

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 7/26 (2006.01)

H04N 7/50 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580042651.6

[43] 公开日 2007年11月21日

[11] 公开号 CN 101077012A

[22] 申请日 2005.10.12

[21] 申请号 200580042651.6

[30] 优先权

[32] 2004.10.13 [33] US [31] 10/964,402

[86] 国际申请 PCT/IB2005/003040 2005.10.12

[87] 国际公布 WO2006/040656 英 2006.4.20

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.12

[71] 申请人 诺基亚公司

地址 芬兰埃斯波

[72] 发明人 鲍亦亮 M·卡克泽维茨 J·里奇  
王祥林

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
代理人 吴立明

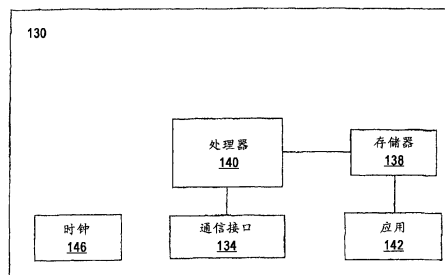
权利要求书 11 页 说明书 11 页 附图 4 页

### [54] 发明名称

用于视频比特流熵编码/解码以得到细粒度可缩放性的方法和系统

### [57] 摘要

一种用于对视频数据进行编码和/或解码的方法、程序产品和设备可以包括以与处理增强层中与基础层中的零系数相对应的系数的方式不同的方式来处理增强层中与基础层中的非零系数相对应的系数。由于基础层量化系数的符号指示了重建误差如何不同于原信号，所以也可以使用该符号。独立空间变换的系数可以安排到子带中，而子带的编码可以利用空间信息以及编码块标志和块结束标志以降低比特率。与在逐块的基础上将系数馈送到基于上下文的自适应二进制算术编码引擎中相比更有利的是，可以将子带传递到引擎中。可以用受控方式来去除子带系数，得到下降的比特率。



1. 一种将视频数据编码到比特流中的方法，所述方法包括：  
为基础层视频数据块计算变换系数；  
为增强层视频数据块计算变换系数；  
将来自多个增强层块的所述变换系数安排到子带中；以及  
只有在确定基础层区域仅包含零值系数时才将用于与基础层系数区域相对应的增强层系数区域的编码区域标志编码到比特流中。
2. 根据权利要求1所述的方法，其中所述系数区域包括在将所述变换系数安排到子带中之前属于块的系数。
3. 根据权利要求1所述的方法，其中所述系数区域包括子带中的所有系数。
4. 根据权利要求1所述的方法，其中当所述编码区域标志未被编码或者指示了区域中存在非零值时也将块结束标志编码到比特流中。
5. 根据权利要求4所述的方法，其中所述区域包括所述区域的开始和结束以及在所述区域的结束处的最后系数，使得当所述区域中的所述最后系数为非零时不对所述块结束标志进行编码。
6. 根据权利要求3所述的方法，其中将子带再分成连续区域，并且为各个这样的区域将编码块标志编码到所述比特流中。
7. 根据权利要求6所述的方法，其中所述连续区域是矩形的。
8. 根据权利要求1所述的方法，还包括将安排到子带中的所述系数馈送到基于上下文的自适应二进制算术编码引擎。
9. 根据权利要求1所述的方法，其中安排所述系数还包括将独立空间变换的系数安排到子带中。
10. 根据权利要求9所述的方法，其中各子带的编码利用了空间信息。
11. 根据权利要求10所述的方法，其中空间信息的利用包括选择用于对给定系数值进行编码的上下文，而所述上下文是根据块系

数在安排到子带中之前的某一安排至少部分地基于邻近系数值来选择的。

12. 根据权利要求 8 所述的方法, 其中用于所述算术编码器的上下文选择包括如下步骤:

根据某一指定模式在空间上对所述系数进行排序;

标识与待编码的系数邻近的系数;

至少部分地基于所述标识的邻近系数的值来选择上下文。

13. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中在空间上对所述系数进行排序包括按频率在二维栅格中对源于给定块的所述系数进行排序, 其中最低频率和最高频率对角地相对。

14. 一种将视频数据编码到比特流中的方法, 所述方法包括:

为基础层视频数据块计算变换系数;

为多个增强层视频数据块计算变换系数;

从所述多个增强层块中的各块中选择待编码的系数;

一次一个块地将所述选择的增强层系数编码到比特流中;

重复所述选择和编码操作直至所有非零系数值已被编码为止。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中从给定块中选择待编码的所述增强层系数包括:

根据扫描模式将所述块的所述系数排序到列表中;

标识所述列表中最后被编码的系数;

选择以在扫描顺序中紧接在所述标识的最后系数之后的系数作为开始而以在扫描顺序中在所述标识的最后系数之后出现的第一个非零系数作为结束的所有系数。

16. 根据权利要求 15 所述的方法, 其中所述扫描顺序是 Z 字形模式。

17. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中对针对给定块的所述选择的系数进行编码包括:

确定根据扫描顺序, 来自所述块的最近编码的系数是否为所述块中的最后非零值;

如果所述确定发现所述最近编码的系数是所述块中的最后非零值则对块结束标记进行编码;

如果所述确定发现所述最近编码的系数不是所述块中的最后非零值则对选择的系数值进行编码。

18. 一种将视频数据编码到比特流中的方法, 所述方法包括:

为视频数据基础层计算变换系数;

为视频数据增强层计算变换系数;

使用基于上下文的算术编码器将用于所述增强层的所述变换系数编码到比特流中。

19. 根据权利要求 18 所述的方法, 其中用于所述算术编码器的上下文选择至少部分地依赖于与增强层系数相对应的基础层系数的量化值是零还是非零。

20. 根据权利要求 18 所述的方法, 还包括计算所述基础层系数的量化值和所述基础层量化系数的符号, 其中用于所述算术编码器的上下文选择至少部分地依赖于所述基础层量化系数的所述符号。

21. 根据权利要求 18 所述的方法, 其中:

