机程序指令的计算机程序产品, 该计算机程序指令对可编程处理装置进行编程, 以使该可编程处理装置能够执行如上所述的方法。

附图说明

现在将参照附图仅通过实施例的方式来描述本发明的实施方式, 在附图中:

图 1 示意性地示出了本发明的实施方式的部件和象征性的功能处理

单元，当通过计算机程序指令对处理装置部件进行编程时可以认为该处理装置部件被配置为该象征性的功能处理单元；

图 2 示出了由图 1 中处理装置执行的处理操作，该处理操作用于计算视频序列中的各帧与该序列中多个其他帧之间的强度变化方向的单调性的测度；

图 3 示出了典型淡化转场的强度变化方向的单调性的测度的时间序列图；

图 4 示出了典型溶解转场的强度变化方向的单调性的测度的时间序列图；以及

图 5 示出了由图 1 中的处理装置执行的处理操作，该处理操作用于检测在强度变化方向的单调性的测度的时间序列内的斜率。

具体实施方式

参照图 1，本发明的实施方式包括可编程处理装置 2（例如，以常规方式包含一个或多个处理器、存储器、图形卡等的个人计算机（PC）、和显示设备 4（例如常规的个人计算机监视器）以及用户输入设备 6（例如键盘、鼠标等）。

处理装置 2 被编程为根据编程指令而工作，该编程指令例如作为存储在数据存储介质 12（例如光学 CD ROM、半导体 ROM、磁记录介质等）上的数据而被输入，和/或作为信号 14（例如，通过在诸如因特网之类的通信网络（未示出）上进行传输或通过借助于大气进行传输，而例如从远程数据库输入到处理装置 2 的电信号或光信号）而被输入，和/或由用户通过诸如键盘的用户输入设备 6 而被键入。

如下面将更详细描述，该编程指令包括以下指令，即该指令用于对处理装置 2 进行编程以将处理装置 2 配置为对视频的多个帧进行处理，以通过基于各帧的邻域内的帧对帧比较的多重性（multiplicity）来计算在时间上的强度改变单调性（即一致性）测度 M_1 并检测序列 M_1 中分别表示镜头渐变的开始点和结束点的正斜率和负斜率，来检测淡化转场和溶解转场。

根据下面的描述将会理解，本实施方式提供了用于检测视频中的淡化和溶解转场的新方法和装置，该方法

- 是用于检测淡化和溶解的统一方法，该方法具有用于在不同类型之间进行区分的可选步骤，
 - 不依赖于单色帧的预先检测，
 - 没有对转场的长度进行假设，
 - 在压缩视频情形下，在不同帧分辨率（包括 DC 和子 DC）下具有高检测性能，
 - 无论何种场景内容，都具有高检测性能，而不受暗场景或亮场景或具有很少纹理的场景（例如天空镜头）的限制。

当通过编程指令进行编程时，可以认为处理装置 2 被配置为用于执行处理操作的多个功能单元。在图 1 中示出了这些功能单元及其互连的示例。然而，图 1 中例示的单元和互连是象征性的，并且仅出于例示目的而示出以帮助理解；它们不一定表示处理装置 2 的处理器、存储器等被实际配置成的单元和连接。

参照图 1 中示出的功能单元，中央控制器 20 用于处理来自用户输入设备 6 的输入，并且还提供对其他功能单元的控制和处理。具有供中央控制器 20 和其他功能单元使用的存储器 30。

输入数据接口 40 用于对处理装置 2 内输入数据的存储进行控制。该数据可以例如作为存储在存储介质 42 上的数据、作为传输到处理装置 2 的信号 44，或使用用户输入设备 6，而被输入到处理装置 2 中。

在本实施方式中，该输入数据包括定义了视频图像序列的数据。

输入图像存储部 50 被配置为对输入到处理装置 2 的视频图像序列进行存储。

强度差计算器 60 用于对不同视频帧中对应空间位置处的像素的强度值进行比较，以计算这些强度值之间的差。

符号计算器 70 用于对强度差计算器 60 生成的差值进行处理，以根据预定的符号函数来确定各差的符号。

符号计数器 80 用于计算具有由符号计算器 70 赋予的各对应符号的

差值的数量。更具体地说，符号计数器 80 用于针对各像素位置和通过强度差计算器 60 比较的各类型的像素强度值，确定正号差值的数量和负号差值的数量。

最大值选择器 90 用于从正号差值的数量和负号差值的数量中选择最大数量。即，最大值选择器 90 用于针对各像素位置和通过强度差计算器 60 比较的各类型的像素强度值，选择匹配符号数量中的较大者。

