



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119054276 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 29

(21) 申请号 202380034176.6

(22) 申请日 2023.04.21

(30) 优先权数据

63/363,386 2022.04.21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.10.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2023/019386 2023.04.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/205409 EN 2023.10.26

(71) 申请人 OPPO广东移动通信有限公司

地址 523860 广东省东莞市长安镇乌沙海
滨路18号

(72) 发明人 乔纳森·甘 余越 于浩平

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

专利代理师 张静 蒋雅洁

(51) Int.Cl.

H04N 19/105 (2006.01)

H04N 19/103 (2006.01)

H04N 19/172 (2006.01)

H04N 19/18 (2006.01)

H04N 19/136 (2006.01)

H04N 19/51 (2006.01)

H04N 19/70 (2006.01)

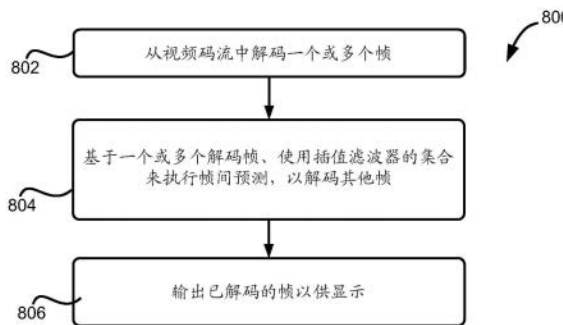
权利要求书9页 说明书14页 附图7页

(54) 发明名称

用于视频编解码的参考图片重采样

(57) 摘要

在一些实施例中,视频解码器将视频码流解码成视频帧。解码器从视频码流中解码视频帧。解码器进一步执行帧间预测以通过使用所解码的帧作为参考帧来解码视频的当前帧。执行帧间预测包括通过使用从32个6抽头插值滤波器的集合中选择一个或多个滤波器对当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样。该插值滤波器的集合也用于对色度分量进行插值以进行运动补偿。输出解码的帧和解码的当前帧以供显示。



1. 一种从视频码流中解码视频的方法,所述方法包括:

从所述视频码流中解码所述视频的一个或多个帧;

通过使用所解码的一个或多个帧作为参考帧来执行帧间预测,以解码所述视频的当前帧,其中,执行所述帧间预测包括通过使用从具有以下系数的32个插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对所述当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样:

{0,0,256,0,0,0},
{1,-6,256,7,-2,0},
{2,-11,253,15,-4,1},
{3,-16,251,23,-6,1},
{4,-21,248,33,-10,2},
{5,-25,244,42,-12,2},
{7,-30,239,53,-17,4},
{7,-32,234,62,-19,4},
{8,-35,227,73,-22,5},
{9,-38,220,84,-26,7},
{10,-40,213,95,-29,7},
{10,-41,204,106,-31,8},
{10,-42,196,117,-34,9},
{10,-41,187,127,-35,8},
{11,-42,177,138,-38,10},
{10,-41,168,148,-39,10},
{10,-40,158,158,-40,10},
{10,-39,148,168,-41,10},
{10,-38,138,177,-42,11},
{8,-35,127,187,-41,10},
{9,-34,117,196,-42,10},
{8,-31,106,204,-41,10},
{7,-29,95,213,-40,10},
{7,-26,84,220,-38,9},
{5,-22,73,227,-35,8},
{4,-19,62,234,-32,7},
{4,-17,53,239,-30,7},
{2,-12,42,244,-25,5},
{2,-10,33,248,-21,4},
{1,-6,23,251,-16,3},
{1,-4,15,253,-11,2},
{0,-2,7,256,-6,1};以及

使所述解码的一个或多个帧和所解码的当前帧被显示。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,执行所述帧间预测还包括使用所述32个插值滤波

器的集合来对所述当前帧执行运动补偿。

3. 根据权利要求2所述的方法, 其中, 所述32个插值滤波器的集合是用于所述视频的色度分量的插值滤波器。

4. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 通过以下方式从所述32个插值滤波器的集合中选择所述滤波器:

确定所述参考帧的上采样比和上采样位置; 以及

基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器。

5. 根据权利要求4所述的方法, 其中, 所述基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器包括:

确定与所述32个插值滤波器对应的32个位置中最接近所述上采样位置的分数部分的位置; 以及

从所述32个插值滤波器的集合中选择与所确定的位置相对应的插值滤波器。

6. 根据权利要求4所述的方法, 其中, 所述上采样比为2, 并且所选择的滤波器是系数为 $\{10, -40, 158, 158, -40, 10\}$ 、 $\{8, -35, 227, 73, -22, 5\}$ 或 $\{5, -22, 73, 227, -35, 8\}$ 的插值滤波器中的一者。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 所述上采样的参考帧被存储在缓冲器中。

8. 一种非暂时性计算机可读介质, 具有存储在其上的程序代码, 所述程序代码可由一个或多个处理设备执行以用于执行包括以下各项的操作:

从视频码流中解码视频的一个或多个帧;

通过使用所解码的一个或多个帧作为参考帧来执行帧间预测, 以解码所述视频的当前帧, 其中, 执行所述帧间预测包括通过使用从具有以下系数的32个插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对所述当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样:

$\{0, 0, 256, 0, 0, 0\}$,
 $\{1, -6, 256, 7, -2, 0\}$,
 $\{2, -11, 253, 15, -4, 1\}$,
 $\{3, -16, 251, 23, -6, 1\}$,
 $\{4, -21, 248, 33, -10, 2\}$,
 $\{5, -25, 244, 42, -12, 2\}$,
 $\{7, -30, 239, 53, -17, 4\}$,
 $\{7, -32, 234, 62, -19, 4\}$,
 $\{8, -35, 227, 73, -22, 5\}$,
 $\{9, -38, 220, 84, -26, 7\}$,
 $\{10, -40, 213, 95, -29, 7\}$,
 $\{10, -41, 204, 106, -31, 8\}$,
 $\{10, -42, 196, 117, -34, 9\}$,
 $\{10, -41, 187, 127, -35, 8\}$,
 $\{11, -42, 177, 138, -38, 10\}$,
 $\{10, -41, 168, 148, -39, 10\}$,

{10, -40, 158, 158, -40, 10},
{10, -39, 148, 168, -41, 10},
{10, -38, 138, 177, -42, 11},
{8, -35, 127, 187, -41, 10},
{9, -34, 117, 196, -42, 10},
{8, -31, 106, 204, -41, 10},
{7, -29, 95, 213, -40, 10},
{7, -26, 84, 220, -38, 9},
{5, -22, 73, 227, -35, 8},
{4, -19, 62, 234, -32, 7},
{4, -17, 53, 239, -30, 7},
{2, -12, 42, 244, -25, 5},
{2, -10, 33, 248, -21, 4},
{1, -6, 23, 251, -16, 3},
{1, -4, 15, 253, -11, 2},
{0, -2, 7, 256, -6, 1}; 以及

使所述解码的一个或多个帧和所解码的当前帧被显示。

9. 根据权利要求8所述的非暂时性计算机可读介质, 其中, 执行所述帧间预测还包括使用所述32个插值滤波器的集合来对所述当前帧执行运动补偿。

10. 根据权利要求9所述的非暂时性计算机可读介质, 其中, 所述32个插值滤波器的集合是用于所述视频的色度分量的插值滤波器。

11. 根据权利要求8所述的非暂时性计算机可读介质, 其中, 通过以下方式从所述32个插值滤波器的集合中选择所述滤波器:

确定所述参考帧的上采样比和上采样位置; 以及

基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器。

12. 根据权利要求11所述的非暂时性计算机可读介质, 其中, 所述基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器包括:

确定与所述32个插值滤波器对应的32个位置中最接近所述上采样位置的分数部分的位置; 以及

从所述32个插值滤波器的集合中选择与所确定的位置相对应的插值滤波器。

13. 根据权利要求11所述的非暂时性计算机可读介质, 其中, 所述上采样比为2, 并且所选择的滤波器是系数为{10, -40, 158, 158, -40, 10}、{8, -35, 227, 73, -22, 5}或{5, -22, 73, 227, -35, 8}的插值滤波器中的一者。

14. 根据权利要求8所述的非暂时性计算机可读介质, 其中, 所述上采样的参考帧被存储在缓冲器中。

15. 一种系统, 包括:

处理设备; 以及

非暂时性计算机可读介质, 所述非暂时性计算机可读介质以通信的方式耦接至所述处

理设备,其中,所述处理设备被配置为执行存储在所述非暂时性计算机可读介质中的程序代码,从而执行包括以下各项的操作:

从视频码流中解码视频的一个或多个帧;

通过使用所解码的一个或多个帧作为参考帧来执行帧间预测以解码所述视频的当前帧,其中,执行所述帧间预测包括通过使用从具有以下系数的32个插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对所述当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样:

{0,0,256,0,0,0},
{1,-6,256,7,-2,0},
{2,-11,253,15,-4,1},
{3,-16,251,23,-6,1},
{4,-21,248,33,-10,2},
{5,-25,244,42,-12,2},
{7,-30,239,53,-17,4},
{7,-32,234,62,-19,4},
{8,-35,227,73,-22,5},
{9,-38,220,84,-26,7},
{10,-40,213,95,-29,7},
{10,-41,204,106,-31,8},
{10,-42,196,117,-34,9},
{10,-41,187,127,-35,8},
{11,-42,177,138,-38,10},
{10,-41,168,148,-39,10},
{10,-40,158,158,-40,10},
{10,-39,148,168,-41,10},
{10,-38,138,177,-42,11},
{8,-35,127,187,-41,10},
{9,-34,117,196,-42,10},
{8,-31,106,204,-41,10},
{7,-29,95,213,-40,10},
{7,-26,84,220,-38,9},
{5,-22,73,227,-35,8},
{4,-19,62,234,-32,7},
{4,-17,53,239,-30,7},
{2,-12,42,244,-25,5},
{2,-10,33,248,-21,4},
{1,-6,23,251,-16,3},
{1,-4,15,253,-11,2},
{0,-2,7,256,-6,1};以及

使所述解码的一个或多个帧和所解码的当前帧被显示。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中,执行所述帧间预测还包括使用所述32个插值滤波器的集合来对所述当前帧执行运动补偿。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中,所述32个插值滤波器的集合是用于所述视频的色度分量的插值滤波器。

18. 根据权利要求15所述的系统,其中,通过以下方式从所述32个插值滤波器的集合中选择所述滤波器:

确定所述参考帧的上采样比和上采样位置;以及

基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器。

19. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器包括:

确定与所述32个插值滤波器对应的32个位置中最接近所述上采样位置的分数部分的位置;以及

从所述32个插值滤波器的集合中选择与所确定的位置相对应的插值滤波器。

20. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述上采样比为2,并且所选择的滤波器是系数为{10, -40, 158, 158, -40, 10}、{8, -35, 227, 73, -22, 5}或{5, -22, 73, 227, -35, 8}的插值滤波器中的一者。

21. 一种用于编码视频的方法,所述方法包括:

访问所述视频的多个帧;

对所述多个帧执行帧间预测以生成所述多个帧的预测残差,其中,执行所述帧间预测包括:

通过使用从具有以下系数的32个插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对所述多个帧中的当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样:

{0, 0, 256, 0, 0, 0},

{1, -6, 256, 7, -2, 0},

{2, -11, 253, 15, -4, 1},

{3, -16, 251, 23, -6, 1},

{4, -21, 248, 33, -10, 2},

{5, -25, 244, 42, -12, 2},

{7, -30, 239, 53, -17, 4},

{7, -32, 234, 62, -19, 4},

{8, -35, 227, 73, -22, 5},

{9, -38, 220, 84, -26, 7},

{10, -40, 213, 95, -29, 7},

{10, -41, 204, 106, -31, 8},

{10, -42, 196, 117, -34, 9},

{10, -41, 187, 127, -35, 8},

{11, -42, 177, 138, -38, 10},

{10, -41, 168, 148, -39, 10},

{10, -40, 158, 158, -40, 10},
{10, -39, 148, 168, -41, 10},
{10, -38, 138, 177, -42, 11},
{8, -35, 127, 187, -41, 10},
{9, -34, 117, 196, -42, 10},
{8, -31, 106, 204, -41, 10},
{7, -29, 95, 213, -40, 10},
{7, -26, 84, 220, -38, 9},
{5, -22, 73, 227, -35, 8},
{4, -19, 62, 234, -32, 7},
{4, -17, 53, 239, -30, 7},
{2, -12, 42, 244, -25, 5},
{2, -10, 33, 248, -21, 4},
{1, -6, 23, 251, -16, 3},
{1, -4, 15, 253, -11, 2},
{0, -2, 7, 256, -6, 1};以及

将所述多个帧的所述预测残差编码成表示所述视频的码流。

22. 根据权利要求21所述的方法, 其中, 执行所述帧间预测还包括使用所述32个插值滤波器的集合来对所述当前帧执行运动补偿。

23. 根据权利要求22所述的方法, 其中, 所述32个插值滤波器的集合是用于所述视频的色度分量的插值滤波器。

24. 根据权利要求21所述的方法, 其中, 通过以下方式从所述32个插值滤波器的集合中选择所述滤波器:

确定所述参考帧的上采样比和上采样位置; 以及

基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器。

25. 根据权利要求24所述的方法, 其中, 所述基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器包括:

确定与所述32个插值滤波器对应的32个位置中最接近所述上采样位置的分数部分的位置; 以及

从所述32个插值滤波器的集合中选择与所确定的位置相对应的插值滤波器。

26. 根据权利要求24所述的方法, 其中, 所述上采样比为2, 并且所选择的滤波器是系数为{10, -40, 158, 158, -40, 10}、{8, -35, 227, 73, -22, 5}或{5, -22, 73, 227, -35, 8}的插值滤波器中的一者。

27. 根据权利要求21所述的方法, 其中, 所述上采样的参考帧被存储在缓冲器中。

28. 一种非暂时性计算机可读介质, 具有存储在其上的程序代码, 所述程序代码可由一个或多个处理设备执行以用于执行包括以下各项的操作:

访问视频的多个帧;

对所述多个帧执行帧间预测以生成所述多个帧的预测残差, 其中, 执行所述帧间预测

包括：

通过使用从具有以下系数的32个插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对所述多个帧中的当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样：

{0,0,256,0,0,0} ,
{1,-6,256,7,-2,0} ,
{2,-11,253,15,-4,1} ,
{3,-16,251,23,-6,1} ,
{4,-21,248,33,-10,2} ,
{5,-25,244,42,-12,2} ,
{7,-30,239,53,-17,4} ,
{7,-32,234,62,-19,4} ,
{8,-35,227,73,-22,5} ,
{9,-38,220,84,-26,7} ,
{10,-40,213,95,-29,7} ,
{10,-41,204,106,-31,8} ,
{10,-42,196,117,-34,9} ,
{10,-41,187,127,-35,8} ,
{11,-42,177,138,-38,10} ,
{10,-41,168,148,-39,10} ,
{10,-40,158,158,-40,10} ,
{10,-39,148,168,-41,10} ,
{10,-38,138,177,-42,11} ,
{8,-35,127,187,-41,10} ,
{9,-34,117,196,-42,10} ,
{8,-31,106,204,-41,10} ,
{7,-29,95,213,-40,10} ,
{7,-26,84,220,-38,9} ,
{5,-22,73,227,-35,8} ,
{4,-19,62,234,-32,7} ,
{4,-17,53,239,-30,7} ,
{2,-12,42,244,-25,5} ,
{2,-10,33,248,-21,4} ,
{1,-6,23,251,-16,3} ,
{1,-4,15,253,-11,2} ,
{0,-2,7,256,-6,1} ;以及

将所述多个帧的所述预测残差编码成表示所述视频的码流。

29. 根据权利要求28所述的非暂时性计算机可读介质,其中,执行所述帧间预测还包括使用所述32个插值滤波器的集合来对所述当前帧执行运动补偿。

30. 根据权利要求29所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述32个插值滤波器的集

合是用于所述视频的色度分量的插值滤波器。

31. 根据权利要求28所述的非暂时性计算机可读介质,其中,通过以下方式从所述32个插值滤波器的集合中选择所述滤波器:

确定所述参考帧的上采样比和上采样位置;以及

基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器。

32. 根据权利要求31所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器包括:

确定与所述32个插值滤波器对应的32个位置中最接近所述上采样位置的分数部分的位置;以及

从所述32个插值滤波器的集合中选择与所确定的位置相对应的插值滤波器。

33. 根据权利要求31所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述上采样比为2,并且所选择的滤波器是系数为 $\{10, -40, 158, 158, -40, 10\}$ 、 $\{8, -35, 227, 73, -22, 5\}$ 或 $\{5, -22, 73, 227, -35, 8\}$ 的插值滤波器中的一者。

34. 根据权利要求28所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述上采样的参考帧被存储在缓冲器中。

35. 一种系统,包括:

处理设备;以及

非暂时性计算机可读介质,所述非暂时性计算机可读介质以通信的方式耦接至所述处理设备,其中,所述处理设备被配置为执行存储在所述非暂时性计算机可读介质中的程序代码,从而执行包括以下各项的操作:

访问视频的多个帧;

对所述多个帧执行帧间预测以生成所述多个帧的预测残差,其中,执行所述帧间预测包括:

通过使用从具有以下系数的32个插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对所述多个帧中的当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样:

$\{0, 0, 256, 0, 0, 0\}$,

$\{1, -6, 256, 7, -2, 0\}$,

$\{2, -11, 253, 15, -4, 1\}$,

$\{3, -16, 251, 23, -6, 1\}$,

$\{4, -21, 248, 33, -10, 2\}$,

$\{5, -25, 244, 42, -12, 2\}$,

$\{7, -30, 239, 53, -17, 4\}$,

$\{7, -32, 234, 62, -19, 4\}$,

$\{8, -35, 227, 73, -22, 5\}$,

$\{9, -38, 220, 84, -26, 7\}$,

$\{10, -40, 213, 95, -29, 7\}$,

$\{10, -41, 204, 106, -31, 8\}$,

$\{10, -42, 196, 117, -34, 9\}$,

{10, -41, 187, 127, -35, 8},
{11, -42, 177, 138, -38, 10},
{10, -41, 168, 148, -39, 10},
{10, -40, 158, 158, -40, 10},
{10, -39, 148, 168, -41, 10},
{10, -38, 138, 177, -42, 11},
{8, -35, 127, 187, -41, 10},
{9, -34, 117, 196, -42, 10},
{8, -31, 106, 204, -41, 10},
{7, -29, 95, 213, -40, 10},
{7, -26, 84, 220, -38, 9},
{5, -22, 73, 227, -35, 8},
{4, -19, 62, 234, -32, 7},
{4, -17, 53, 239, -30, 7},
{2, -12, 42, 244, -25, 5},
{2, -10, 33, 248, -21, 4},
{1, -6, 23, 251, -16, 3},
{1, -4, 15, 253, -11, 2},
{0, -2, 7, 256, -6, 1};以及

将所述多个帧的所述预测残差编码成表示所述视频的码流。

36. 根据权利要求35所述的系统,其中,执行所述帧间预测还包括使用所述32个插值滤波器的集合来对所述当前帧执行运动补偿。

37. 根据权利要求36所述的系统,其中,所述32个插值滤波器的集合是用于所述视频的色度分量的插值滤波器。

38. 根据权利要求35所述的系统,其中,通过以下方式从所述32个插值滤波器的集合中选择所述滤波器:

确定所述参考帧的上采样比和上采样位置;以及

基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器。

39. 根据权利要求38所述的系统,其中,所述基于所述上采样比和所述上采样位置从所述32个插值滤波器的集合中识别所述滤波器包括:

确定与所述32个插值滤波器对应的32个位置中最接近所述上采样位置的分数部分的位置;以及

从所述32个插值滤波器的集合中选择与所确定的位置相对应的插值滤波器。

40. 根据权利要求38所述的系统,其中,所述上采样比为2,并且所选择的滤波器是系数为{10, -40, 158, 158, -40, 10}、{8, -35, 227, 73, -22, 5}或{5, -22, 73, 227, -35, 8}的插值滤波器中的一者。

用于视频编解码的参考图片重采样

相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于2022年4月21日提交的题为“Use of Chroma Interpolation Filter for Reference Picture Resampling”的第63/363,386号美国临时申请的优先权权益,该美国临时申请的全部内容通过引用并入本文中。

技术领域

[0002] 本公开总体上涉及视频处理。具体地,本公开涉及将色度插值滤波器用于视频编解码中的参考图片重采样。

背景技术

[0003] 普遍存在的具备摄像头功能的设备(诸如智能手机、平板电脑和电脑)使得采集视频或图像比以往任何时候都更容易。然而,即使是短视频的数据量也可能相当大。视频编解码技术(包括视频编码和解码)能够将视频数据压缩成更小的尺寸,从而能够存储和传输各种视频。视频编解码已被广泛应用于各种应用中,诸如数字TV广播、通过互联网和移动网络的视频传输、实时应用(例如,视频聊天、视频会议)、DVD和蓝光光盘等。为了减少用于存储视频的存储空间和/或用于传输视频的网络带宽消耗,需要提高视频编解码方案的效率。

发明内容

[0004] 一些实施例涉及将色度插值滤波器用于视频编解码中的参考图片重采样。在一个示例中,一种从视频码流中解码视频的方法,包括:从所述视频码流中解码所述视频的一个或多个帧,以及通过使用所解码的一个或多个帧作为参考帧来执行帧间预测,以解码视频的当前帧。执行帧间预测包括通过使用从32个6抽头插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样。该方法还包括使所解码的一个或多个帧和所解码的当前帧被显示。

[0005] 在另一示例中,一种非暂时性计算机可读介质,具有存储在其上的程序代码,该程序代码可由一个或多个处理设备执行以用于执行以下操作。所述操作包括:从视频码流中解码视频的一个或多个帧,以及通过使用所解码的一个或多个帧作为参考帧来执行帧间预测,以解码视频的当前帧。执行帧间预测包括通过使用从32个6抽头插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样。所述操作还包括使所解码的一个或多个帧和所解码的当前帧被显示。