一次一个比特平面地完成对系数的编码, 每个比特平面分成至少一个区域;

为所述比特平面中的各区域对编码区域标志进行编码以指示所述区域是否包括任何新的有效系数;

当根据某一扫描顺序在所述比特平面中的各区域中所有新的有效系数都已被编码时为所述区域对区域结束标志进行编码。

22. 根据权利要求 21 所述的方法, 其中区域是连续的系数块。

23. 根据权利要求 21 所述的方法, 其中区域是系数子带。

24. 一种用于对视频数据进行编码的计算机代码产品, 所述计算机代码产品包括:

计算机代码, 包含用于在被执行时使得一个或者多个机器执行如下操作的机器可读程序代码:

为基础层视频数据块计算 DCT 系数;

为增强层视频数据块计算 DCT 系数；  
将来自多个增强层块的所述 DCT 系数安排到子带中；  
确定所述基础层块是否包含零系数；以及

只有在确定基础层块包含零系数时才对用于与所述基础层块相对应的增强层视频数据块的编码块标志和块结束标志进行编码。

25. 根据权利要求 24 所述的计算机代码产品，其中将所述系数安排到子带中还包括将所述系数安排到区域中使得可以并行地对不同区域进行编码以实现逐块编码。

26. 根据权利要求 25 所述的计算机代码产品，其中所述区域是基于矩形的。

27. 根据权利要求 25 所述的计算机代码产品，其中所述区域是基于扫描的。

28. 根据权利要求 24 所述的用于编码的计算机代码产品，其中所述产品代码还使得将安排到子带中的所述系数馈送到基于上下文的自适应二进制算术编码引擎。

29. 根据权利要求 28 所述的用于编码的计算机代码产品，其中所述子带被安排成使得可以用受控方式来去除子带系数以降低比特率。

30. 根据权利要求 24 所述的用于编码的计算机代码产品，其中安排所述系数还包括将独立空间变换的系数安排到子带中。

31. 根据权利要求 30 所述的用于编码的计算机代码产品，其中各子带的编码利用了空间信息。

32. 一种用于将视频数据编码到比特流中的计算机代码产品，所述计算机代码产品包括：

计算机代码，包含用于在被执行时使得一个或者多个机器执行如下操作的机器可读程序代码：

为基础层视频数据块计算变换系数；  
为多个增强层视频数据块计算变换系数；

从所述多个增强层块中的各块中选择待编码的系数；  
一次一个块地将所述选择的增强层系数编码到比特流中；  
重复所述选择和编码操作直至所有非零系数值已被编码为止。

33. 根据权利要求 32 所述的计算机代码产品，其中从给定块中选择待编码的所述增强层系数包括：

根据扫描模式将所述块的所述系数排序到列表中；

标识所述列表中最后被编码的系数；

选择以在扫描顺序中紧接在所述标识的最后系数之后的系数作为开始而以在扫描顺序中在所述标识的最后系数之后出现的第一个非零系数作为结束的所有系数。

34. 根据权利要求 33 所述的计算机代码产品，其中所述扫描顺序是 Z 字形模式。

35. 根据权利要求 32 所述的计算机代码产品，其中对针对给定块的所述选择的系数进行编码包括：

确定根据扫描顺序，来自所述块的最近编码的系数是否为所述块中的最后非零值；

如果所述确定发现所述最近编码的系数是所述块中的最后非零值则对块结束标记进行编码；

如果所述确定发现所述最近编码的系数不是所述块中的最后非零值则对选择的系数值进行编码。

36. 一种用于将视频数据编码到比特流中的计算机代码产品，所述方法包括：

计算机代码，包含用于在被执行时使得一个或者多个机器执行如下操作的机器可读程序代码：

为视频数据基础层计算变换系数；

为视频数据增强层计算变换系数；

使用基于上下文的算术编码器将用于所述增强层的所述变换系数编码到比特流中。

37. 根据权利要求 36 所述的方法, 其中用于所述算术编码器的上下文选择至少部分地依赖于与增强层系数相对应的基础层系数的量化值是零还是非零。

38. 根据权利要求 36 所述的方法, 还包括计算所述基础层系数的量化值和所述基础层量化系数的符号, 其中用于所述算术编码器的上下文选择至少部分地依赖于所述基础层量化系数的所述符号。

39. 根据权利要求 36 所述的方法, 其中:

一次一个比特平面地完成对系数的编码, 每个比特平面分成至少一个区域;

为所述比特平面中的各区域对编码区域标志进行编码以指示所述区域是否包括任何新的有效系数;

当根据某一扫描顺序在所述比特平面中的各区域中所有新的有效系数都已被编码时为所述区域对区域结束标志进行编码。

40. 根据权利要求 39 所述的方法, 其中区域是连续的系数块。

41. 根据权利要求 39 所述的方法, 其中区域是系数子带。

42. 一种用于对视频数据进行编码的设备, 所述设备包括:

处理器;

存储器; 以及

用于在被执行时使得一个或者多个机器执行如下操作的应用:

为基础层视频数据宏块计算 DCT 系数;

为增强层视频数据宏块计算 DCT 系数;

将来自多个增强层宏块的所述 DCT 系数安排到子带中;

确定所述基础层宏块是否包含零系数; 以及

只有在确定基础层宏块包含零系数时才对用于与所述基础层宏块相对应的增强层视频数据宏块的编码块标志和块结束标志进行编码。

43. 根据权利要求 42 所述的设备, 其中将所述系数安排到子带中还包括将所述系数安排到区域中使得可以并行地对不同区域进行编码以实现逐块编码。

44. 根据权利要求 43 所述的设备, 其中所述区域是基于矩形的。

45. 根据权利要求 43 所述的设备, 其中所述区域是基于扫描的。

46. 根据权利要求 42 所述的设备, 其中所述应用还使得将安排到子带中的所述系数馈送到基于上下文的自适应二进制算术编码引擎。

47. 根据权利要求 46 所述的设备, 其中所述子带被安排成使得可以用受控方式来去除子带系数以降低比特率。

48. 根据权利要求 46 所述的设备, 其中安排所述系数还包括将独立空间变换的系数安排到子带中。

49. 根据权利要求 48 所述的设备, 其中各子带的编码利用了空间信息。

50. 一种用于将视频数据编码到比特流中的设备, 所述设备包括:  
处理器;