单调性值计算器 100 用于针对视频帧邻域内的各像素计算强度变化方向的单调性的局部测度，并且进一步用于针对作为整体的各视频帧计算强度变化方向的单调性的全局测度。

斜率提取器 110 用于检测通过单调性值计算器 100 计算出的全局单调性值的时间序列中的正斜率和负斜率。

转场类型检测器 120 用于确定检测到的转场的开始或结束处是否存在单色帧，由此使得能够确定转场的类型。

显示控制器 130 在中央控制器 20 的控制下用于控制显示设备 4 对输入到处理装置 2 的视频帧进行显示。

输出数据接口 140 用于对来自处理装置 2 的数据的输出进行控制。在本实施方式中，输出数据定义了视频帧中检测到的渐变的位置，并且可选地定义了渐变的类型。

图 2 示出了处理装置 2 执行的用于对本实施方式中的视频帧的序列进行处理的处理操作。

参照图 2，针对以下视频帧序列执行处理：

$$f_i^c(x, y), \text{ 其中 } i \in [0, T-1], c \in \{C_1, \dots, C_k\}, x \in [0, M-1], y \in [0, N-1] \quad (1)$$

其中 i 是帧索引， T 是视频中的总帧数， c 是颜色通道索引， C_1, \dots, C_k 是颜色通道，而 k 是颜色通道的编号，例如， $\{C_1, C_2, C_3\} = \{R, G, B\}$ 或者 $\{C_1, C_2, C_3\} = \{Y, C_b, C_r\}$ ， x 和 y 是空间坐标（由此定义了帧中的像素位置），而 M 和 N 分别是水平和垂直帧维度（frame dimension）。

在步骤 S10 处，强度差计算器 60 按照下式计算各帧与前一帧之间的差 d ：

$$d_i^c(x, y) = f_i^c(x, y) - f_{i-1}^c(x, y) \quad (2)$$

因此， $d_i^c(x,y)$ 表示针对颜色通道 c 在帧 i 中的位置 (x,y) 处的像素的强度值的差，其中“强度”是指任何像素值，例如 R 、 G 或 B 颜色分量值、亮度值 (y) 或色度值 C_b 或 C_r 等（像素值的具体类型由该式中的颜色通道 c 决定）。

然后，在步骤 S12 处，符号计算器 70 按照下式计算符号函数 s ：

$$s_i^c(x,y) = \begin{cases} +1, & \text{如果 } d_i^c(x,y) > 0 \\ 0, & \text{如果 } d_i^c(x,y) = 0 \\ -1, & \text{如果 } d_i^c(x,y) < 0 \end{cases} \quad (3)$$

淡化和溶解转场的检测依赖于局部的在时间上的强度改变单调性测度 m_i 。简言之， m_i 是帧 f_i 的邻域内的帧之间的强度变化方向的一致性的测度。因此，通过检查 f_i 的在时间上的邻域内（即针对大小为 $2w+1$ 的时间窗中的帧 $[f_{i-w}, f_{i+w}]$ ）的强度改变的模式，在 f_i 的各颜色通道和空间位置内计算 m_i 。更具体地说，在本发明的本实施方式中，如下计算 m_i 。首先，在步骤 S14、S16 和 S18 处，通过符号计数器 80 和最大值选择器 90 如下计算测度 p_i 、 n_i 以及 u_i ：

$$p_i^c(x,y) = \sum_{j=-w+1}^w \frac{|s_{i+j}^c(x,y)| + s_{i+j}^c(x,y)}{2} \quad (4)$$

$$n_i^c(x,y) = \sum_{j=-w+1}^w \frac{|s_{i+j}^c(x,y)| - s_{i+j}^c(x,y)}{2} \quad (5)$$

$$u_i^c(x,y) = \max(p_i^c(x,y), n_i^c(x,y)) \quad (6)$$

实质上， $p_i^c(x,y)$ 测量正号的数量，因此对于颜色通道 c 和空间位置 (x,y) ，在帧 f_i 的时间上的邻域内，强度增加。类似地， $n_i^c(x,y)$ 测量负号的数量，因此，强度降低，而 $u_i^c(x,y)$ 测量匹配符号数量中的较大者，这些符号为正或负。

