



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H04N 5/208 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년02월02일 10-0677133 2007년01월26일
-----------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2004-0072816 2004년09월11일 2004년09월11일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2005-0027152 2005년03월17일
----------------------------------	-----------------------------------------------	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 10/660,329 2003년09월11일 미국(US)

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 왕시양린
 미국, 캘리포니아 92707, 산타 아나, 3012 S.메인스트리트, #87D

 김영택
 미국 캘리포니아 92020 엘바인 새디우드 85

(74) 대리인 리앤목특허법인
 이혜영

(56) 선행기술조사문헌 KR1019970031828 A KR2019980013760 U * 심사관에 의하여 인용된 문헌	KR1019990032185 A WO9930547 A2
------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------

심사관 : 김홍수

전체 청구항 수 : 총 33 항

(54) 이미지 디테일 강조에 있어서 잡음 있는 가장자리의 검출 및 처리를 위한 방법 및 장치

(57) 요약

잡음 있고(noisy) 선명한(sharp) 이미지 가장자리들의 이미지 화소들을 검출하고 그러한 화소들을 다른 화소들과 다르게 강조하여서, 검출된 화소들 주변의 잡음이 실질적으로 증대되지 않도록 한다. 검출 과정이 화소 단위로(pixel basis) 행해 지는데, 여기서 각 화소는 선택된/현재의 화소를 중심으로 하는 직사각형 창 내부의 인접 화소들과 더불어 점검된다. 현재의 화소가 잡음 있고 선명한 수직의 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하기 위하여, 현재의 화소를 중심으로 하는 세 열(column)의 화소들이 사용된다. 각 열(column)에서의 화소들의 평균값(mean value)과 분산값(variance value)이 계산된다. 세 개의 평균값들과 세 개의 분산값들에 근거하여, 현재의 화소가 잡음 있고 선명한 수직의 가장자리에 있는 화소인지가 결정될 수 있다. 유사하게, 현재의 화소를 점검하여 그것이 잡음 있고 선명한 수평의 이미지 가장자리에 있는지를 결정할 수 있다. 그와 같이 하여, 현재의 화소는 보통의(regular) 화소, 잡음 있고 선명한 수직의 이미지 가장자리에 있는 화소, 또는 잡음 있고 선명한 수평의 이미지 가장자리에 있는 화소 중의 하나로 분류될 수 있다. 만약 현재의 화소가 보통의 화소

로 분류된다면, 이미지 디테일 강조는 현재의 화소 위치에서 정상적으로 행해진다. 만약 그렇지 않으면, 현재의 화소를 중심으로 하는 직사각형 창 내부의 화소들의 평균값들을 사용하여 선명하지 않은(unsharp) 신호를 계산한다. 그리고 나서 선명하지 않은 신호는 보통의 화소들의 경우에서와 같이 처리되어 디테일이 강조된 이미지가 얻어진다.

대표도

도 5

특허청구의 범위

청구항 1.

픽셀들의 집합으로 나타내어지는 원래의 이미지 신호를 위한 디테일 강조 방법으로서,

- (a) 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 과정;
 - (b) 검출된 화소에 대하여, 검출된 화소 위치에서의 선명하지 않은 이미지 신호를 발생시키는 과정;
 - (c) 원래의 이미지 신호와 선명하지 않은 신호의 차(difference), 즉 이미지 디테일들을 나타내는 차(difference)를 결정하는 과정; 및,
 - (d) 차(difference) 신호를 증대시키고 증대된 신호를 원래의 신호에 더하여 디테일이 강조된 이미지 신호를 얻는 과정;
- 을 포함하고, 그에 따라 선택된 화소 위치에서의 어떠한 잡음의 증대도 감소되도록 하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 과정 (a)의 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 과정은, 수평의 또는 수직의 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 과정들을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 과정(a)의 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 과정은, 잡음이 있고(noisy) 선명한 수평의 또는 수직의 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 과정들을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 과정 (b)의 선명하지 않은 이미지 신호를 발생시키는 과정은 이하의 과정들:

선택된 화소를 포함하는 2차원 창 내부 화소들의 평균값들을 결정하는 과정; 및,

상기 평균값들을 필터링(filtering) 과정에서 사용하여 선택된 화소 위치에서의 선명하지 않은 이미지 신호를 얻는 과정들을 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 과정 (a)의 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 과정은 이하의 과정들:

화소를 선택하는 과정; 및,

선택된 화소와 2차원 창 내부에 있는 그것의 이웃하는 화소들에 근거하여, 그 화소가 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하는 과정,

을 포함하고, 여기서 각 화소는 그것이 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하기 위하여 개별적으로 점검되는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 과정 (a)는

만약 화소가 이미지 가장자리에 속하는 것으로 결정되면, 그 다음에 그 가장자리가 잡음이 있는지(noisy)를 결정하는 과정을 추가적으로 포함하는, 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 7.

제 5 항에 있어서, 수직의 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하기 위하여 이하의 과정들:

현재의 화소를 중심으로 하는 화소들의 적어도 W 열(column)들을 선택하되, 여기서 각 열(column)들은 H 개의 화소들을 포함하는 과정; 각 열에서 화소들의 평균값 m 을 결정하여, W 개의 평균값들을 발생시키는 과정;

각 열에서 화소들의 분산값 σ 를 결정하여, W 개의 분산값들을 발생시키는 과정; 및,

W 개의 평균값들과 W 개의 분산값들에 근거하여, 선택된 화소가 수직의 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하는 과정을 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 평균값들 m_j 가 이하의 관계:

$$m_j = \frac{1}{H} \sum_{i=-\frac{H-1}{2}}^{\frac{H-1}{2}} I_{i,j} \quad , \quad j = -1, 0, 1$$

에 의하여 결정되고, 분산값들 σ_j 가 이하의 관계:

$$\sigma_j = \frac{1}{H} \sum_{i=-\frac{H-1}{2}}^{\frac{H-1}{2}} |I_{i,j} - m_j| \quad , \quad j = -1, 0, 1$$

에 의하여 결정되며, 여기서 $I_{i,j}$ 는 창에서 행(row) i 그리고 열(column) j 에 위치하는 화소의 값이고, 선택된 화소의 행(row)과 열(column)의 인덱스(index)는 0인 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 9.

제 7 항에 있어서, 선택된 화소가 이미지 가장자리에 속하는지를 검출하는 과정들은 이하의 과정들:

$$|m_0 - m_j| > \max(\sigma_0, \sigma_j), \quad j = -1 \text{ or } 1 \text{ 인지 결정하는 과정; 및,}$$

T_m 이 미리 결정된 문턱값일 때 $\max(|m_0 - m_1|, |m_0 - m_{-1}|) \geq T_m$ 인지 결정하는 과정을 추가적으로 포함하여,

만일 $|m_0 - m_j| > \max(\sigma_0, \sigma_j), \quad j = -1 \text{ or } 1$ 이고 $\max(|m_0 - m_1|, |m_0 - m_{-1}|) \geq T_m$ 이면 선택된 화소가 이미지 가장자리에 있는 화소로 여겨지는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 10.

제 7 항에 있어서, 만약 선택된 화소가 이미지 가장자리에 속한다고 결정되면, 그 가장자리가 잡음이 있는지를(noisy) 결정하는 과정을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 11.

제 10 항에 있어서, 가장자리가 잡음이 있는지(noisy)를 점검하는 과정은 이하의 과정들:

수식:

$$b_{i,0} = \begin{cases} 0 & \text{if } I_{i,0} < m_0 \\ 1 & \text{if } I_{i,0} \geq m_0 \end{cases} \quad i = -\frac{H-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{H-1}{2}$$

에 의하여 창의 열(column) 0에서의 화소들로부터의 2진수 패턴 데이터 b 를 발생시키는 과정;

2진수 패턴 데이터에 근거하여, 수식:

$$N = \sum_{i=-\frac{H-1}{2}}^{\frac{H-1}{2}-1} |b_{i,0} - b_{i+1,0}|$$

에 의하여, 서로 다른 이웃하는 2진수 패턴 데이터의 개수의 계수 N 을 발생시키는 과정; 및,

계수 N 을 미리 결정된 문턱값

$$T_N, \quad 0 < T_N < H-1$$

과 비교하는 과정;

을 추가적으로 포함하고, 만약 계수 N 이 T_N 보다 작지 않다면, 그 가장자리는 잡음이 있는(noisy) 것으로 여겨지는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 12.

제 10 항에 있어서, 가장자리가 잡음이 있는지(noisy)를 점검하는 과정이 나아가 이하의 과정들:

수식:

$$b_{i,0} = \begin{cases} 0 & \text{if } I_{i,0} < m_0 \\ 1 & \text{if } I_{i,0} \geq m_0 \end{cases} \quad i = -\frac{H-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{H-1}{2}$$

에 의하여 창의 열(column) 0에서의 화소들로부터의 2진수 패턴 데이터 b 를 발생시키는 과정;

\oplus 를 배타적 논리합(exclusive OR) 연산자라고 할 때 2진수 패턴 데이터에 근거하여, 수식:

$$N = \sum_{i=-\frac{H-1}{2}}^{\frac{H-1}{2}-1} (b_{i,0} \oplus b_{i+1,0})$$

에 의하여, 서로 다른 이웃하는 2진수 패턴 데이터의 개수의 계수 N 을 발생시키는 과정; 및,

계수 N 을 미리 결정된 문턱값

$$T_N, 0 < T_N < H-1$$

과 비교하는 과정;

을 추가적으로 포함하고, 만약 계수 N 이 T_N 보다 작지 않다면, 그 가장자리는 잡음이 있는(noisy) 것으로 여겨지는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 13.

제 4 항에 있어서,

상기 창은 선택된 화소를 중심으로 하는 $H_f \times W_f$ 의 직사각형 창으로 구성되고,

만약 이미지 가장자리 방향이 수직이라면:

평균값들을 결정하는 것은 창의 각 열(column)에서의 화소들의 평균값들을 결정하는 과정을 추가적으로 포함하고, 여기서 총 W_f 의 그러한 평균값들이 있고;

필터링 과정을 행하는 것은 평균값들에 저역 통과 필터를 사용하는 과정들을 추가적으로 포함하여 선택된 화소 위치에서의 선명하지 않은 이미지 신호를 얻는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 14.