存储器; 以及

用于在被执行时使得一个或者多个机器执行如下操作的应用:

为基础层视频数据块计算变换系数;

为多个增强层视频数据块计算变换系数;

从所述多个增强层块中的各块中选择待编码的系数;

一次一个块地将所述选择的增强层系数编码到比特流中;

重复所述选择和编码操作直至所有非零系数值已被编码为止。

51. 根据权利要求 50 所述的设备, 其中从给定块中选择待编码的所述增强层系数包括:

根据扫描模式将所述块的所述系数排序到列表中;

标识所述列表中最后被编码的系数;

选择以在扫描顺序中紧接在所述标识的最后系数之后的系数作为开始而以在扫描顺序中在所述标识的最后系数之后出现的第一个非零系数作为结束的所有系数。

52. 根据权利要求 51 所述的设备, 其中所述扫描顺序是 Z 字形



模式。

53. 根据权利要求 50 所述的设备, 其中对针对给定块的所述选择的系数进行编码包括:

确定根据扫描顺序, 来自所述块的最近编码的系数是否为所述块中的最后非零值;

如果所述确定发现所述最近编码的系数是所述块中的最后非零值则对块结束标记进行编码;

如果所述确定发现所述最近编码的系数不是所述块中的最后非零值则对选择的系数值进行编码。

54. 一种用于将视频数据编码到比特流中的设备, 所述方法包括:  
处理器;

存储器; 以及

用于在被执行时使得一个或者多个机器执行如下操作的应用:

为视频数据基础层计算变换系数;

为视频数据增强层计算变换系数;

使用基于上下文的算术编码器将用于所述增强层的所述变换系数编码到比特流中。

55. 根据权利要求 54 所述的设备, 其中用于所述算术编码器的上下文选择至少部分地依赖于与增强层系数相对应的基础层系数的量化值是零还是非零。

56. 根据权利要求 54 所述的设备, 还包括计算所述基础层系数的量化值和所述基础层量化系数的符号, 其中用于所述算术编码器的上下文选择至少部分地依赖于所述基础层量化系数的所述符号。

57. 根据权利要求 54 所述的设备, 其中:

一次一个比特平面地完成对系数的编码, 每个比特平面分成至少一个区域;

为所述比特平面中的各区域对编码区域标志进行编码以指示所述区域是否包括任何新的有效系数;

当根据某一扫描顺序在所述比特平面中的各区域中所有新的有

效系数都已被编码时为所述区域对区域结束标志进行编码。

58. 根据权利要求 57 所述的设备, 其中区域是连续的系数块。

59. 根据权利要求 57 所述的设备, 其中区域是系数子带。

60. 一种对视频数据进行解码的方法, 所述方法包括:

对用于基础层视频数据块的变换系数进行解码;

如果基础层系数区域仅包含零值系数则对编码区域标志进行解码;

当所述编码区域标志指示了子带系数的可用性时或者当基础层系数的区域包含至少一个非零值系数时对所述子带系数进行解码;  
以及

将所述子带系数安排到多个增强层块中。

61. 根据权利要求 60 所述的方法, 其中所述基础层系数区域包括在编码过程中将所述变换系数安排到块中之后将属于给定块的那些系数。

62. 根据权利要求 60 所述的方法, 其中所述基础层系数区域包括子带中的所有系数。

63. 根据权利要求 60 所述的方法, 其中当编码区域标志未被解码时或者当解码的编码区域标志指示了块中存在非零值时对块结束标志进行解码。

64. 根据权利要求 63 所述的方法, 其中对于块中的最后系数不对所述块结束标志进行解码。

65. 根据权利要求 62 所述的方法, 其中子带分成连续区域, 并且为各个这样的区域对编码块标志进行解码。

66. 根据权利要求 65 所述的方法, 其中所述连续区域是矩形的。

67. 根据权利要求 60 所述的方法, 还包括将所述子带系数馈送到基于上下文的自适应二进制算术解码引擎。

68. 根据权利要求 60 所述的方法, 其中将所述系数安排到块中还包括将子带系数安排到独立空间变换块中。

69. 根据权利要求 68 所述的方法, 其中各子带的解码利用了空

间信息。

70. 根据权利要求 69 所述的方法，其中空间信息的利用包括选择将要在对给定系数进行解码时使用的上下文，而所述上下文是根据系数在重新安排到块中之后的某一安排至少部分地基于先前解码的邻近系数值来选择的。

