(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2014 年 3 月 6 日 (06.03.2014)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2014/032625 A1

(51) 国际专利分类号:
H04N 7/46 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/082789

(22) 国际申请日: 2013 年 9 月 2 日 (02.09.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201210321179.1 2012 年 9 月 3 日 (03.09.2012) CN

(71) 申请人: **北京大学深圳研究生院 (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: **王荣刚 (WANG, Ronggang)**; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。 **吕浩 (LV, Hao)**; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。 **王振宇 (WANG, Zhenyu)**; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。 **董胜富 (DONG, Shengfu)**; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。 **高文 (GAO, Wen)**; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: **深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 (DHC IP ATTORNEYS)**; 中国广东省深圳市福田区金田路与福华路交汇处现代商务大厦 2201, Guangdong 518048 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[见续页]

(54) **Title**: LOW COMPLEXITY SUB-PIXEL INTERPOLATION FILTER METHOD, FILTER DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) **发明名称** : 低复杂度的分像素插值滤波方法、滤波装置及电子装置

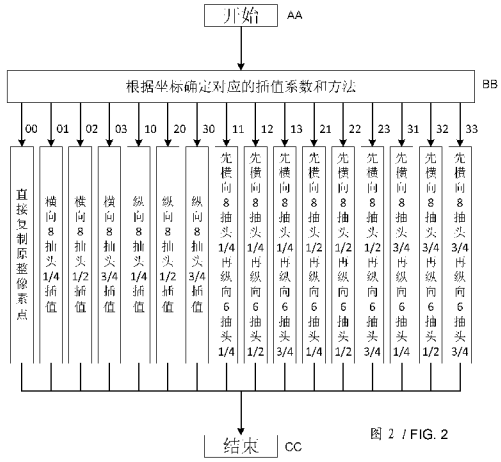


图 2 / FIG. 2

00 DIRECT REPLICATION OF THE ORIGINAL INTEGRAL PIXEL POINT
01 HORIZONTAL 8-TAP 1/4 INTERPOLATION
02 HORIZONTAL 8-TAP 1/2 INTERPOLATION
03 HORIZONTAL 8-TAP 3/4 INTERPOLATION
10 VERTICAL 8-TAP 1/4 INTERPOLATION
20 VERTICAL 8-TAP 1/2 INTERPOLATION
30 VERTICAL 8-TAP 3/4 INTERPOLATION
11 HORIZONTAL 8-TAP 1/4 FIRST, THEN VERTICAL 6-TAP 1/4
12 HORIZONTAL 8-TAP 1/4 FIRST, THEN VERTICAL 6-TAP 1/2
13 HORIZONTAL 8-TAP 1/4 FIRST, THEN VERTICAL 6-TAP 3/4
21 HORIZONTAL 8-TAP 1/2 FIRST, THEN VERTICAL 6-TAP 1/4
22 HORIZONTAL 8-TAP 1/2 FIRST, THEN VERTICAL 6-TAP 1/2
23 HORIZONTAL 8-TAP 1/2 FIRST, THEN VERTICAL 6-TAP 3/4
31 HORIZONTAL 8-TAP 3/4 FIRST, THEN VERTICAL 6-TAP 1/4
32 HORIZONTAL 8-TAP 3/4 FIRST, THEN VERTICAL 6-TAP 1/2
33 HORIZONTAL 8-TAP 3/4 FIRST, THEN VERTICAL 6-TAP 3/4
AA START
BB DETERMINATION OF THE CORRESPONDING INTERPOLATION COEFFICIENT AND METHOD ON THE BASIS OF THE COORDINATES
CC END

(57) **Abstract**: Disclosed are a low complexity sub-pixel interpolation filter method, filter device, and electronic device. Employed are an 8-tap interpolation filter and a 6-tap interpolation filter, the 8-tap interpolation filter is used on adjacent integer pixel points to acquire sub-pixel points between vertical or horizontal adjacent integer pixel points; between the sub-pixel points between the adjacent integer pixel points, the horizontal 8-tap interpolation filter is used, then the vertical 6-tap interpolation filter is used to perform two interpolations and to acquire the remaining nine sub-pixels. The present invention employs the 8-tap and 6-tap interpolation filters in combination, and utilizes the fact that movement changes of common scenes mainly are more of lateral movements and relatively less of vertical movements, also, considering the increased calculation complexity of a 10-tap interpolation filter and the poor performance of a 4-tap interpolation filter, the employment of "8+6" combination for filter allows for reduced calculation complexity while not generating a significant impact on performance.