제 13 항에 있어서, 필터링 과정을 행하는 것은 이하의 과정들:

1차원 저역 통과 필터를 선택하고, W_f 가 저역 통과 필터의 길이와 같게 하는 과정; 및,

저역 통과 필터를 평균값들에 적용하여 선명하지 않은 신호를 얻는 과정

을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 15.

제 13 항에 있어서, 필터링 과정을 행하는 것은 이하의 과정들:

2차원 저역 통과 필터를 선택하고, H_f 와 W_f 가 각각 저역 통과 필터의 수직 및 수평의 길이와 같게 하는 과정;

$H_f \times W_f$ 크기의 2차원 데이터 배열을 발생시키되, 여기서 그 배열의 각 열(column)에서의 데이터는 모두 이웃하는 화소들로 구성된 $H_f \times W_f$ 의 창에서 같은 열(column)의 상응하는 화소 평균값으로 설정되는 과정; 및,

저역 통과 필터를 그 배열 데이터에 적용하여 선명하지 않은 신호를 얻는 과정을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 16.

제 5 항에 있어서, 본질적으로 수평의 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 것은 이하의 과정들:

선택된 화소를 중심으로 하는 화소들의 적어도 H 행(row)들을 선택하고, 여기서 각 행(row)이 W 개의 화소들을 포함하는 과정;

각 행(row)에서의 화소들 평균값을 결정하고, 그것에 의하여 H 평균값들을 발생시키는 과정;

각 행(row)에서의 화소들 분산값을 결정하고, 그것에 의하여 H 분산값들을 발생시키는 과정; 및,

H 평균값들과 H 분산값들에 근거하여, 선택된 화소가 수평의 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하는 과정을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 17.

제 16 항에 있어서, 평균값들 m_i 는 이하의 식:

$$m_i = \frac{1}{W} \sum_{j=-\frac{W-1}{2}}^{\frac{W-1}{2}} I_{i,j} \quad , \quad i = -1, 0, 1$$

에 의하여 결정되고, 분산값들 σ_i 는 이하의 관계:

$$\sigma_i = \frac{1}{W} \sum_{j=-\frac{W-1}{2}}^{\frac{W-1}{2}} |I_{i,j} - m_i| \quad , \quad i = -1, 0, 1$$

에 의하여 결정되고, 여기서 $I_{i,j}$ 는 창에서 행(row) i 그리고 열(column) j 에 위치하는 화소의 값이고, 선택된 화소의 행(row)과 열(column)의 인덱스(index)는 0인 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 18.

제 16 항에 있어서, 선택된 화소가 이미지 가장자리에 속하는지를 검출하는 과정들은 이하의 과정들:

$$|m_0 - m_i| > \max(\sigma_0, \sigma_i) \quad , \quad i = -1 \text{ or } 1 \text{ 인지 결정하는 과정; 및,}$$

T_m 이 미리 결정된 문턱값일 때 $\max(|m_0 - m_1|, |m_0 - m_{-1}|) \geq T_m$ 인지 결정하는 과정;

을 추가적으로 포함하고 만일 $|m_0 - m_i| > \max(\sigma_0, \sigma_i) \quad , \quad i = -1 \text{ or } 1$ 이고 $\max(|m_0 - m_1|, |m_0 - m_{-1}|) \geq T_m$ 이면, 선택된 화소는 이미지 가장자리에 있는 화소로 여겨지는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 19.

제 16 항에 있어서,

만약 선택된 화소가 이미지 가장자리에 속한다고 결정되면, 그러면 그 가장자리가 잡음이 있는지를(noisy) 결정하는 과정을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 20.

제 19 항에 있어서, 가장자리가 잡음이 있는지(noisy)를 점검하는 과정은 이하의 과정들:

수식:

$$b_{0,j} = \begin{cases} 0 & \text{if } I_{0,j} < m_0 \\ 1 & \text{if } I_{0,j} \geq m_0 \end{cases} \quad j = -\frac{W-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{W-1}{2}$$

에 의하여 창의 행(row) 0에서의 화소들로부터의 2진수 패턴 데이터 b 를 발생시키는 과정;

2진수 패턴 데이터에 근거하여, 수식:

$$N = \sum_{j=-\frac{W-1}{2}}^{\frac{W-1}{2}-1} |b_{0,j} - b_{0,j+1}|$$

에 의하여, 서로 다른 이웃하는 2진수 패턴 데이터의 개수의 계수 N 을 발생시키는 과정; 및,

계수 N 을 미리 결정된 문턱값

$$T_N \quad , \quad 0 < T_N < W - 1$$

과 비교하는 과정;

을 추가적으로 포함하고, 만약 계수 N 이 T_N 보다 작지 않다면, 그러면 그 가장자리는 잡음이 있는(noisy) 것으로 여겨지는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 21.

제 19 항에 있어서, 가장자리가 잡음이 있는지(noisy)를 점검하는 과정은 나아가 이하의 과정들:

이하의 관계:

$$b_{0,j} = \begin{cases} 0 & \text{if } I_{0,j} < m_0 \\ 1 & \text{if } I_{0,j} \geq m_0 \end{cases} \quad j = -\frac{W-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{W-1}{2}$$

에 의하여 창의 행(row) 0에서의 화소들로부터의 2진수 패턴 데이터 b 를 발생시키는 과정;



를 배타적 논리합(exclusive OR) 연산자라고 할 때 2진수 패턴 데이터에 근거하여, 이하의 관계:

$$N = \sum_{j=-\frac{W-1}{2}}^{\frac{W-1}{2}-1} (b_{0,j} \oplus b_{0,j+1})$$

에 의하여, 서로 다른 이웃하는 2진수 패턴 데이터의 개수의 계수 N 을 발생시키는 과정;

계수 N 을 미리 결정된 문턱값

$$T_N, \quad 0 < T_N < W-1$$

과 비교하는 과정;

을 포함하고, 만약 계수 N 이 T_N 보다 작지 않다면, 그러면 그 가장자리는 잡음이 있는(noisy) 것으로 여겨지는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 22.

제 4 항에 있어서,

상기 창은 선택된 화소를 중심으로 하는 $H_f \times W_f$ 의 직사각형 창으로 구성되고,

만약 이미지 가장자리 방향이 수평이라면:

평균값들을 결정하는 것은 나아가 창의 각 열(row)에서의 화소들의 평균값들을 결정하는 과정을 포함하여, 여기서 총 H_f 의 그러한 평균값들이 있고;

필터링 과정을 행하는 것은 나아가 평균값들에 저역 통과 필터를 사용하는 과정들을 포함하여 선택된 화소 위치에서의 선명하지 않은 이미지 신호를 얻는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 23.

제 22 항에 있어서, 필터링 과정을 행하는 것은 이하의 과정들:

1차원 저역 통과 필터를 선택하고, H_f 가 저역 통과 필터의 길이와 같게 하는 과정; 및,

저역 통과 필터를 평균값들에 적용하여 선명하지 않은 신호를 얻는 과정을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 24.

제 22 항에 있어서, 필터링 과정을 행하는 것은 이하의 과정들:

2차원 저역 통과 필터를 선택하고, H_f 와 W_f 가 각각 저역 통과 필터의 수직 및 수평의 길이와 같게 하는 과정;

$H_f \times W_f$ 크기의 2차원 데이터 배열을 발생시키되, 여기서 그 배열의 각 행(row)에서의 데이터가 모두 이웃하는 화소들로 구성된 $H_f \times W_f$ 의 창에서 같은 행(row)의 상응하는 화소 평균값으로 설정되는 과정; 및,

저역 통과 필터를 그 배열 데이터에 적용하여 선명하지 않은 신호를 얻는 과정을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 25.

제 1 항에 있어서, 과정(a)에서 이미지 가장자리에 속하지 않는 것으로 검출된 화소에 대하여 이하의 과정들:

화소에 필터링 과정을 행하여 그 화소 위치에서의 선명하지 않은 신호를 얻는 과정;

그 화소 위치에서의 원래의 신호와 선명하지 않은 신호 사이의 차(difference)를 결정하고, 여기서 그 차(difference)는 이미지 디테일을 나타내는 과정; 및,

이미지 디테일을 증대하고, 증대된 이미지 디테일을 원래의 이미지 신호에 더하여 디테일이 강조된 이미지를 얻는 과정을 추가적으로 포함하는 이미지 디테일 강조 방법.

청구항 26.

화소들의 집합에 의하여 나타내어지는 원래의 이미지 신호를 강조하기 위한 이미지 디테일 강조 장치로서,

이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 검출기; 및,

검출된 화소에 대하여, 검출된 화소 위치에서 선명하지 않은 이미지 신호를 발생시키고, 원래의 이미지 신호와 선명하지 않은 신호의 차(difference)를 결정하고, 여기서 언급한 차(difference)는 이미지 디테일들을 나타내며, 차(difference) 신호를 증대시키고 증대된 신호를 원래의 신호에 더하여 디테일이 강조된 이미지 신호를 얻으며, 그에 의하여 선택된 화소 위치에서의 어떠한 잡음의 증대도 감소되도록 하는 가장자리 강조기를 포함하여 구성되는 이미지 디테일 강조 장치.

청구항 27.

제 26 항에 있어서, 검출기는 추가적으로 수평의 또는 수직의 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 것을 특징으로 하는 이미지 디테일 강조 장치.

청구항 28.

제 26 항에 있어서, 검출기는 나아가 잡음 있고 선명한 수평의 또는 수직의 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 것을 특징으로 하는 이미지 디테일 강조 장치.

청구항 29.

제 26 항에 있어서, 가장자리 강조기는 나아가 선택된 화소를 포함하는 2차원 창 내부 화소들의 평균값들을 결정하는 것과 언급한 평균값들을 필터링(filtering) 과정에서 사용하는 것에 의하여 선명하지 않은 신호를 발생시켜서, 선택된 화소 위치에서의 선명하지 않은 이미지 신호를 얻는 것을 특징으로 하는 이미지 디테일 강조 장치.