71. 根据权利要求 67 所述的方法，其中用于所述算术编码器的上下文选择包括如下步骤：

根据某一指定模式在空间上对所述系数进行排序；

标识与待编码的所述系数邻近的系数；

至少部分地基于所述标识的邻近系数的值来选择上下文。

72. 根据权利要求 71 所述的方法，其中在空间上对所述系数进行排序包括按频率在二维栅格中对源于给定块的所述系数进行排序，其中最低频率和最高频率对角地相对。

73. 一种对包括基础层块和增强层块的视频数据进行解码的方法，所述方法包括：

对用于所述基础层视频数据块的变换系数进行解码；

对用于各增强层块的一个或者多个增强系数进行解码；

将所述解码的系数分配给所述增强层块内的系数位置；

重复所述解码和分配操作直至用于所述增强层块的所有系数值都已被解码。

74. 根据权利要求 73 所述的方法，其中对用于各增强层块的一个或者多个增强层系数进行解码包括：

对块结束符号进行解码，所述块结束符号指示了根据扫描顺序，来自所述增强层块的最后解码系数是否为所述块中的最后非零系数；

如果所述解码指示了已经到达块结束则将零分配给所述块中的其余系数值；

如果尚未指示块结束则对来自所述增强层块的系数值进行解码直至非零值系数被解码为止；

对多个块的每一个重复所述解码、分配和解码操作。

75. 根据权利要求 73 所述的方法，其中将解码系数分配给块内的系数位置包括根据扫描顺序将解码系数分配给连续位置。

76. 根据权利要求 75 所述的方法，其中所述扫描顺序是 Z 字形模式。

77. 一种对视频数据进行解码的方法，所述方法包括：

对用于基础层视频数据块的变换系数进行解码；

使用基于上下文的算术解码器对用于来自比特流的增强层块的变换系数进行解码。

78. 根据权利要求 77 所述的方法，其中用于所述算术解码器的上下文选择至少部分地依赖于对应的解码基础层系数的量化值是零还是非零。

79. 根据权利要求 77 所述的方法，其中用于所述算术解码器的上下文选择至少部分地依赖于基础层量化解码系数的符号。

80. 根据权利要求 77 所述的方法，其中：

一次一个比特平面地执行对增强层系数的解码；

为所述比特平面中的各块对编码块标志进行解码以指示所述块是否包括任何新的有效系数；

当根据某一扫描顺序在所述比特平面中的各块中所有新的有效系数都已被编码时为所述块对块结束标志进行解码。

## 用于视频比特流熵编码/解码以得到细粒度可缩放性的方法和系统

### 技术领域

本发明涉及视频编码领域，并且更具体地涉及可缩放视频编码。

### 背景技术

常规视频编码标准（例如 MPEG-1、H. 261/263/264）涉及到根据特定比特率目标对视频序列进行编码。一旦编码，该标准就不提供用于以与编码所用的比特率设置不同的比特率对视频序列进行发送或者解码的机制。因而，当需要较低比特率的版本时，必须投入计算工作以（至少部分地）对视频序列进行解码和重新编码。

对照而言，利用可缩放视频编码，以这样的方式对视频序列进行编码，该方式使得其特征在于较低比特率的编码序列可以通过比特流的操纵、特别是通过从比特流中选择性地去除比特来简单地产生。细粒度可缩放性（FGS）是一类允许在特定限度内或多或少地任意调节视频流比特率的可缩放性。MPEG-21 SVC 标准要求比特率可以用 10% 的步长来调节。

一种用于生成这样的视频流的策略是使用时间分解方案（例如时间域中的小波变换）将各视频帧（原视频信号或者该信号的变换版本）编码到嵌入式比特流中。由于可以用小的步长来截取各帧的比特流，所以控制整个视频序列的比特率的可能性几乎是无限的。

对这一策略进行扩展，存在不同方法用于获得这样的嵌入式比特流。一种方法包括在同一过程中对基础层和增强层进行编码并且使用基本上相同的算法。由于在同一过程中对层进行编码，所以此方式可以有助于开发层间相关性，例如基础层与增强层之间的相关性。

第二种方式包括将视频独立地编码到基础层比特流中，然后分别地生成可缩放的增强层。在这一策略中，可以主要在增强层中实现细粒度可缩放性。由于独立地对基础层和增强层进行编码，所以开发任何层间相关性可能更具挑战性，而这可能降低编码效率。然而，由于非可缩放基础层比特流的产生已经标准化，所以对于许多应用而言希望在成功标准的顶部构建 FGS 系统。

所述两种方式均通过产生比特流来实现质量可缩放性，该比特流首先包括“基础层”并且其次包括一个或者多个“增强层”，这些增强层朝着原信号逐步地细化下一较低层的质量。进行部分增强层解码而不显著降低解码视频的质量通常是不可能的。通过在分层编码器的顶部添加 FGS 可以应对这一点。

一种以这样的分层方式来组合 FGS 的示范性实施包括如下关键步骤：

- 使用非嵌入式视频编码标准如 H. 264 对基础层进行编码；
- 获得编码基础层的重建版本；
- 从原信号中减去重建基础层；
- 对差分帧的  $4 \times 4$  块执行离散余弦变换 (DCT) (见图 2)；
- 根据 DCT 系数的频率将 DCT 系数分成子带；

在各层中对一个或者多个比特平面进行编码，其中每个比特平面涉及到对系数进行分类并且在三个通行 (pass) 之一中对各系数进行编码：

1. 称为“有效性传播通行”，此通行标识了如下系数，这些系数已经在前一比特平面中重建零值，并且在前一比特平面中具有一个或者多个具有非零重建值的邻近系数。编码二进制数充当指示了系数是否在当前比特平面中从零转变成非零的“有效比特”。
2. 称为“细化通行”，此通行标识了已经在前一比特平面中重建非零值的那些系数。编码二进制数字对这些系数在当前比特平面中的精确度进行细化。
3. 称为“剩余通行”，此通行对剩余系数 (即在第一或者第二

通行中尚未标识的那些系数)进行编码。恰与“有效性传播通行”中一样,针对各系数对“有效比特”进行编码,然而,在没有邻近非零值的情况下,从零到非零的转变从统计学上说不太可能,因此分别地对用于此类非零系数的有效比特进行编码。

这一方式有数个问题。一个问题在于除了在生成差分帧时以外实际上忽略了基础层信息。另一问题在于这一 FGS 编码器的性能通常不能令人满意。缺乏效率的一个原因在于编码过程产生了消耗大量比特的过量零符号。尽管算术编码器可以针对各编码上下文维持某一概率分布模型,但是如果它们的分布极度地偏置而算术编码器不能准确地对概率进行建模,则它无法高效地对符号进行编码。例如,假设待编码的符号集包含各具有某一概率的 0 和 1。如果任一符号的概率大于在算术编码器中可以维持的最大概率,则难以实现良好的编码效率。