[0006] 在又一示例中,一种系统,包括处理设备和以通信的方式耦接至该处理设备的非暂时性计算机可读介质。处理设备被配置为执行存储在该非暂时性计算机可读介质中的程序代码,从而执行以下操作。所述操作包括:从视频码流中解码视频的一个或多个帧;以及通过使用所解码的一个或多个帧作为参考帧来执行帧间预测,以解码视频的当前帧。执行帧间预测包括通过使用从32个6抽头插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样。所述操作还包括使所解码的一个或多个帧和

所解码的当前帧被显示。

[0007] 在另一示例中,一种用于编码视频的方法,包括:访问视频的多个帧;以及对所述多个帧执行帧间预测以生成所述多个帧的预测残差。执行帧间预测包括通过使用从32个6抽头插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对所述多个帧中的当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样。该方法还包括将所述多个帧的预测残差编码成表示视频的码流。

[0008] 在另一示例中,一种非暂时性计算机可读介质,具有存储在其上的程序代码,该程序代码可由一个或多个处理设备执行以用于执行以下操作。所述操作包括:访问视频的多个帧;以及对所述多个帧执行帧间预测以生成所述多个帧的预测残差。执行帧间预测包括通过使用从32个6抽头插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对所述多个帧中的当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样。所述操作还包括将所述多个帧的预测残差编码成表示视频的码流。

[0009] 在又一示例中,一种系统,包括处理设备和以通信的方式耦接至该处理设备的非暂时性计算机可读介质。处理设备被配置为执行存储在该非暂时性计算机可读介质中的程序代码,从而执行以下操作。所述操作包括:访问视频的多个帧;以及对所述多个帧执行帧间预测以生成所述多个帧的预测残差。执行帧间预测包括通过使用从32个6抽头插值滤波器的集合中选择的至少一个滤波器对所述多个帧中的当前帧的参考帧进行上采样来执行参考图片重采样。所述操作还包括将所述多个帧的预测残差编码成表示视频的码流。

[0010] 提及这些说明性实施例不是为了限制或限定本公开,而是为了提供示例以帮助理解本公开。在具体实施方式中讨论了另外的实施例,并且在具体实施方式中提供了进一步的描述。

附图说明

[0011] 当参照附图阅读以下具体实施方式时,将更好地理解本公开的特征、实施例和优点。

[0012] 图1是示出了被配置为实现本文中提出的实施例的视频编码器的示例的框图。

[0013] 图2是示出了被配置为实现本文中提出的实施例的视频解码器的示例的框图。

[0014] 图3描绘了根据本公开的一些实施例的视频中的图片的编码树单元(Coding Tree Unit,CTU)划分的示例。

[0015] 图4描绘了根据本公开的一些实施例的编码树单元的编码单元划分的示例。

[0016] 图5A示出了根据本公开的一些实施例的用于给定上采样比的参考图片重采样的插值的示例。

[0017] 图5B示出了根据本公开的一些实施例的用于给定上采样比的参考图片重采样的插值的另一示例。

[0018] 图6描绘了根据本公开的一些实施例的用于确定用于参考图片重采样的插值滤波器的过程的示例。

[0019] 图7描绘了根据本公开的一些实施例的用于编码视频的过程的另一示例。

[0020] 图8描绘了根据本公开的一些实施例的用于解码视频的过程的另一示例。

[0021] 图9描绘了可以用于实现本公开的一些实施例的计算系统的示例。

具体实施方式

[0022] 各种实施例提供了用于将色度插值滤波器用于视频编解码中的参考图片重采样的机制。如上所述,越来越多的视频数据正在被生成、存储和传输。这有利于提高视频编解码技术的效率。提高视频编解码技术的效率的一种方法是通过帧间预测,其中使用来自已被重建的其他帧(称为“参考帧”或“参考图片”)的像素或样本来预测待解码的当前帧中的视频像素或样本。为了执行帧间预测,其通常涉及例如在运动补偿期间使用插值滤波器,通过使用整数像素位置处的样本的值来确定参考帧中的分数像素位置处的预测样本。在一些情况下,参考帧可以具有与当前帧不同的分辨率。在那些情况下,参考帧被重新采样到与当前帧相同的分辨率,诸如对低分辨率参考帧进行上采样以匹配当前帧的分辨率。在上采样中,使用整数像素位置处的样本的值来对分数像素位置处的样本进行插值。现有的用于参考图片重采样的插值滤波器使用用于对参考图片的色度分量进行上采样的4抽头滤波器,这可能提供不准确的插值结果,导致编码效率低。

[0023] 本文中描述的各种实施例通过将6抽头插值滤波器用于参考图片重采样来解决这些问题,这可以提供更好且更准确的插值结果。在一些实施例中,视频编码器或解码器重用用于运动补偿的32个6抽头色度插值滤波器的集合来执行视频的参考图片上采样。为了从该32个6抽头色度插值滤波器的集合中选择滤波器,视频编解码器可以基于当前帧的分辨率和参考帧的分辨率以及上采样位置来确定上采样比。通过确定与32个插值滤波器相对应的32个位置中最接近上采样位置的分数部分的位置,并从32个插值滤波器的集合中选择与所确定的位置相对应的插值滤波器,可以从该32个6抽头色度插值滤波器的集合中选择插值滤波器。

[0024] 如本文所描述的,一些实施例通过使用6抽头插值滤波器进行参考图片重采样并重新使用被配置用于运动补偿的32个6抽头色度插值滤波器的集合来提供对视频编解码效率的改进。通过使用6抽头插值滤波器来代替现有的4抽头滤波器,可以为上采样实现更准确的插值,原因是在生成插值样本时考虑了更多的相邻样本。因此,帧间预测残差的值较小,视频编解码效率得到提高。另外,将运动补偿插值滤波器重新用于参考图片重采样减少了视频编码器和解码器的存储利用率。这些技术可以成为未来视频编解码标准中的有效编解码工具。

[0025] 现在参考附图,图1是示出了被配置为实现本文中提出的实施例的视频编码器100的示例的框图。在图1所示的示例中,视频编码器100包括分区模块112、变换模块114、量化模块115、逆量化模块118、逆变换模块119、环内滤波器模块120、帧内预测模块126、帧间预测模块124、运动估计模块122、已解码图片缓冲器130和熵编码模块116。

[0026] 视频编码器100的输入是包含图片(也称为帧或图像)序列的输入视频102。在基于块的视频编码器中,对于每个图片,视频编码器100采用分区模块112将图片划分成块104,且每个块包含多个像素。所述块可以是宏块、编码树单元、编码单元、预测单元和/或预测块。一个图片可以包括不同大小的块,并且视频的不同图片的块划分也可以不同。可以使用不同的预测(诸如帧内预测或帧间预测或帧内和帧间混合预测)来编码每个块。

[0027] 通常来说,视频信号的第一图片是帧内编码的图片,其仅使用帧内预测进行编码。在帧内预测模式中,仅使用已经从同一图片编码的数据来预测图片的块。帧内编码的图片可以在没有来自其他图片的信息的情况下被解码。为了执行帧内预测,图1所示的视频编码

器100可以采用帧内预测模块126。帧内预测模块126被配置为使用同一图片的相邻块的重建块136中的重建样本来生成帧内预测块(预测块134)。根据为块选择的帧内预测模式来执行帧内预测。然后,视频编码器100计算块104与帧内预测块134之间的差。该差被称为残差块106。

[0028] 为了进一步从块中移除冗余,变换模块114通过对块中的样本应用变换将残差块106变换到变换域中。变换的示例可以包括但不限于离散余弦变换(discrete cosine transform,DCT)或离散正弦变换(discrete sine transform,DST)。变换后的值可以被称为表示变换域中的残差块的变换系数。在一些示例中,残差块可以被直接量化,而不经变换模块114进行变换。这被称为变换跳过模式。

[0029] 视频编码器100可以进一步使用量化模块115来量化变换系数以获得经量化的系数。量化包括将样本除以量化步长,然后进行后续舍入,而逆量化涉及将经量化的值乘以量化步长。这种量化处理被称为标量量化。量化用于减小(经变换的或未经变换的)视频样本的动态范围,使得能够使用更少的二进制位来表示视频样本。

[0030] 块内的系数/样本的量化可以独立地完成,并且这种量化方法用于一些现有的视频压缩标准,例如H.264或高级视频编解码器(advance video codec,AVC)和H.265或高效视频编码(high efficiency video coding,HEVC)。对于一个N乘M块,可以使用一些扫描顺序将块的2D系数转换成1D阵列,以进行系数量化和编解码。块内的系数的量化可以利用扫描顺序信息。例如,块中的给定系数的量化可以取决于沿着扫描顺序的先前量化的值的状态。为了进一步提高编解码效率,可以使用多于一个量化器。哪个量化器用于量化当前系数取决于编码/解码扫描顺序中当前系数前面的信息。这种量化方法被称为依赖量化。

[0031] 可以使用量化步长来调整量化程度。例如,对于标量量化,可以应用不同的量化步长来实现更精细或更粗糙的量化。较小的量化步长对应于较精细的量化,而较大的量化步长对应于较粗糙的量化。量化步长可以由量化参数(quantization parameter,QP)指示。在视频的编码码流中提供量化参数,使得视频解码器可以访问和应用量化参数,以进行解码。

[0032] 然后,熵编码模块116对量化的样本进行编码以进一步减小视频信号的大小。熵编码模块116被配置为将熵编码算法应用于量化的样本。在一些示例中,量化的样本被二值化为二进制项(bin),并且编码算法将二进制项进一步压缩为二进制位。二值化方法的示例包括但不限于组合的截断莱斯(truncated Rice,TR)和有限k阶指数哥伦布码(Exp-Golomb,EGk)二值化以及k阶指数哥伦布码二值化。熵编码算法的示例包括但不限于可变长度编码(variable length coding,VLC)方案、上下文自适应VLC(context adaptive VLC,CAVLC)方案、算术编码方案、二值化、上下文自适应二进制算术编码(context adaptive binary arithmetic coding,CABAC)、基于语法的上下文自适应二进制算术编码(syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding,SBAC)、概率区间划分熵(probability interval partitioning entropy,PIPE)编码或其他熵编码技术。熵编码的数据被添加到输出的已编码视频132的码流中。

[0033] 如上所述,来自相邻块的重建块136用于图片的块的帧内预测。生成块的重建块136涉及计算该块的重建残差。可以通过对块的量化残差应用逆量化和逆变换来确定重建残差。逆量化模块118被配置为将逆量化应用于量化的样本以获得去量化的系数。逆量化模块118通过使用与量化模块115相同的量化步长来应用由量化模块115所应用的量化方案的

逆量化。逆变换模块119被配置为将由变换模块114所应用的变换的逆变换应用于去量化的样本,例如逆DCT或逆DST。逆变换模块119的输出是像素域中的块的重建残差。可以将重建残差添加到块的预测块134以获得像素域中的重建块136。逆变换模块119不应用于那些跳过变换的块。去量化的样本是块的重建残差。