然后，在步骤 S20 处，通过单调性值计算器 100 按照下式计算局部的在时间上的强度改变单调性测度 m_i ：

$$m_i^c(x,y) = \begin{cases} u_i^c(x,y), & \text{如果 } u_i^c(x,y) > \phi \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (7)$$

其中 ϕ 是阈值。本发明人已经发现，好的阈值是 $\phi=4w/3$ ，其中，如上所述， w 控制帧时间窗大小。简言之，如果在通道 c 的位置 (x,y) 处观察到的匹配符号数量中的较大者充分大并且与时间窗大小显著相关，则

$m_i^c(x,y)$ 等于该较大数量, 否则, 等于 0。例如, 对于 $w=7$ 而言, 其中本发明人已经发现该值是用于检测渐变的较好值, 时间窗包含七个帧, 得到六次帧比较, 因此可能有最多六个匹配符号, 正 (强度单调增加) 或负 (强度单调降低)。那么, 根据等式 (7), $m_i^c(x,y)$ 取 $\{0,5,6\}$ 中的值。

然后, 在步骤 S22 处, 通过单调性值计算器 100 按照下式计算针对帧 f_i 的全局的在时间上的强度改变单调性测度 M_i :

$$M_i = \sum_{c,x,y} m_i^c(x,y) \quad (8)$$

图 3 和 4 示出了针对典型淡化转场和溶解转场的 M_i 相对于 i 的图。在图 3 中, 点 A 和 B 是淡出的起点和终点, 而 C 和 D 是淡入的起点和终点。在图 4 中, E 和 F 是溶解的起点和终点。因此, 很明显序列 M_i 在淡化和溶解转场的开始呈现正斜率, 随后在转场期间保持在高值, 然后在转场的结束时呈现负斜率。这是由于以下事实, 即在淡化或溶解期间, 镜头中帧强度值的大多数将经过多个帧并且以某种程度的一致性而收敛到它们的新值。因此, 淡化和溶解的检测成为检测 M_i 中的正、负斜率的问题。

这种斜率检测可以例如通过对 M_i 的导数进行处理而实现。在图 5 中例示了本发明的该实施方式中由斜率提取器 110 执行的用于检测这种斜率的处理。

参照图 5, 在步骤 S30, 差数列 D_i 被计算为

$$D_i = M_i - M_{i-1} \quad (9)$$

随后, 在步骤 S32-S38, 当式 (10) 成立时检测帧索引 α 和 β 之间的正斜率

$$D_i > \tau_{sp}^p, \forall i \in [\alpha, \beta] \text{ 和 } S^p = \sum_{i=\alpha}^{\beta} D_i > \tau_{tot}^p \quad (10)$$

其中 τ_{sp}^p 和 τ_{tot}^p 分别是步长增加阈值和总增加阈值。类似地, 在步骤 S40-S46, 当式 (11) 成立时检测 α 和 β 之间的负斜率

$$D_i < \tau_{sp}^n, \forall i \in [\alpha, \beta] \text{ 和 } S^n = \sum_{i=\alpha}^{\beta} D_i < \tau_{tot}^n \quad (11)$$

其中 τ_{sp}^n 和 τ_{tot}^n 分别是步长增加阈值和总增加阈值。

在本发明的优选实施方式中, 在检测正、负斜率之前对序列 M_i 进行

某种平滑。还应该注意，有时候，特定的视频特性（例如镜头中的快速运动和亮度改变）可能导致有效（valid）转场的斜率之一不那么明显（pronounced）从而更难以检测。一旦上述斜率检测过程错过了这种斜率，则转场检测可以基于其他斜率的陡度（steepness）和默认转场长度。