因此,需要一种可以减少基础层与增强层之间冗余性的改进 FGS 编码器。也需要一种可以被准确地建模并且因此由算术编码器高效地编码的紧凑 FGS 编码方案。

## 发明内容

本发明的实施例公开了用于对视频数据进行编码的方法、计算机代码产品和设备,包括:为基础层视频数据块计算变换系数;为增强层视频数据块计算变换系数;将来自多个增强层块的变换系数安排到子带中;以及将子带系数编码到比特流中。将系数安排到子带中还可以包括将独立空间变换的系数安排到子带中。将子带系数编码到比特流中还可以包括将“编码标志”(coded flag)编码到比特流中,所述编码标志指示了子带中是否有任何系数具有非零值。针对子带将“编码标志”编码到比特流中还可以包括将子带分成连续区域以及为所述区域中的各区域将编码块标志编码到比特流中。

这些方法、计算机代码产品和设备还可以包括将安排到子带中的系数馈送到基于上下文的自适应二进制算术编码引擎中。在一个

实施例中，子带可以被安排成使得可以用受控方式来去除子带系数以降低比特率。在另一实施例中，可以部分地根据量化基础层系数的符号（正、负或者零）来确定用于将增强子带系数编码到比特流中的上下文。在又一实施例中，可以部分地根据在安排到子带中之前与子带系数邻近的系数的值来确定用于将子带系数编码到比特流中的上下文。

这些方法、计算机代码产品和设备还可以包括使用“循环块”方式将增强层系数值编码到比特流中。在一个实施例中，这是通过如下方式来实现的：根据某一扫描顺序将来自给定块的所有系数值编码到比特流中直至遇到第一个非零系数值，然后移到邻近块并且重复该过程直至来自各块的一个非零系数已被编码为止，然后回到第一个块进行另一编码“循环”，其中恢复并且继续根据扫描顺序对系数的编码直至遇到第二非零值。该过程以这一循环方式继续直至所有块中的所有系数都已被编码为止。在另一实施例中，块结束标志在各循环中居先于来自各块的系数，即对于各个块，可以对块结束标志进行编码，紧接其后的是如上所述的系数值。块结束标记指示了来自给定块的最后编码非零系数是否为那一给定块中的最后非零值，但是第一循环除外，它在第一循环中充当指示了在块中是否有任何非零值的编码块标志。

根据具体实施方式，本发明的其它特征和优点对本领域技术人员而言将变得明显。然而应当理解，尽管详细描述和具体例子指明了本发明的优选实施例，但这些详细描述和具体例子是通过说明而非限制性的方式来给出的。在不脱离本发明的精神的情况下可以做出在本发明的范围内的许多变化和改型，并且本发明包括所有这样的改型。

#### 附图说明

参照以下具体描述和附图，本发明的前述优点和特征将变得明显，在附图中：



- 图 1 是图示了根据本发明的通信设备的一个实施例的框图；  
图 2 是差分帧的  $4 \times 4$  块的图示；  
图 3 是根据 DCT 系数的频率将 DCT 系数分成子带的图示；  
图 4 是基础层量化过程的图示；  
图 5 是用于基础层中正系数的误差信号的动态范围的图示。  
图 6 是用于基础层中负系数的误差信号的动态范围的图示。  
图 7 是用于基础层中零系数的误差信号的动态范围的图示。  
图 8 是 Z 字形扫描顺序的图示。  
图 9 是结束的图示。  
图 10 是根据本发明一个实施例的嵌入式块结束标志的图示。

### 具体实施方式

本发明的实施例提出用于高效 FGS 编码和解码的方法、计算机代码产品和设备。本发明的实施例可以用来解决现有解决方案所固有的一些问题。例如，先前提到的一个问题是如何最小化在基础层与 FGS 增强层之间存在的冗余度。

在这一部分中，术语“增强层”是指与一些较低质量的重建相比加以不同编码的层。增强层的目的在于，当添加到较低质量的重建时，信号质量应当提高或者“增强”。在这一部分中，术语“基础层”适用于使用现有视频编码算法来编码的非可缩放基础层以及后续增强层相对于其而被编码的重建增强层。

如上所述，可以利用一些现有编码技术如 H.264 将基础层编码为非缩放流。H.264 在分级结构中对系数进行解码。视频数据帧可以分成宏块 (MB)。MB 可以包括亮度值的  $16 \times 16$  块、色度-Cb 值的  $8 \times 8$  块和色度-Cr 值的  $8 \times 8$  块。如果可以通过使用预定义规则根据已经解码的信息来推断这一宏块的所有信息，则可以在这一级中设置 MB 跳过标志。

如果没有跳过宏块，则可以从比特流对编码块图案 (CBP) 进行解码以指示非零系数在宏块中的分布。在对 CBP 进行解码之后，可

以在用于  $4 \times 4$  块或者  $2 \times 2$  块（视系数类型而定）的下一级中从比特流对编码块标志进行解码以指示在该块中是否有任何非零系数。如果在用于色品 DC 系数的大小为  $4 \times 4$  或者大小为  $2 \times 2$  的块中有任何非零系数，则可以对那些非零系数的位置以及值进行解码，并且可以使用预定义扫描顺序来确定块中各系数的值。

在 H.264 基础层编码中，变换方案可以视预测模式而定。例如，如果用于 luma 的预测模式是在  $16 \times 16$  内，则可以在空间域中对各块执行  $4 \times 4$  变换，并且可以对宏块中 16 个  $4 \times 4$  块的 DC 系数执行附加的  $4 \times 4$  DC 变换。对于其它预测模式，执行附加的 DC 变换可能不是必要的。可以施加同一变换以便建立在增强层与基础层之间的更佳相关性。

本发明的一个方面在于，在与现有 FGS 方案相比较时，当对增强层信息进行编码时可以更好地利用来自基础层的信息。在本发明的一个实施例中，可以在增强层中为系数块定义编码块标志比特（如图 2 中所定义的）以指示此块是否具有在给定比特平面中变得有效的一些系数。如上所述，编码块标志的原定义可以指示在该块中是否有非零系数。在这一实施例中，该定义可以适应于增强层的编码，使得编码块标志指示了增强层块是否包含新的有效系数。此外，可以定义用于系数块的块结束（EOB）标志（如图 2 中所定义的），使得在遵循 Z 字形顺序的同一块中不再有新的有效系数。在这一实施例中，EOB 标志的定义也可以适应于增强层编码（见图 8、9 和 10）。