[0034] 可以使用帧间预测或帧内预测对第一帧内预测图片之后的后续图片中的块进行编解码。在帧间预测中,根据一个或多个先前已编码的视频图片来预测图片中的块。为了执行帧间预测,视频编码器100使用帧间预测模块124。帧间预测模块124被配置为基于由运动估计模块122提供的运动估计对块执行运动补偿。

[0035] 运动估计模块122将当前图片的当前块104与已解码参考图片108进行比较,以进行运动估计。已解码参考图片108被存储在已解码图片缓冲器130中。运动估计模块122从已解码参考图片108中选择与当前块最匹配的参考块。运动估计模块122进一步识别参考块的位置(例如,x坐标、y坐标)与当前块的位置之间的偏移。该偏移被称为运动矢量(motion vector, MV),并且与所选择的参考块一起被提供给帧间预测模块124。在一些情况下,针对多个已解码参考图片108中的当前块识别多个参考块。因此,多个运动矢量被生成并与对应的参考块一起被提供给帧间预测模块124。

[0036] 帧间预测模块124使用(一个或多个)运动矢量与其他帧间预测参数一起来执行运动补偿,以生成当前块的预测(即,帧间预测块134)。例如,基于(一个或多个)运动矢量,帧间预测模块124可以在对应的参考图片中定位(一个或多个)运动矢量所指向的(一个或多个)预测块。如果存在多于一个的预测块,则将这些预测块与一些权重组合以生成当前块的预测块134。

[0037] 对于经帧间预测的块,视频编码器100可以从块104减去帧间预测块134以生成残差块106。残差块106可以以与上面讨论的经帧间预测的块的残差相同的方式被变换、量化和熵编码。同样地,经帧间预测的块的重建块136可以通过对残差进行逆量化、逆变换以及随后与对应的预测块134组合来获得。

[0038] 为了获得用于运动估计的已解码图片108,由环内滤波器模块120对重建块136进行处理。环内滤波器模块120被配置为平滑像素过渡,从而改善视频质量。环内滤波器模块120可以被配置为实现一个或多个环内滤波器,例如去块滤波器、采样自适应偏移(sample-adaptive offset, SAO)滤波器、自适应环路滤波器(adaptive loop filter, ALF)等。

[0039] 图2描绘了被配置为实现本文中提出的实施例的视频解码器200的示例的框图。视频解码器200处理码流中的已编码视频202并生成已解码图片208。在图2所示的示例中,视频解码器200包括熵解码模块216、逆量化模块218、逆变换模块219、环内滤波器模块220、帧内预测模块226、帧间预测模块224和已解码图片缓冲器230。

[0040] 熵解码模块216被配置为对已编码视频202执行熵解码。熵解码模块216对量化的系数、包括帧内预测参数和帧间预测参数的编码参数和其他信息进行解码。在一些示例中,熵解码模块216将已编码视频202的码流解码为二进制表示,进而将二进制表示转换为系数的量化水平。然后,经熵解码的系数水平由逆量化模块218进行逆量化,随后由逆变换模块219逆变换到像素域。逆量化模块218和逆变换模块219的功能分别与上文图1所述的逆量化模块118和逆变换模块119的功能类似。可以将逆变换的残差块添加到对应的预测块234以生成重建块236。逆变换模块219不应用于那些跳过变换的块。由逆量化模块118生成的去量

化的样本用于生成重建块236。

[0041] 基于块的预测模式生成特定块的预测块234。如果块的编码参数表示该块是帧内预测的,则可以将同一图片中的参考块的重建块236馈送到帧内预测模块226以生成该块的预测块234。如果块的编码参数表示该块是帧间预测的,则由帧间预测模块224生成预测块234。帧内预测模块226和帧间预测模块224的功能分别与图1的帧内预测模块126和帧间预测模块124的功能类似。

[0042] 如上文关于图1所讨论的,帧间预测涉及一个或多个参考图片。视频解码器200通过将环内滤波器模块220应用于参考图片的重建块来生成参考图片的已解码图片208。已解码图片208被存储在已解码图片缓冲器230中以供帧间预测模块224使用并且还用于输出。

[0043] 现在参考图3,图3描绘了根据本公开的一些实施例的视频中的图片的编码树单元划分的示例。如上文关于图1和图2所讨论的,为了对视频的图片进行编码,图片被划分为块,例如图3所示的多功能视频编码(versatile video coding, VVC)中的编码树单元(CTU) 302。例如,CTU 302可以是 128×128 个像素的块。根据顺序(例如图3所示的顺序)对CTU进行处理。在一些示例中,如图4所示,图片中的每个CTU 302可以被划分成一个或多个编码单元(Coding Unit, CU) 402, CU可以被进一步划分成预测单元或变换单元(transform unit, TU),以进行预测和变换。根据编解码方案,可将CTU 302以不同的方式划分成CU 402。例如,在VVC中, CU 402可以是矩形或正方形,并且可以在无需进一步划分成预测单元或变换单元的情况下进行编码。每个CU 402可以与其根CTU 302一样大,或者是根CTU 302的小到 4×4 的块的细分。如图4所示,在VVC中将CTU 302划分为CU 402可以是四叉树分割或二叉树分割或三叉树分割。在图4中,实线表示四叉树分割,虚线表示二叉树分割或三叉树分割。

[0044] 运动补偿

[0045] 混合视频编码系统(诸如VVC和HEVC)中采用的工具是使用来自已被重建的其他帧的像素或样本来预测待解码的当前帧中的视频像素或样本。遵循该架构的编解码工具通常被称为“帧间预测”工具,并且重建的帧可以被称为“参考帧”。对于静止视频场景,当前帧中的像素或样本的帧间预测可以通过解码和使用来自参考帧的并置像素或样本来实现。然而,包含运动的视频场景需要使用具有运动补偿的帧间预测工具。例如,可以根据来自参考帧的样本的“预测块”来预测当前帧中的样本的当前块,该“预测块”通过首先对用信号发送的参考帧中的预测块的位置相对于当前帧中的当前块的位置的“运动矢量”进行解码来确定。更复杂的帧间预测工具用于开发具有复杂运动(例如遮挡或仿射运动)的视频场景。

[0046] 插值

[0047] 在预测块的位置相对于当前块的位置以整数个样本表示的情况下,可以根据参考帧中的对应样本位置直接获得预测块样本。然而,通常来说,场景中的实际运动可能等同于非整数个样本。在这种情况下,可以使用分数像素(fractional-pel)运动补偿来确定预测块。为了确定预测块样本,期望的分数像素位置处的样本的值是由整数像素位置处的可用样本插值得到的。通过平衡包括复杂性、运动矢量精度、插值误差和对噪声的鲁棒性在内的设计要求来选择插值方法。尽管有这些权衡,但已经发现,与仅允许具有整数像素运动补偿的预测块相比,利用分数像素运动补偿、根据插值预测块进行预测是有利的。

[0048] 为了便于计算,大多数插值方法可以通过将可用参考帧样本与线性的、移位不变的系数集合进行卷积来实现。这样的操作也被称为滤波。视频编码标准通常通过在垂直方

向和水平方向上可分离地应用一维滤波来实现二维预测块的插值。为了能够发送运动矢量信息的信令,运动矢量通常被限制为分数像素精度的倍数。例如,用于亮度预测的运动矢量可以被限制为1/16像素精度的倍数。

[0049] 在上述插值范例中,预测块样本的确定由插值滤波器的有限集合支配。例如对于1/16像素精度,亮度插值所需的滤波器总数将为16。滤波器集合中的各个滤波器可以通过它们的相位来表示,对于针对1/P像素精度设计的滤波器集合,相位可以从0到P-1进行编号。滤波器集合H中的各个滤波器可以被标记为 $h_0, h_1, \dots, h_{P-1}$ 。为了实现方式的规律性,每个滤波器通常具有相同的长度N。滤波器长度也可以被称为滤波器的支撑。各个滤波器系数(也可以被称为抽头)与相位编号为k的特定滤波器的关系如下:

$$h_k = \{h_k[0], h_k[1], \dots, h_k[N-1]\} \quad (1)$$

[0050] 预测块的插值过程的定义可以被简化为P个插值滤波器的固定集合的设计,每个滤波器具有N个系数。此外,这些滤波器中有许多是冗余的。考虑到用 h_{P-1} 滤波器进行插值相当于用假设的 h_{-1} 滤波器(即相位为-1的滤波器)进行插值,但支撑区域向前移位了一个像素。此外, h_{-1} 滤波器可以通过 h_1 滤波器的镜像来实现。因此,滤波器设计要求可以被进一步简化为设计相位为0至P/2的滤波器的集合。剩余的滤波器可以根据前P/2相位来定义:

$$\begin{aligned} h_0 &= \{h_0[0], h_0[1], \dots, h_0[N-1]\} \\ h_1 &= \{h_1[0], h_1[1], \dots, h_1[N-1]\} \\ &\vdots \\ h_{\frac{P}{2}} &= \left\{h_{\frac{P}{2}}[0], h_{\frac{P}{2}}[1], \dots, h_{\frac{P}{2}}[N-1]\right\} \\ &\vdots \\ h_{P-2} &= \{h_2[N-1], h_2[N-2], \dots, h_2[0]\} \\ h_{P-1} &= \{h_1[N-1], h_1[N-2], \dots, h_1[0]\} \end{aligned} \quad (2)$$

[0051] 所选择的滤波器设计方法取决于针对特定视频标准的权衡考虑。此外,亮度插值滤波器的滤波器设计可以不同于色度插值滤波器的滤波器设计,因为颜色分量的不同特性可能适合不同的滤波器。在一些示例中,亮度插值滤波器基于加窗的sinc滤波器设计,而色度插值滤波器基于DCT滤波器设计。例如,可以使用系数分别如表1和表2所示的12抽头亮度滤波器和6抽头色度滤波器。对于亮度分量,存在如表1所示的16个滤波器,其以1/16样本移位的增量实现插值。在表1中,每一行表示相应位置处的12抽头滤波器的系数。例如,表1的第k行($k=0, \dots, 15$)表示12抽头滤波器在位置k/16处的系数。

表1 12抽头亮度插值滤波器的系数

位置	系数
0/16	{0,0,0,0,0,256,0,0,0,0,0,0,},
1/16	{-1,2,-3,6,-14,254,16,-7,4,-2,1,0,},
2/16	{-1,3,-7,12,-26,249,35,-15,8,-4,2,0,},
3/16	{-2,5,-9,17,-36,241,54,-22,12,-6,3,-1,},
4/16	{-2,5,-11,21,-43,230,75,-29,15,-8,4,-1,},
5/16	{-2,6,-13,24,-48,216,97,-36,19,-10,4,-1,},
6/16	{-2,7,-14,25,-51,200,119,-42,22,-12,5,-1,},

7/16	{-2, 7, -14, 26, -51, 181, 140, -46, 24, -13, 6, -2, },
8/16	{-2, 6, -13, 25, -50, 162, 162, -50, 25, -13, 6, -2, },
9/16	{-2, 6, -13, 24, -46, 140, 181, -51, 26, -14, 7, -2, },
10/16	{-1, 5, -12, 22, -42, 119, 200, -51, 25, -14, 7, -2, },
11/16	{-1, 4, -10, 19, -36, 97, 216, -48, 24, -13, 6, -2, },
12/16	{-1, 4, -8, 15, -29, 75, 230, -43, 21, -11, 5, -2, },
13/16	{-1, 3, -6, 12, -22, 54, 241, -36, 17, -9, 5, -2, },
14/16	{0, 2, -4, 8, -15, 35, 249, -26, 12, -7, 3, -1, },
15/16	{0, 1, -2, 4, -7, 16, 254, -14, 6, -3, 2, -1, }.

