



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103238324 B

(45)授权公告日 2016.11.16

(21)申请号 201180057877.9

(22)申请日 2011.11.04

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103238324 A

(43)申请公布日 2013.08.07

(30)优先权数据

2010-268098 2010.12.01 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.05.31

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/075403 2011.11.04

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/073644 JA 2012.06.07

(73)专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 山口雅之 新庄信次

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 张鑫

(51)Int.Cl.

H04N 19/42(2014.01)

G09G 3/36(2006.01)

(56)对比文件

US 2009245394 A1, 2009.10.01,

US 2007040779 A1, 2007.02.22,

US 2005123038 A1, 2005.06.09,

US 2007076803 A1, 2007.04.05,

审查员 姜丹

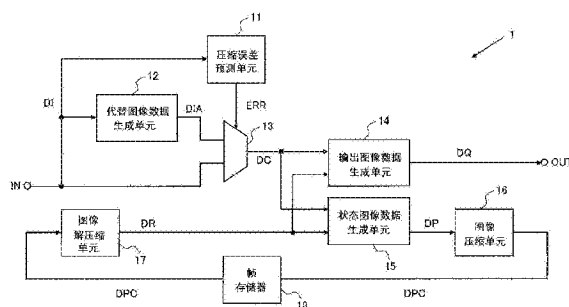
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

图像处理装置以及图像处理方法

(57)摘要

本发明提供一种图像处理装置,能减小在上一帧生成的图像数据的压缩误差给输出图像数据带来的影响。图像处理装置基于输入图像数据(DI)来生成压缩误差预测值(ERR),基于压缩误差的出现趋势来生成输入图像数据(DI)的代替图像数据(DIA),基于压缩误差预测值(ERR)来选择输入图像数据(DI)或代替图像数据(DIA),以作为当前图像数据(DC),基于当前图像数据(DC)及状态图像数据(DR)来生成下一个状态图像数据(DP),对下一个状态图像数据(DP)进行压缩从而生成压缩状态图像数据(DPC),将压缩状态图像数据(DPC)保存到帧存储器(18),从帧存储器(18)读取压缩状态图像数据(DPC)并对其进行解压缩,从而生成状态图像数据(DR),基于当前图像数据(DC)及状态图像数据(DR)来生成输出图像数据(DQ)。



1. 一种图像处理装置,其特征在于,包括:

状态图像数据生成单元,该状态图像数据生成单元基于当前图像数据及状态图像数据,来生成下一帧处理时使用的下一个状态图像数据;

图像压缩单元,该图像压缩单元对所述下一个状态图像数据进行压缩,从而生成压缩状态图像数据;

帧存储器,该帧存储器保存所述压缩状态图像数据;

图像解压缩单元,该图像解压缩单元从所述帧存储器中读取出一帧处理时保存的所述压缩状态图像数据,并对其进行解压缩,从而生成所述状态图像数据;

输出图像数据生成单元,该输出图像数据生成单元基于所述当前图像数据及所述状态图像数据来生成输出图像数据;

压缩误差预测单元,该压缩误差预测单元基于输入图像数据,来生成由所述图像压缩单元及所述图像解压缩单元生成的压缩误差的压缩误差预测值;

代替图像数据生成单元,该代替图像数据生成单元基于所述压缩误差的出现趋势,来生成相对于所述输入图像数据的代替图像数据;以及

当前图像数据选择单元,该当前图像数据选择单元选择所述输入图像数据与所述代替图像数据中的某一个,来作为所述当前图像数据。

2. 如权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,

所述压缩误差预测单元基于所述状态图像数据生成单元及所述图像压缩单元及所述图像解压缩单元的各自的处理内容,来对所述输入图像数据的各像素数据,计算由所述图像压缩单元及所述图像解压缩单元对所述状态图像数据的各像素数据进行压缩及解压缩处理后的数据、与进行该压缩及解压缩处理前的所述状态图像数据的各像素数据之间的差分,以作为所述压缩误差预测值。

3. 如权利要求1或2所述的图像处理装置,其特征在于,

所述代替图像数据生成单元通过规定的方式,来对所述输入图像数据的各像素数据生成所述代替图像数据的各像素数据,其中,该规定的方式是基于所述状态图像数据生成单元及所述图像压缩单元及所述图像解压缩单元的各自的处理内容而决定的。

4. 如权利要求1或2所述的图像处理装置,其特征在于,

所述代替图像数据生成单元根据所述下一个状态图像数据与所述状态图像数据间的各像素数据的数据值的增减,来对所述输入图像数据的各像素数据实施使数据值增加或减小的校正,从而对所述输入图像数据的各像素数据生成所述代替图像数据的各像素数据,其中,所述下一个状态图像数据与所述状态图像数据间的各像素数据的数据值的增减是因压缩误差而生成的,该压缩误差是因所述图像压缩单元及所述图像解压缩单元所进行的压缩及解压缩处理而产生的。

5. 如权利要求1或2所述的图像处理装置,其特征在于,

所述当前图像数据选择单元在所述压缩误差预测值在规定范围内的情况下,对所述输入图像数据的每个像素数据选择所述输入图像数据,在所述压缩误差预测值在所述规定范围以外的情况下,对所述输入图像数据的每个像素数据选择所述代替图像数据。

6. 一种图像处理方法,其特征在于,包括:

状态图像数据生成步骤,该状态图像数据生成步骤基于当前图像数据及状态图像数

据,来生成下一帧处理时使用的下一个状态图像数据;

图像压缩步骤,该图像压缩步骤对所述下一个状态图像数据进行压缩,从而生成压缩状态图像数据;

保存步骤,该保存步骤将所述压缩状态图像数据保存到帧存储器中;

图像解压缩步骤,该图像解压缩步骤从所述帧存储器中读取出一帧处理时保存的所述压缩状态图像数据,并对其进行解压缩,从而生成所述状态图像数据;

输出图像数据生成步骤,该输出图像数据生成步骤基于所述当前图像数据及所述状态图像数据,来生成输出图像数据;

压缩误差预测步骤,该压缩误差预测步骤基于输入图像数据来生成由所述图像压缩步骤及所述图像解压缩步骤生成的压缩误差的压缩误差预测值;

代替图像数据生成步骤,该代替图像数据生成步骤基于所述压缩误差的出现趋势来生成相对于所述输入图像数据的代替图像数据;以及

当前图像数据选择步骤,该当前图像数据选择步骤选择所述输入图像数据与所述代替图像数据中的某一个,来作为所述当前图像数据。

7.如权利要求6所述的图像处理方法,其特征在于,

所述压缩误差预测步骤基于所述状态图像数据生成步骤及所述图像压缩步骤及所述图像解压缩步骤的各自的处理内容,来对所述输入图像数据的各像素数据,计算由所述图像压缩步骤及所述图像解压缩步骤对所述状态图像数据的各像素数据进行压缩及解压缩处理后的数据、与该压缩及解压缩处理前的所述状态图像数据的各像素数据之间的差分,以作为所述压缩误差预测值。

8.如权利要求6或7所述的图像处理方法,其特征在于,

所述代替图像数据生成步骤通过规定的方式,来对所述输入图像数据的各像素数据生成所述代替图像数据的各像素数据,其中,该规定的方式是基于所述状态图像数据生成步骤及所述图像压缩步骤及所述图像解压缩步骤的各自的处理内容而决定的。