在将编码块标志和 EOB 标志应用于增强层编码时，可以进行一些修改。例如，在增强层编码中，可以逐步地细化信号，在基础层中为零的一些系数可以在增强层中变成非零。在一个实施例中，可以将编码的块图案和 EOB 仅用于把在基础层中为零的那些系数编码到比特流中。换言之，它们可以仅用于对只有在当前层中才变得有效的系数进行编码。在分别于 2004 年 7 月 9 日和 2004 年 7 月 14 日提交的美国专利申请第 10/887,771 号和第 10/891,271 号中呈现了对用于可缩放视频的熵编码的更具体描述，以援引的方式将这两

个申请整体结合于此。在本发明的余下部分中，术语“系数”和“有效比特”就增强层而言可以互换使用。

本发明的又一方面涉及到在为系数编码选择上下文时将量化基础层值纳入考虑之中。图4示出了量化过程的一个实施例。在这一过程中，可以使用具有某一舍入偏移的除法运算来执行系数量化。图5、6和7提供了重建信号如何可以根据量化系数是正、是负还是零而与原信号不同的说明。

在本发明的一个实施例中，与基础层的量化系数有关的信息可以用于对增强层进行解码。这一点对于增强层系数是安排到块中还是已经重新安排到子带中都是可以适用的。具体而言，量化误差（即重建系数值与未量化系数值之差）可以根据系数是被量化成基础层中的零值还是非零值而不同。可以针对有效性信息和符号信息中的各信息来定义多个上下文集，其中基于基础层中量化系数的零/非零状态来选择适当上下文。

就此而言，“上下文”可以指代自适应二进制算术编码上下文。基于上下文的自适应二进制算术编码引擎可以包括上下文建模和二进制算术编码引擎这两个部分。二进制算术编码引擎通常基于符号的当前概率估计对该符号进行解码。可以在某一上下文中估计符号的概率以便实现良好的压缩率。在压缩系统中的上下文建模可以用来定义各种编码上下文以便实现最佳的可能压缩性能。

本发明的另一方面可以提供这样的编码方案，该编码方案被设计为使得增强层的描述非常紧凑并且可以准确地加以建模，因此提升了由算术编码器进行的系数编码。在比特平面编码中，通常在对零进行编码时消耗大量比特。可能变得很有利的是定义其它语法元素使得减少编码零的数目，由此无论对那些语法元素进行编码的额外开销如何都可以提高整体性能。

在基础层编码中，普遍使用两个语法元素来减少待编码的零数目：1) 编码块标志，以及2) 块结束（EOB）标志。可以针对不同大小的块来定义的编码块标志可以用来表明块包含的全部是零系数还

是包含一些非零系数。如果在该块中有一些非零系数，则可以检验单独系数。EOB 标志可以在这一情况下用来以某一扫描顺序表明某一位置处的非零系数将是最后遇到的非零系数。这可以用来以信号传达没有必要对后续零进行编码。

尽管这一方式在概念上是合理的，但是如果语法元素过早地出现在编码过程中则会出现问题。例如，如果在各块的开始处发送编码块标志，则在可以对任何系数进行解码之前可能需要相当数目的比特。因而，尽管总体编码效率可以提高，但是有可能的是如果对 FGS 层的仅一部分进行解码则会有损于编码效率。

可以通过推迟将语法元素插入到比特流中直至它们变得有关为止来克服此问题。本发明还描述了如何在系数保持被构造成块而不是在子带中被构造的情况下结合块结束 (EOB) 标记来实现这一点。

根据本发明的这一方面，在一个实施例中，来自包含未编码非零系数值的各块的正好一个非零系数值被编码到比特流中。可以用循环方式重复该过程直至所有非零系数值都已经被编码为止。

在一个实施例中，可以建立块扫描模式（比如 Z 字形扫描）。从第一个块开始，可以逐个地将系数编码到比特流中直至第一个非零系数已经被编码为止。然后可以针对第二个块重复该过程，接着针对第三个块重复该过程，依此类推，直至已经从各块对一个非零系数进行编码为止。回到第一个块，可以重复该循环，使编码根据扫描模式紧接在最后编码系数之后的系数来开始。

为了避免对大量零值系数进行编码，可以在第一循环过程中针对各块将编码块标志编码到比特流中。在该第一循环中，针对各块可将编码块标志编码到比特流中，接着是如上所述的零值系数和第一个非零系数。然后可以针对其它块重复该过程直至第一循环完成为止。在第二以及随后循环中，可以针对可能仍然包含非零值的各块将 EOB 标记编码到比特流中（即编码块标志指示了该块包含非零值，但是在先前循环中尚未对 EOB 标记进行编码）。对于各个这样的块，可以将 EOB 标记编码到比特流中，所述 EOB 标记的值指示了

来自在前一循环中编码的此块的非零值系数是否是该块中的最后非零系数。如果是这样，在这一或者随后循环中不需要对来自该块的另外的系数进行编码。如果不是这样，则如上所述可以继续对该块的系数的编码直至遇到下一非零系数值。然后可以针对其它块重复该过程直至该循环完成为止。

本发明的又一方面在于，在系数被重新安排到子带中之后，可以继续将编码块标志和块结束标记连同先前说明的对其编码的关联增强一起加以利用。

图 9 和 10 图示了在按子带来编码的符号流中可以如何嵌入 EOB 标志。在这一例子中，如果  $4 \times 4$  块 A 中的系数 A21 是该块中的最后非零系数并且系数随后安排到子带中，则系数 A13、A22、A23、A30、A31、A32 和 A33 不需要加以编码。