(57) **摘要**: 本发明公开了一种低复杂度的分像素插值滤波方法、滤波装置及电子装置，采用 8 抽头插值滤波器和 6 抽头插值滤波器，对于相邻整像素点使用 8 抽头插值滤波器，得到横向或纵向的相邻整像素点之间分像素点；于所述相邻整像素点之间分像素点之间，使用横向的 8 抽头插值滤波器，然后再使用纵向的 6 抽头插值滤波器，进行两次插值，得到余下的 9 个分像素。本发明采用 8 抽头和 6 抽头插值滤波器相结合的方式，利用一般场景的运动变化主要是横向运动居多而纵向运动相对较少，且考虑到 10 抽头插值滤波器计算较复杂，而 4 抽头插值滤波器又性能较差，故采用"8+6"相结合的滤波方式，能减小计算复杂度而又不会明显影响性。

WO 2014/032625 A1

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

低复杂度的分像素插值滤波方法、滤波装置及电子装置

【技术领域】

本发明涉及新一代视频编解码技术领域，特别涉及一种分像素插值滤波器及插值方法。

【背景技术】

随着众多如数字电视、互联网高清视频、数码相机、数码摄像机等高清数码产品的逐渐普及，现有的视频编解码标准已经不能满足要求，尤其对于高分辨率视频，如 4Kx2K 的甚高分辨率。

在视频编解码技术中，分像素插值技术能提高运动预测的准确度，从而对整个编解码性能的提高有非常大的积极作用。分像素插值技术最早在 MPEG-1 中就已经使用，但仅限于半像素运动估计，尽管比整像素运动估计要好，但是精度和性能还不高；从 MPEG-4 ASP 开始提高了插值精度，使用 1/4 像素精度的插值；H.264/AVC 则采用了一个 6 抽头滤波器来获得 1/2 像素，然后用平均滤波器来得到 1/4 像素，性能有了很大提高；在 AVS Jizhun Profile 中也是采用了一个 4 抽头滤波器来获得 1/2 像素，然后再得出 1/4 像素；在最近 JCT-VC (the Joint Collaborative Team on Video Coding)正在制订的下一代高性能视频编解码标准 HEVC (High Efficiency Video Coding)中，为进一步提高插值性能，采用了高性能可分离式的基于 DCT 的插值滤波器，相比于 H.264/AVC 降低了很多码率，能明显提高编码性能，但是其插值计算的复杂度较高。

【发明内容】

本发明的主要目的是：提供一种低复杂度和性能均衡的分像素插值滤波方法。

为此，本发明提出了一种低复杂度的分像素插值滤波方法，采用8抽头插值滤波器和6抽头插值滤波器，对于相邻整像素点使用8抽头插值滤波器，得到横向或纵向的相邻整像素点之间分像素点；于所述相邻整像素点之间分像素点之间，使用横向的8抽头插值滤波器，然后再使用纵向的6抽头插值滤波器，进行两次插值，得到余下的9个分像素。

同时，本发明还提出了一种低复杂度的分像素插值滤波装置，采用上述的分像素插值滤波方法实现视频图像处理。

进一步地，本发明提出了一种电子数据载体，存储有用于实现上述的分像素插值滤波方法的计算机程序。

最后，本发明提出了一种电子装置，采用上述的低复杂度的分像素插值滤波方法，对视频图像进行处理。

本发明具有以下优点:

本发明的分像素插值滤波方法，采用 8 抽头和 6 抽头插值滤波器相结合的方式，利用一般场景的运动变化主要是横向运动居多而纵向运动相对较少，且考虑到 10 抽头插值滤波器计算较复杂，而 4 抽头插值滤波器又性能较差，故采用“8+6”相结合的滤波方式，能减小计算复杂度而又不会明显影响性能。

采用本发明的方法，其计算的复杂度略高于 4 抽头滤波器，同时大大低于 10 抽头滤波器，但性能却非常接近 10 抽头滤波器。

进一步地，本发明的插值滤波方法，并对滤波器系数进行了优化，采用了性能最好的滤波器系数。

具体的，本发明与 HEVC 的亮度插值对比，其 Y、U、V 码率分别仅增加了 0.7%、0.2%、0.3%; 但是其计算复杂度，比 HEVC 要降低近 10%（在访存数量、乘法和加法数目方面分别小 9.07%、6.42%和 9.36%），具有低复杂度的优势且同时保持了与 HEVC 亮度插值有相当的性能。

【附图说明】

图 1 是本发明的插值方法示意图;

图 2 是本发明的实际插值过程示意图。

【具体实施方式】

下面通过具体的实施例并结合附图对本发明作进一步详细的描述。

实施例一:

本例的低复杂度的分像素插值滤波装置，采用如下的分像素插值滤波方法，其插值过程如图 1 所示，大写字母代表的位置 $A_{0,0}$、$A_{0,1}$、$A_{1,0}$和 $A_{1,1}$ 为已知的整像素点，小写字母代表的位置为需要插值得到的分像素点。对横向最近邻的整像素点 $A_{0,0}$、$A_{1,0}$使用 8 抽头插值滤波器进行插值滤波，得到分像素 $a_{0,0}$、$b_{0,0}$、$c_{0,0}$; 对纵向最近邻的整像素点 $A_{0,0}$、$A_{0,1}$使用 8 抽头插值滤波器进行插值滤波，得到分像素 $d_{0,0}$、$h_{0,0}$、$n_{0,0}$; 对于剩下的分像素是先对横向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波器进行插值滤波，得到中间值，然后再对中间值使用纵向 6 抽头插值滤波器进行插值滤波。6 抽头和 8 抽头插值滤波器的系数分别见表 1, 2 所示。