用于检测 M_i 中的正和负斜率的其他方法（例如线性回归）也可能是适当的，但是这些方法会导致计算复杂度增加。

在本实施方式中，具有转场类型检测器 120 用于执行对淡入、淡出以及溶解转场进行区分的处理。更具体地说，在本实施方式中，转场类型检测器 120 确定转场是否在单色帧处开始或结束。注意，与依赖于单色帧检测进行转场检测的前述方法不同，本实施方式使用该技术仅用于对转场进行区分，因此，该单色帧检测处理部分的任何错误都不会导致丢失的转场或错误检测到的转场。对单色帧进行检测的一种可能方式是针对检测到的转场的任一侧的多个帧来计算帧内强度变化，并且对于待检测的单色帧，要求该变化测度低于阈值。这种方法的缺点是变化计算带来的计算复杂度增加。因此，在本实施方式中，转场类型检测器 120 直接从 M_i 检测单色帧，通过查看图 3 可以看出，在点 B 和 C 之间，对于单色帧序列，该 M_i 取接近零的值或零值。相反，对于正常视频帧，除了存在冻结帧（freeze-frame）序列的情况以外，即使有非常小的运动，通常也不会观察到如此低的值。

可以对上述实施方式做出很多修改和变型。例如，式（2）至（8）仅仅是计算局部和全局的在时间上的强度改变单调性测度 m_i 和 M_i 的一个示例。在本发明的另选实施方式中，可以使用不同的技术。例如，式（3）可以用下式替换：

$$s_i^c(x, y) = \begin{cases} +1, & \text{如果 } d_i^c(x, y) > \theta^p \\ 0, & \text{如果 } \theta^p \geq d_i^c(x, y) \geq \theta^n \\ -1, & \text{如果 } d_i^c(x, y) < \theta^n \end{cases} \quad (12)$$

其中，阈值 θ^p 和 θ^n 确保了由于噪声或压缩等造成的小的强度波动不会使后续计算出错。此外，强度增大和减小的绝对值 P_i 和 N_i 也可以由下式测量：

$$P_i^c(x, y) = \sum_{j=-w+1}^w \left(\frac{|s_{i+j}^c(x, y)| + s_{i+j}^c(x, y)}{2} \cdot |d_{i+j}^c(x, y)| \right) \quad (13)$$

$$N_i^c(x, y) = \sum_{j=-w+1}^w \left(\frac{|s_{i+j}^c(x, y)| - s_{i+j}^c(x, y)}{2} \cdot |d_{i+j}^c(x, y)| \right) \quad (14)$$

随后，可以计算作为如式（4）和（5）中所示 p_i 和 n_i 以及如上所示 P_i 和 N_i 的函数的 m_i 。例如：

$$m_i^c(x, y) = \begin{cases} p_i^c(x, y) & \text{如果 } p_i^c(x, y) \geq n_i^c(x, y) \text{ 且 } p_i^c(x, y) > \varphi \text{ 以及} \\ & P_i^c(x, y) / N_i^c(x, y) > \omega \text{ 且 } P_i^c(x, y) > \xi \\ n_i^c(x, y) & \text{如果 } n_i^c(x, y) \geq p_i^c(x, y) \text{ 且 } n_i^c(x, y) > \varphi \text{ 以及} \\ & N_i^c(x, y) / P_i^c(x, y) > \omega \text{ 且 } N_i^c(x, y) > \xi \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (15)$$

其中， φ 、 ω 和 ξ 是阈值。因此，式（15）类似于式（4），但是在（15）中，在计算 m_i 时也考虑了强度增大量和减小量。

此外，在前述实施方式中，对视频中的每个帧进行处理以计算测度。在本发明的另选实施方式中，可以使用不同的时间步长大小，导致在对每两帧或每三帧等进行处理时加快了对视频的处理。此外，在前述实施方式中，在以 f_i 为中心的大小为 $2w+1$ 的帧在时间上的邻域计算针对帧 f_i 的局部的在时间上的强度改变单调性测度 m_i 。在本发明的另选实施方式中，所述邻域可以取任何大小并且不一定以 f_i 为中心。此外，在前述实施方式中，使用视频帧的所有颜色通道来计算测度。在本发明的另选实施方式中，可以仅使用这些通道的子集，或者，在计算全局的在时间上的强度改变单调性测度 M_i 时，各通道中的 m_i 值可以根据其颜色通道而进行加权。