청구항 30.

제 26 항에 있어서, 이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출함에 있어서, 검출기는 화소를 선택하고 선택된 화소와 2차원 창 내부의 그것의 이웃하는 화소들에 근거하여, 그 화소가 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하고, 여기서 각 화소가 개별적으로 체크되어 그것이 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하는 것을 특징으로 하는 이미지 디테일 강조 장치.

청구항 31.

제 26 항에 있어서, 만약 화소가 이미지 가장자리에 속하는 것으로 결정되면, 검출기가 나아가 그 가장자리가 잡음 있는지를 결정하는 것을 특징으로 하는 이미지 디테일 강조 장치.

청구항 32.

제 26 항에 있어서, 추가적으로 보통의 강조기를 포함하고, 여기서 이미지 가장자리에 속하지 않는 것으로 검출된 화소에 대하여, 보통의 강조기가 그 화소에 필터링 절차를 행하여 그 화소 위치에서의 선명하지 않은 신호를 얻고, 그 화소 위치에서의 원래의 신호와 선명하지 않은 신호 사이의 차(difference)를 결정하고, 여기서 그 차(difference)는 이미지 디테일을 나타내며, 이미지 디테일을 증대하고, 증대된 이미지 디테일을 원래의 이미지 신호에 더하여 디테일이 강조된 이미지를 얻는 것을 특징으로 하는 이미지 디테일 강조 장치.

청구항 33.

화소들의 집합으로 나타내어지는 원래의 이미지 신호를 강조하기 위한 이미지 디테일 강조 장치로서,

이미지 가장자리에 속하는 이미지 화소들을 검출하는 검출기;

검출된 화소에 대하여, 검출된 화소 위치에서 선명하지 않은 이미지 신호를 발생시키고, 원래의 이미지 신호와 선명하지 않은 신호의 차(difference)를 결정하고, 여기서 언급한 차(difference)는 이미지 디테일들을 나타내며, 차(difference) 신호를 증대시키고 증대된 신호를 원래의 신호에 더하여 디테일이 강조된 이미지 신호를 얻고, 그에 의하여 선택된 화소 위치에서의 어떠한 잡음의 증대도 감소되도록 하는 가장자리 강조기; 및,

이미지 가장자리에 속하지 않는 것으로 검출된 화소에 대하여, 화소에 필터링 절차를 행하여 그 화소 위치에서의 선명하지 않은 신호를 얻고, 그 화소 위치에서의 원래의 신호와 선명하지 않은 신호 사이의 차(difference)를 결정하고, 여기서 그 차(difference)는 이미지 디테일을 나타내며, 이미지 디테일을 증대하고, 증대된 이미지 디테일을 원래의 이미지 신호에 더하여 디테일이 강조된 이미지를 얻는 보통의 강조기;

를 포함하고, 여기서 이미지 화소가 이미지 가장자리에 속한다고 결정하면, 검출기는 가장자리 강조기를 선택하여 이미지 화소를 강조하고, 그리고 이미지 화소가 이미지 가장자리에 속하지 않는다고 결정하면, 검출기는 보통의 강조기를 선택하여 이미지 화소를 강조하는 이미지 디테일 강조 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이미지 디테일 강조, 특히 이미지의 선명도(sharpness)를 개량하기 위한 이미지 디테일 강조에 관한 것이다.

이미지 디테일 강조는 디지털 텔레비전 세트들과 같은 디지털 비디오 시스템들에서 빈번히 사용된다. 이미지 디테일 강조의 목표는 이미지의 선명도를 개량하는 것이다. 그에 따라, 이미지 디테일들을 포함하는 고주파 성분들이 추출되고 강조되고 원래의 이미지에 더해져서, 처리된 이미지에서의 디테일들이 보는 사람에게 더욱 명백하게 된다.

도 1은, 선명하지 않은 마스킹(masking)으로도 알려진 종래의 이미지 디테일 강조 시스템(10)의 블록도를 보여준다. 원래의 이미지 f 가 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)에 통과되어 이미지 f_1 (선명하지 않은 신호)을 얻고, 여기서 이미지 f_1 이 노드(14)에서 원래의 이미지 f 로부터 차감되어 차 ($f-f_1$)을 얻는다.

그리고 나서 차 ($f-f_1$)은, 노드(18)에서 원래의 이미지 f 에 더해져서 강조된 출력 이미지 g 를 발생시키기에 앞서, 승산기(16)에서 인자 $K(K>0)$ 에 의하여 증대된다. 출력신호 g 와 입력신호 f 사이의 관계는 아래의 식:

$$\text{수학식 1} \\ g = (f - f_1) * K + f$$

로 표현될 수 있다.

저역 통과 필터(Low Pass Filter)(12)는 일차원 필터(1D)이거나 이차원(2D) 필터일 수 있다. 만약 그것이 1차원 필터라면, 디테일 강조 절차는 수평과 수직의 방향들을 따라 개별적으로 실시될 수 있다. 그러한 종래의 이미지 디테일 강조 시스템의 결점은 이미지 디테일의 강조에 더하여 이미지 잡음(noise) 또한 강조된다는 것이다. 일반적으로 이미지의 잡음(noise)은 고주파로 구성되어 있고, 그에 따라 그것은 그러한 디테일 강조 과정 동안 추출되고 증대된다.

디테일 강조에 있어서 잡음(noise)을 조절하기 위하여, 어떤 종래의 디테일 강조 시스템은 추출된 고주파 성분 ($f-f_1$)에 코어링(coring) 함수를 적용한다. 도 2는 코어링(coring) 블록(22)을 더 포함하는 그와 같은 디테일 강조 시스템(20)의 블록도를 보여주고, 여기서 출력신호 g 와 입력신호 f 사이의 관계는 이하 수식:

$$\text{수학식 2} \\ g = K * \text{coring}(f - f_1) + f$$

와 같이 표현될 수 있다.

서로 다른 코어링(coring) 함수들이 사용될 수 있고, 이하 수식:

$$\text{수학식 3} \\ \text{coring}(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } |x| < T \\ x & \text{if } |x| \geq T \end{cases}$$

이 코어링(coring) 함수의 일 실시예가 될 수 있다.

근본적으로, 예시된 코어링(coring) 함수는 x 가 작은 크기의 입력 값들일 때는 0으로 잘라버리고 큰 크기 값을 갖는 x 는 변하지 않게 놓아둔다. 문턱값 T 가 사용되어 x 의 크기값을 체크한다. 평평한 이미지 영역에서 잡음(noise) 강조를 막는데 있어서 코어링(coring) 함수가 유용하다. 왜냐하면 평평한 이미지 영역에서는, ($f-f_1$)의 크기가 상대적으로 작아서 코어

링(coring) 함수에 의하여 0으로 잘려버릴 것이며, 그에 의해 그러한 영역들에서의 잡음(noise)이 증대되지 않을 것이기 때문이다. 그러나, 이미지 가장자리 영역들을 따라서 있는 잡음(noise)에 있어서는, 코어링(coring) 함수가 효과적이지 않다.

잡음(noise)을 조절하기 위하여 시도하는 또 다른 종래의 디테일 강조 시스템은, 각 화소 위치에서 국소 분산(local variance)을 점검하는 것을 이용하고 그에 따라서 강조 이득을 조절한다 (말하자면, 강조 이득은 국소 분산 수준에 기초하여 적응적으로 조절된다). 도 3은 국소 분산 점검기(32)를 포함하는 그러한 디테일 강조 시스템(30)의 블록도를 보여준다.

국소 분산 점검기(32)는 현재의 화소 주변의 국소 분산을 체크하고, 여기서 매개변수 α ($0 \leq \alpha \leq 1$) 가 분산 수준에 근거하여 발생된다. 국소 분산의 값이 높아질수록, α 의 값이 커진다. 출력신호 g 와 입력신호 f 사이의 관계는 이하 수식:

수학식 4

$$g = (f - f_1) * K * \alpha + f$$

로 표현될 수 있다.

그러한 시스템 또한 평평한 이미지 영역에서 강조됨으로부터의 잡음(noise)을 막는 것을 돕는다. 평평한 이미지 영역에서, 국소 분산 레벨은 낮고 따라서 는 작은 값을 갖는다. 결과로서, 수학식 4에 따라, 평평한 이미지 영역들은 많이 강조되지 않고 잡음(noise)은 실질적으로 증대되지 않는다.

그러나, 상기의 디테일 강조 시스템의 결점은 어떤 시스템도 이미지 가장자리 영역들 주변의 잡음(noise) 강조를 막을 수 없다는 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기한 종래의 디테일 강조 시스템들의 결점은 어떤 시스템도 이미지 가장자리 영역들 주변의 잡음(noise) 강조를 막을 수 없다는 것이다. 이미지 가장자리 영역 주변의 잡음(noise)이 강조되었을 때, 그것은 매우 바람직스럽지 못한 결과를 낳을 수 있다. 도 4는 디테일 강조 방법에 의한 이미지 가장자리 영역들 주변 잡음(noise) 강조의 예시를 보여준다. 도 4a는 잡음(noise)이 있는 원래의 이미지를 보여주고, 도 4b는 디테일이 강조된 이미지를 보여준다. 이 예에서, 코어링(coring) 함수와 국소 분산 점검 모두가 잡음(noise)을 억제하기 위하여 디테일 강조 과정에서 사용되었다. 그러나, 이미지 가장자리 영역들 주변의 잡음이 여전히 실질적으로 강조되었다는 것이 도 4b에서 보여질 수 있다 (도 4에서 각각의 작은 직사각형 블록은 화소의 크기이다). 그러한 아티팩트(artifacts)는 특히 수평의 또는 수직의 방향을 갖는 선명한 이미지 가장자리들에 있어서 명백하다. 비스듬한 이미지 가장자리에 있어서는, 그러한 아티팩트(artifact)들이 덜 보인다.