表 1 和表 2 中经优化的系数是对其中部分系数尝试+/-1（即加/减 1），然后根据实验结果，选用优化的系数。各系数可以加减 1 的原因是：根据算法得到的系数是个小数，一般是对这些小数进行扩大 64 倍，即用 6bit 来表示一个系数，但是总的系数加起来和应为 64（即归一化）。当对每个系数扩大 64 时，由于存在中间数据或四舍五入等因素，比如某个系数乘以 64 后是 17.51，此时就可以尝试 17 和 18，看哪个系数性能更好。

表 1 8 抽头插值滤波器的系数列表

分像素位置	滤波器系数	乘法数	加法数
1/4	{-1, 4, -10, 57, 18, -6, 3, -1}	6	7
2/4	{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1}	6	7
3/4	{-1, 3, -6, 18, 57, -10, 4, -1}	6	7

表 2 6 抽头插值滤波器的系数列表

分像素位置	滤波器系数	乘法数	加法数
1/4	{2, -9, 57, 17, -4, 1}	5	5
2/4	{2, -9, 39, 39, -9, 2}	6	5
3/4	{1, -4, 17, 57, -9, 2}	5	5

本实施例中，分像素插值滤波的实现步骤如图 2 所示：

第一步：根据表 3 所示，通过 x 和 y 的坐标来判断所要插值的分像素点。

表 3 分像素点与坐标位置对应关系表

X 坐标	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
Y 坐标	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
分像素	A	d	h	n	a	e	i	p	b	f	j	q	c	g	k	r

第二步：由上一步的判断，分别进入相应的分像素插值处理过程：如，对于分像素 a，只需要进行横向的 8 抽头插值滤波，使用 1/4 位置对应的滤波器系数；对于分像素 e，先进行横向的 8 抽头插值滤波，使用 1/4 位置对应的滤波器系数，然后再进行纵向的 6 抽头插值滤波，使用 1/4 位置对应的滤波器系数。具体各个点的插值过程如下：

(1) 分像素 $a_{0,0}$、$b_{0,0}$、$c_{0,0}$ 的插值：对横向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波器进行插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器

系数，计算得到对应的分像素 $a_{0,0}$、$b_{0,0}$、$c_{0,0}$，计算公式如下：

$$a_{0,0}=\left(-A_{-3,0}+4\times A_{-2,0}-10\times A_{-1,0}+57\times A_{0,0}+18\times A_{1,0}-6\times A_{2,0}+3\times A_{3,0}-A_{4,0}\right)>>shift1$$

$$b_{0,0}=\left(-A_{-3,0}+4\times A_{-2,0}-11\times A_{-1,0}+40\times A_{0,0}+40\times A_{1,0}-11\times A_{2,0}+4\times A_{3,0}-A_{4,0}\right)>>shift1$$

$$c_{0,0}=\left(-A_{-3,0}+3\times A_{-2,0}-6\times A_{-1,0}+18\times A_{0,0}+57\times A_{1,0}-10\times A_{2,0}+4\times A_{3,0}-A_{4,0}\right)>>shift1$$

(2) 分像素 d_{00}、h_{00}、n_{00}的插值：对纵向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波器进行插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器系数，计算得到对应的分像素 d_{00}、h_{00}、n_{00}，计算公式如下：

$$d_{0,0}=\left(-A_{0,-3}+4\times A_{0,-2}-10\times A_{0,-1}+57\times A_{0,0}+18\times A_{0,1}-6\times A_{0,2}+3\times A_{0,3}-A_{0,4}\right)>>shift1$$

$$h_{0,0}=\left(-A_{0,-3}+4\times A_{0,-2}-11\times A_{0,-1}+40\times A_{0,0}+40\times A_{0,1}-11\times A_{0,2}+4\times A_{0,3}-A_{0,4}\right)>>shift1$$

$$n_{0,0}=\left(-A_{0,-3}+3\times A_{0,-2}-6\times A_{0,-1}+18\times A_{0,0}+57\times A_{0,1}-10\times A_{0,2}+4\times A_{0,3}-A_{0,4}\right)>>shift1$$

(3) 分像素 $e_{0,0}$、$i_{0,0}$、$p_{0,0}$的插值：先对横向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波，使用 1/4 位置对应的滤波器系数，从而得到中间值 $a'_{0,i}$（其中 i=-3～4），$a'_{0,i}$与 $a_{0,i}$区别在于 $a'_{0,i}$没有最后的 shift1 移位操作；具体地，$a'_{0,0}$可由 $a_{0,0}$得到，同理其他的 $a'_{0,i}$中间值可由 $a_{0,i}$得到，即 $a'_{0,1}$中间值可由 $a_{0,1}$得到，$a'_{0,2}$中间值可由 $a_{0,2}$得到，$a'_{0,3}$中间值可由 $a_{0,3}$得到；$b'_{0,i}$和 $e'_{0,i}$类似。

然后再对中间值 $a'_{0,i}$使用纵向 6 抽头插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器系数，计算得到对应的分像素 $e_{0,0}$、$i_{0,0}$、$p_{0,0}$，计算公式如下：

$$e_{0,0}=\left(2\times a'_{0,-2}-9\times a'_{0,-1}+57\times a'_{0,0}+17\times a'_{0,1}-4\times a'_{0,2}+a'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$i_{0,0}=\left(2\times a'_{0,-2}-9\times a'_{0,-1}+39\times a'_{0,0}+39\times a'_{0,1}-9\times a'_{0,2}+2\times a'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$p_{0,0}=\left(a'_{0,-2}-4\times a'_{0,-1}+17\times a'_{0,0}+57\times a'_{0,1}-9\times a'_{0,2}+2\times a'_{0,3}\right)>>shift2$$