对于色度分量,存在如表2所示的32个滤波器,所述滤波器以1/32样本移位的增量实现插值。在表2中,每一行表示相应位置处的6抽头滤波器的系数。例如,表2的第k行($k=0, \dots, 31$)表示6抽头滤波器在位置 $k/32$ 处的系数。

表2 6抽头色度插值滤波器的系数

位置	系数
0/32	{0, 0, 256, 0, 0, 0},
1/32	{1, -6, 256, 7, -2, 0},
2/32	{2, -11, 253, 15, -4, 1},
3/32	{3, -16, 251, 23, -6, 1},
4/32	{4, -21, 248, 33, -10, 2},
5/32	{5, -25, 244, 42, -12, 2},
6/32	{7, -30, 239, 53, -17, 4},
7/32	{7, -32, 234, 62, -19, 4},
8/32	{8, -35, 227, 73, -22, 5},
9/32	{9, -38, 220, 84, -26, 7},
10/32	{10, -40, 213, 95, -29, 7},
11/32	{10, -41, 204, 106, -31, 8},
12/32	{10, -42, 196, 117, -34, 9},
13/32	{10, -41, 187, 127, -35, 8},
14/32	{11, -42, 177, 138, -38, 10},
15/32	{10, -41, 168, 148, -39, 10},
16/32	{10, -40, 158, 158, -40, 10},

17/32	{10, -39, 148, 168, -41, 10},
18/32	{10, -38, 138, 177, -42, 11},
19/32	{8, -35, 127, 187, -41, 10},
20/32	{9, -34, 117, 196, -42, 10},
21/32	{8, -31, 106, 204, -41, 10},
22/32	{7, -29, 95, 213, -40, 10},
23/32	{7, -26, 84, 220, -38, 9},
24/32	{5, -22, 73, 227, -35, 8},
25/32	{4, -19, 62, 234, -32, 7},
26/32	{4, -17, 53, 239, -30, 7},
27/32	{2, -12, 42, 244, -25, 5},
28/32	{2, -10, 33, 248, -21, 4},
29/32	{1, -6, 23, 251, -16, 3},
30/32	{1, -4, 15, 253, -11, 2},
31/32	{0, -2, 7, 256, -6, 1}.

[0052] 参考图片重采样

[0053] 对于实时通信用例,实行速率控制机制,使得通信可以在不稳定的网络连接上继续。实现这一点的一种机制是通过动态分辨率调整。也就是说,当网络容量减小时,实时通信系统可以改为发送低分辨率视频以实现节省码率的目的。在诸如AVC或HEVC的较旧的视频标准中,只有通过传输所谓的“IDR”或“IRAP”帧来开始分辨率更改,才能实现该特征,“IDR”或“IRAP”帧的编码不依赖于先前解码的帧。这种独立帧的发送码率明显更大,因为它们不能利用包括运动补偿在内的有效的帧间预测工具。

[0054] 在VVC中,通过采用参考图片重采样(Reference Picture Resampling,RPR)工具消除了这一限制。在RPR中,参考图片可以被重采样以匹配当前帧的分辨率,这意味着帧间预测工具可以利用具有不同分辨率的参考图片。这使得能够无缝地进行分辨率切换,而不需要传输IDR或IRAP帧。

[0055] 要实行RPR,必须规范地定义重采样过程。对于参考图片的分辨率低于当前图片的情况,对参考图片进行上采样。对于参考图片的分辨率高于当前图片的情况,对参考图片进行下采样。现有的RPR实现方式使用4抽头滤波器来上采样参考图片的色度分量。这些4抽头滤波器可能无法提供准确的上采样结果。

[0056] 为了实现更准确的参考图片上采样,色度插值滤波器可以重复用于参考图片重采样。对于整数值*i, j*,设参考图片的色度分量的采样值为*x[i, j]*。在平移运动补偿的示例中,可能需要在非整数位置处对色度分量进行插值。然而,样本间距仍然是单位距离。例如,可以在块的以下位置处对色度分量*x*进行采样:

$$\begin{bmatrix} A+a, B+b & 1+A+a, B+b & \cdots & X-1+A+a, B+b \\ A+a, 1+B+b & 1+A+a, 1+B+b & \cdots & X-1+A+a, 1+B+b \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ A+a, Y-1+B+b & 1+A+a, Y-1+B+b & \cdots & X-1+A+a, Y-1+B+b \end{bmatrix}$$

其中*A, B*是第一样本的位置的整数分量,*a, b*是第一样本的位置的非整数分量,并且*X, Y*是块的大小。

[0057] 对于参考图片的分辨率低于当前图片的情况,对色度分量进行上采样的要求可以

被重新表述为以更密集的样本间距(即,样本之间的间距小于单位距离)对信号 x 进行采样,其中一些样本必须位于非整数样本位置。因为已经针对运动补偿定义了色度插值滤波器,所以重复使用这些滤波器以降低视频编解码器的实现方式的存储成本是有利的。只要以 $1/32$ 样本精度在非整数位置处对 x 进行采样,将存在适于执行RPR上采样的相关联的色度插值滤波器。

[0058] 在一个实施例中,以已知的比率 r 对整个参考图片进行上采样,并且将得到的上采样的参考图片存储在缓冲器中。通过当前图片的分辨率与参考图片的分辨率之间的比率计算 r 的值。然后,上采样的参考图片样本被用作用于预测当前图片的帧间预测工具的输入。

[0059] 要进行插值的精确上采样位置可以取决于采样惯例。例如,如果 $r=2$,则在一个示例中,对于原始样本位于 $i \in [0, W-1]$ 的参考图片,沿 i 维度(水平维度)的上采样位置可以是:

$$i=0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 \dots, W-1, W-0.5$$

该上采样位置的示例在图5A中示出。在图5A中,圆圈表示原始样本,十字表示上采样位置。这种布置的优点在于一半的样本位于原始样本的位置(例如, $i=0, 1, \dots, W-1$)。这样,只需要对剩余的一半样本(例如, $i=0.5, 1.5, \dots, W-0.5$)进行插值。为了对半像素插值样本进行插值,可以使用表2中所示的用于 $16/32$ 位置的6抽头色度滤波器,即具有以下系数的滤波器:

$$\{10, -40, 158, 158, -40, 10\}。$$

[0060] 在 $r=2$ 的另一示例中,沿 i 维度的上采样位置可以位于以下位置:

$$i=-0.25, 0.25, 0.75, 1.25, \dots, W-1.25, W-0.75$$

该上采样位置的示例在图5B中示出。类似于图5A,在图5B中,圆圈表示原始样本,十字表示上采样位置。这种布置的优点在于上采样位置相对于原始参考图片样本对称地定位。为了对四分之一像素插值样本进行插值,使用用于 $8/32$ 位置的6抽头色度滤波器和 $24/32$ 位置的6抽头色度滤波器,即以下滤波器:

$$\{8, -35, 227, 73, -22, 5\}$$

$$\{5, -22, 73, 227, -35, 8\}$$

特别地,用于 $8/32$ 位置的色度滤波器可以用于在位置 $0.25, 1.25, \dots, W-0.75$ 处生成插值样本;并且用于 $24/32$ 位置的色度滤波器可以用于在位置 $-0.25, 0.75, \dots, W-1.25$ 处生成插值样本。

[0061] 可以根据 r 的值和采样惯例来选择其他插值滤波器。例如,如果 $r=4$ 并且上采样位置在 $0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75, \dots$ 处,则 $8/32$ 位置的色度滤波器、 $16/32$ 位置的色度滤波器、 $24/32$ 位置的色度滤波器可以用于生成上采样值。例如, $8/32$ 位置的色度滤波器可以用于生成 $0.25, 1.25, \dots$ 处的上采样值; $16/32$ 位置的色度滤波器可以用于生成 $0.5, 1.5, \dots$ 处的上采样值;并且 $24/32$ 位置的色度滤波器可以用于生成 $0.75, 1.75, \dots$ 处的上采样值。

[0062] 在 $r=1.5$ 的另一示例中,上采样位置可以被设置在 $0, 2/3, 4/3, 2, 8/3, 10/3, 4, \dots$ 处。在该示例中,可以通过识别最接近相应上采样位置的分数部分的位置处的色度滤波器来确定用于不同上采样位置的插值滤波器。例如,对于 $2/3, 8/3, \dots$ 处的上采样位置,可以使用 $21/32$ 位置的色度滤波器(即,系数为 $\{8, -31, 106, 204, -41, 10\}$ 的滤波器),原

因是 $21/32$ 位置比其他色度滤波器位置更接近 $2/3$ 。同样,对于 $4/3$ 、 $10/3$ 、……处的上采样位置,可以使用 $11/32$ 位置的色度滤波器(即,系数为 $\{10, -41, 204, 106, -31, 8\}$ 的滤波器),原因是 $11/32$ 位置比其他色度滤波器位置更接近 $1/3$ 。

[0063] 在另一实施例中,如果帧间预测工具的应用需要部分参考图片,则可以仅对该部分参考图片进行实时重采样。该实施例的优点是降低了重采样复杂度和缓冲存储。

[0064] 图6示出了根据本公开的一些实施例的用于确定用于参考图片重采样的插值滤波器的过程600的示例。一个或多个计算设备(例如,实现视频编码器100的计算设备、实现视频解码器100的计算设备或其他计算设备)通过执行合适的程序代码来实现图6中描绘的操作。

[0065] 在框602处,过程600涉及访问色度插值滤波器的集合。在一些示例中,色度插值滤波器的集合用于当前帧的运动补偿。例如,色度插值滤波器的集合可以是表2中所示的滤波器,这些滤波器以 $1/32$ 样本移位的增量实现插值。在框604处,过程600涉及确定当前帧的上采样比 r 和上采样位置。如上所述,可以基于当前帧和参考帧的分辨率来确定上采样比 r 。例如,如果当前帧的分辨率为 $2W \times 2H$ 并且参考帧的分辨率为 $W \times H$,则上采样比 $r=2$ 。可以基于采样惯例和上采样比来确定上采样位置。例如,上采样位置可以被确定为包含原始参考图片样本,以减少要进行插值的样本的数量。可替代地或附加地,可以确定上采样位置,使得上采样位置相对于原始参考图片样本对称地定位。