在前述实施方式中，针对视频帧中每个像素位置 (x, y) 计算局部单调性测度 m_i ，并且考虑了每个像素位置处的 m_i 针对各帧的整体计算全局单调性测度 M_i 。然而，作为替代，可以使用各帧的仅一部分的像素位置，例如各帧的中间部分。例如当这些帧是其中位于各帧的边沿处的黑条被编码为该帧的一部分的宽屏视频帧时，这样的处理是有利的。

此外，本领域技术人员将清楚，对于各颜色通道 c ， $m_i^c(x, y)$ 是 2 维信号。因此，对于各颜色通道 c ，在计算全局测度 M_i 之前可以在空间上处理该信号。例如，可以使用伪噪声消除算法将不为零但是被零值包围的 m_i 值设置为零。这种处理可以提高全局 M_i 测度的稳定性。

此外，在前述实施方式中，渐变的检测是基于对 M_i 中的斜率的检测。

在本发明的另选实施方式中，渐变的检测可以基于 M_i 中的实际值。因此，在另选实施方式中，可以对 M_i 序列应用一个阈值，并且当 M_i 值超过该阈值时，将检测到渐变。该方法还可以与前述实施方式的斜率检测方法相结合。

此处描述的方法可以应用于空间分辨率变化的视频。在本发明的优选实施方式中，在处理前将对高分辨率帧进行某种子抽样 (subsampling)，以加快对视频的处理，并且还减轻由于噪声、压缩、运动等而出现的不稳定性。特别地，此处描述的方法在压缩视频的 DC 分辨率（典型地，水平和垂直为几十像素）下表现很成功。其附加的优点是不需要对压缩视频进行完全解码就可以对其进行处理；在 DC 水平可以容易地对 I 帧进行解码，而 DC 运动补偿可以用于其他类型的帧。