(4) 分像素 $f_{0,0}$、$j_{0,0}$、$q_{0,0}$的插值：先对横向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波，使用 2/4 位置对应的滤波器系数，从而得到中间值 $b'_{0,i}$（其中 i=-3～4）；然后再对中间值 $b'_{0,i}$使用纵向 6 抽头插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器系数，计算得到对应的分像素 $f_{0,0}$、$j_{0,0}$、$q_{0,0}$，计算公式如下：

$$f_{0,0}=\left(2\times b'_{0,-2}-9\times b'_{0,-1}+57\times b'_{0,0}+17\times b'_{0,1}-4\times b'_{0,2}+b'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$j_{0,0}=\left(2\times b'_{0,-2}-9\times b'_{0,-1}+39\times b'_{0,0}+39\times b'_{0,1}-9\times b'_{0,2}+2\times b'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$q_{0,0}=\left(b'_{0,-2}-4\times b'_{0,-1}+17\times b'_{0,0}+57\times b'_{0,1}-9\times b'_{0,2}+2\times b'_{0,3}\right)>>shift2$$

(5) 分像素 $g_{0,0}$、$k_{0,0}$、$r_{0,0}$的插值：先对横向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波器进行插值滤波，使用 3/4 位置对应的滤波器系数，从而得

到中间值 c’ $_{0,i}$（其中 i=-3～4）；然后再对中间值 c’ $_{0,i}$ 使用纵向 6 抽头插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器系数，计算得到对应的分像素 $g_{0,0}$、$k_{0,0}$、$r_{0,0}$，计算公式如下：

$$g_{0,0}=\left(2\times c'_{0,-2}-9\times c'_{0,-1}+57\times c'_{0,0}+17\times c'_{0,1}-4\times c'_{0,2}+c'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$k_{0,0}=\left(2\times c'_{0,-2}-9\times c'_{0,-1}+39\times c'_{0,0}+39\times c'_{0,1}-9\times c'_{0,2}+2\times c'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$r_{0,0}=\left(c'_{0,-2}-4\times c'_{0,-1}+17\times c'_{0,0}+57\times c'_{0,1}-9\times c'_{0,2}+2\times c'_{0,3}\right)>>shift2\ 。$$

上述公式中，shift1=6，shift2=12；shift 值的选取依据是：要使最终的结果仍保持一个像素的大小即 8bit，比如，要插值一个像素，那么先横向插值（乘以横向插值滤波器的各个系数，这些系数加起来一共等于 64），则该像素被扩大了 64 倍，即相当于左移了 6 位，然后进行纵向插值，同样的又被左移了 6 位，所以最后需要再右移 6+6=12 位才恢复一个像素的大小。如果只有一次插值过程，则最后需要右移 6 位，如果有两次插值过程则需要移 12 位。

这样，所有的 15 个分像素点都被插值出来。至此，该实施例的所有步骤完成。

该发明通过以上的插值方法，在保证了较高性能的插值的同时也有效的减小了插值计算的复杂度。

（1）本例与 HEVC 的亮度插值对比，其 Y、U、V 码率分别仅增加了 0.7%、0.2%、0.3%，见表 4；但是其计算复杂度，如表 5 所示，比 HEVC 要降低近 10%（在访存数量、乘法和加法数目方面分别小 9.07%、6.42%和 9.36%），具有低复杂度的优势，又同时保持了与 HEVC 亮度插值有相当的性能。

表 4 本例的方法与 HEVC 亮度插值方法的码率对比结果表

分辨率	测试序列	BD-rates 增加 (%)		
		Y	U	V
412x240	BasketballPass	0.2	-0.3	-0.2
	BQSquare	2.2	1.2	1.4
	BlowingBubbles	0.3	0.2	0.2
	RaceHorses	0.2	-0.5	-0.3
	Average	0.7	0.2	0.3

表 5 本例的方法与 HEVC 亮度插值方法的计算复杂度对比结果表

分像素	本发明			HEVC		
	访存	算术操作		访存	算术操作	
		乘法数	加法数		乘法数	加法数
A	1	0	0	1	0	0
a	8	6	7	7	5	6
b	8	6	7	8	6	7
c	8	6	7	7	5	6
d	8	6	7	7	5	6
e	8*6	6*6+5	7*6+5	7*7	5*7+5	6*7+6
f	8*6	6*6+5	7*6+5	7*8	6*7+5	7*7+6
g	8*6	6*6+5	7*6+5	7*7	5*7+5	6*7+6
h	8	6	7	8	8	7
i	8*6	6*6+6	7*6+5	8*7	5*8+6	6*8+7
j	8*6	6*6+6	7*6+5	8*8	6*8+6	7*8+7
k	8*6	6*6+6	7*6+5	8*7	5*8+6	6*8+7
n	8	6	7	7	7	6
p	8*6	6*6+5	7*6+5	7*7	5*7+5	6*7+6
q	8*6	6*6+5	7*6+5	7*8	6*7+5	7*7+6
r	8*6	6*6+5	7*6+5	7*7	7*7+5	6*7+6
avg	30.06	25.50	29.06	33.06	27.25	32.06