[0066] 在框606处,过程600涉及从色度插值滤波器的集合中识别用于参考图片重采样的一个或多个插值滤波器。可以基于在框604处确定的上采样比和上采样位置来执行识别。例如,可以通过识别最接近相应上采样位置的位置处的色度滤波器来确定插值滤波器。例如,对于 s/t 、 $1s/t$ 、 $2s/t$ 、……处的上采样位置,其中 s/t 是上采样位置的分数部分,具有最接近 s/t 的相关位置的色度滤波器可以被识别以用于在这些位置处生成上采样值。如以上示例中所示,根据上采样位置,可能需要一个或多个插值滤波器来生成分数像素位置处的上采样值。对于整数位置(例如 0 、 1 、 2 、……)处的上采样位置,不需要插值滤波器,并且在上采样参考帧中使用参考图片的原始样本值。在框608处,可以输出所识别的(一个或多个)插值滤波器以用于参考图片重采样。

[0067] 图7描绘了根据本公开的一些实施例的用于使用用于参考图片重采样的色度插值滤波器来编码视频的过程700的示例。一个或多个计算设备(例如,实现视频编码器100的计算设备)通过执行包括例如帧间预测模块124和其他模块的合适的程序代码来实现图7中描绘的操作。出于说明性目的,参照图中描绘的一些示例来描述过程700。然而,其他实现方式也是可能的。

[0068] 在框702处,过程700涉及访问视频信号的帧或图片的集合。如上文关于图1所讨论的,视频的帧的集合可以被划分为块,例如图4中讨论的编码单元402或者当执行帧间预测时由视频编码器作为单元处理的任何类型的块。在框704处,过程700涉及使用插值滤波器的集合对帧的集合执行帧间预测,以生成多个帧的预测残差。在一些示例中,插值滤波器的集合包括如表2所示的色度插值滤波器,这些色度插值滤波器用于色度样本的运动补偿。如上文详细讨论的,该色度插值滤波器的集合可以被重新用于参考帧重采样。可以根据上文关于图6所讨论的过程600来执行从色度插值滤波器的集合中选择用于参考图片重采样的(一个或多个)插值滤波器。视频编码器可以使用所选择的(一个或多个)插值滤波器对参考

帧的色度分量进行上采样,以计算块的帧间预测值,并且通过从块的样本中减去帧间预测来计算残差。

[0069] 在框706处,过程700涉及将帧的集合的预测残差编码成表示视频的码流。如上文关于图1详细讨论的,编码可以涉及诸如预测残差的变换、量化、熵编码之类的操作。预测残差的已编码二进制位可以连同其他数据一起被包括在视频的码流中。

[0070] 图8描绘了根据本公开的一些实施例的用于解码视频的过程800的示例。一个或多个计算设备通过执行合适的程序代码来实现图8中描绘的操作。例如,实现视频解码器200的计算设备可以通过执行包括例如帧间预测模块224的程序代码来实现图8中描绘的操作。出于说明性目的,参照图中描绘的一些示例来描述过程800。然而,其他实现方式也是可能的。

[0071] 在框802处,过程800涉及从视频码流(诸如已编码视频202)中解码一个或多个帧。如上文关于图2所讨论的,解码可以涉及熵解码、去量化、逆变换和基于帧间预测块或帧内预测块来重建帧的块。在框804处,过程800涉及基于一个或多个解码帧执行帧间预测以解码视频的当前帧。例如,所解码的一个或多个帧可以用作参考帧,并且可以基于从视频码流解码的运动矢量和插值滤波器的集合来执行当前帧的帧间预测,如上文详细讨论的。

[0072] 在一些示例中,用于运动补偿的插值滤波器的集合包括如表2所示的色度插值滤波器。如上文详细讨论的,该色度插值滤波器的集合可以被重新用于参考图片重采样,以对分辨率低于当前帧的参考帧进行上采样。可以根据上文关于图6所讨论的过程600来从色度插值滤波器的集合中选择用于参考图片重采样的(一个或多个)插值滤波器。视频解码器可以在执行运动补偿之前使用所选择的(一个或多个)插值滤波器来对分辨率低于当前帧的参考帧进行上采样。在框806处,过程800涉及将视频中的其余帧解码成图像。在一些示例中,根据上文关于图2描述的过程来执行解码。可以输出解码后的视频以供显示。

[0073] 计算系统示例

[0074] 任何合适的计算系统可以用于执行本文中所描述的操作。例如,图9描绘了可以实现图1的视频编码器100或图2的视频解码器200的计算设备900的示例。在一些实施例中,计算设备900可以包括处理器912,处理器912以通信的方式耦接至存储器914并且执行计算机可执行程序代码和/或访问存储在存储器914中的信息。处理器912可以包括微处理器、专用集成电路(application-specific integrated circuit,“ASIC”)、状态机或其他处理设备。处理器912可以包括多个处理设备中的任何一个,也可能只包括一个处理设备。这样的处理器可以包括存储指令的计算机可读介质或者可以与存储指令的计算机可读介质通信,所述指令在由处理器912执行时使处理器执行本文中描述的操作。

[0075] 存储器914可以包括任何合适的非暂时性计算机可读介质。计算机可读介质可以包括能够为处理器提供计算机可读指令或其他程序代码的任何电子、光学、磁性或其他存储设备。计算机可读介质的非限制性示例包括磁盘、存储器芯片、ROM、RAM、ASIC、配置的处理器、光学存储装置、磁带或其他磁性存储装置、或计算机处理器可以从中读取指令的任何其他介质。指令可以包括由编译器和/或解释器根据以任何合适的计算机编程语言编写的代码生成的处理器专用指令,所述计算机编程语言包括例如C、C++、C#、Visual Basic、Java、Python、Perl、JavaScript和ActionScript。

[0076] 计算设备900还可以包括总线916。总线916可以以通信的方式耦接计算设备900的

一个或多个组件。计算设备900还可以包括多个外部设备或内部设备,例如输入设备或输出设备。例如,计算设备900被示出为具有输入/输出(“I/O”)接口918,I/O接口918可以从一个或多个输入设备920接收输入或向一个或多个输出设备922提供输出。一个或多个输入设备920以及一个或多个输出设备922可以以通信的方式耦接至I/O接口918。通信耦接可以经由任何合适的方式(例如,经由印刷电路板的连接、经由电缆的连接、经由无线传输的通信等)来实现。输入设备920的非限制性示例包括触摸屏(例如,用于对触摸区域成像的一个或多个相机或用于检测由触摸引起的压力变化的压力传感器)、鼠标、键盘或可以用于响应于计算设备的用户的物理动作而生成输入事件的任何其他设备。输出设备922的非限制性示例包括LCD屏幕、外部监视器、扬声器或可以用于显示或以其他方式呈现由计算设备生成的输出的任何其他设备。

[0077] 计算设备900可以执行下述程序代码:该程序代码将处理器912配置为执行上文关于图1至图8描述的操作中的一个或多个操作。程序代码可以包括视频编码器100或视频解码器200。程序代码可以驻留在存储器914或任何合适的计算机可读介质中,并且可以由处理器912或任何其他合适的处理器执行。

[0078] 计算设备900还可以包括至少一个网络接口设备924。网络接口设备924可以包括适于建立到一个或多个数据网络928的有线或无线数据连接的任何设备或设备组。网络接口设备924的非限制性示例包括以太网网络适配器、调制解调器等等。计算设备900可以经由网络接口设备924将消息作为电子信号或光学信号进行传输。

[0079] 一般考虑因素

[0080] 本文中阐述了许多细节以提供对所要求保护的主题的透彻理解。然而,本领域技术人员将理解,可以在没有这些细节的情况下实践所要求保护的主题。在其他情况下,没有详细描述普通技术人员已知的方法、装置或系统,以免模糊所要求保护的主题。

[0081] 除非另有具体说明,否则应当理解,在整个本说明书中,利用诸如“处理”、“计算(computing)”、“计算(calculating)”、“确定”和“识别”之类的术语的讨论是指计算设备(例如一个或多个计算机或者一个或多个类似的电子计算设备)的动作或过程,该计算设备对在计算平台的存储器、寄存器或其他信息存储设备、传输设备或显示设备内表示为物理电子量或磁性量的数据进行操纵或转换。

[0082] 本文中所讨论的一个或多个系统不限于任何特定的硬件架构或配置。计算设备可以包括提供以一个或多个输入为条件的结果的组件的任何合适的布置。合适的计算设备包括访问所存储的软件的基于多用途微处理器的计算机系统,所存储的软件将计算系统从通用计算装置编程或配置到实现本主题的一个或多个实施例的专用计算装置。可以使用任何合适的程序设计、脚本或其他类型的语言或语言的组合来在软件中实现包含在本文中的教导,以用于编程或配置计算设备。

[0083] 可以在这样的计算设备的操作中执行本文中所公开的方法的实施例。上述示例中呈现的框的顺序可以变化,例如,框可以被重新排序、组合和/或分成子框。一些框或过程可以并行执行。

[0084] 本文中“适应于”或“被配置为”的使用意味着开放和包容性的语言,不排除适应于或被配置为执行额外的任务或步骤的设备。另外,“基于”的使用意味着是开放的和包容性的,因为“基于”一个或多个所述条件或值的过程、步骤、计算或其他动作在实践中可以基于

超出所述条件或值的附加条件或值。本文中包括的标题、列表和编号仅是为了便于解释,并不意味着是限制性的。

[0085] 虽然已经针对本主题的具体实施例详细描述了本主题,但是本领域技术人员在获得对前述内容的理解后,可以容易地产生对这些实施例的改变、变型和等同方案。因此,应当理解,已经出于示例而非限制的目的呈现了本公开,并且本公开不排除包括对本主题的此类修改、变型和/或添加,这对于本领域普通技术人员而言是显而易见的。

