



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0118755
(43) 공개일자 2007년12월18일

(51) Int. Cl.

G06T 15/40 (2006.01) G06T 9/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0052872

(22) 출원일자 2006년06월13일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

김재승

경기 용인시 수지구 풍덕천2동 삼성5차아파트
507-1005

김성희

서울 서초구 우면동 503-3

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔목특허법인

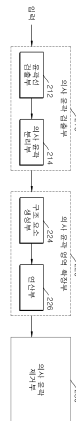
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 의사 윤곽 제거 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 의사 윤곽을 제거하기 위한 방법에 관한 것으로, 특히 에지를 보존하는 의사 윤곽 제거 방법 및 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거 방법에 관한 것이다. 본 발명은 입력 영상으로부터 의사 윤곽 영역을 검출하고, 그 검출된 의사 윤곽 영역의 방향 정보 및 위치 정보를 생성하며, 검출된 의사 윤곽 영역을 확장한 후, 그 확장된 의사 윤곽 영역에 대하여 의사 윤곽을 제거하여 영상의 화질을 개선할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

박래홍

서울 영등포구 문래동3가 54 문래자이아파트
112-1603

이지원

서울 마포구 신수동 81-23 3층

박민호

서울 마포구 공덕2동 462번지 파크펠리스 2-1601

최혜린

서울 마포구 신수동 1번지 서강대학교 R관 250호

특허청구의 범위

청구항 1

의사 윤곽 제거 방법에 있어서,
입력 영상으로부터 윤곽선 영역을 검출하고 화소간의 밝기 차를 이용하여 의사 윤곽 영역을 검출하는 단계;
상기에서 검출된 의사 윤곽 영역을 확장하는 의사 윤곽 영역 확장 단계; 및
상기 확장된 의사 윤곽 영역에 대하여 상기 의사 윤곽을 제거하는 의사 윤곽 제거 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 의사 윤곽 검출 단계는,
상기 입력 영상의 평탄 영역을 제거하고 윤곽선 영역을 검출하는 단계;
상기 검출된 윤곽선 영역에서 밝기 차(contrast)를 이용하여 에지 영역과 상기 의사 윤곽 영역을 분리하여 상기 의사 윤곽 영역을 검출하는 단계; 및
상기 검출된 의사 윤곽 영역의 방향 정보 및 위치 정보를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보는 상기 의사 윤곽 영역 내의 소정의 방향의 화소들 사이의 밝기 차가 최대값을 갖는 방향으로 결정되는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,
상기 방향 정보는 0도, 45도, 90도, 135도, 무방향의 다섯 방향으로 분류하거나, 0도, 45도, 90도, 135도, 180도, 225도, 270도, 315도의 여덟 방향으로 분류하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보 중 무방향은 밝기 차의 최대값과 최소값의 차이가 소정의 임계치보다 작은 경우인 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 의사 윤곽 영역 확장 단계는
상기 의사 윤곽 영역 확장을 위하여 구조 요소를 생성하는 단계; 및
상기 생성된 구조 요소의 크기 및 형태에 따라 이진 모폴로지 팽창 연산을 수행하여 의사 윤곽 영역을 확장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거 단계는,

상기 의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하고 상기 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하는 단계; 및

상기 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 필터링을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 필터링을 수행하는 단계는 바이레터럴 필터(bilateral filter)를 이용하여 필터링을 수행하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거 단계는,

상기 의사 윤곽 영역의 방향에 따라 신경 회로망 학습을 수행하여 상기 검출된 의사 윤곽 영역 내의 화소들의 가중치를 생성하는 단계;

상기 생성된 가중치와 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보에 따라 상기 생성된 가중치를 적용하여 화소 단위의 의사 윤곽을 제거하는 단계; 및

상기 의사 윤곽이 제거된 화소와 그 주변의 화소에 대하여 필터링을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 필터링을 수행하는 단계는