9.如权利要求6或7所述的图像处理方法,其特征在于,

所述代替图像数据生成步骤根据所述下一个状态图像数据与所述状态图像数据间的各像素数据的数据值的增减,来对所述输入图像数据的各像素数据实施使数据值增加或减小的校正,从而对所述输入图像数据的各像素数据生成所述代替图像数据的各像素数据,其中,所述下一个状态图像数据与所述状态图像数据间的各像素数据的数据值的增减是因压缩误差而生成,该压缩误差是因所述图像压缩步骤及所述图像解压缩步骤所进行的压缩及解压缩处理而产生的。

10.如权利要求6或7所述的图像处理方法,其特征在于,

所述当前图像数据选择步骤在所述压缩误差预测值在规定范围内的情况下,对所述输入图像数据的每个像素数据选择所述输入图像数据,在所述压缩误差预测值在所述规定范围以外的情况下,对所述输入图像数据的每个像素数据选择所述代替图像数据。

图像处理装置以及图像处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图像处理装置以及图像处理方法,尤其涉及一种将规定的图像数据作为状态图像数据,来实施数据压缩处理,并保存到帧存储器中,在进行下一帧的数据处理时,将其从帧存储器中读取,并实施数据解压缩处理,以进行使用的图像处理装置以及图像处理方法。

背景技术

[0002] 在图像处理装置中,不仅取决于当前的图像数据输入,还取决于至此为止的图像数据输入的处理结果所产生的状态,来对图像输入数据进行数据处理,并生成输出图像数据。在这样的图像处理装置中,将表示该处理结果所产生的状态的数据生成为状态图像数据,并将其暂时地保存到被称为帧存储器的图像存储器中,从而用于下一帧的数据处理(例如,参考下述专利文献1)。

[0003] 另一方面,伴随着近年来迅速发展的图像数据的高精细化及高速处理化,应当由设备或系统处理的图像数据量正爆发式地增长中。由此,需要增大帧存储器尺寸、提高向帧存储器进行数据传送的能力,然而利用现实的电路来实现变得越发困难。由此,减少帧存储器中保存的数据量变得非常重要。

[0004] 作为一种减少数据量的方法,一般采用对保存在帧存储器中的图像数据进行编码来实现压缩的方法。图5是表示进行如下动作的典型的图像处理装置的示意结构的框图:基于输入图像数据生成状态图像数据,压缩该状态图像数据并将其保存到帧存储器中,在下一帧的处理中,使用经解压缩后的状态图像数据,从而生成输出图像数据。

[0005] 以帧存储器为对象的图像压缩以往提出了各种方法,也有作为专利来公开的。这样的图像压缩方法可大致分为可逆压缩方法及不可逆压缩。前者被称作为无损压缩,若压缩后进行解压缩,则能够无信息量丢失地还原原始数据。后者被称为有损压缩,即使压缩后进行解压缩,也无法保证能够还原出原始数据,因此原始数据与压缩/解压缩后的数据之间产生误差。这叫压缩误差。在无损压缩中压缩误差为0,然而一般来说,有损压缩的压缩率较高,因此在希望较多地减少帧存储器容量的情况下,使用有损压缩。作为一种有损压缩的方法,下述专利文献2中公开了如下的装置:通过在对图像输入数据进行编码的方法(PCM处理)、和对图像输入数据进行差分编码的方法(DPCM处理)中,选择信号恶化较少的编码方法,从而降低或消除画质的降低。作为本发明的对象的图像处理装置,能够例如将下述专利文献2中公开的装置用作为图像压缩方法与图像解压缩方法,从而像图5那样得以构成。

[0006] 图5所示的图像处理装置中,压缩误差在如下情况下产生:即,在压缩状态图像数据并将其保存到帧存储器中,并在进行下一帧的数据处理时对保存在帧存储器中的状态图像数据进行解压缩时产生。压缩误差取决于图像压缩单元、图像解压缩单元的处理方法而定,希望压缩误差较小,从而能够期待在后级的处理正确。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本专利特开2007-52127号公报

[0010] 专利文献2:日本专利特开2010-4514号公报

发明内容

[0011] 发明所要解决的技术问题

[0012] 尽量减小由有损压缩产生的压缩误差是各种各样的压缩技术所存在的问题,具有限制。例如,在图5所示的图像处理装置中,在由图像解压缩单元生成的状态图像数据中存在压缩误差的情况下,由于输出图像数据生成单元使得该压缩误差有所增大,并可能使输出图像数据较大地偏离所期望的数据。另外,还存在以下问题:即,在下一帧参照的状态图像数据、与由压缩误差被增大的输出图像数据驱动的结果所产生的实际的状态图像数据之间,产生因压缩误差而导致的灰度值的偏离,并且每次更新帧时,该偏离都被累积。

[0013] 本发明鉴于上述问题而得以完成,其目的在于,提供一种图像处理装置及图像处理方法,可以减小保存于帧存储器内的图像数据中产生的压缩误差给输出图像数据带来的影响。

[0014] 解决技术问题所采用的技术方案

[0015] 为了达成上述目的,本发明提供一种图像处理装置,其特征在于,包括:状态图像数据生成单元,该状态图像数据生成单元基于当前图像数据及状态图像数据,来生成下一帧处理时使用的下一个状态图像数据;图像压缩单元,该图像压缩单元对上述下一个状态图像数据进行压缩,从而生成压缩状态图像数据;帧存储器,该帧存储器保存上述压缩状态图像数据;图像解压缩单元,该图像解压缩单元从上述帧存储器中读取出一帧处理时所保存的上述压缩状态图像数据,并对其进行解压缩,从而生成上述状态图像数据;输出图像数据生成单元,该输出图像数据生成单元基于上述当前图像数据及上述状态图像数据,来生成输出图像数据;压缩误差预测单元,该压缩误差预测单元基于输入图像数据,来生成由上述图像压缩单元及上述图像解压缩单元生成的压缩误差的压缩误差预测值;代替图像数据生成单元,该代替图像数据生成单元基于上述压缩误差的出现趋势,来对上述输入图像数据生成代替图像数据;以及当前图像数据选择单元,该当前图像数据选择单元选择上述输入图像数据与上述代替图像数据中的某一个,来作为上述当前图像数据。

[0016] 为了达成上述目的,本发明提供一种图像处理方法,其特征在于,包括:状态图像数据生成步骤,该状态图像数据生成步骤基于当前图像数据及状态图像数据,来生成下一帧处理时使用的下一个状态图像数据;图像压缩步骤,该图像压缩步骤对上述下一个状态图像数据进行压缩,从而生成压缩状态图像数据;保存步骤,该保存步骤将上述压缩状态图像数据保存在帧存储器中;图像解压缩步骤,该图像解压缩步骤从上述帧存储器中读取出一帧处理时所保存的上述压缩状态图像数据,并对其进行解压缩,从而生成上述状态图像数据;输出图像数据生成步骤,该输出图像数据生成步骤基于上述当前图像数据及上述状态图像数据来生成输出图像数据;压缩误差预测步骤,该压缩误差预测步骤基于输入图像数据,来生成由上述图像压缩步骤及上述图像解压缩步骤生成的压缩误差的压缩误差预测值;代替图像数据生成步骤,该代替图像数据生成步骤基于上述压缩误差的出现趋势,来对上述输入图像数据生成代替图像数据;以及当前图像数据选择步骤,该当前图像数据选择步骤选择上述输入图像数据与上述代替图像数据中的某一个,来作为上述当前图像数