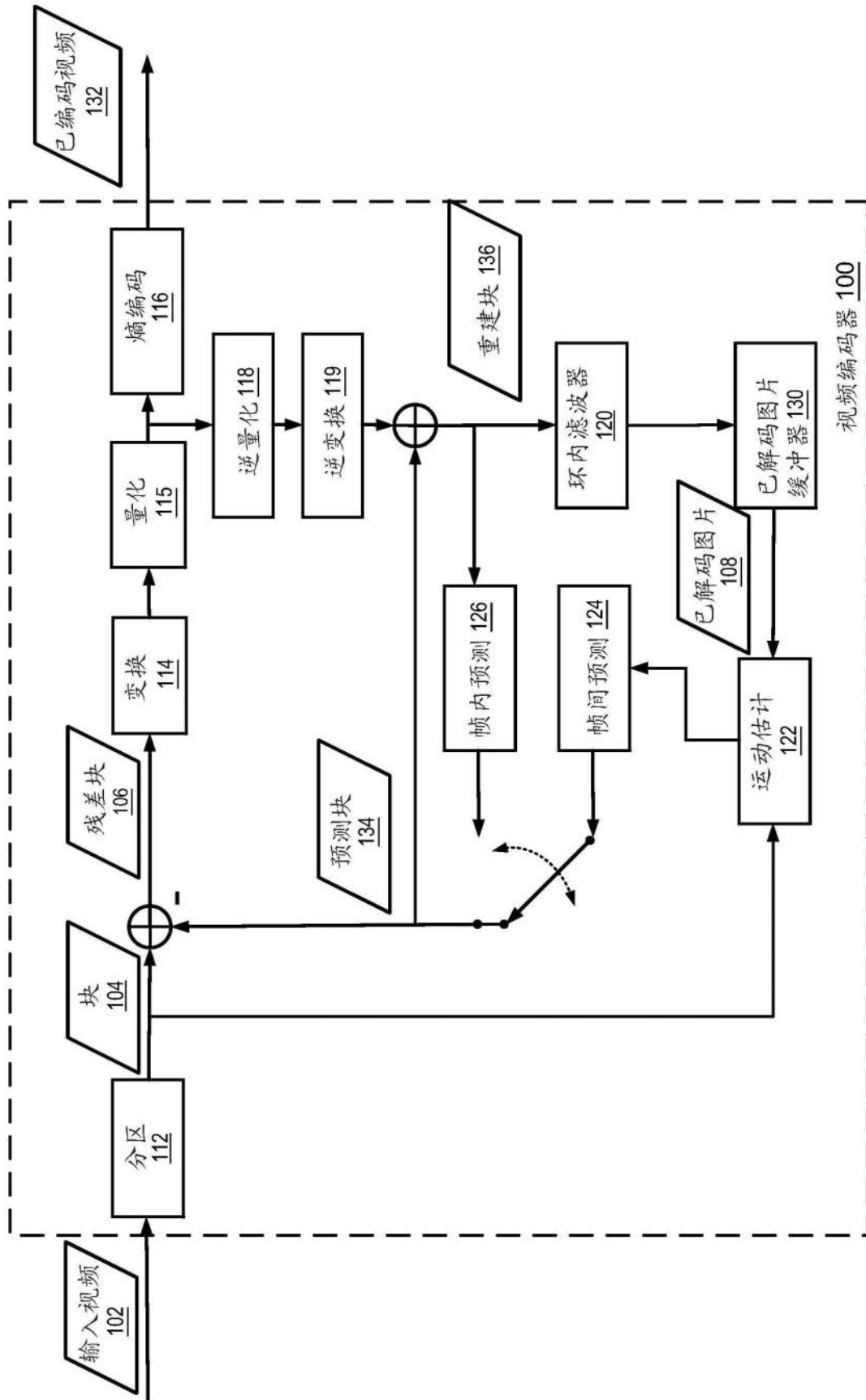


图1

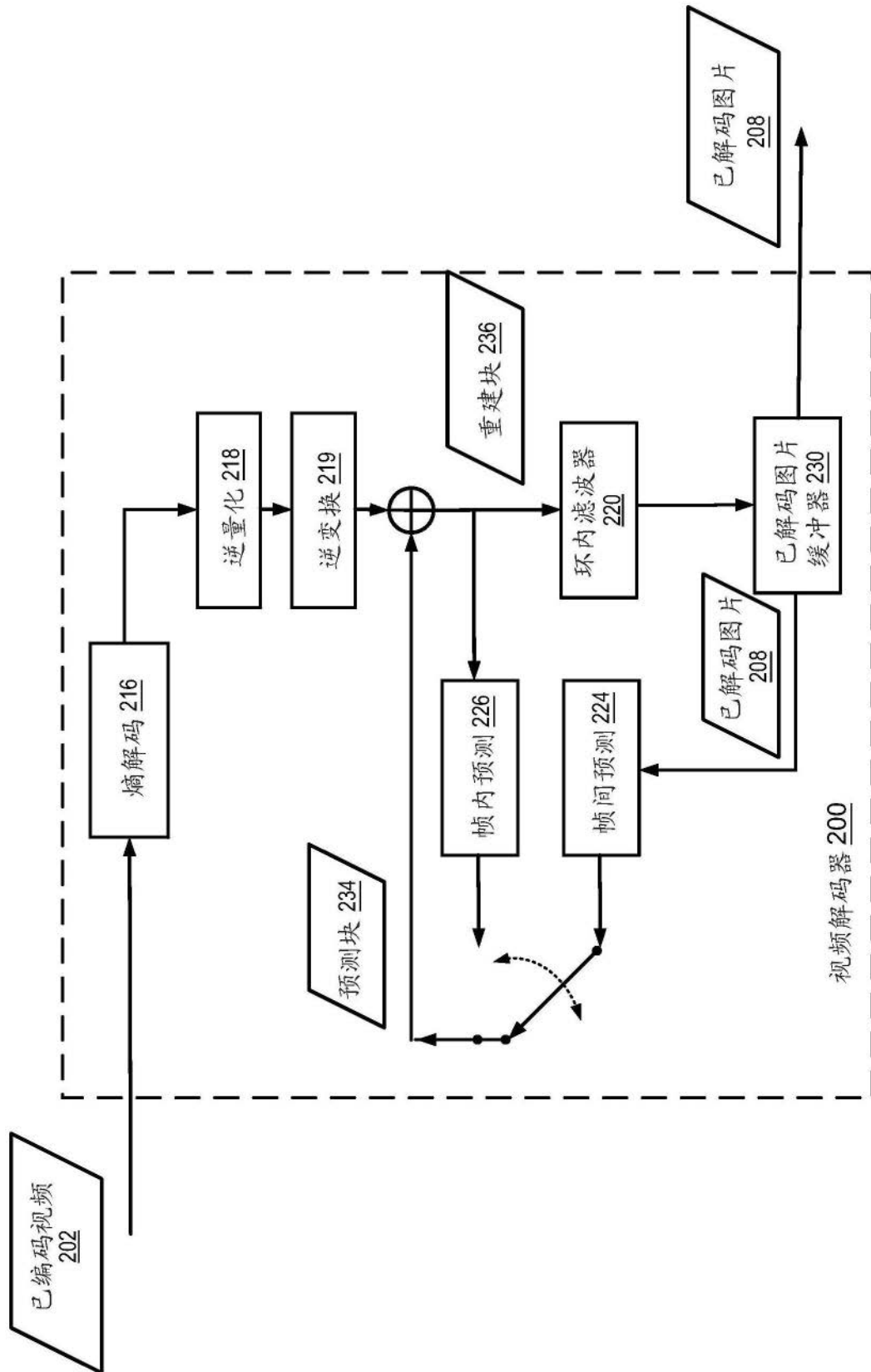


图2

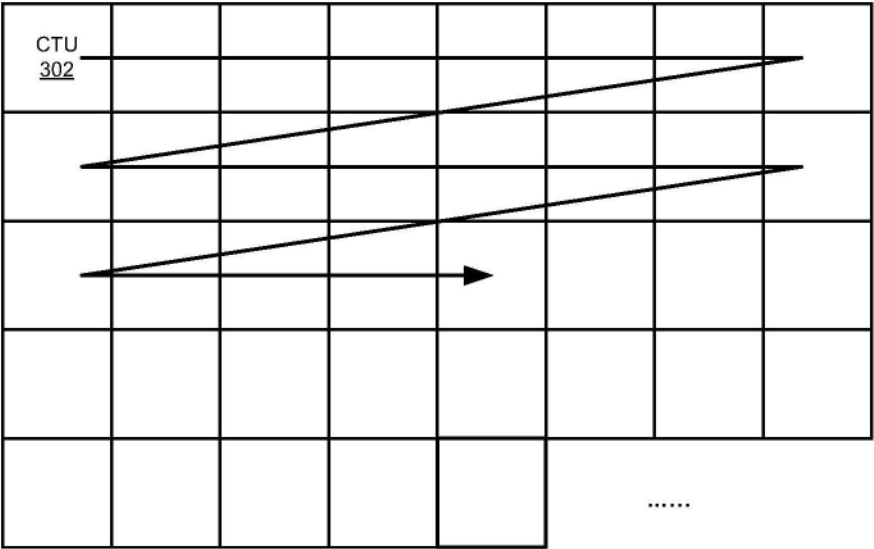


图3

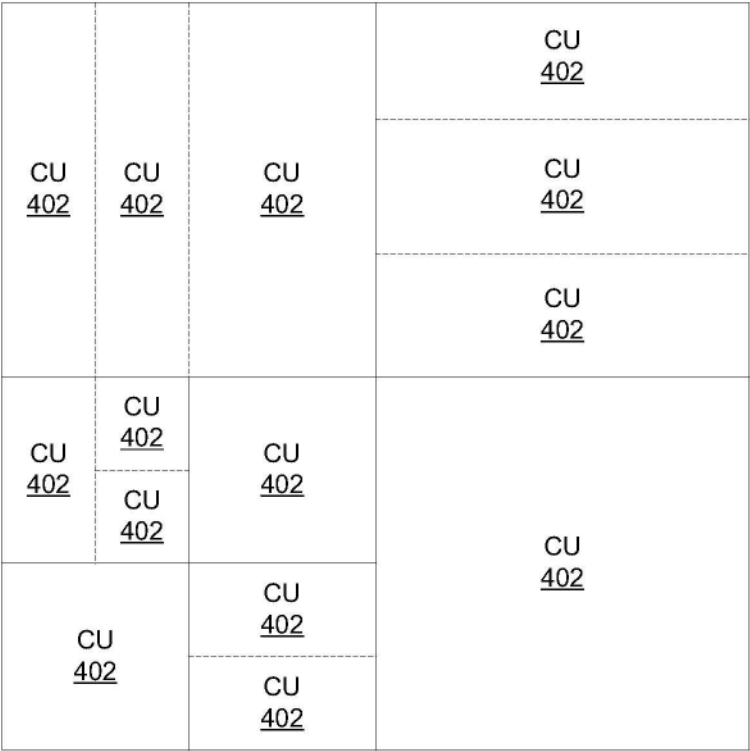
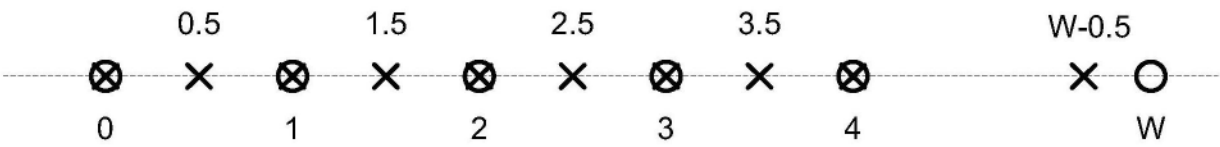