상기 검출된 의사 윤곽 영역의 화소에 대해서 상기 의사 윤곽 영역의 방향과 수직인 방향으로 필터링을 수행할 영역을 한 화소씩 확장하되, 상기 확장 도중 인접한 의사 윤곽이나 에지를 만나면 상기 확장을 중단하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 필터링을 수행하는 단계는

적응적 1차원 방향성 평활화 필터를 이용하여 필터링을 수행하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 12

에지를 보존하는 의사 윤곽 제거 방법에 있어서,

의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하고 상기 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하는 단계; 및

상기 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 필터링을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 필터링을 수행하는 단계는 바이레터럴 필터(bilateral filter)를 이용하여 필터링을 수행하는 것

을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 14

신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거 방법에 있어서,

의사 윤곽 영역의 방향에 따라 신경 회로망 학습을 수행하여 상기 검출된 의사 윤곽 영역 내의 화소들의 가중치를 생성하는 단계;

상기 생성된 가중치와 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보에 따라 상기 생성된 가중치를 적용하여 화소 단위의 의사 윤곽을 제거하는 단계; 및

상기 의사 윤곽이 제거된 화소와 그 주변의 화소에 대하여 필터링을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 필터링을 수행하는 단계는

상기 검출된 의사 윤곽 영역의 화소에 대해서 의사 윤곽 영역의 방향과 수직인 방향으로 필터링을 수행할 영역을 한 화소씩 확장하되, 상기 확장 도중 인접한 의사 윤곽이나 에지를 만나면 상기 확장을 중단하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 필터링을 수행하는 단계는 적응적 1차원 방향성 평활화 필터를 이용하여 필터링을 수행하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 방법.

청구항 17

의사 윤곽 제거 장치에 있어서,

입력 영상으로부터 윤곽선 영역을 검출하고 화소간의 밝기 차를 이용하여 의사 윤곽 영역을 검출하는 의사 윤곽 검출부;

상기에서 검출된 의사 윤곽 영역을 확장하는 의사 윤곽 영역 확장부; 및

상기 확장된 의사 윤곽 영역에 대하여 상기 의사 윤곽을 제거하는 의사 윤곽 제거부를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 의사 윤곽 검출부는

상기 입력 영상의 평탄 영역을 제거하고 윤곽선 영역을 검출하는 윤곽선 검출부; 및

상기 검출된 윤곽선 영역에서 밝기 차를 이용하여 에지 영역과 상기 의사 윤곽 영역을 분리하여 상기 의사 윤곽 영역을 검출하고, 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보 및 위치 정보를 생성하는 의사 윤곽 분리부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 의사 윤곽 영역 확장부는,

상기 의사 윤곽 영역 확장을 위하여 구조 요소를 생성하는 구조 요소 생성부; 및

상기 생성된 구조 요소의 크기 및 형태에 따라 이진 모폴로지 팽창 연산을 수행하여 의사 윤곽 영역을

확장하는 연산부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거부는,

상기 의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하고 상기 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하는 가중치 결정부; 및

상기 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 필터링을 수행하는 의사 윤곽 제거 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거 필터는 바이레터럴 필터(bilateral filter)인 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 22

제17항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거부는,

의사 윤곽 영역의 방향에 따라 신경 회로망 학습을 수행하여 상기 검출된 의사 윤곽 영역 내의 화소들의 가중치를 생성하는 신경 회로망 학습부;

상기 생성된 가중치와 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보에 따라 상기 생성된 가중치를 적용하여 화소 단위의 의사 윤곽을 제거하는 가중치 적용부; 및

상기 의사 윤곽이 제거된 화소와 그 주변의 화소에 대하여 필터링을 수행하는 의사 윤곽 제거 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거 필터는

상기 검출된 의사 윤곽 영역의 화소에 대해서 의사 윤곽 영역의 방향과 수직인 방향으로 필터링을 수행할 영역을 한 화소씩 확장되되, 상기 확장 도중 인접한 의사 윤곽이나 에지를 만나면 상기 확장을 중단하는 필터링 영역 확장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거 필터는 적응적 1차원 방향성 평활화 필터인 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 25