따라서, 이미지 디테일 강조 과정에 있어서 잡음 있는(noisy) 가장자리를 검출하고 처리하여 가장자리 영역들 주변의 잡음(noise) 강조를 실질적으로 제거하는 방법과 시스템이 요구된다. 본 발명은 상기의 요청에 응한 것이다.

발명의 구성

하나의 실시예에서 본 발명은 잡음 있고(noisy) 선명한 (수평의 또는 수직의) 이미지 가장자리들의 이미지 화소들을 검출하고, 이러한 화소들을 다른 화소들과 다르게 강조하여, 검출된 화소들 주변의 잡음(noise)이 본질적으로 증대되지 않도록 하는 방법과 시스템을 제공한다. 하나의 예에서, 검출 과정은 화소 기반으로(on a pixel basis) 수행되며, 여기서 각 화소는 선택된/현재의 화소 둘레에 집중된 직사각형 창 내부에 있는 그것의 인접 화소들과 더불어 점검된다. 현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하기 위하여, 현재의 화소를 중심으로 한 세 열(column)의 화소들이 사용된다. 각 열(column)에서의 화소들의 평균값과 분산값이 계산된다. 세 개의 평균값들과 세 개의 분산값들에 근거하여, 현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 가장자리에 있는 화소인지가 결정될 수 있다. 유사하게, 현재의 화소를 점검하여 그것이 잡음 있고(noisy) 선명한 수평의 이미지 가장자리에 있는 화소인지를 결정할 수 있다.

그러한 점검 과정 후에, 현재의 화소는 다음의 세가지 경우들:

- (1) 보통의 화소, (2) 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지 가장자리에 있는 화소, 또는 (3) 잡음 있고(noisy) 선명한 수평의 이미지 가장자리에 있는 화소 중의 하나로 분류될 수 있다. 만약 현재의 화소가 보통의 화소로 분류된다면, 이미지 디테일 강조는 현재의 화소 위치에서 정상적으로 행해진다. 이 경우에, 원래의 이미지 화소들에 저역 통과 필터(Low Pass

Filter)를 적용하는 것에 의하여 현재 신호의 위치에서 선명하지 않은 신호가 얻어진다. 만약 그렇지 않으면, 현재의 화소를 중심으로 하는 직사각형 창에서의 화소들의 평균값을 사용하여 선명하지 않은 신호를 계산한다. 만약 현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 가장자리에 있는 화소로 분류된다면, 직사각형 창에서의 각 열(column)의 화소 평균값이 계산된다. 만약 저역 통과 필터(LPF)가 1차원 필터라면, 단순히 저역 통과 필터(LPF)를 화소 평균값들에 적용하는 것에 의해 선명하지 않은 신호가 얻어질 수 있다. 그러나, 만약 저역 통과 필터(LPF)가 2차원 필터라면, 저역 통과 필터(LPF)를 직사각형 창과 같은 크기를 갖는 2차원 데이터 배열에 적용하는 것에 의하여 선명하지 않은 신호가 얻어질 수 있다. 데이터 배열의 각 열(column)은 직사각형 창의 상응하는 열(column)의 화소 평균값으로 채워진다. 그다음에, 선명하지 않은 신호는 상기한 보통의 화소의 경우에서와 같이 처리되어, 디테일이 강조된 이미지를 얻는다.

현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수평의 가장자리에 있는 화소로 분류될 때, 강조는 대칭적인 방식으로 행해질 수 있다. 그러한 과정을 통하여, 본 발명에 의하면, 수평의 또는 수직의 이미지 가장자리들 주변의 잡음(noise)은 다른 이미지 디테일(화소들)의 강조를 희생시키지 않고, 디테일 강조 과정에 있어서 효과적으로 억제될 수 있다. 본 발명의 다른 목적들, 특징들 그리고 이점들은 첨부도면들과 관련한 이하의 설명으로부터 명백하게 될 것이다.

도 5에서 예시된 기능적 블록도에 대해 언급하면, 하나의 실시예에서 본 발명은 잡음 있고(noisy) 선명한(수평의 또는 수직의) 이미지 가장자리들을 검출하고, 이러한 화소들을 다른 화소들과 다르게 강조하여, 검출된 화소들 주변의 잡음(noise)이 본질적으로 증대되지 않게 하는 디테일 강조 시스템(500)을 제공한다. 하나의 실시예에서, 검출 과정은 화소 기반으로 행해지고, 여기서 각 화소는 선택된/현재의 화소 주변에 집중된 직사각형 창 내부에서 그것의 인접 화소들과 함께 체크된다. 현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하기 위하여, 현재의 화소를 중심으로 하는 세 열(column)의 화소들이 사용된다. 각 열(column)에서 화소들의 평균값과 분산값이 계산된다. 세 개의 평균값들과 세 개의 분산값들에 근거하여, 현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 가장자리에 있는 화소인지가 결정될 수 있다. 유사하게, 현재의 화소를 점검하여 그것이 잡음 있고(noisy) 선명한 수평의 이미지 가장자리에 있는 화소인지를 결정할 수 있다.

그러한 점검 과정 이후에, 현재의 화소는 이하의 3가지 경우들:

(i)보통의 화소, (ii)잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지 가장자리에 있는 화소, 또는 (iii) 잡음 있고 선명한 수평의 이미지 가장자리에 있는 화소 중의 하나로 분류될 수 있다. 만약 현재의 화소가 보통의 화소로 분류된다면, 이미지 디테일 강조는 현재의 화소 위치에서 정상적으로 행해진다. 이 경우에, 원래의 이미지 화소들에 저역 통과 필터(LPF)를 적용함에 의해 선명하지 않은 신호가 얻어진다.

만약 그렇지 않고, 현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 가장자리에 있는 화소로 분류된다면, 현재의 화소를 중심으로 하는 직사각형 창에서의 화소들의 평균값들을 사용하여 선명하지 않은 신호를 계산한다(직사각형 창의 각 열에서의 화소 평균값이 계산된다). 만약 저역 통과 필터(LPF)가 1차원 필터라면, 선명하지 않은 신호는 단순히 화소 평균값에 저역 통과 필터(LPF)를 적용하는 것에 의해 얻어진다. 그러나, 만약 저역 통과 필터(LPF)가 2차원 필터라면, 선명하지 않은 신호는 직사각형 창과 같은 크기를 갖는 2차원 데이터 배열에 저역 통과 필터(LPF)를 적용하는 것에 의하여 얻어질 수 있다. 데이터 배열의 각 열(column)은 직사각형 창의 상응하는 열(column)의 화소 평균값으로 채워진다. 선명하지 않은 신호는 그리고 나서 상기한 보통의 화소의 경우에서와 같이 처리되어, 디테일이 강조된 이미지를 얻는다. 현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수평의 가장자리에 있는 화소로 분류될 때 강조는 대칭적인 방식으로 행해질 수 있다. 그러한 과정을 통하여, 본 발명에 따르면, 수평의 또는 수직의 이미지 가장자리들 주변 잡음(noise)은 다른 이미지 디테일들(화소들)의 강조를 희생시키지 않고 디테일 강조 과정에서 효과적으로 억제될 수 있다.

도 5에서 보여지는 것처럼, 디테일 강조 시스템(500)은 잡음 있는(noisy) 가장자리 화소 검출기("PD")(510), 제 1 스위치(520), 보통의 디테일 강조 블록("NDE")(530), 수직의 가장자리들에서의 잡음 있는(noisy) 화소들에 대한 디테일 강조 블록("VDE")(540), 수평의 가장자리들에서의 잡음 있는(noisy) 화소들에 대한 디테일 강조 블록("HDE")(550), 그리고 제 2 스위치(560)를 포함한다. 디테일 강조 시스템(500)의 입력은 원래의 이미지 f 이고, 디테일 강조 시스템의 출력은 디테일이 강조된 이미지 g 이다.

PD(510)는 선택된/현재의 이미지 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수평의 또는 수직의 이미지 가장자리에 있는 화소인지를 결정하고, 화소의 분류/상태가 이하의 경우들:

(i)보통의 화소, (ii)잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지 가장자리에 있는 화소, 또는 (iii)잡음 있고(noisy) 선명한 수평의 이미지 가장자리에 있는 화소 중의 하나인 것을 나타내는 상응하는 조절 신호를 발생시킨다. 두 개의 스위치들(520,

560)은 둘다 PD(510)로부터의 출력 조절 신호에 의하여 조절된다. 두 개의 스위치들(520, 560)은 서로 동기화되어 있고, 여기서 PD(510)로부터의 출력(화소의 상태를 나타내는)에 의존하여, 상응하는 디테일 강조 블록/모듈(module) NDE (530), VDE(540) 또는 HDE(550)중의 하나가 현재의 화소를 강조하기 위하여 선택된다.

PD(510)는 한 화소 한 화소씩 기반으로(on a pixel-by-pixel basis) 화소 상태를 결정하고, 여기서 각 선택된/현재의 화소는 원래의 이미지에서 정의된 직사각형 창 안에 있는 그것의 인접하는 화소들과 더불어 점검되고, 여기서, 여기에 기술된 예시에서는 그 창은 현재의 화소에 중심을 둔다. 이하의 서술은 현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지 가장자리에 속하는지를 점검하는 과정에 대한 것이다. 이 기술에 숙련된 사람들이면 알 수 있듯이, 수평의 이미지 가장자리들의 경우에 있어서 그 과정은 대칭적인 방식으로 행해질 수 있다.