此外，尽管此处描述的方法表现出对运动的显著鲁棒性，但是通过在计算帧间差之前引入全局运动补偿算法可以进一步加以改进，从而进一步提高其鲁棒性。

尽管在上述实施方式中已经描述了用于检测淡化和溶解转场的处理，但是该实施方式也可以用于检测具有类似特性的其他类型的渐变，例如由特定类型的特效而导致的渐变。

在上述实施方式中，处理是由可编程计算机处理装置使用由计算机程序指令定义的处理例程而执行。然而，这些处理中的一些或者全部也可以使用硬件来执行。

当然，其他的修改也是可能的。

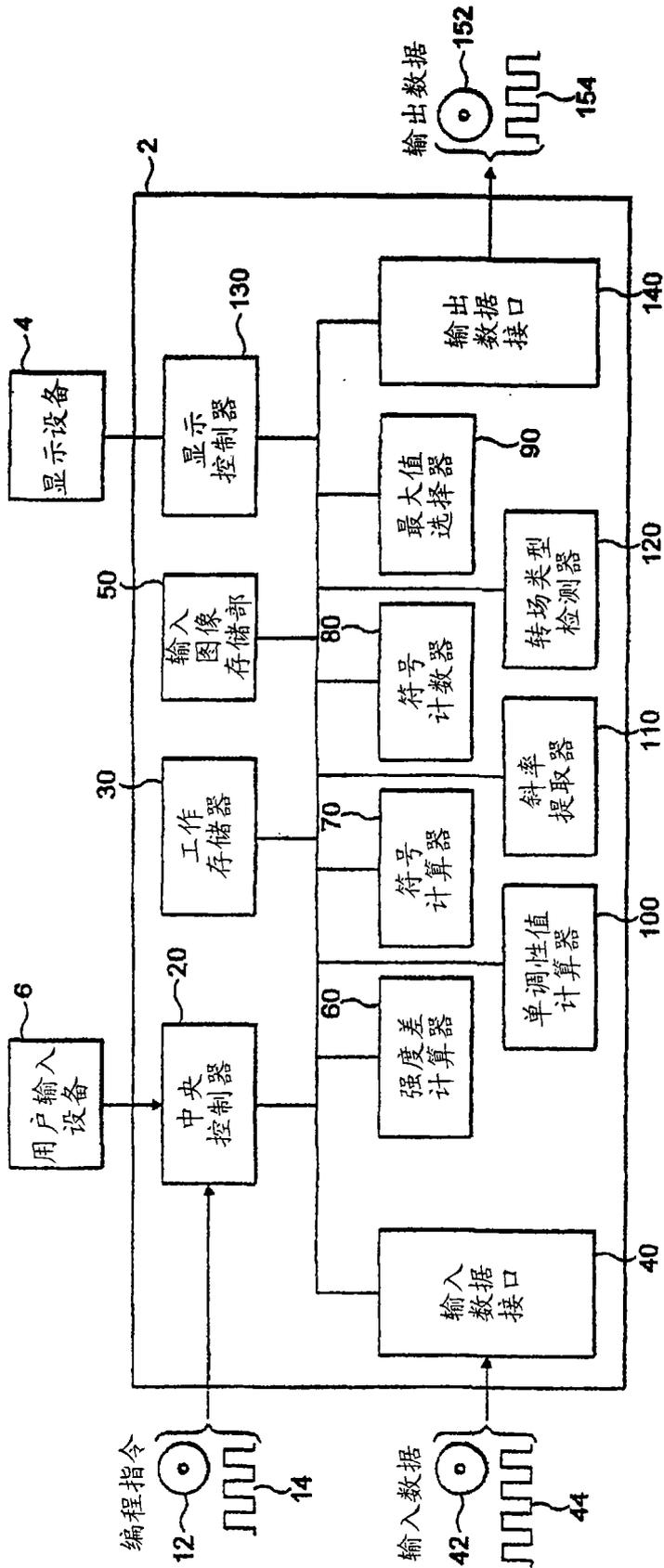


图1

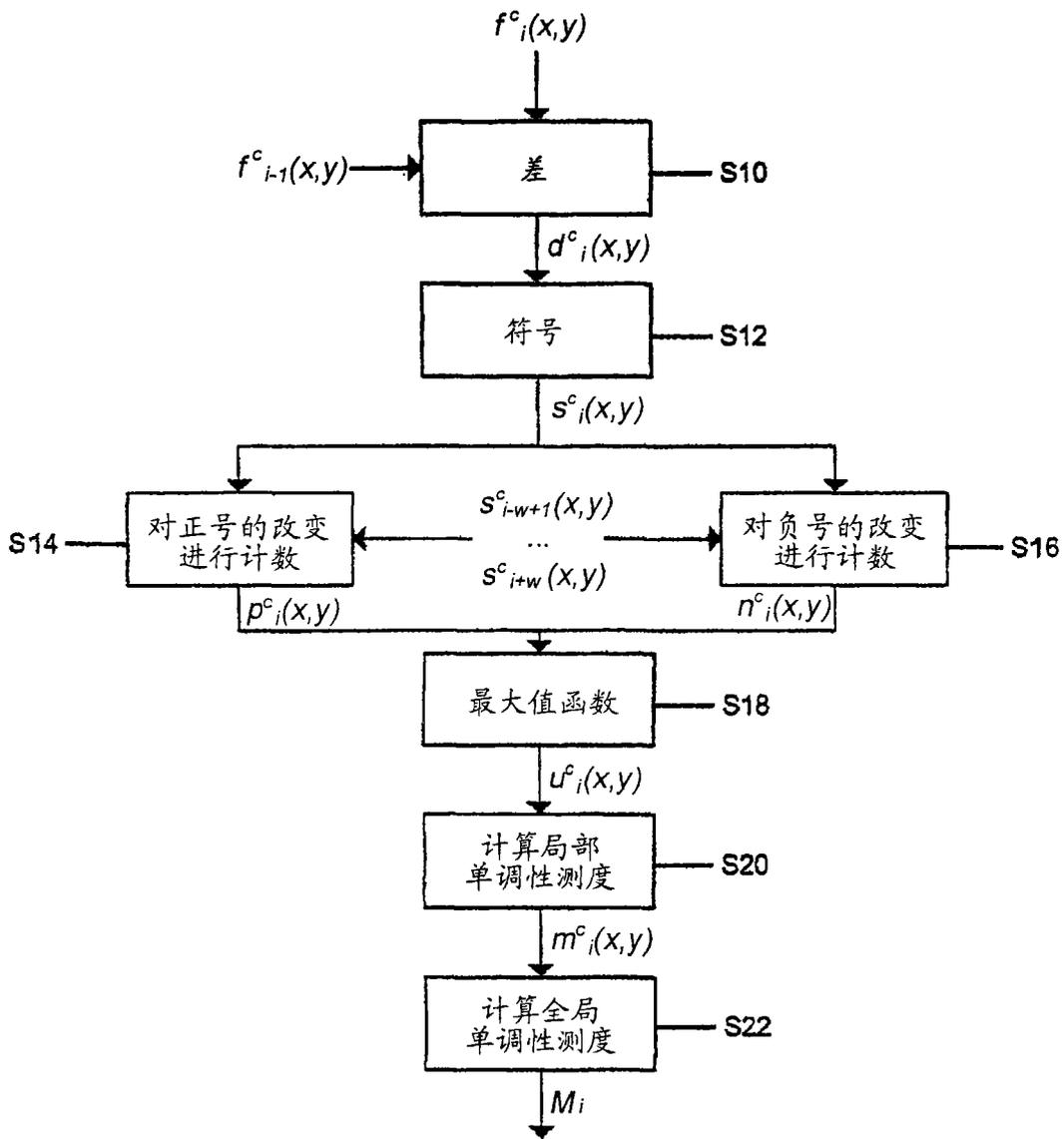