据。

[0017] 另外,对于具有上述特征的图像处理装置或方法,优选为,上述压缩误差预测单元或步骤基于上述状态图像数据生成单元或步骤、及上述图像压缩单元或步骤、及上述图像解压缩单元或步骤各自的处理内容,来对上述输入图像数据的各像素数据,计算由上述图像压缩单元或步骤及上述图像解压缩单元或步骤对上述状态图像数据的各像素数据进行压缩及解压缩处理后的数据、与该压缩及解压缩处理前的上述状态图像数据的各像素数据之间的差分,以作为上述压缩误差预测值。

[0018] 另外,对于具有上述特征的图像处理装置或方法,优选为,上述代替图像数据生成单元或步骤通过规定的方式来对上述输入图像数据的各像素数据生成上述代替图像数据的各像素数据,其中该规定的方式是基于上述状态图像数据生成单元或步骤、及上述图像压缩单元或步骤、及上述图像解压缩单元或步骤各自的处理内容而决定的。

[0019] 另外,对于具有上述特征的图像处理装置或方法,优选为,上述代替图像数据生成单元或步骤根据上述下一个状态图像数据与上述状态图像数据间的各像素数据的数据值的增减,来对上述输入图像数据的各像素数据实施使数据值增加或减小的校正,从而对上述输入图像数据的各像素数据生成上述代替上述图像数据的各像素数据,其中,上述下一个状态图像数据与上述状态图像数据间的各像素数据的数据值的增减是根据压缩误差来生成的,该压缩误差因上述图像压缩单元或步骤、及上述图像解压缩单元或步骤对上述输入图像数据的各像素数据所进行的压缩及解压缩处理而产生。

[0020] 另外,对于具有上述特征的图像处理装置或方法,优选为,上述当前图像数据选择单元或步骤在上述压缩误差预测值在规定范围内的情况下,对上述输入图像数据的每个像素数据选择上述输入图像数据,在上述压缩误差预测值在上述规定范围以外的情况下,对上述输入图像数据的每个像素数据选择上述代替图像数据。

[0021] 发明效果

[0022] 根据具有上述特征的图像处理装置或方法,由于预先已知状态图像数据生成单元或步骤、图像压缩单元或步骤、图像解压缩单元或步骤、输出图像生成单元或步骤中各自的处理内容,因此,在输入图像数据的各像素数据在相邻帧之间变动较小的情况下,能够基于该处理内容,而在当前帧处理时,在一定程度上预测出相对于上一帧处理时的经压缩后的状态图像数据的压缩误差,另外,由于能在一定程度上预测出压缩误差对输出图像数据的影响,因此能够通过将输入图像数据替换成代替图像数据,来减小该压缩误差的影响,在该情况下,通过进行该替换,不减小图像压缩单元或步骤、图像解压缩单元或步骤中的压缩误差其本身,也就是说,可以在不牺牲数据压缩率的同时,减小压缩误差对输出图像数据的影响。

[0023] 但是,对于在状态图像数据生成单元或步骤中生成的下一个状态图像数据,其本来是预测由在输出图像生成单元或步骤中生成的输出图像数据所驱动的各像素的下一帧中的状态(例如,灰度值)的数据。这里,假设在到上一帧为止的数据处理时,用于生成输出图像数据的状态图像数据中未叠加有压缩误差,并且在当前帧的用于生成输出图像数据的状态图像数据中叠加有压缩误差的情况下,当前帧的输出图像数据中含有该压缩误差的影响。并且,对于在当前帧中生成的下一个状态图像数据,其是预测由输出图像数据驱动的情况下的各像素的下一帧的状态的数据,该输出图像数据基于含有压缩误差的状态图像数据

得以生成,然而,实际上,由输出图像数据驱动的上一个当前帧中的各像素的状态是不含有压缩误差的正确值,因此通过利用相同的输出图像数据来进行驱动,将变为不同于下一个状态图像数据所示的数据值的状态。因此,即使在下一个状态图像数据的计算过程中、叠加在状态图像数据中的压缩误差并未被直接传递,然而,由于输出图像数据中叠加有压缩误差,因此,各像素的下一帧中的状态(为了方便,称为“实际的下一个状态图像数据”)也会因该输出图像数据而受到压缩误差的影响,使其与在状态图像数据生成单元或步骤中生成的下一个状态图像数据之间产生因压缩误差而生成的偏差。另外,实际上,压缩误差可以在各帧中产生,因此该偏离会在每一帧内累积,其结果是,实质上状态图像数据中也传递并累积有压缩误差。因此,根据上述特征的图像数据处理装置或方法,压缩误差对输出图像数据的影响有所减小,其结果是,上述压缩误差在状态图像数据中的传递及累积有所抑制。

附图说明

[0024] 图1是表示本发明所涉及的图像处理装置的一个实施方式的示意结构的框图。

[0025] 图2是表示本发明所涉及的图像处理装置的实施例1中的处理结果及处理性能的图。

[0026] 图3是表示本发明所涉及的图像处理装置的实施例2中的处理结果及处理性能的图。

[0027] 图4是表示本发明所涉及的图像处理装置的实施例3中的处理结果及处理性能的图。

[0028] 图5是表示对下一个状态图像数据进行压缩解压缩处理的现有的图像处理装置的一个典型例的示意结构的框图。

[0029] 图6是表示不进行压缩解压缩处理的图像处理装置中的处理结果的图。

[0030] 图7是表示图5所示的现有的图像处理装置中的处理结果及处理性能的图。

[0031] 实施方式

[0032] 基于附图对本发明所涉及的图像处理装置(下面,适当地称作为“本发明装置”)及图像处理方法(下面,适当地称作为“本发明方法”)的实施方式进行说明。此外,为了易于与图5所示的现有的图像处理装置作对比,对与该现有的图像处理装置共通的构成要素付上同一标号,来进行说明。

[0033] 图1是表示本发明装置的示意结构的框图。如图1所示,本发明装置1包括:输入端子IN、压缩误差预测单元11、代替图像数据生成单元12、当前图像数据选择单元13、输出图像数据生成单元14、状态图像数据生成单元15、图像压缩单元16、图像解压缩单元17、帧存储器18、以及输出端子OUT。另外,本发明方法具备通过本发明装置的上述各个单元执行的以下各个步骤。

[0034] 输入端子IN是对作为图像处理的对象输入图像数据DI的输入进行接收的端子。由输入端子IN输入输入图像数据DI被发送至压缩误差预测单元11、代替图像数据生成单元12、以及当前图像数据选择单元13。

[0035] 压缩误差预测单元11基于状态图像数据生成单元15、图像压缩单元16、以及图像解压缩单元17的各处理内容,来对输入图像数据DI的各个像素数据计算压缩误差预测值ERR的各个像素数据,并将该结果发送至代替图像数据生成单元12及当前图像数据选择单元13(压缩误差预测步骤)。

[0036] 代替图像数据生成单元12对输入图像数据DI的各个像素数据进行规定的校正处理,并计算出代替图像数据DIA,将结果发送至当前图像数据选择单元13(代替图像数据生

成步骤)。此外,在后述的实施例中规定的校正处理进行详细说明。

[0037] 当前图像数据选择单元13基于压缩误差预测值ERR,来对输入图像数据DI的每个像素数据选择输入图像数据DI与代替图像数据DIA中的某个,以作为当前图像数据DC,并输出到输出图像数据生成单元14及状态图像数据生成单元15(当前图像数据选择步骤)。

[0038] 输出图像数据生成单元14根据当前图像数据DC及从后述的图像解压缩单元17输出的状态图像数据DR,来计算对当前图像数据DC的各个像素数据实施了规定校正处理后的输出图像数据DQ,并将结果输出给输出端子OUT(输出图像数据生成步骤)。