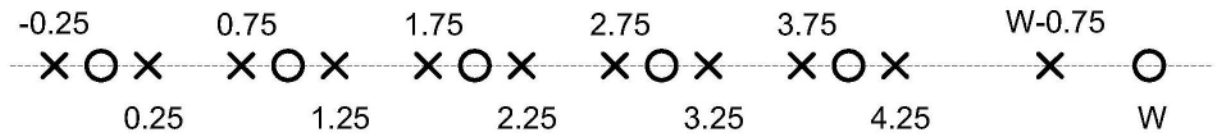
图4



○ 原始样本位置

× 上采样位置

图5A



○ 原始样本位置

× 上采样位置

图5B

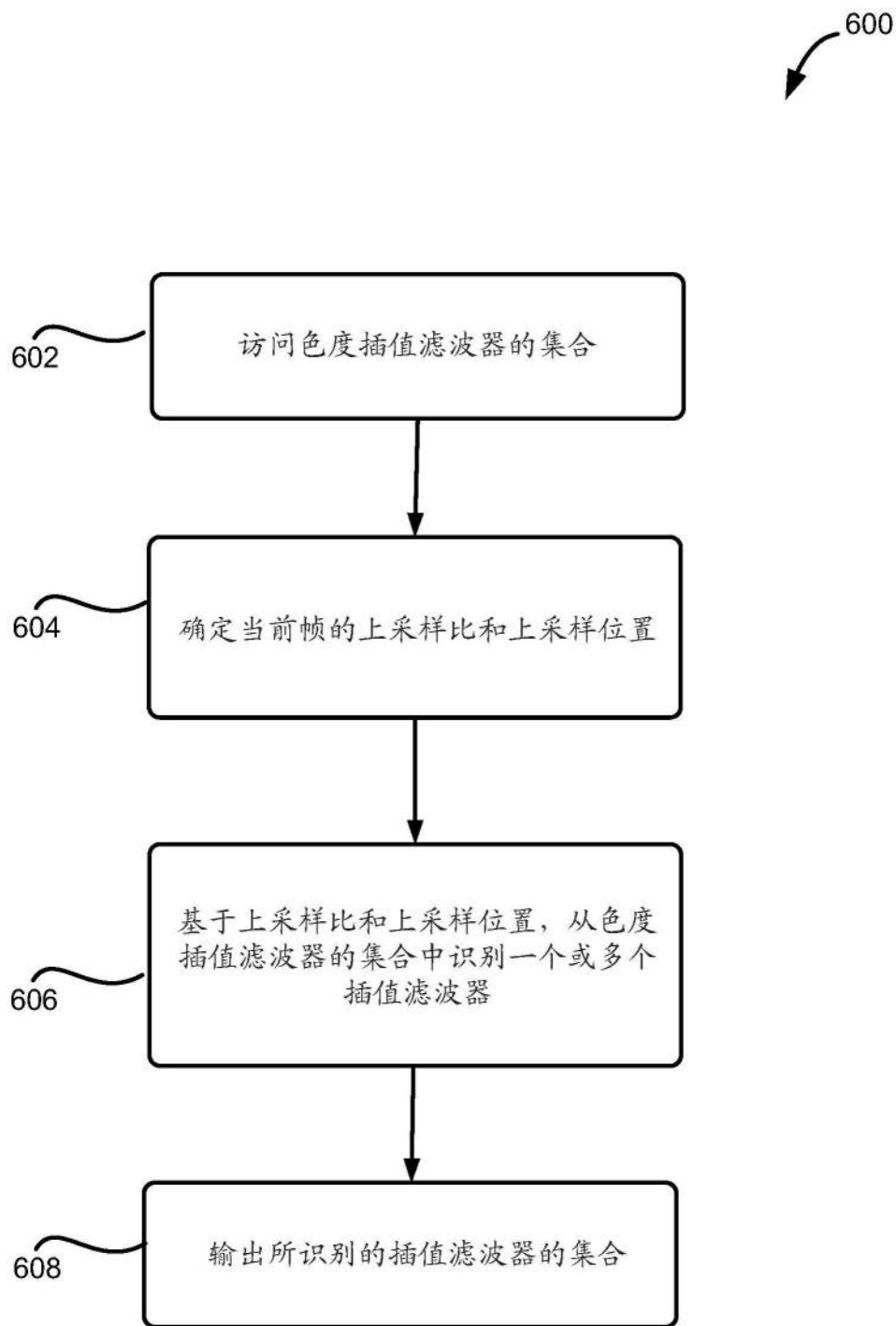


图6

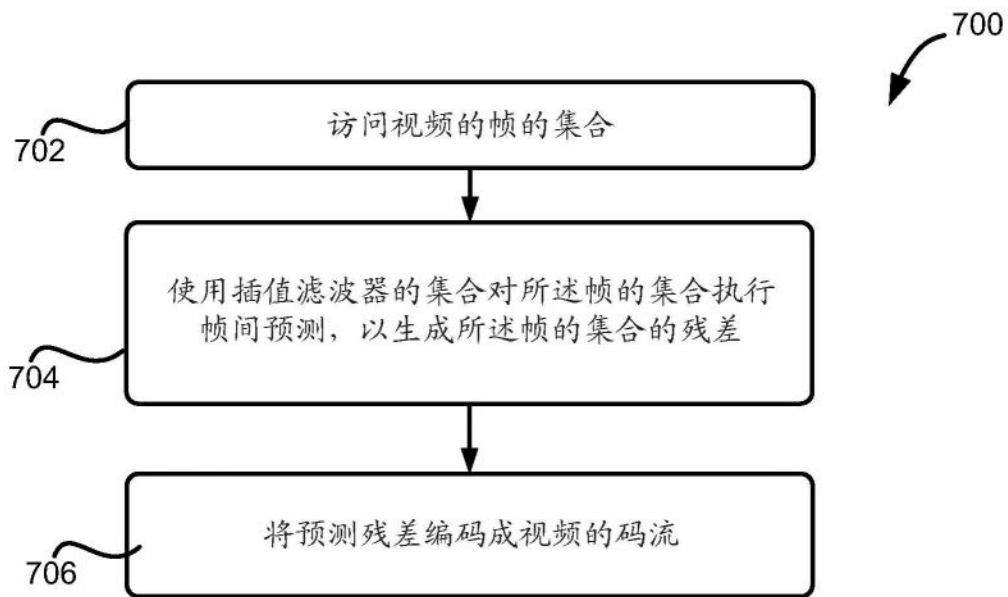


图7

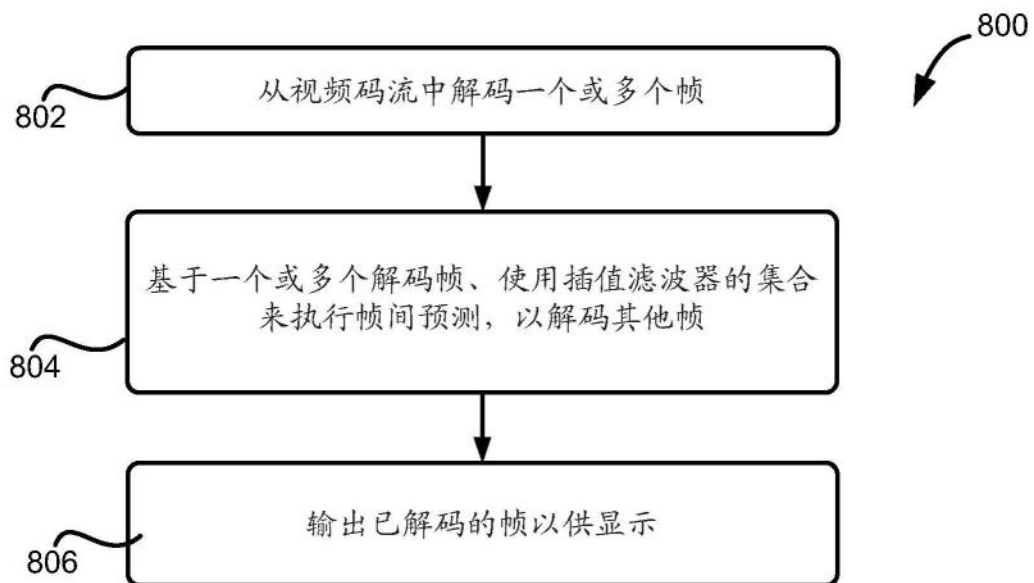


图8

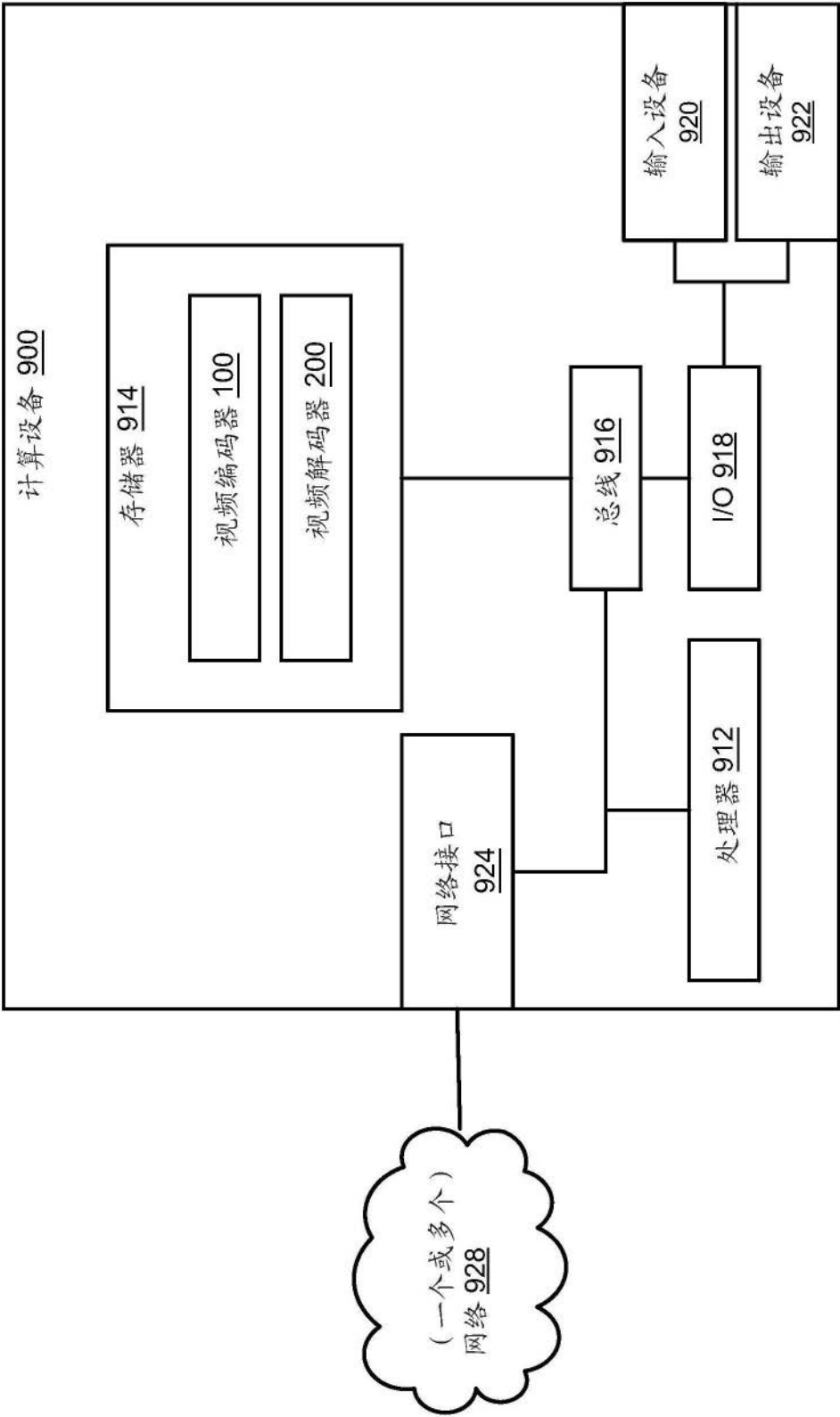


图9