도 6은 화소들(610)을 포함하는 창(600)을 나타내는 도면을 보여주고, 여기서 창(600)은 선택된/현재의 화소(620)를 중심으로 하여, 현재의 화소(620)가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지 가장자리에 있는지를 점검한다. 도 7은 본 발명에 의하여, 현재의 화소 (620)가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 가장자리에 속하는지를 점검하기 위해 PD(510)의 일 실시예에서 수행되는 과정의 단계들을 보여주는 흐름도이다. 각 열(column) 당 H 개의 화소들을 갖는, W 개의 열(column)들이 사용된다(단계 700). 도 6에서 보여지듯이, 현재의 화소(620)는 안쪽에 열십자가 있는 원으로 나타내어지고, 속이 빈 원들(610)은 현재의 화소(620)의 이웃하는 샘플들/화소들을 나타낸다. 이 예에서는 $W=3$ 이고 $H=5$ 이지만, H 와 W 는 다른

(홀수의) 정수들일 수 있다. 창(600) 내부의 각 화소(610)는 $P_{i,j}$ 로 표시되고, 여기서 i 와 j 는 각각 상응하는 화소에 대한 창에서의 행(row)과 열(column)의 인덱스(index)를 나타낸다. $P_{i,j}$ 의 휘도값(luminance value)은 $I_{i,j}$ 로 표시된다. 창(600)이 현재의 화소(620)에 중심을 두고 있기 때문에, 현재의 화소(620)($p_{0,0}$ 로 나타내어지는)에 대한 행(row)과 열(column)의 인덱스(index)는 도 6에서 나타나고 있는 것처럼 0이다. 현재의 화소(620)가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지 가장자리에 있는지를 결정하기 위하여, 단계 710에서 PD(510)는 예시된 이하 수학식 5와 수학식 6을 각각 사용하여 창(600)에서의 세 개의 열(column)들 각각에서의 화소들 평균값 m 과 분산값 σ 를 계산한다.

수학식 5

$$m_j = \frac{1}{H} \sum_{i=-\frac{H-1}{2}}^{\frac{H-1}{2}} I_{i,j} \quad j = -1,0,1$$

수학식 6

$$\sigma_j = \frac{1}{H} \sum_{i=-\frac{H-1}{2}}^{\frac{H-1}{2}} |I_{i,j} - m_j| \quad j = -1,0,1$$

이다.

상기에서 계산된 세 개의 평균값들과 세 개의 분산값들에 근거하여, 그리고 나서 PD(510)는 단계 720, 730에서 조건인 수학식 7과 수학식 8을 각각 점검하여 현재의 화소(620)가 선명한 수직의 가장자리에 속하는지를 결정한다.

수학식 7

$$|m_0 - m_j| > \max(\sigma_0, \sigma_j) \quad j = -1 \text{ or } 1$$

수학식 8

$$\max(|m_0 - m_1|, |m_0 - m_{-1}|) \geq T_m$$

여기서 T_m 은 미리 결정된 문턱값이다. 조건인 수학식 7과 8이 모두 만족되면, 현재의 화소(620)는 선명한 수직의 가장자리에 있는 화소로 여겨진다. 만약 수학식 7을 만족하지 않는다면, 그러면 현재의 화소(620)가 존재하는 열(column) 0에서의 화소들은, 휘도 레벨의 관점에서, 이웃하고 있는 열(column)들에서의 화소들로부터 분리될 수 없는 것으로 여겨지고,

현재의 화소(620)는 수직의 가장자리에 있는 화소가 아닌 것으로 여겨진다. 만약 수학식 8을 만족하지 않는다면, 그러면 휘도 변화가 수평방향을 따라서 극적인 것으로 여겨지지 않고, 이는 수직의 가장자리가 만약 존재한다고 해도, 충분히 선명하지 않다는 것을 나타낸다.

만약 수학식 7과 수학식 8을 모두 만족한다면, 현재의 화소(620)가 선명한 수직의 가장자리에 속하는 것으로 여겨지고, 그러면 수직의 가장자리가 아래에서 점검되어 그것이 잡음 있는지(noisy)를 결정한다. 그렇게 하기 위해, 이 실시예에서, 우선 PD(510)는 데이터 값 $b_{i,j}$ 를 포함하는 2차원의 2진수 패턴을 발생시키고, 여기서 2진수 패턴에서 행과 열(row and column)의 인덱스들 i, j 는 창(600)에서 사용되었던 것과 같다. 이 실시예에서, 아래의 식:

수학식 9

$$b_{i,0} = \begin{cases} 0 & \text{if } I_{i,0} < m_0 \\ 1 & \text{if } I_{i,0} \geq m_0 \end{cases} \quad i = -\frac{H-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{H-1}{2}$$

을 사용하여, 데이터값 $b_{i,j}$ 를 포함하는 2진수 패턴이 창(600)의 0 열(column)에서의 화소들 값들로부터 발생된다(단계 740).

그와 같이, 0 열(column)에는 총 H 개의 2진수 패턴 데이터가 있다. 그리고 나서, 이웃하는 2진수 패턴 데이터를 점검하여 그것들이 같은 값들을 갖는지 또는 다른 값들을 갖는지를 결정한다. 그렇게 하기 위하여, 계수 변수(counter variable) N 이 갱신되어 서로 다른 이웃하는 2진수 패턴 데이터의 수를 세며, 아래의 식으로 나타내어진다.

수학식 10

$$N = \sum_{i=-\frac{H-1}{2}}^{\frac{H-1}{2}-1} |b_{i,0} - b_{i+1,0}|$$

계수 변수 N 은 또한 다음과 같이 배타적 논리합(exclusive OR) 연산으로 등가적으로 정의될 수 있다.

수학식 11

$$N = \sum_{i=-\frac{H-1}{2}}^{\frac{H-1}{2}-1} (b_{i,0} \oplus b_{i+1,0})$$

여기서 부호는 2진수 데이터에 대한 배타적 논리합(exclusive OR) 연산을 나타낸다.

상기의 수학식 10 그리고/또는 수학식 11에 의하면, N 값의 범위는 $[0, H-1]$ 이고, 여기서 계수 변수 N 의 값은 수직의 가장자리가 잡음 있는지(noisy)를 나타낸다. "깨끗한(clean)" 수직의 가장자리에 대해서, N 은 작은 값을 가질 것으로 기대되고, "잡음 있는(noisy)" 수직의 가장자리에 대해서, 은 상대적으로 큰 값을 가질 것으로 기대된다. 현재의 수직의 가장자리가 잡음 있는지(noisy) 그렇지 않은지를 결정하는 간단한 예는 문턱값 T_N ($0 < T_N < H-1$)을 정의하고 N 의 값을 T_N 과 비교하는 것이다(단계 760). 만약 N 의 값이 T_N 보다 작으면, 그러면 현재의 화소(620)를 포함하는 수직의 가장자리는 깨끗한(clean) 가장자리로 여겨진다(단계 770). 만약 그렇지 않으면, 현재의 화소(620)가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 가장자리에 속한 것으로 여겨진다(단계 780).

그와 같이, 만약 상기의 과정에 의하여 PD(510)가 현재의 화소(620)를 보통의 화소라고 결정한다면, 현재의 화소(620)는 도 1~3의 하나 또는 그 이상에서 보여지는 바와 같은 디테일 강조 시스템을 실행하는 NDE(530)에서 정상적으로 강조될 수 있다. 만약 그렇지 않으면, 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지 가장자리에 있는 화소 또는 잡음 있고(noisy) 선명한 수평의 이미지 가장자리에 있는 화소 중의 하나로 검출된 화소 상태에 의존하여, 현재의 화소(620)는 VDE(540) 또는 HDE(550)에 의하여 각각 강조된다.

언급한 것처럼, 여기에서의 설명은 현재의 화소가 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 이미지가 가장자리에 있을 때 VDE(540)에서의 디테일 강조 과정의 일 실시예를 제공한다. 이 기술분야에서의 숙련된 사람들이 인식하게 될 것처럼, 유사한 과정이 HDE(550)에서 실시될 수 있다.

도 8은 원래의 이미지에서 $H_f \times W_f$ 크기의 직사각형 창(800)의 일 예를 보여주는 도면이고, 여기서 창(800)은 화소들(810)을 포함하고 현재의 화소(820)를 중심으로 한다. 이 실시예에서, W_f 와 H_f 모두 홀수값들이다. 만약 현재의 화소(820)가 PD(510)에 의하여 잡음 있고(noisy) 선명한 수직의 가장자리 영역에 있는 것으로 검출되면, 그러면 창(800)에서의 적어도 복수의 화소들(810)이 사용되어 화소(820) 위치에서의 선명하지 않은 신호를 얻는다. VDE(540)에서의 디테일 강조 과정의 한 실시예에서, 창(800)에서의 복수의 이웃하는 화소들(810)이 사용되어 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)를 이용하여 선명하지 않은 신호 f_j 을 얻는다. 만약 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)가 홀수의 필터 탭(filter tap)들을 갖는 1차원 필터라면, 그러면, W_f 는 필터의 길이와 같게 설정될 수 있다. 그리고, 만약 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)가 2차원 필터이면, 그러면 W_f 와 H_f 는 각각 필터의 수평 길이, 수직 길이와 같게 설정될 수 있다. VDE(540)에서의 언급한 강조 과정의 한 실시예에서, 도 8의 직사각형 창에서의 각 열(column)의 화소 평균값은 아래 수학적 식과 같이 계산된다.

수학적 식 12

$$M_j = \frac{1}{H_f} \sum_{i=-\frac{H_f-1}{2}}^{\frac{H_f-1}{2}} I_{i,j} \quad j = -\frac{W_f-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{W_f-1}{2}$$

$I_{i,j}$ 는 $P_{i,j}$ 의 휘도값을 나타낸다. 선명하지 않은 신호 f_1 은 그리고 나서 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)를 평균값들에 적용하는 것에 의해 계산된다. 만약 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)가 W_f 의 길이를 갖는 1차원 필터라면,

$$h_j, j = -\frac{W_f-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{W_f-1}{2}$$

정규화된 필터 계수들은 h_j 와 같이 나타내어지고, 그리고 나서 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)는 아래 수식:

수학적 식 13

$$J = \sum_{j=-\frac{W_f-1}{2}}^{\frac{W_f-1}{2}} (M_j * h_j)$$

과 같은 컨벌루션 연산을 통하여 평균값 $M_j, j = -\frac{W_f-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{W_f-1}{2}$ 에 적용된다.

필터 출력 J 는 선명하지 않은 신호 f_1 을 나타낸다.