（2）采用本例的方法，与采用 4 抽头或 10 抽头插值滤波器相比，可以分析两者的参考像素的数目，用到的加法数目和乘法数目三个方面，具体数据对比如下。

表 6 4 抽头滤波器系数

位置	滤波器系数	乘法数	加法数
1/4	{-6, 56, 15, -1}	3	3
2/4	{-4, 36, 36, -4}	4	3
3/4	{-1, 15, 56, -6}	3	3

表 7 10 抽头滤波器系数

位置	滤波器系数	乘法数	加法数
1/4	{1, -2, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1, 0}	7	8
2/4	{1, -2, 5, -12, 40, 40, -12, 5, -2, 1}	8	9
3/4	{0, -1, 3, -7, 19, 57, -10, 4, -2, 1}	7	8

对比结果如下表 8、表 9 和表 10 所示，可见，采用本例的方法，其计算的复杂度略高于 4 抽头滤波器，同时大大低于 10 抽头滤波器，但性能却接近于 10 抽头滤波器。

表 8 最大像素访存数

Max	4 抽头	10 抽头	本发明
	(L+3) × (W+3)	(L+9) × (W+9)	(L+7) × (W+7)
W=4, L=4	49	169	121
W=8, L=8	121	289	225
W=16, L=16	361	625	529
W=32, L=32	1225	1681	1521
W=64, L=64	4489	5329	5041

表 9 乘法数

Pel	Mults(×W×L)		
	4 抽头	10 抽头	本发明
A	0	0	0
a	3	7	6
b	4	8	6
c	3	7	6
d	3	7	6
e	3 × 4+3	7 × 10+7	6 × 6+5
f	4 × 4+3	8 × 10+7	6 × 6+5
g	3 × 4+3	7 × 10+7	6 × 6+5

h	4	8	6
i	3 × 4+4	7 × 10+8	6 × 6+6
j	4 × 4+4	8 × 10+8	6 × 6+6
k	3 × 4+4	7 × 10+8	6 × 6+6
n	3	7	6
p	3 × 4+3	7 × 10+7	6 × 6+5
q	4 × 4+3	8 × 10+7	6 × 6+5
r	3 × 4+3	7 × 10+7	6 × 6+5
Avg	10.625	48.125	25.50

表 10 加法数

Pel	Adds (×W×L)		
	4tap	10tap	本发明
A	0	0	0
a	3	8	7
b	3	9	7
c	3	8	7
d	3	8	7
e	3 × 4+3	8 × 10+8	7 × 6+5
f	3 × 4+3	9 × 10+8	7 × 6+5
g	3 × 4+3	8 × 10+8	7 × 6+5
h	3	7	7
i	3 × 4+3	8 × 10+9	7 × 6+5
j	3 × 4+3	9 × 10+9	7 × 6+5
k	3 × 4+3	8 × 10+9	7 × 6+5
n	3	7	7
p	3 × 4+3	8 × 10+8	7 × 6+5
q	3 × 4+3	9 × 10+8	7 × 6+5
r	3 × 4+3	8 × 10+8	7 × 6+5
Avg	9.5625	54.5	29.0625

（3）采用 4 抽头插值滤波器与 HEVC 的亮度插值对比，性能如下表 11，其 Y、U、V 码率分别增加了 5.6%、3.6%、3.6%。

表 11

分辨率	测试序列	BD-rates 增加 (%)		
		Y	U	V
412x240	BasketballPass	0.6	-0.4	-0.1
	BQSquare	15.8	12.3	11.3
	BlowingBubbles	4.6	2.5	2.6
	RaceHorses	1.3	0.1	0.4
	Average	5.6	3.6	3.6

（4）采用 10 抽头插值滤波器与 HEVC 的亮度插值对比，性能如下表 12，其 Y、U、V 码率仅分别增加了 0.8%、0.3%、0.4%。

表 12

分辨率	测试序列	BD-rates 增加 (%)		
		Y	U	V
412x240	BasketballPass	0.1	-0.2	-0.1
	BQSquare	2.4	1.5	1.6
	BlowingBubbles	0.3	0.0	-0.1
	RaceHorses	0.2	-0.1	0.1
	Average	0.8	0.3	0.4

实施例二:

本领域技术人员可以理解，上述实施方式中各种方法的全部或部分步骤可以通过计算机程序来指令相关硬件完成。本例是一种计算机可读的电子数据载体，包括但不限于光盘、闪存盘和硬盘等，其中存储了用于实现实施例一中的低复杂度的分像素插值滤波装置的计算机程序。

实施例三:

本例是一种电子装置，其中内置了实现实施例一中的低复杂度的分像素插值滤波方法的程序，通过启用该程序，可对视频图像进行处理，具体的，即通过对视频图像整数像素点的插值，得到分像素点。或者，该电子装置，采用了实施例一中的低复杂度的分像素插值滤波方法，对视频图像进行处理。