[0039] 状态图像数据生成单元15根据当前图像数据DC、及从图像解压缩单元17输出的状态图像数据DR,计算出下一个状态图像数据DP,并将结果发送给图像压缩单元16(状态图像数据生成步骤)。

[0040] 图像压缩单元16利用规定的图像压缩方法来对下一个状态图像数据DP进行编码(图像压缩步骤),并将该结果作为压缩状态图像数据DPC写入帧存储器18中(保存步骤)。写入帧存储器18中的压缩状态图像数据DPC被保存1帧所需的处理期间。

[0041] 图像解压缩单元17读取保存在帧存储器18中的压缩状态图像数据DPC作为输入,并通过与图像压缩单元16的图像压缩方法相对应的图像解压缩方法来进行解压缩,将该结果作为状态图像数据DR,来发送给状态图像数据生成单元15及输出图像数据生成单元14,以用于下一帧的处理(图像解压缩步骤)。

[0042] 接下来,利用具体的数值示例对由上述结构的本发明装置1进行的图像处理(本发明方法)的实施例(实施例1~3)进行详细说明。

[0043] 在如下各实施例中,假设所处理的图像数据是灰度值由10比特表示、具有4色(R(红)、G(绿)、B(蓝)、Y(黄))的全高清图像(1920×1080像素)。下面,为了简化说明,对图1的各图像数据用大写字母来表示所有图像数据,用小写字母来表示所有图像数据中的任意的像素数据。指定坐标及颜色来确定各像素数据。例如,将所有输入图像数据记作DI,将输入图像数据的(x,y)坐标的R像素的像素数据记作 $d_i = D I(x, y, R)$ 。同样的,将状态图像数据的(x,y)坐标的G像素的像素数据记作 $d_r = D R(x, y, G)$ 。此时, $0 \leq x \leq 1919, 0 \leq y \leq 1079$,颜色可以取R/G/B/Y。各像素数据可取0~1023的灰度值(正整数)。另外,对于压缩误差预测值ERR,与各图像数据相同,利用大写字母来表示所有压缩误差预测值,例如B像素的压缩误差预测值的像素数据记作 $err = E R R(x, y, B)$ 。

[0044] 本发明装置1的各单元为了对作为处理对象的图像数据进行以像素为单位的依次处理,将各图像数据及压缩误差预测值的像素数据($d_i, d_{ia}, d_c, d_p, d_{pc}, d_r, d_q, err$)作为处理对象。

[0045] 另外,将输出图像数据生成单元14的数据处理函数记作 $F(d_c, d_r)$,将状态图像数据生成单元15的数据处理函数记作 $G(d_c, d_r)$,在本实施例中,为了简化说明,作为一个示例,使用如下数学式1及数学式2所示的数据处理函数。此外,数学式2中的“[]”所示的运算是对“[]”内的数值去除小数点以后的值、以进行取整的处理,在后述的数学式3中也相同。

[0046] (数学式1)

[0047] $F(d_c, d_r) = 1023 : 2 \times d_c - d_r > 1023$

[0048] $= 2 \times d_c - d_r : 0 \leq 2 \times d_c - d_r \leq 1023$

[0049] $= 0 : 2 \times d_c - d_r < 0$

[0050] (数学式2)

[0051] $G(dc, dr) = [(1024 + dr)/2] : 2 \times dc - dr > 1023$

[0052] $= dc : 0 \leq 2 \times dc - dr \leq 1023$

[0053] $= [(1 + dr)/2] : 2 \times dc - dr < 0$

[0054] 上述数学式1及数学式2所示例的数据处理函数近似于在过冲处理(也被称为OS处理、过冲驱动处理)等中使用的函数,该过冲处理用于在液晶显示装置等中提高视频的响应速度。OS处理是为了更高速地追随液晶像素的响应,而基于驱动前的液晶像素的状态(灰度值)以及当前帧下应当显示的灰度值,来决定驱动液晶像素的输出值的处理。此时,在液晶的响应速度不足的情况下,通过将输出值强调得比应当显示的灰度值要高或低地、来进行驱动,从而在所需的响应时间内(例如,如果每秒显示240张,则在1/240秒间)使灰度值变化到应当显示的目标值。决定该输出值的函数是由数学式1所示例出的函数 $F(dc, dr)$ 。另外,该驱动器的结果、即预测所对应的液晶像素的灰度值为多少的函数是由数学式2所示例出的函数 $G(dc, dr)$ 。在即使进行OS处理也来不及响应的情况下,函数 $G(dc, dr)$ 的值也获取到与应当显示的灰度值不同的值。此外,上述两个数据处理函数可以根据颜色的不同来成为不同的函数,在本实施例中将各个颜色设为相同函数。

[0055] 另外,将图像压缩单元16的编码处理函数记作 $Enc(dp)$,将图像解压缩单元17的解码处理函数记作 $Dec(dpc)$,在本实施例中,作为一个示例使用如下数学式3及数学式4所示的数据处理函数。

[0056] (数学式3)

[0057] $Enc(dp) = [dp/16]$

[0058] (数学式4)

[0059] $Dec(dpc) = dpc \times 16$

[0060] 根据数学式3及数学式4所示的数据压缩及解压缩处理,图像压缩单元16通过舍去10比特的下一个状态图像数据DP的图像数据dp的低位的4比特、从而量化成6比特数据,由此对下一个状态图像数据DP进行压缩、成为压缩状态图像数据DPC,图像解压缩单元17对6比特的压缩状态图像数据DPC的像素数据dpc的低位侧追加4比特,并将该低位上的4比特设为0,从而还原成10比特数据,对压缩状态图像数据DPC进行解压缩、成为状态图像数据DR。因此,本实施例的图像压缩单元16及图像解压缩单元17缺失了原始的下一个状态图像数据DP的各像素数据dp的低位上的4比特的信息,因此属于有损压缩的压缩单元及解压缩单元。

[0061] 在本实施例中,状态图像数据生成单元15、图像压缩单元16、以及图像解压缩单元17各自的处理内容分别由上述数学式2、数学式3、数学式4预先设定,因此,压缩误差预测单元11对各像素数据求出状态图像数据DR与结果dr的差分 $\Delta dr (= dr - dr0)$,以作为压缩误差预测值ERR的像素数据err,其中,状态图像数据DR是对当前帧的输入图像数据DI的各像素数据di依次进行例如数学式2、数学式3、数学式4的运算后的结果,结果dr0是对当前帧的输入图像数据DI的各像素数据di不进行数学式3、数学式4的压缩及解压缩处理时的结果。在本实施例中,基于当前帧的输入图像数据DI的各像素数据di来计算差分 Δdr ,并近似将其用作为一帧前生成的状态图像数据DR的压缩误差,因此其前提是,相邻帧间、输入图像数据DI的各像素数据di的值相近似。另一方面,相邻帧间、输入图像数据DI的变化越缓和,则对于各像素数据di的变化来说,压缩误差也相对越大,并且压缩误差对输出图像数据DQ的

影响及状态图像数据DR中的压缩误差的累积也越明显。另一方面,相邻帧间、输入图像数据DI的变化越剧烈,则对于各像素数据di的变化来说,压缩误差也相对越小,并且压缩误差对输出图像数据DQ的影响及状态图像数据DR中的压缩误差的累积也越不易察觉。因此,基于当前帧的输入图像数据DI计算出的差分 Δdr 实质上可以用作为压缩误差预测值ERR。