만약에 저역 통과 필터(Low Pass Filter)가 2차원 필터라면, 그러면 도 9에서의 실시예에 의하여 보여지는 것과 같은 2차원 데이터 배열(900)이 발생되고, 여기서 데이터 배열은 도 8에서 보여지는 직사각형 창과 같은 크기이다. 상기에서 언급한 것처럼, W_f 와 H_f 는 각각 필터의 수평의 길이, 수직의 길이와 같게 설정될 수 있다. 도 9에서의 데이터 배열의 각 열(column)은 도 8에서 보여지는 직사각형 창의 각 상응하는 열(column)의 화소 평균값들을 포함한다. 그와 같이, 도 9에서

의 데이터 배열(900)에서, 열(column) 0에서의 데이터 값들은 모두 M_0 의 값을 갖고, 열(column) $\frac{W_f-1}{2}$ 에서의 데이터 값들은 모두 $M_{\frac{W_f-1}{2}}$ 의 값을 갖고, 기타 등등이다. 그와 같이, 일반적으로, 데이터 배열(900)의 열(column) j 에서 데이터

값들은 모두 M_j 의 값을 갖고, 여기서 $j = -\frac{W_f-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{W_f-1}{2}$ 이다. 2차원 FIR 필터의 정규화된 계수들이

$h_{i,j}, i = -\frac{H_f-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{H_f-1}{2}, j = -\frac{W_f-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{W_f-1}{2}$ 라고 가정하면, 2차원 필터는 다음식과 같은 컨벌루션 연산:

$$\text{수학식 14}$$

$$J = \sum_{i=-\frac{H_f-1}{2}}^{\frac{H_f-1}{2}} \sum_{j=-\frac{W_f-1}{2}}^{\frac{W_f-1}{2}} (M_j * h_{-i,-j})$$

을 통하여 도 9에서의 2차원 데이터 배열에 적용될 수 있다.

필터 출력 J 는 선명하지 않은 신호 f_I 을 나타낸다.

일단 선명하지 않은 신호 f_I 이 얻어지면, VDE(540)에서의 디테일 강조 과정의 나머지 단계들은 상기에서 서술된 NDE (530)에서의 보통의 화소들에 대한 것과 같다.

상기에서 설명된 검출(detection)과 처리(processing)에 의하면, 선명한 수평의 또는 수직의 이미지 가장자리 주변의 잡음은 디테일 강조 과정들에서 효과적으로 억제될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르는 강조 결과가 도 10에서 보여지고, 여기서 도 10a는 원래의 이미지(도 4a에서의 것과 같은)을 보여주고, 도 10b는 본 발명에 의한 검출(detection)과 처리과정(processing steps)들을 사용하여 강조된 이미지들을 보여준다. 도 10b에서의 결과를 도 10a에서의 원래의 이미지와 비교하면, 강조된 가장자리 주변의 잡음이 증대되지 않았음이 보여질 수 있다. 도 10b에서의 결과를 도 4b에서의 결과와 비교하면, 이미지 가장자리 영역 주변 잡음(noise)의 명백한 억제가 있다.

상기의 설명이 수직의 이미지 가장자리에 대한 경우를 언급하는 것임에도 불구하고, 이 기술분야에서의 숙련된 사람들이 알 수 있는 것처럼, 잡음 있고(noisy) 선명한 수평의 가장자리에 대한 검출(detection)과 처리 과정(processing)은 대칭적인 방식으로 행해질 수 있다. 예를 들면, 현재의 이미지 화소가 수평의 이미지 가장자리에 속하는지를 검출하는 것은 다음의 과정들: 현재의 화소를 중심으로 하는 화소들의 적어도 H 행(row)들을 선택하고, 여기서 각 행(row)이 W 개의 화소들을 포함하는 과정; 각 행(row)에서의 화소들 평균값을 결정하고, 그것에 의하여 H 의 평균값들을 발생시키는 과정; 각 행(row)에서의 화소들 분산값을 결정하고, 그것에 의하여 H 의 분산값들을 발생시키는 과정; 그리고 H 의 평균값들과 H 의 분산값들에 근거하여, 현재의 화소가 수평의 이미지 가장자리에 속하는지를 결정하는 과정(예를 들면, 수직의 가장자리에 대하여 상기에서 설명되고 도 7에서 보여지는 것과 유사한 방식으로 문턱값을 이용)을 포함한다.

평균값들 m_i 는 다음의 식:

$$\text{수학식 15}$$

$$m_i = \frac{1}{W} \sum_{j=-\frac{W-1}{2}}^{\frac{W-1}{2}} I_{i,j}, \quad i = -1, 0, 1$$

에 따라서 결정된다.

그리고 분산값들은 다음의 식:

$$\text{수학식 16}$$

$$\sigma_i = \frac{1}{W} \sum_{j=-\frac{W-1}{2}}^{\frac{W-1}{2}} |I_{i,j} - m_i|, \quad i = -1, 0, 1$$

에 따라서 결정되고, 여기서 $I_{i,j}$ 는 창에서 행(row) i , 열(column) j 에 위치한 화소의 휘도값이며, 현재 화소의 행(row)과 열(column)의 인덱스(index)는 0이다.

현재의 화소가 수평의 이미지 가장자리에 속하는지를 검출하는 것은, 나아가 다음 식:

수학식 17

$$|m_0 - m_i| > \max(\sigma_0, \sigma_i), \quad i = -1 \text{ or } 1$$

을 만족하는지를 결정하고, 다음 식:

수학식 18

$$\max(|m_0 - m_1|, |m_0 - m_{-1}|) \geq T_m$$

을 만족하는지를 결정하는 것을 포함하고, 여기서 T_m 은 미리 결정된 문턱값이다.

만약 상기의 조건들 수학식 17과 18 모두를 만족한다면, 그러면 현재의 화소는 수평의 이미지 가장자리에 있는 화소로 여겨진다. 만약 선택된 화소가 이미지 가장자리에 속한다고 결정되면, 그러면 수평의 가장자리가 잡음 있는지를 결정한다.

하나의 실시예에서, 수평의 가장자리가 잡음 있는지를 점검하는 것은 나아가 언급한 창의 행(row) 0에서의 화소들로부터 이하의 식:

수학식 19

$$b_{0,j} = \begin{cases} 0 & \text{if } I_{0,j} < m_0 \\ 1 & \text{if } I_{0,j} \geq m_0 \end{cases} \quad j = -\frac{W-1}{2}, \dots, 0, \dots, \frac{W-1}{2}$$

에 의하여, 2진수 패턴 데이터 $b_{0,j}$ 를 발생시키는 과정,

그리고 2진수 패턴 데이터에 근거하여, 서로 다른 이웃하는 2진수 패턴 데이터의 개수를 나타내는 계수 N 을 이하의 식:

수학식 20

$$N = \sum_{j=-\frac{W-1}{2}}^{\frac{W-1}{2}-1} |b_{0,j} - b_{0,j+1}|$$

에 의하여 발생시키는 과정,

그리고 나서 계수 N 을 미리 결정된 문턱값:

수학식 21

$$T_N, \quad 0 < T_N < W - 1$$

과 비교하여, 만약 계수 N 이 T_N 보다 작지 않다면, 그 가장자리는 잡음 있는 것으로 여겨지는 과정을 포함한다.

상기의 관계 수학식 20은 이하의 등가관계:

수학식 22

$$N = \sum_{j=-\frac{W-1}{2}}^{\frac{W-1}{2}-1} (b_{0,j} \oplus b_{0,j+1})$$

로 대체될 수 있다.

언급한 것처럼, 만약 이미지 가장자리 방향이 수평적이라면, 그러면 창의 각 행(row)에서의 픽셀들의 평균값을 결정하고, 여기서 총 H_f 의 그러한 평균값들이 있다. 그러면, 평균값들에 대하여 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)를 사용하는 필터링(filtering) 과정이 행해져서, 선택된 화소 위치에서의 선명하지 않은 이미지 신호를 얻는다. 만약 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)가 1차원 필터라면, 그러면 H_f 는 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)의 길이와 같게 설정될 수 있고, 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)가 평균값들에 적용되어 선명하지 않은 신호를 얻는다. 만약 저역 통과 필터(Low Pass Filter)가 2차원 필터라면, 그러면 W_f 와 H_f 는 각각 저역 통과 필터(Low Pass Filter)의 수평 그리고 수직의 길이와 같게 설정된다. W_f 와 H_f 의 크기를 갖는 2차원 데이터 배열이 그리고 나서 발생되고, 여기서 그 배열의 각 행(row)에서의 데이터는 모두 이웃하는 화소들로 구성된 W_f 와 H_f 의 창에서 같은 행(row)의 상응하는 화소 평균값으로 설정된다. 그리고 나서 저역 통과 필터(Low Pass Filter)가 데이터 배열에 적용되어 선명하지 않은 신호를 얻는다. 선명하지 않은 신호는 그리고 나서 수직의 가장자리에 대한 관계에 있어서 상기에서 서술한대로 증대되고 원래의 신호에 더해진다.

나아가, 여기에서 예시된 방법과 시스템이 이미지 디테일 강조에 있어서 잡음 있고(noisy) 선명한 수평 그리고 수직의 이미지 가장자리들에 있는 화소들을 검출하고 처리하여, 그러한 화소 위치들에서의 잡음이 증대되지 않는 것에 대하여 설명되었음에도 불구하고, 이 기술분야에 있어서 숙련된 사람들은 본 발명이 수평 또는 수직이 아닌 잡음 있고(noisy) 선명한 이미지 가장자리들에 있는 화소들을 검출하고 처리하는 데에도 또한 유용하다는 것을 인식할 것이다.

본 발명이 많은 다른 형식의 실시예들을 받아들일 수 있는 반면, 도면들에서 보여지고 여기에서 상세히 설명된 것은 본 발명의 실시예들 중에서 선택된 것들이며, 본 명세서가 본 발명의 원리들에 대한 예시로 여겨져야 할 것이고 본 발명의 넓은 관점을 기술된 실시예에 의해 제한하려 하는 것이 아니다. 따라서, 본 발명은 여기에 기술한 실시예들에 한정되지 않는다.