以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干简单推演或替换，都应当视为属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种低复杂度的分像素插值滤波方法，采用8抽头插值滤波器和6抽头插值滤波器，对于相邻整像素点使用8抽头插值滤波器，得到横向或纵向的相邻整像素点之间的分像素点；于所述相邻整像素点之间的分像素点之间，使用横向的8抽头插值滤波器，然后再使用纵向的6抽头插值滤波器，进行两次插值，得到余下的9个分像素。

2. 如权利要求1所述的分像素插值滤波方法，其特征是：所述8抽头插值滤波器的插值系数为：1/4像素对应的系数为{-1，4，-10，57，18，-6，3，-1}，1/2像素对应的系数为{-1，4，-11，40，40，-11，4，-1}，3/4像素对应的系数为{-1，3，-6，18，57，-10，4，-1}。

3. 如权利要求2所述的分像素插值滤波方法，其特征是：所述6抽头插值滤波器的插值系数为：1/4像素对应的系数为{2，-9，57，17，-4，1}，1/2像素对应的系数为{2，-9，39，39，-9，2}，3/4像素对应的系数为{1，-4，17，57，-9，2}。

4. 如权利要求 3 所述的分像素插值滤波方法，其特征是：其中的分像素 $a_{0,0}$、$b_{0,0}$、$c_{0,0}$的插值过程包括：对横向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波器进行插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器系数，计算得到对应的分像素 $a_{0,0}$、$b_{0,0}$、$c_{0,0}$，计算公式如下：

$$a_{0,0}=\left(-A_{-3,0}+4\times A_{-2,0}-10\times A_{-1,0}+57\times A_{0,0}+18\times A_{1,0}-6\times A_{2,0}+3\times A_{3,0}-A_{4,0}\right)>>shift1$$

$$b_{0,0}=\left(-A_{-3,0}+4\times A_{-2,0}-11\times A_{-1,0}+40\times A_{0,0}+40\times A_{1,0}-11\times A_{2,0}+4\times A_{3,0}-A_{4,0}\right)>>shift1$$

$$c_{0,0}=\left(-A_{-3,0}+3\times A_{-2,0}-6\times A_{-1,0}+18\times A_{0,0}+57\times A_{1,0}-10\times A_{2,0}+4\times A_{3,0}-A_{4,0}\right)>>shift1。$$

5. 如权利要求 3 所述的分像素插值滤波方法，其特征是：其中的分像素 d_{00}、h_{00}、n_{00}的插值过程包括:：对纵向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波器进行插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器系数，计算得到对应的分像素 d_{00}、h_{00}、n_{00}，计算公式如下：

$$d_{0,0}=\left(-A_{0,-3}+4\times A_{0,-2}-10\times A_{0,-1}+57\times A_{0,0}+18\times A_{0,1}-6\times A_{0,2}+3\times A_{0,3}-A_{0,4}\right)>>shift1$$

$$h_{0,0}=\left(-A_{0,-3}+4\times A_{0,-2}-11\times A_{0,-1}+40\times A_{0,0}+40\times A_{0,1}-11\times A_{0,2}+4\times A_{0,3}-A_{0,4}\right)>>shift1$$

$$n_{0,0}=\left(-A_{0,-3}+3\times A_{0,-2}-6\times A_{0,-1}+18\times A_{0,0}+57\times A_{0,1}-10\times A_{0,2}+4\times A_{0,3}-A_{0,4}\right)>>shift1。$$

6. 如权利要求 3 所述的分像素插值滤波方法，其特征是：其中的分像素 $e_{0,0}$、$i_{0,0}$、$p_{0,0}$的插值过程包括：先对横向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波，使用 1/4 位置对应的滤波器系数，从而得到中间值 $a'_{0,i}$（其中

i=-3～4）；然后再对中间值 a’$_{0,i}$使用纵向 6 抽头插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器系数，计算得到对应的分像素 $e_{0,0}$、$i_{0,0}$、$p_{0,0}$。

7．如权利要求 3 所述的分像素插值滤波方法，其特征是：其中的分像素 $f_{0,0}$、$j_{0,0}$、$q_{0,0}$的插值过程包括：先对横向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波，使用 2/4 位置对应的滤波器系数，从而得到中间值 b’$_{0,i}$（其中 i=-3～4）；然后再对中间值 b’$_{0,i}$使用纵向 6 抽头插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器系数，计算得到对应的分像素 $f_{0,0}$、$j_{0,0}$、$q_{0,0}$，计算公式如下：

$$f_{0,0}=\left(2\times b'_{0,-2}-9\times b'_{0,-1}+57\times b'_{0,0}+17\times b'_{0,1}-4\times b'_{0,2}+b'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$j_{0,0}=\left(2\times b'_{0,-2}-9\times b'_{0,-1}+39\times b'_{0,0}+39\times b'_{0,1}-9\times b'_{0,2}+2\times b'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$q_{0,0}=\left(b'_{0,-2}-4\times b'_{0,-1}+17\times b'_{0,0}+57\times b'_{0,1}-9\times b'_{0,2}+2\times b'_{0,3}\right)>>shift2。$$