[0062] 输出图像数据生成单元14的数据处理函数(dc, dr)接收状态图像数据DR及当前图像数据DC这两个数据,以作为输入数据,因此,由于状态图像数据DR的像素数据dr中叠加有压缩误差 Δdr ,因此, $F(dc, dr)$ 的处理结果dq中也将产生些许变化值 Δdq 。在本发明装置中,为了减小该变化值 Δdq ,并不是抑制状态图像数据DR侧的压缩误差,而是在预测到压缩误差较大的情况下,不使用当前帧的输入图像数据DI的像素数据di,而通过将代替图像数据DIA的像素数据dia用作为当前图像数据DC的像素数据dc,从而实质性地抑制 $F(dc, dr)$ 的处理时的压缩误差的影响,由此来减小该变化值 Δdq ,其中,该代替图像数据DIA的像素数据dia是通过由代替图像数据生成单元12对输入图像数据DI的像素数据di实施规定的校正处理而得以生成的。

[0063] 代替图像数据生成单元12的代替图像数据DIA的生成算法并不局限于特定的算法,但较大地依赖于输出图像数据生成单元14、状态图像数据生成单元15、图像压缩单元16、及图像解压缩单元17各自的处理内容,未必一定要是最佳解,然而存在有能有效地抑制压缩误差、或压缩误差对作为处理结果的输出图像数据DQ带来的影响的代替图像数据DIA的生成算法。具体而言,由于上述各单元的处理内容是已知的,因此通过预先提取出该处理内容所产生的压缩误差或其带来的影响的产生方式的趋势或特征,从而可以设定适合于该趋势或特征的代替图像数据DIA的生成算法。下面,将三种生成算法作为实施例1~3来进行说明。实施例1~3中的各个生成算法分别依次由如下数学式5~数学式7表示。

[0064] (数学式5)

[0065] $dia = di - 8$

[0066] (数学式6)

[0067] $dia = [di/16] \times 16 = dix$

[0068] (数学式7)

[0069] $dia = (di + [di/16] \times 16 + 1) / 2 = (di + dix + 1) / 2$

[0070] 实施例1的生成算法使输入图像数据DI的各个像素数据di减去常数8,从而成为代替图像数据DIA的各个像素数据dia。实施例2的生成算法对输入图像数据DI的各个像素数据di依次实施数学式3及数学式4所示的压缩处理及解压缩处理,并将实施后得到的数据值(为了方便,记作“dix”)作为代替图像数据DIA的各个像素数据dia。也就是说,各个像素数据dia成为从输入图像数据DI的像素数据di减去相对于该像素数据di的压缩误差后的值。实施例3的生成算法是将输入图像数据DI的各像素数据di、与由实施例2的生成算法生成的代替图像数据DIA的像素数据dia(=dix)的平均值,作为代替图像数据DIA的各像素数据dia。参照后述的计算例来对各实施例的生成算法的特征进行说明。

[0071] 当前图像数据选择单元13基于压缩误差预测值ERR的像素数据err,来对输入图像数据DI的每个像素数据,选择由输入端子IN输入的输入图像数据DI的像素数据di、和从代替图像数据生成单元12输出的代替图像数据DIA的像素数据dia中的某一个,以作为当前图像数据DC的像素数据dc。在本实施例中,单纯地仅基于压缩误差预测值ERR的像素数据err

的绝对值 $A(=|err|)$ 来进行上述选择。具体而言,在绝对值 A 为规定阈值 TH 以上的情况下,选择代替图像数据 DIA 的像素数据 dia ,在绝对值 A 小于规定阈值 TH 的情况下,选择输入图像数据 DI 的像素数据 di 。在本实施例中,将阈值 TH 例如定为 8。

[0072] 对实施例 1~3 的各计算例进行说明。实施例 1~3 的区别仅在于代替图像数据生成单元 12 的代替图像数据 DIA 的生成算法互不相同,而代替图像数据生成单元 12 以外的各个单元的结构均相同。

[0073] 图 2~图 4 中示出了实施例 1~3 的各计算例。图 2~图 4 中,观察显示画面中的任意 1 个像素,示出了在按照每一帧来逐次对输入图像数据 DI 的该 1 个像素的像素数据 di 进行处理时的图 1 所示的各数据值的情况。图 2~图 4 的最上一行的帧索引示出了连续帧的处理顺序,示例出了第 1 帧到第 16 帧。为了方便,使图 2~图 4 的各行左端带有用于确定行的行索引 (0)~(11)。索引 (0) 位于最上面一行。下面,将最上面一行作为第 0 行,并将行索引 (1)~(11) 称作为第 1 行~第 11 行。

[0074] 图 2~图 4 的第 1 行、及第 3 至第 8 行示出了图 1 所示的各像素数据的数据值。能够通过从左侧起第 2 栏中显示的各像素数据的名称、及第 3 栏中显示的各像素数据的标号,来识别出各行对应于哪个像素数据。另外,第 2 行示出了实施例 2 及 3 的代替图像数据 DIA 的生成算法(参照数学式 6、数学式 7)中使用的数据值 di_x 。另外,第 7 行的状态图像数据 DR 的像素数据 dr 是对第 6 行的下一个状态图像数据 DP 的像素数据 dp 进行压缩及解压缩后的值,即,示出了下一帧的数据处理中使用的像素数据 dr 。

[0075] 第 9 行示出了“实际的下一个状态图像数据”的各像素数据(为了方便,记作“ dpa ”)。如上所述,由状态图像数据生成单元或步骤中生成的下一个状态图像数据 DP 的各像素数据 dp 本来是对由输出图像数据 DQ 驱动的各像素的下一帧中的状态(例如灰度值)进行预测的数据,然而由于输出图像数据 DQ 中叠加有压缩误差的影响,因此与实际的各像素的下一帧中的状态(像素数据 dpa)之间产生差异。具体而言,通过将上一帧的像素数据 dpa 代入到函数 $F(dc, dr)$ 的反函数 $F'(dq, dr)$ 的变量 dr 中来计算像素数据 dpa 。

[0076] 另外,第 10 行示出了第 9 行所示的“实际的下一个状态图像数据”的像素数据 dpa 、与第 6 行所示的下一个状态图像数据 DP 的像素数据 dp 的差分 $\Delta dp(=dpa-dp)$ 。差分 Δdp 示出了压缩误差对下一个状态图像数据 DP 的影响。第 11 行示出了第 8 行所示的输出图像数据 DQ 的像素数据 dq 、与后述不进行数据压缩及解压缩时(比较例 1)的输出图像数据 $DQ1$ 的像素数据 $dq1$ 的差分 Δdq 。差分 Δdp 示出了压缩误差对输出图像数据 DQ 的影响。以上,第 0 行~第 11 行中记载的项目在各个实施例中均通用。

[0077] 接下来,在对图 2~图 4 的各实施例的计算例进行考察前,为了与各实施例进行对比,对上述比较例 1 及进行数据压缩及解压缩的采用图 5 所示的结构的现有的图像处理装置(比较例 2)的各计算例进行说明。比较例 1 相当于不利用图 5 所示的比较例 2 的电路结构的图像压缩单元 16 及图像解压缩单元 17 进行压缩及解压缩处理的情况。另外,对于比较例 1 及比较例 2 的输出图像数据生成单元 14 及状态图像数据生成单元 15 的数据处理函数,与上述各实施例的数据处理函数 $F(di, dr)$ 、 $G(di, dr)$ 相同。其中,在比较例 1 及比较例 2 中,当前图像数据 DC 的像素数据 dc 始终与输入图像数据 DI 的像素数据 di 相等,因此代替变量 dc ,而取作变量 di 。对于比较例 2 的图像压缩单元 16 的编码处理函数、以及图像解压缩单元 17 的解码处理函数,与上述各实施例的编码处理函数 $Enc(dp)$ 、以及解码处理函数 $Dec(dpc)$ 相同。