본 발명은 그것에 대하여 어떤 선택된 실시예들에 대한 참고자료와 함께 상당히 상세히 설명되었다. 그러나 다른 실시예들도 가능하다. 따라서, 덧붙여진 청구항들의 사상과 범위는 여기에 포함된 선택된 실시예들에 대한 설명에 한정되어서는 안 된다.

본 발명에 의한 전술한 디테일 강조 시스템(500)은 이 기술분야의 숙련된 사람들에게 알려진 것처럼 프로세서에 의한 실행을 위한 프로그램 명령들, 논리 회로, ASIC, 펌웨어(firmware) 등과 같은 많은 방식으로 실시 될 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 방법과 장치를 사용함에 의해서 이미지 디테일 강조 과정에 있어서 잡음 있는(noisy) 가장자리를 검출하고 처리하여 가장자리 영역들 주변의 잡음(noise) 강조를 실질적으로 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 디테일 강조 시스템을 보여주는 블록도이다.

도 2는 코어링(coring) 함수 블록을 포함하는 또 다른 종래의 디테일 강조 시스템을 보여주는 블록도이다.

도 3은 국소 분산 점검(local variance checking) 블록을 포함하는 또 다른 종래의 디테일 강조 시스템을 보여주는 블록도이다.

도 4a는 수직의 이미지 가장자리들을 갖는 원래 이미지의 예시를 보여주며, 도 4b는 도 4a에 종래의 디테일 강조 시스템을 사용하여 디테일이 강조된 이미지이다.

도 5는 본 발명에 의한 디테일 강조 시스템의 일 실시예를 보여주는 블록도이다.

도 6은 직사각형의 창 내부의 화소들을 보여주며, 여기서의 화소들은, 선택된/현재의 화소가 잡음 있고 선명한(sharp) 수직의 이미지 가장자리에 있는지를 검출하는 데에 사용된다.

도 7은 현재의 화소가 잡음 있고 선명한 수직의 이미지 가장자리에 속하는지를 본 발명에 의하여 점검하는 과정의 일 실시예를 보여주는 흐름도이다.

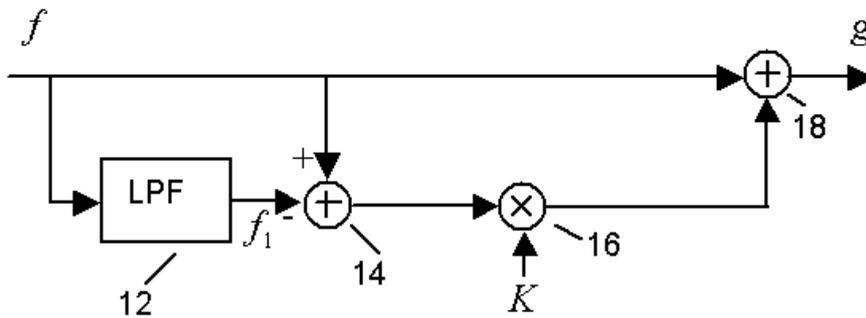
도 8은 현재의 화소를 중심으로 하는 $H_f \times W_f$ 의 직사각형 창 내부에서 인접한 화소들을 예로서 보여주며, 현재의 화소가 잡음 있고 선명한 수직의 가장자리 영역에 있는 것으로 검출되었을 때에는 이 화소들을 이용하여 선명하지 않은(unsharp) 신호를 얻는다.

도 9는 현재의 화소가 잡음 있고 선명한 수직의 가장자리 영역에 있는 것으로 검출되었을 때 선명하지 않은 신호를 얻기 위하여 사용될 수 있는 2차원 데이터 배열의 예를 보여준다.

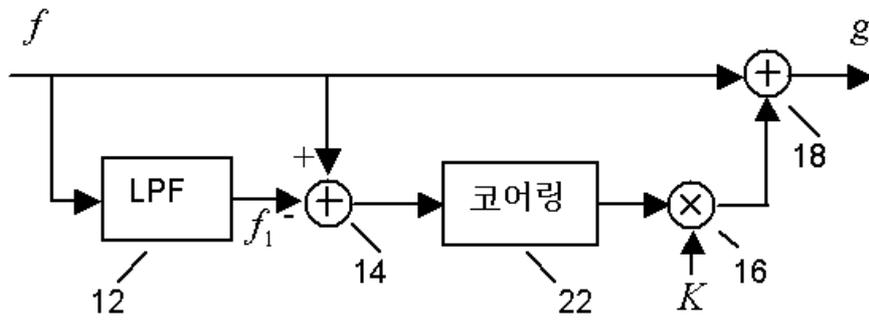
도 10a는 수직의 이미지 가장자리들을 갖는 원래의 이미지의 예시를 보여주고, 도 10b는 도 10a에 본 발명에 의한 디테일 강조 방법을 사용하여 디테일이 강조된 이미지이다.