8．如权利要求 3 所述的分像素插值滤波方法，其特征是：其中的分像素 $g_{0,0}$、$k_{0,0}$、$r_{0,0}$的插值过程包括：先对横向最近邻的整像素点使用 8 抽头插值滤波器进行插值滤波，使用 3/4 位置对应的滤波器系数，从而得到中间值 c’$_{0,i}$（其中 i=-3～4）；然后再对中间值 c’$_{0,i}$使用纵向 6 抽头插值滤波，分别使用 1/4，2/4，3/4 位置对应的滤波器系数，计算得到对应的分像素 $g_{0,0}$、$k_{0,0}$、$r_{0,0}$，计算公式如下：

$$g_{0,0}=\left(2\times c'_{0,-2}-9\times c'_{0,-1}+57\times c'_{0,0}+17\times c'_{0,1}-4\times c'_{0,2}+c'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$k_{0,0}=\left(2\times c'_{0,-2}-9\times c'_{0,-1}+39\times c'_{0,0}+39\times c'_{0,1}-9\times c'_{0,2}+2\times c'_{0,3}\right)>>shift2$$

$$r_{0,0}=\left(c'_{0,-2}-4\times c'_{0,-1}+17\times c'_{0,0}+57\times c'_{0,1}-9\times c'_{0,2}+2\times c'_{0,3}\right)>>shift2。$$

9．如权利要求4或5所述的分像素插值滤波方法，其特征是：所述shift1的值为6。

10.如权利要求6-8中任一项所述的分像素插值滤波方法，其特征是：所述shift2的值为12。

11.一种低复杂度的分像素插值滤波装置，采用如权利要求1-10中任一项所述的分像素插值滤波方法实现视频图像处理。

12．一种电子数据载体，存储有用于实现如权利要求1-10中任一项所述的分像素插值滤波方法的计算机程序。

13.一种电子装置，采用如权利要求1-10中任一项所述的低复杂度的分像素插值滤波方法，对视频图像进行处理。

$A_{-1,-1}$				$A_{0,-1}$	$a_{0,-1}$	$b_{0,-1}$	$c_{0,-1}$	$A_{1,-1}$				$A_{2,-1}$
$A_{-1,0}$				$A_{0,0}$	$a_{0,0}$	$b_{0,0}$	$c_{0,0}$	$A_{1,0}$				$A_{2,0}$
$d_{-1,0}$				$d_{0,0}$	$e_{0,0}$	$f_{0,0}$	$g_{0,0}$	$d_{1,0}$				$d_{2,0}$
$h_{-1,0}$				$h_{0,0}$	$i_{0,0}$	$j_{0,0}$	$k_{0,0}$	$h_{1,0}$				$h_{2,0}$
$n_{-1,0}$				$n_{0,0}$	$p_{0,0}$	$q_{0,0}$	$r_{0,0}$	$n_{1,0}$				$n_{2,0}$
$A_{-1,1}$				$A_{0,1}$	$a_{0,1}$	$b_{0,1}$	$c_{0,1}$	$A_{1,1}$				$A_{2,1}$
$A_{-1,2}$				$A_{0,2}$	$a_{0,2}$	$b_{0,2}$	$c_{0,2}$	$A_{1,2}$				$A_{2,2}$