本发明的又一方面在于，如上所述在对系数块进行编码的上下文中已知的编码块标志和块结束标记这些概念也可以应用于子带。在一个实施例中，在将增强层系数安排到子带中之后，“编码标志”可以指示增强层子带是否包含任何在基础层中为零的非零系数。此外，子带结束标志可以用来以信号传达增强层子带结束。

在本发明的又一实施例中，子带可以再分成连续区域，比如矩形块，并且将编码块标志编码到比特流中，该编码块标志指示了那一区域中是否有任何子带系数值为非零。

本发明的另一方面是通过子带编码中的空间上下文来改进上下文建模。当将给定系数编码到比特流中时，可以通过利用邻近系数的值（即在安排到子带中之前）来改进上下文建模。在一个实施例中，考虑图 3 作为例子，系数 B30 的上下文可能受系数 A23、A33 和 B20 影响。

可以使用任何普通的编程语言如 C/C++ 或者汇编语言直接用软件实施本发明。本发明也可以用硬件来实施并且使用于客户设备中。

本发明的一种可能实施是作为通信设备（比如移动通信设备如蜂窝电话或者网络设备如基站、路由器、中继器等）的一部分。如

图1中所示通信设备130包括通信接口134、存储器138、处理器140、应用142和时钟146。通信设备130的准确架构无关紧要。通信设备130的不同部件和附加部件可以并入到通信设备130中。例如，如果设备130是蜂窝电话，则它也可以包括显示屏和一个或者多个输入接口如键盘、触屏和摄像头。可以在通信设备130的处理器140和存储器138中执行本发明的可缩放视频编码技术。

如上所述，在本发明的范围内的实施例包括在其上存储了用于载有或者具有计算机可执行指令或者数据结构的计算机可读介质的程序产品。这样的计算机可读介质可以是任何可以由通用或者专用计算机来存取的可用介质。举例而言，这样的计算机可读介质可以包括RAM、ROM、EPROM、EEPROM、CD-ROM或者其他光盘存储、磁盘存储或者其他磁存储设备，或者任何其它可以用来以计算机可执行指令或者数据结构的形式的来载有或者存储所需程序代码并且可以由通用或者专用计算机来存取的介质。当通过网络或者其他通信连接（硬连线的、无线或者硬连线的和无线的组合）将信息传送或者提供给计算机时，计算机将该连接恰当地视为计算机可读介质。因此，任何这样的连接都可以恰当地称为计算机可读介质。上述介质的组合也将囊括于计算机可读介质的范围内。计算机可执行指令包括例如使通用计算机、专用计算机或者专用处理设备执行某一功能或者功能组的指令和数据。

本发明是在方法步骤的一般上下文下描述的，这些方法步骤在一个实施例中可以由程序产品来实施，该程序产品包括在联网环境中由计算机执行的计算机可执行指令，比如程序代码。一般而言，程序模块包括执行特定任务或者实施特定抽象数据类型的例程、程序、对象、部件、数据结构等。计算机可执行指令、相关联的数据结构和程序模块代表了用于执行这里公开的方法的步骤的程序代码的例子。这样的可执行指令或者相关联的数据结构的特定序列代表了用于实施在这样的步骤中描述的功能的对应动作的例子。

本发明的软件和Web实施可以利用标准编程技术来实现，这些

编程技术利用基于规则的逻辑和其它逻辑来实现各种数据库搜索步骤、相关步骤、比较步骤和判决步骤。也应当注意，如这里和在权利要求中使用的词语“部件”和“模块”旨在于涵盖各种使用一行或者多行软件代码的实施，和/或硬件实施，和/或用于接收人工输入的设备。

已经出于图示和描述的目的而呈现了本发明实施例的以上描述。本意不在于穷尽本发明或者将本发明限于公开的准确形式，而改型和变形根据以上教导是可能的或者可以从本发明的实践中来获悉。选择和描述实施例是为了说明本发明的原理及其实际应用从而使本领域技术人员能够在各种实施例中并且通过适合于所构思的特定用途的各种改型来运用本发明。