도면

도면1

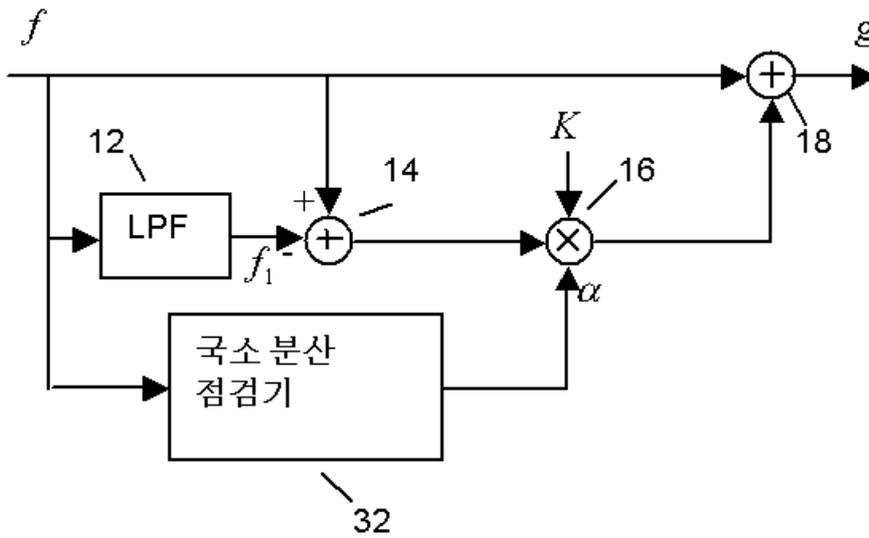


도면2



20

도면3



30

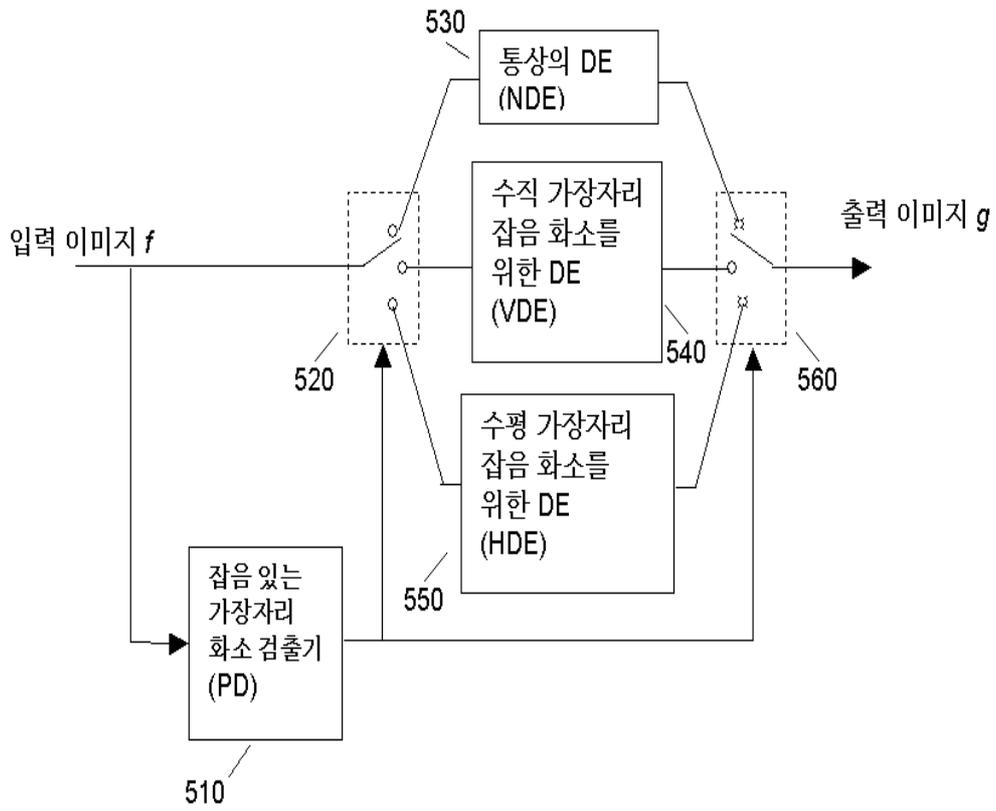
도면4a



도면4b

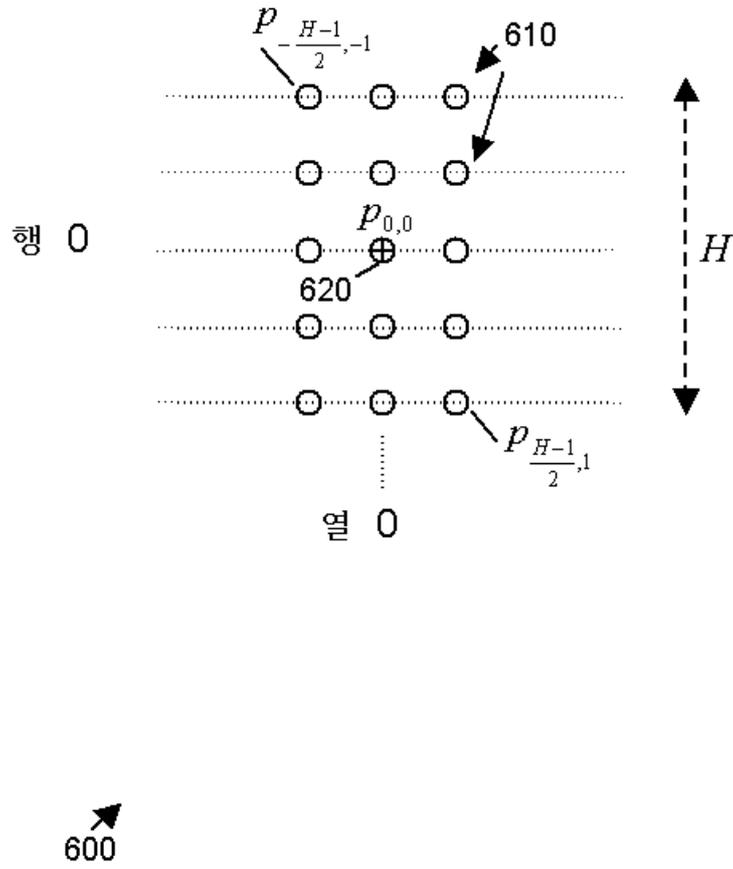


도면5

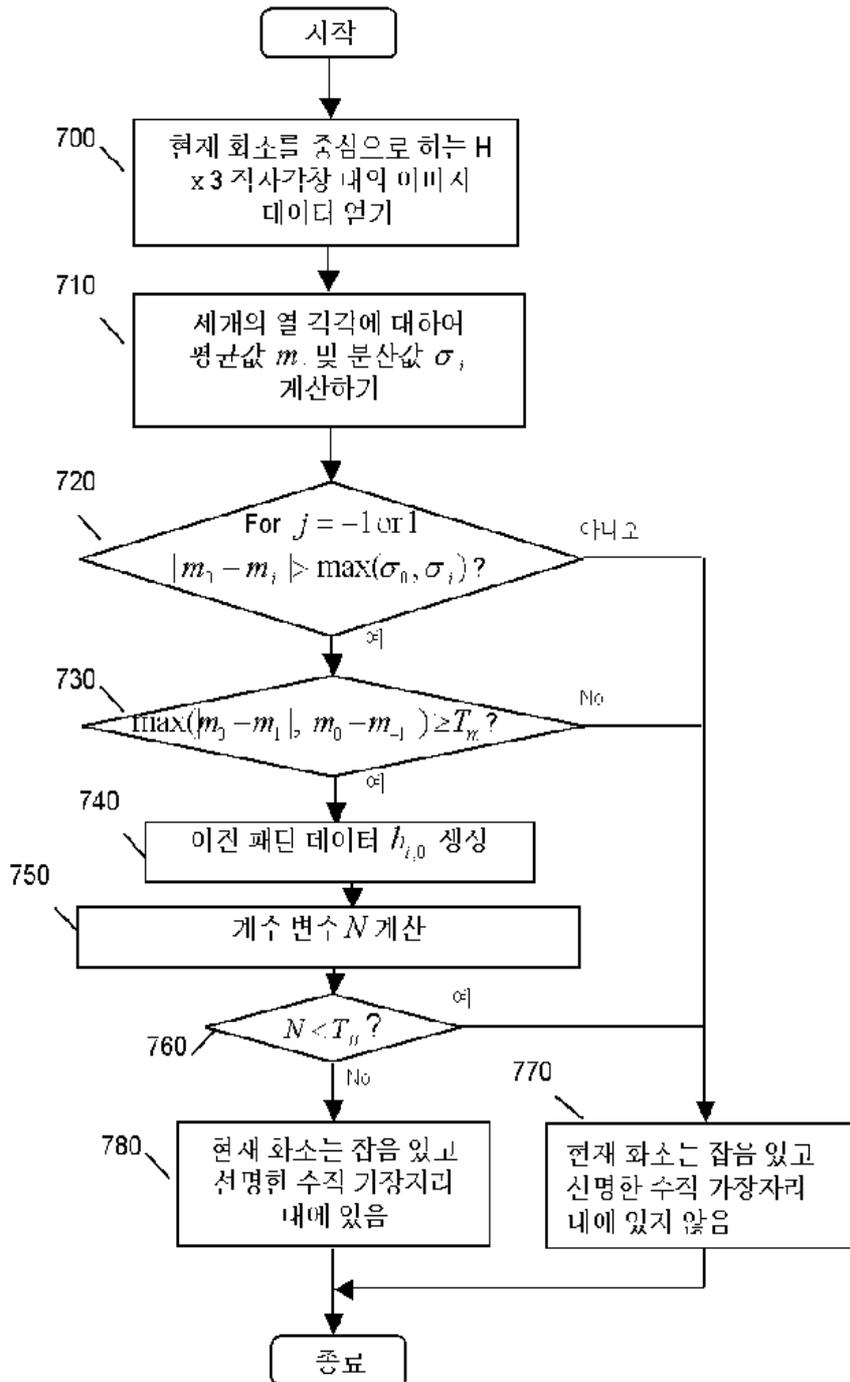


500

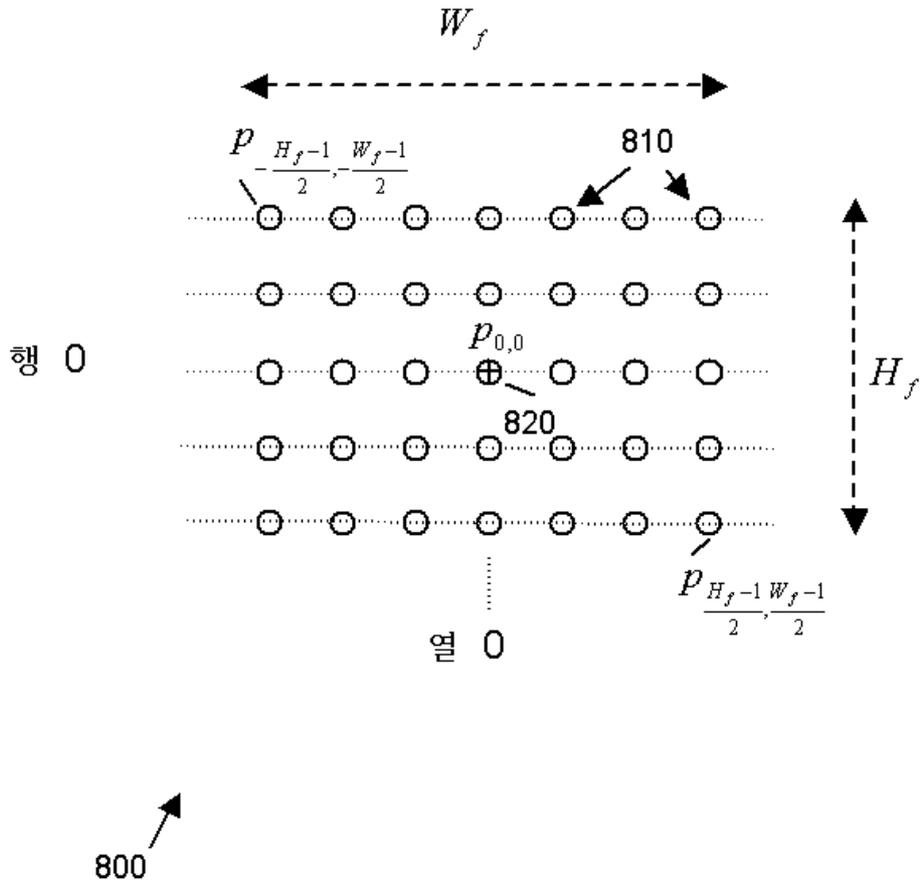
도면6



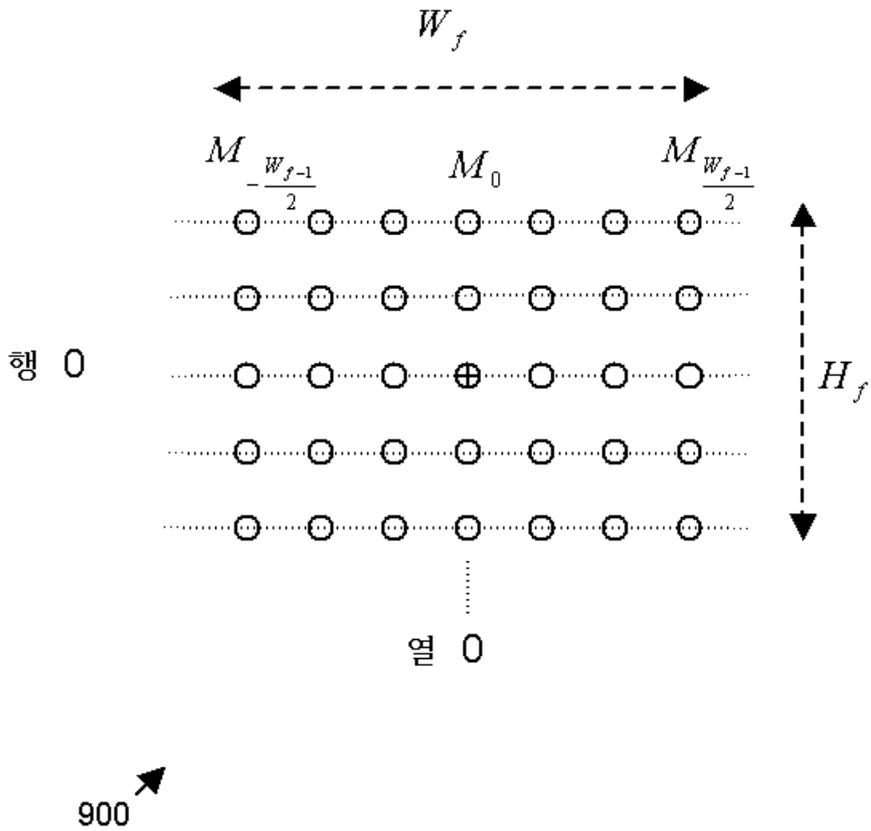
도면7



도면8



도면9



도면10a



도면10b