图 1

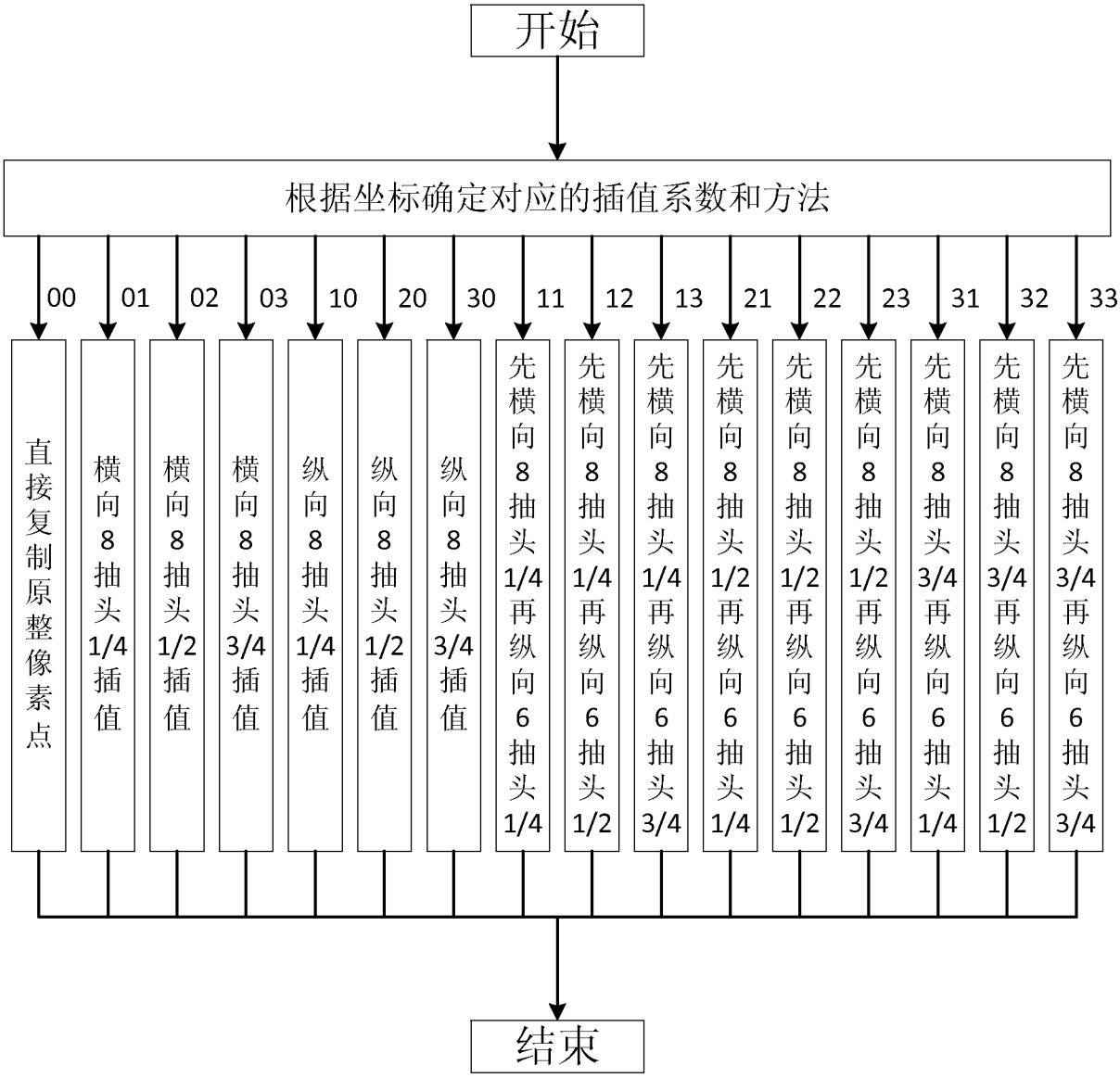

开始
根据坐标确定对应的插值系数和方法
00
01
02
03
10
20
30
11
12
13
21
22
23
31
32
33
直接复制原整像素点
横向8抽头1/4插值
横向8抽头1/2插值
横向8抽头3/4插值
纵向8抽头1/4插值
纵向8抽头1/2插值
纵向8抽头3/4插值
先横向8抽头1/4再纵向6抽头1/4
先横向8抽头1/4再纵向6抽头1/2
先横向8抽头1/4再纵向6抽头3/4
先横向8抽头1/2再纵向6抽头1/4
先横向8抽头1/2再纵向6抽头1/2
先横向8抽头1/2再纵向6抽头3/4
先横向8抽头3/4再纵向6抽头1/4
先横向8抽头3/4再纵向6抽头1/2
先横向8抽头3/4再纵向6抽头3/4
结束

图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/082789

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 7/46 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, EPTXT, WOTXT, USTXT, 3GPP: sub pixel, interpolate, hevc, tap, 8 tap, 6 tap, quarter, transverse, longitudinal, horizontal, verticality

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012100085 A1 (GENERAL INSTRUMENT CORPORATION) 26 July 2012 (26.07.2012) the abstract; description, paragraphs [0051]-[0069]	1-13
Y	CN 1543221 A (UNIV ZHEJIANG) 3 November 2004 (03.11.2004) claims 1-7; description, page 6, lines 4-11; page 7, lines 22-24 and 29-32	1-13
PX	CN 102833550 A (UNIV PEKING SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 19 December 2012 (19.12.2012) the whole document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 November 2013 (12.11.2013)	12 December 2013 (12.12.2013)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer BO, Mei Telephone No. (86-10) 62411473

Form PCT/ISA /210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/082789

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2012100085 A1	26.07.2012	US 2012183068 A1	19.07.2012
CN 1543221 A	03.11.2004	CN 1256849 C	17.05.2006
CN 102833550 A	19.12.2012	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/082789

A. 主题的分类

H04N 7/46 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H04N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

CNABS, CNTXT, CNKI: 分像素,分象素,亚像素,亚象素,子像素,子象素,插值,插补,内插,抽头,HEVC,tap,8 抽头,6 抽头,八抽头,六抽头,四分之一,1/4,两次,横向,纵向,水平,垂直; VEN, EPTXT, WOTXT, USTXT, 3GPP: sub pixel, interpolate, hevc, tap, 8 tap, 6 tap

C. 相关文件

类　型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	WO 2012100085 A1 (GENERAL INSTRUMENT CORPORATION) 26.7 月 2012 (26.07.2012) 摘要；说明书第 51-69 段	1-13
Y	CN 1543221 A (浙江大学) 3.11 月 2004 (03.11.2004) 权利要求 1-7；说明书第 6 页第 4-11 行，第 7 页第 22-24 和 29-32 行	1-13
PX	CN 102833550 A (北京大学深圳研究生院) 19.12 月 2012 (19.12.2012) 全文	1-13

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。　　☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
12.11 月 2013(12.11.2013)	**12.12 月 2013 (12.12.2013)**
ISA/CN 的名称和邮寄地址： 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号：　(86-10)62019451	受权官员 伯梅 电话号码：(86-10) **62411473**

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/082789

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
WO 2012100085 A1	26.07.2012	US 2012183068 A1	19.07.2012
CN 1543221 A	03.11.2004	CN 1256849 C	17.05.2006
CN 102833550 A	19.12.2012	无	