[0078] 图6中示出了上述比较例1的计算例,图7中示出了上述比较例2的计算例。图6及图7的表示方法基本与图2~图4相同。图6的第3行中显示有图2~图4的第11行所示的差分 Δdq 的计算中所使用的像素数据 dq_1 。由于在图7的比较例2中,也会与实施例1~3相同地产生压缩误差,因此,计算出第5行所示的“实际的下一个状态图像数据”的像素数据 dpa_2 。另外,图7的第6行示出了第5行所示的“实际的下一个状态图像数据”的像素数据 dpa_2 、与第2行所示的下一个状态图像数据DP的像素数据 dp 的差分 $\Delta dp_2 (= dpa_2 - dp)$ 。差分 Δdp_2 示出了比较例2中、压缩误差对下一个状态图像数据DP2的影响。图7的第7行示出了第4行所示的输出图像数据DQ2的像素数据 dq_2 、与比较例1的输出图像数据DQ1的像素数据 dq_1 的差分 Δdq_2 。差分 Δdp_2 示出了压缩误差对输出图像数据DQ2的影响。

[0079] 根据图7的第7行所示的差分 Δdq_2 的计算结果可知:比较例2的输出图像数据DQ2的像素数据 dq_2 始终比没有压缩误差影响时的原始值要大,另外,根据第6行所示的差分 Δdp_2 的计算结果可知:压缩误差的影响随着重复进行帧处理而被累积。这与如下情况相符合:在数学式3及数学式4所示例出的实施例1~3及比较例2中使用的编码处理函数 $E_n c(dp)$ 和解码处理函数 $D_e c(dpc)$ 所进行的压缩及解压缩处理中,由于压缩误差,该处理后的数据值始终降低到处理前以下。另外,由于压缩误差而使得该处理后的数据值始终降低到处理前以下的情况,对应于在实施例1~3中各帧的压缩误差预测值ERR的像素数据 err 均为负值的情况。因此,在实施例1~3中,为了消除该压缩误差的影响,在所有实施例中,以使得代替图像数据DIA的各像素数据 dia 变得比输入图像数据DI的各像素数据 di 要小的方式,对像素数据 di 进行数学式5~数学式7所示的各转换处理(校正处理),并计算出像素数据 dia 。

[0080] 首先,若通过图2与图7,将实施例1的差分 Δdq 与比较例2的差分 Δdq_2 进行对比,则除了第10帧之外,差分 Δdq 绝对值在差分 Δdq_2 的绝对值以下,另外,对于第2帧至第15帧的各个平均值,比较例2为7.2,而与此相对,在实施例1中下降到3.67。在本实施例中,从第9帧到第13帧为止,输入图像数据DI的像素数据 di 每次增加50。在本图像处理装置1中,压缩误差预测单元11基于当前帧的像素数据 di 来计算压缩误差预测值ERR的像素数据 err ,因此在相邻帧间的像素数据 di 的变化较大的情况下,在像素数据 err 中产生误差。其结果是,与比较例2相反,会发生输出图像数据DQ的像素数据 dq 变得比不存在压缩误差影响时的原始值要低的情况。然而,作为整体而言,压缩误差对输出图像数据DQ的影响有所减小。

[0081] 另外,在将实施例1的差分 Δdq 与比较例2的差分 Δdq_2 进行对比的情况下,在各帧中,差分 Δdq 变为差分 Δdq_2 以下,对于从第2帧到第15帧为止的各个平均值,比较例2为7.6,而与此相对,在实施例1中下降到4.33。因此,可知:对于下一个状态图像数据DP的像素数据 dp ,压缩误差的影响也有所减小,另外,压缩误差的累积也有所抑制。

[0082] 接下来,若通过图3与图7,将实施例2的差分 Δdq 与比较例2的差分 Δdq_2 进行对比,则除了第10~第13帧之外,差分 Δdq 的绝对值都在差分 Δdq_2 的绝对值以下,另外,对于第2帧至第15帧的各个平均值,比较例2中为7.2,而与此相对,在实施例2中仅下降到7。可知:在实施例2中,与实施例1相比,减小压缩误差对输出图像数据DQ的影响的效果较小。

[0083] 因此,在将实施例2的差分 Δdq 与比较例2的差分 Δdq_2 进行对比的情况下,在各帧中,差分 Δdq 都为差分 Δdq_2 以下,对于从第2帧到第15帧为止的各个平均值,比较例2中为7.6,而与此相对,在实施例2中下降到3。因此,可知:对于下一个状态图像数据DP的像素数据 dp ,在实施例2中,与实施例1相比,压缩误差的影响也有所减小,另外,还较有效地抑制了

压缩误差的累积。

[0084] 接下来,若通过图4与图7,将实施例3的差分 Δdq 与比较例2的差分 Δdq_2 进行对比,则在所有帧中,差分 Δdq 绝对值都在差分 Δdq_2 的绝对值以下,另外,对于第2帧至第15帧的各个平均值,比较例2中为7.2,而与此相对,在实施例3中下降到2.33。可知:在实施例3中,与实施例1相比,能非常有效地减小压缩误差对输出图像数据DQ的影响。

[0085] 另外,在将实施例3的差分 Δdq 与比较例2的差分 Δdq_2 进行对比的情况下,在各帧中,差分 Δdq 变为差分 Δdq_2 以下,对于从第2帧到第15帧为止的各个平均值,比较例2为7.6,而与此相对,在实施例2中下降到5.13。因此,可知:对于下一个状态图像数据DP的像素数据dp,压缩误差的影响有所减小,另外,还更有效地抑制了压缩误差的累积。但是,与实施例1及实施例2相比,减小压缩误差对像素数据dq的影响的效果较小。

[0086] 以上,通过与比较例2进行对比,来对实施例1~3的各计算例进行详细考察。可知:虽然在所有实施例中减小的程度不同,但对于输出图像数据DQ及下一个状态图像数据DP的各像素数据dq、dp来说,压缩误差的影响均有所减小。另外,可知:由于代替图像数据DIA的生成算法不同,使得能否进一步有效地对输出图像数据DQ与下一个状态图像数据DP中的某一个来减小压缩误差的影响也有所不同。

[0087] 如上,基于具体的计算例对本发明装置1所进行的图像处理(本发明方法)的实施例进行了详细说明,然而本发明装置及方法并不局限于上述各实施例中说明了的具体处理内容。例如,利用本发明装置及方法进行处理的图像数据的像素数、灰度值、色彩系统(显示颜色的形式)均不局限于上述各实施例。并且,输出图像数据生成单元14及状态图像数据生成单元15的数据处理内容也并不局限于上述数学式1及数学式2所示的数据处理函数 $F(dc, dr)$ 、 $G(dc, dr)$ 。另外,在上述各实施例中,数据处理函数 $F(dc, dr)$ 是用于过冲处理的函数,然而也可以是其它用于校正处理的数据处理函数。

[0088] 另外,在上述各实施例中,以将上述数学式3及数学式4所示的数据处理函数 $E_{nc}(dp)$ 、 $Dec(dpc)$ 用作为图像压缩单元16的编码处理函数及图像数据解压缩单元17的解码处理函数的情况为例进行了说明,然而各个数据处理函数并不局限于上述数学式3及数学式4所示的数据处理函数。