图 2

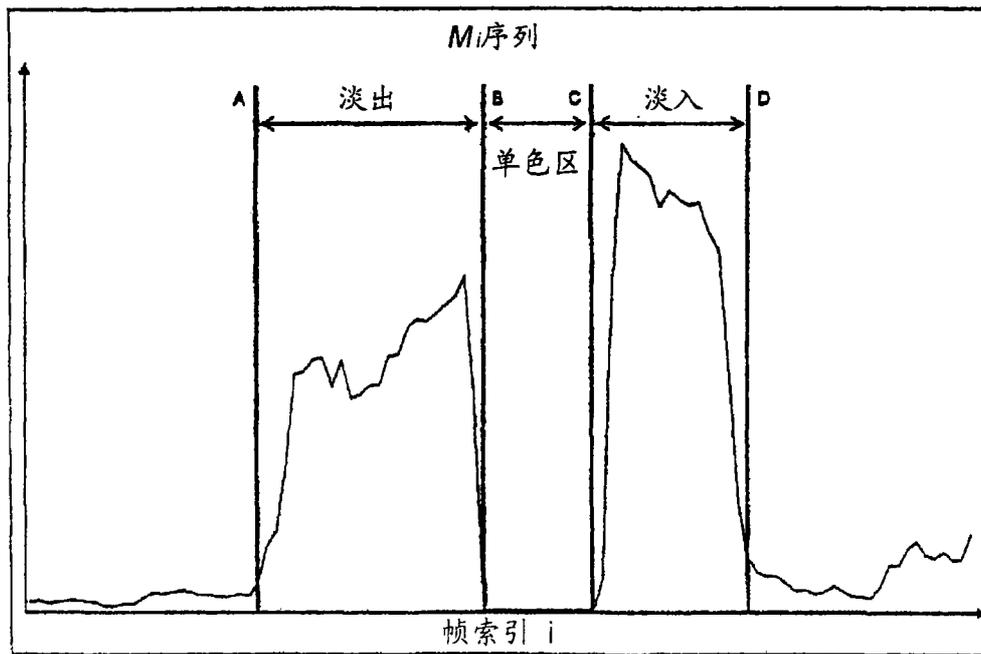


图3

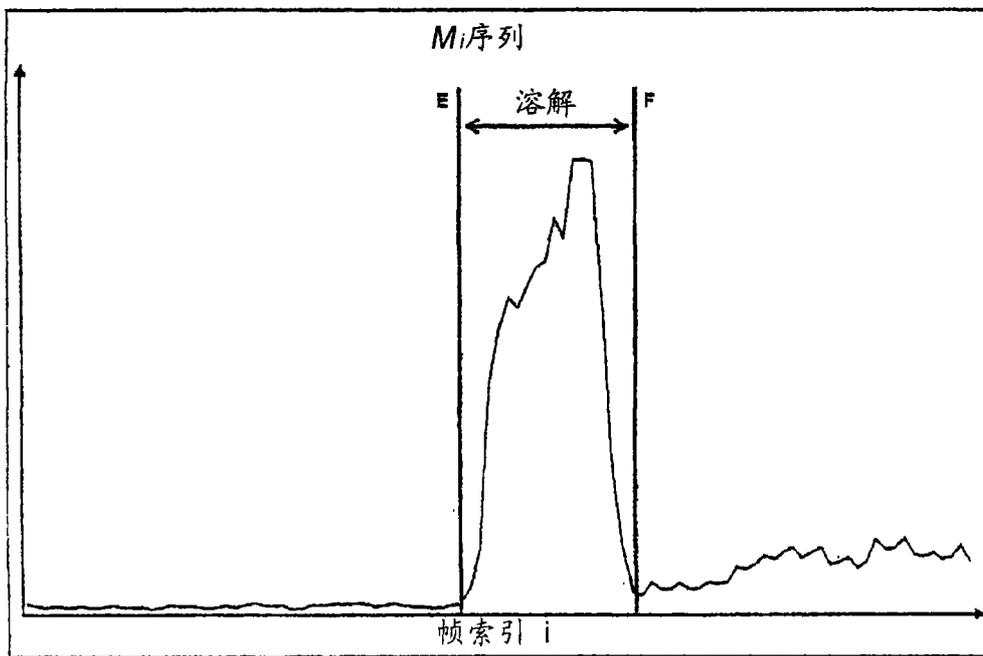


图4

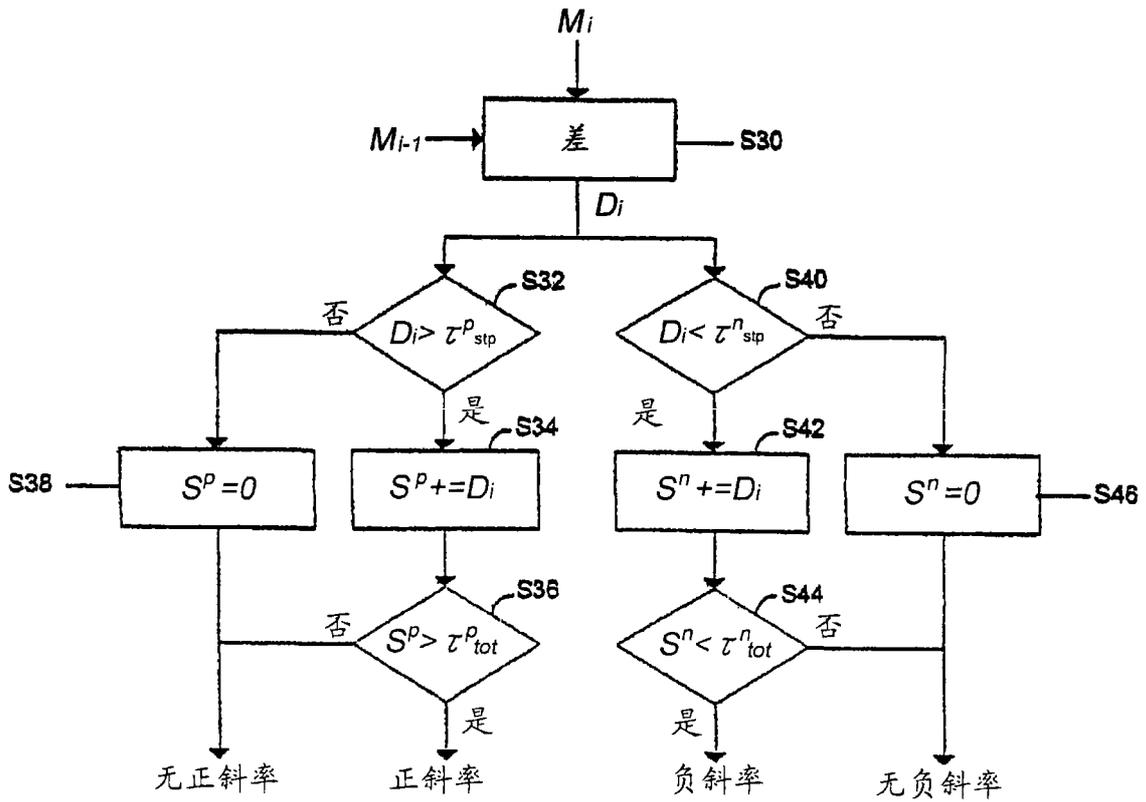


图5