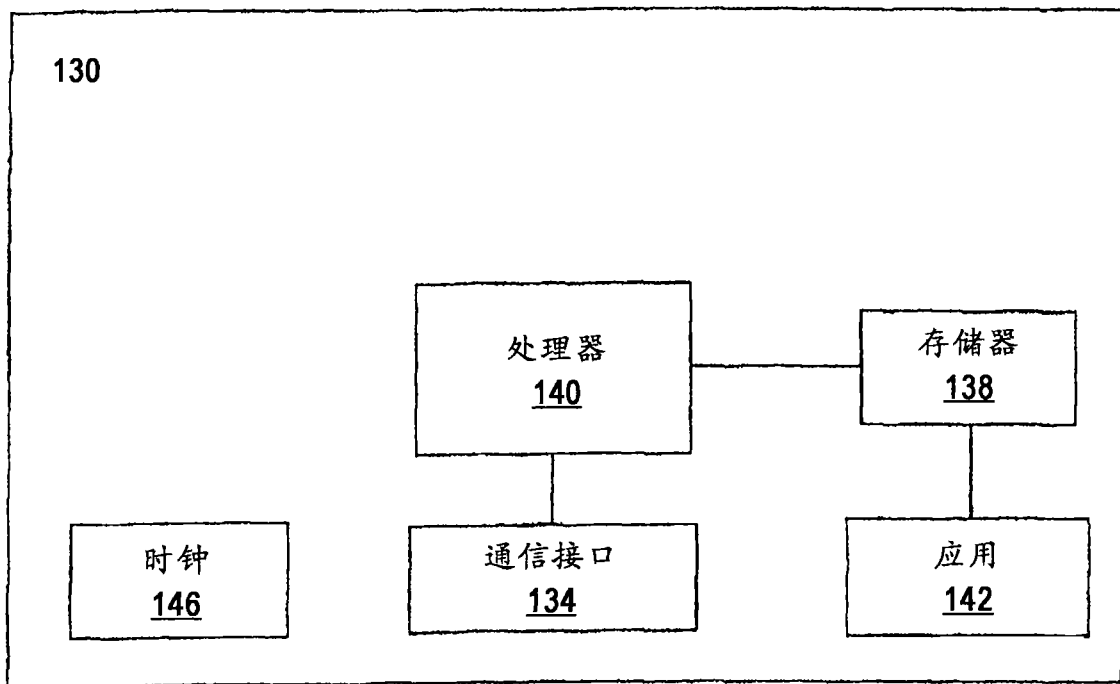


图 1

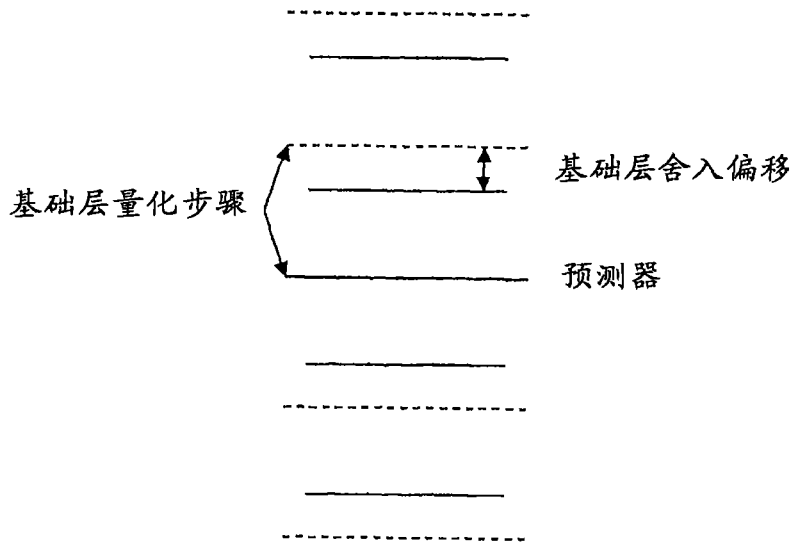


A00	A01	A02	A03	B00	B01	B02	B03	C00	C01	C02	C03
A10	A11	A12	A13	B10	B11	B12	B13	C10	C11	C12	C13
A20	A21	A22	A23	B20	B21	B22	B23	C20	C21	C22	C23
A30	A31	A32	A33	B30	B31	B32	B33	C30	C31	C32	C33
D00	D01	D02	D03	E00	E01	E02	E03	F00	F01	F02	F03
D10	D11	D12	D13	E10	E11	E12	E13	F10	F11	F12	F13
D20	D21	D22	D23	E20	E21	E22	E23	F20	F21	F22	F23
D30	D31	D32	D33	E30	E31	E32	E33	F30	F31	F32	F33

系数  
图 2

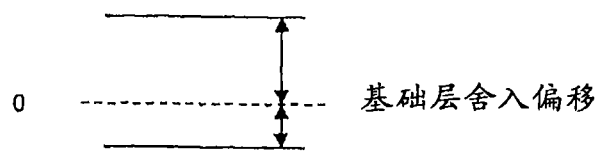
A00	B00	E00	A01	B01	E01	A02	B02	E02	A03	B03	C03
D00	E00	F00	D01	E01	F01	D02	E02	F02	D03	E03	F03
A10	B10	E10	A11	B11	E11	A12	B12	C12	A13	B13	C13
D10	E10	F10	D11	E11	F11	D12	E12	F12	D13	E13	F13
A20	B20	E20	A21	B21	C21	A22	B22	C22	A23	B23	C23
D20	E20	F20	D21	E21	F21	D22	E22	F22	D23	E23	F23
A30	B30	C30	A31	B31	C31	A32	B32	C32	A33	B33	C33
D30	E30	F30	D31	E31	F31	D32	E32	F32	D33	E33	F33

子带  
图 3



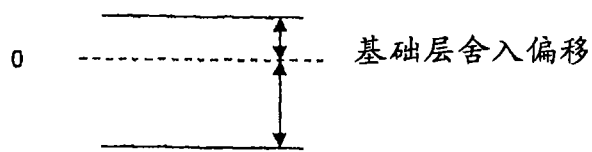
基础层量化

图 4



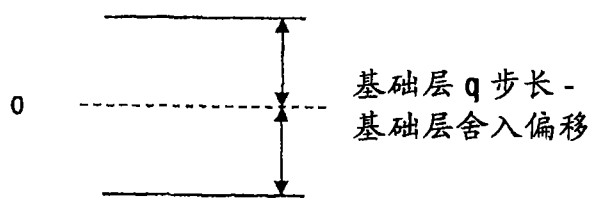
用于基础层中正系数的  
误差信号的动态范围

图 5



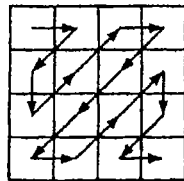
用于基础层中负系数的  
误差信号的动态范围

图 6



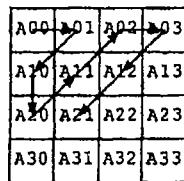
用于基础层中零系数的  
误差信号的动态范围

图 7



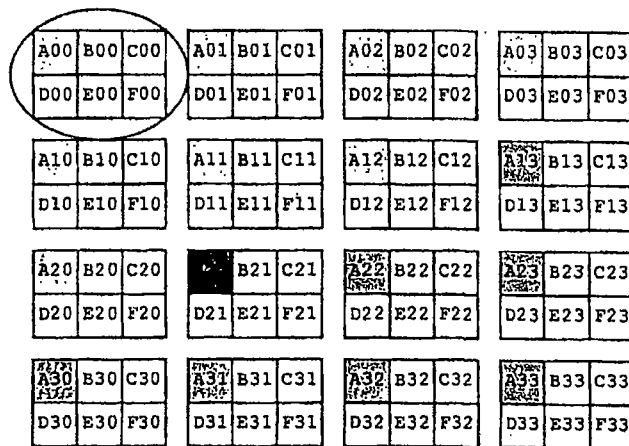
Z字形扫描顺序

图 8



块结束于 A21

图 9



嵌入式块结束

图 10