[0089] 另外,在上述各实施例中,以将上述数学式5~数学式7所示的三种数学式用作为代替图像数据生成单元12的代替图像数据DIA的生成算法的情况为例进行了说明,然而该生成算法并不局限于上述数学式5~数学式7所示的数学式。如上所述,代替图像数据DIA的生成算法较大地依赖于输出图像数据生成单元14、状态图像数据生成单元15、图像压缩单元16、以及图像解压缩单元17各自的处理内容,因此进行设定使得适合于由该处理内容所产生的压缩误差或其带来的影响的出现方式的趋势或特征较为重要。例如,在上述各实施例中使用的压缩解压缩处理中,由于压缩误差,使得该处理后的数据值始终下降至处理前的数据值以下,因此在上述各实施例中,使用能使代替图像数据DIA的各像素数据dia变得比输入图像数据DI的各像素数据di要小的生成算法。因此,在由于所使用的压缩解压缩处理的压缩误差,使得该处理后的数据值始终上升至处理前的数据值以上的情况下,使用能使代替图像数据DIA的各像素数据dia变得比输入图像数据DI的各像素数据di要大的生成算法较为重要。另外,在由于所使用的压缩解压缩处理的压缩误差,使得该处理后的数据值与处理前相比有所增减的情况下,为了下一帧中的代替图像数据DIA的生成处理,例如,通

过将该增减信息(1比特/像素)存储到帧存储器的一部分中,从而可以使用基于该增减信息的生成算法。

[0090] 另外,在上述实施方式中,未对本发明装置1的各单元的具体电路结构进行详细说明,然而各单元中的一部分或全部可以以软件单元的形式得以构成,即,利用现有的微处理器等运算处理装置并通过执行计算机程序来实现各单元中的运算处理,此外,也可以使用了现有的逻辑电路及存储器电路的硬件单元来构成其一部分或全部。

[0091] 标号说明

[0092] 1:图像处理装置

[0093] 11:压缩误差预测单元

[0094] 12:代替图像数据生成单元

[0095] 13:当前图像数据选择单元

[0096] 14:输出图像数据生成单元

[0097] 15:状态图像数据生成单元

[0098] 16:图像压缩单元

[0099] 17:图像解压缩单元

[0100] 18:帧存储器

[0101] D C :当前图像数据

[0102] D I :输入图像数据

[0103] D I A :代替图像数据

[0104] D P :下一个状态图像数据

[0105] D P C :压缩状态图像数据

[0106] D R :状态图像数据

[0107] D Q :输出图像数据

[0108] E R R :压缩误差预测值

[0109] I N :输入端子

[0110] O U T :输出端子

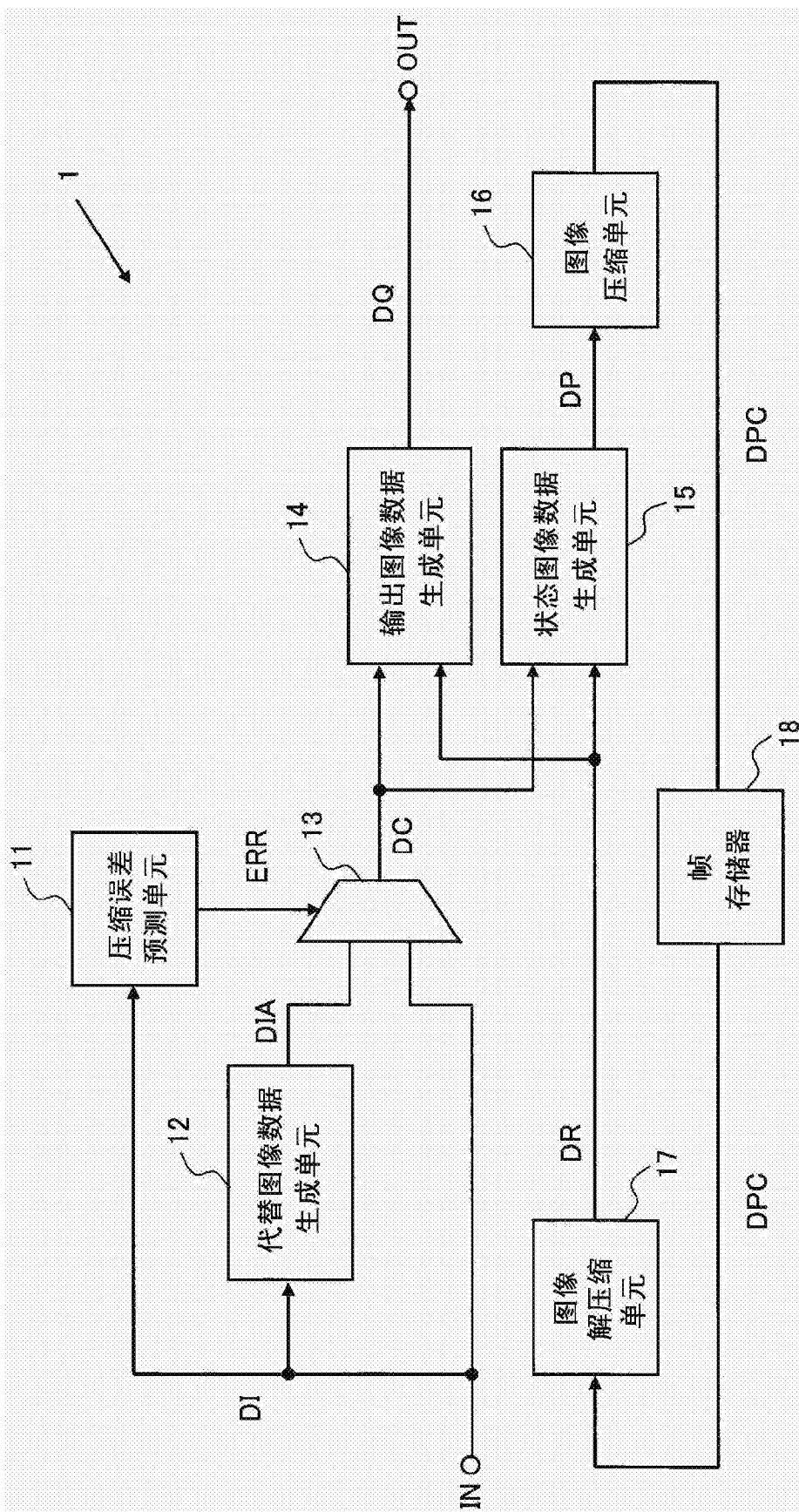


图1

(0)	帧索引	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...
(1)	输入图像数据	103	150	179	199	1	2	3	4	7	57	107	157	207	157	107	57	...
(2)	(压缩解压缩后)	96	144	176	192	0	0	0	0	0	48	96	144	192	144	96	48	...
(3)	压缩误差预测值	-7	-6	-3	-7	-1	-2	-3	-4	-7	-9	-11	-13	-15	-13	-11	-9	...
(4)	代替图像数据	95	142	171	191	-7	-6	-5	-4	-1	49	99	149	199	149	99	49	...
(5)	当前图像数据	103	150	179	199	1	2	3	4	7	49	99	149	199	149	99	49	...
(6)	下一个状态图像数据	103	150	179	199	96	48	24	8	7	49	99	149	199	149	99	49	...
(7)	状态图像数据	103	144	176	192	96	48	16	0	0	48	96	144	192	144	96	48	...
(8)	输出图像数据		197	214	222	0	0	0	0	14	98	150	202	254	106	54	2	...
(9)	实际的下一个状态图像数据	103	150	182	202	101	51	26	13	14	56	103	153	204	155	105	54	...
(10)	差分 Δdp		0	3	3	5	3	2	5	7	7	4	4	5	6	6	5	...
(11)	差分 Δdq		0	6	3	0	0	0	0	13	-9	-7	-5	-3	-1	-3	-5	...

图2

(0)	帧索引	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...
(1)	输入图像数据	103	150	179	199	1	2	3	4	7	57	107	157	207	157	107	57	...
(2)	(压缩解压缩后)	96	144	176	192	0	0	0	0	0	48	96	144	192	144	96	48	...
(3)	压缩误差预测值	-7	-6	-3	-7	-1	-2	-3	-4	-7	-9	-11	-13	-15	-13	-11	-9	...
(4)	代替图像数据	96	144	176	192	0	0	0	0	0	48	96	144	192	144	96	48	...
(5)	当前图像数据	103	150	179	199	1	2	3	4	7	48	96	144	192	144	96	48	...
(6)	下一个状态图像数据	103	150	179	199	96	48	24	8	7	48	96	144	192	144	96	48	...
(7)	状态图像数据	103	144	176	192	96	48	16	0	0	48	96	144	192	144	96	48	...
(8)	输出图像数据		197	214	222	0	0	0	0	14	96	144	192	240	96	48	0	...
(9)	实际的下一个状态图像数据	103	150	182	202	101	51	26	13	14	55	100	146	193	145	97	49	...
(10)	差分 Δdp		0	3	3	5	3	2	5	7	7	4	2	1	1	1	1	...
(11)	差分 Δdq		0	6	3	0	0	0	0	13	-11	-13	-15	-17	-11	-9	-7	...

图3

(0)	帧索引		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...
(1)	输入图像数据	di	103	150	179	199	1	2	3	4	7	57	107	157	207	157	107	57	...
(2)	(压缩解压缩后)	dix	96	144	176	192	0	0	0	0	0	48	96	144	192	144	96	48	...
(3)	压缩误差预测值	err	-7	-6	-3	-7	-1	-2	-3	-4	-7	-9	-11	-13	-15	-13	-11	-9	...
(4)	代替图像数据	dia	100	147	178	196	1	1	2	2	4	53	102	151	200	151	102	53	...
(5)	当前图像数据	dc	103	150	179	199	1	2	3	4	7	53	102	151	200	151	102	53	...
(6)	下一个状态图像数据	dp	103	150	179	199	96	48	24	8	7	53	102	151	200	151	102	53	...
(7)	状态图像数据	dr	103	144	176	192	96	48	16	0	0	48	96	144	192	144	96	48	...
(8)	输出图像数据	dq		197	214	222	0	0	0	0	14	106	156	206	256	110	60	10	
(9)	实际的下一个状态图像数据	dpa	103	150	182	202	101	51	26	13	14	60	108	157	207	159	110	60	...
(10)	差分 Δdp	dpa-dp		0	3	3	5	3	2	5	7	7	6	6	7	8	8	7	...
(11)	差分 Δdq	dq-dq1		0	6	3	0	0	0	0	13	-1	-1	-1	-1	3	3	3	...

图4

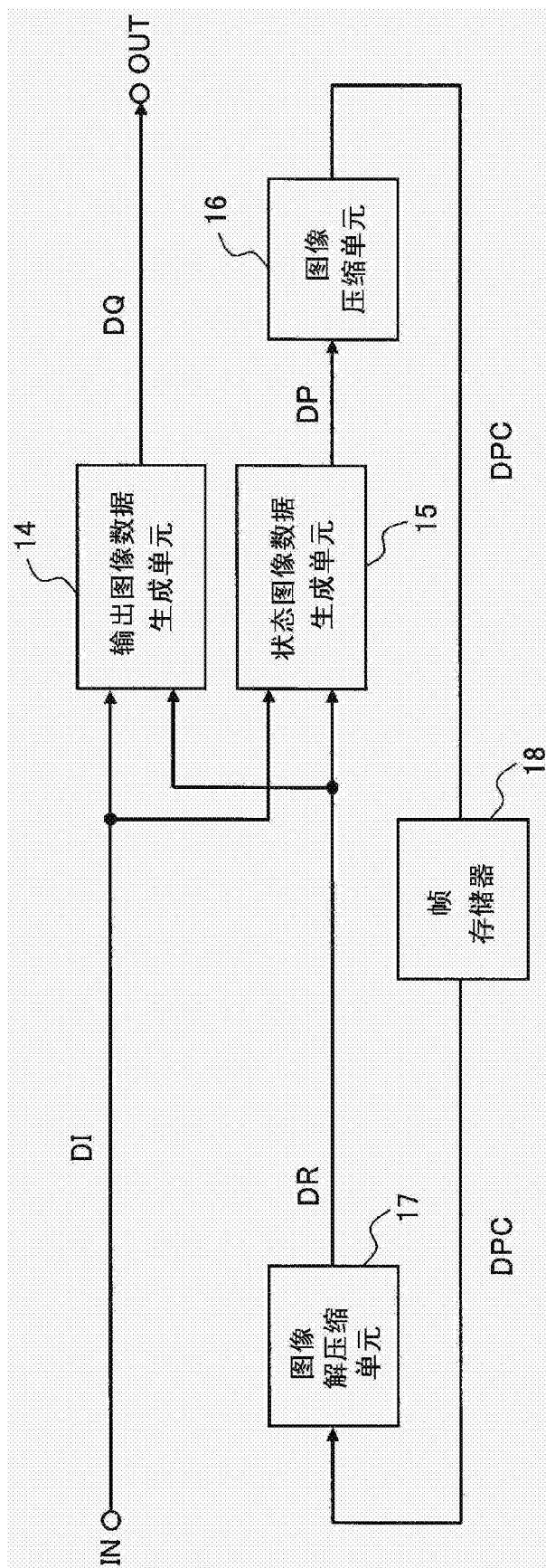


图5

(0)	帧索引		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...
(1)	输入图像数据	di	103	150	179	199	1	2	3	4	7	57	107	157	207	157	107	57	...
(2)	下一个状态图像数据	dp1	103	150	179	199	100	50	25	13	7	57	107	157	207	157	107	57	...
(3)	输出图像数据	dq1		197	208	219	0	0	0	0	1	107	157	207	257	107	57	7	...

图6

(0)	帧索引		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...
(1)	输入图像数据	di	103	150	179	199	1	2	3	4	7	57	107	157	207	157	107	57	...
(2)	下一个状态图像数据	dp2 = G(di, dr2)	103	150	179	199	96	48	24	8	7	57	107	157	207	157	107	57	...
(3)	状态图像数据	dr2	96	144	176	192	96	48	16	0	0	48	96	144	192	144	96	48	...
(4)	输出图像数据	dq2 = F(di, dr2)		204	214	222	0	0	0	0	14	114	166	218	270	122	70	18	...
(5)	实际的下一个状态图像数据	dpa2	103	154	184	203	102	51	26	13	14	64	115	167	219	171	121	70	...
(6)	差分△dp2	dpa2-dp2			4	5	4	6	3	2	5	7	8	10	12	14	14	13	...
(7)	差分△dq2	dq2-dq1			7	6	3	0	0	0	0	13	7	9	11	13	15	13	...

图7