에지를 보존하는 의사 윤곽 제거 장치에 있어서,

의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하고 상기 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하는 가중치 결정부; 및

상기 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 필터링을 수행하는 의사 윤곽 제거 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거 필터는 바이레터럴 필터(bilateral filter)인 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 27

신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거 장치에 있어서,

의사 윤곽 영역의 방향에 따라 신경 회로망 학습을 수행하여 상기 검출된 의사 윤곽 영역 내의 화소들의 가중치를 생성하는 신경 회로망 학습부;

상기 생성된 가중치와 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보에 따라 상기 생성된 가중치를 적용하여 화소 단위의 의사 윤곽을 제거하는 가중치 적용부; 및

상기 의사 윤곽이 제거된 화소와 그 주변의 화소에 대하여 필터링을 수행하는 의사 윤곽 제거 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거 필터는

상기 검출된 의사 윤곽 영역의 화소에 대해서 의사 윤곽 영역의 방향과 수직인 방향으로 필터링을 수행할 영역을 한 화소씩 확장하되, 상기 확장 도중 인접한 의사 윤곽이나 에지를 만나면 상기 확장을 중단하는 필터링 영역 확장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치

청구항 29

제27항에 있어서,

상기 의사 윤곽 제거 필터는 적응적 1차원 방향성 평활화 필터인 것을 특징으로 하는 의사 윤곽 제거 장치.

청구항 30

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항의 의사 윤곽 제거 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

청구항 31

제12항 내지 제13항 중 어느 한 항의 에지를 보존하는 의사 윤곽 제거 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

청구항 32

제14항 내지 제16항 중 어느 한 항의 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<13> 본 발명은 의사 윤곽을 제거하기 위한 방법 및 그 장치에 관한 것으로, 특히 에지를 보존하는 의사 윤곽 제거 방법 및 그 장치, 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

<14> 의사 윤곽 (false contour)은 원영상에서 실제로 윤곽이 없는 밝기가 평탄한 부분에서 윤곽선 형태의 잡음이 관

찰되는 열화 현상을 말한다. 이러한 의사 윤곽은 영상을 취득할 때 거치게 되는 양자화 과정이나, 영상의 압축 및 복원과정, 화질 개선을 위한 영상처리 과정 등에서 발생하는 잡음으로 주로 평탄한 영역에서 볼 수 있다. 의사 윤곽은 일반적인 잡음과 달리 사람의 눈에 거슬리므로 효과적인 제거 방법이 필요하다.

<15> 도 1은 종래의 의사 윤곽 제거방법을 설명하기 위하여 도시한 도면이다. 도 1에서 비트 수가 작은 입력 영상은 저역통과 필터(102)를 통과한 후 비트 수가 증가($N > P$)되게 된다. 이와 같이 비트수가 증가 된 영상이 양자화 부(104)를 거쳐 다시 양자화되고, 그 양자화 된 영상과 저역통과 필터(102)의 출력 영상과의 차이가 입력 영상에 더해져 밝기가 서서히 변하는 부분에서 보이는 의사 윤곽이 제거된 영상이 출력된다.

<16> 상기에서 설명한 종래의 의사 윤곽 제거 방법은 입력 영상의 비트 수가 출력 영상의 비트 수보다 작은 경우에만 제거할 수 있다는 점에서 그 적용범위가 제한적이다. 또한 저역통과 필터를 통과한 영상과 재 양자화한 영상의 차가 충분히 크지 않으면 의사 윤곽이 제거되지 않고, 모든 화소에 대해서 처리하기 때문에 신호 성분이 열화되는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<17> 본 발명의 목적은 의사 윤곽으로 검출된 영역에 대해서만 의사 윤곽 제거를 위한 처리를 수행함으로써 의사 윤곽의 제거가 가능하고, 에지 성분을 열화시키지 않는 의사 윤곽 제거 방법 및 그 장치, 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거 방법 및 그 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<18> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징은 의사 윤곽 제거 방법에 있어서, 입력 영상으로부터 윤곽선 영역을 검출하고 화소간의 밝기 차를 이용하여 의사 윤곽 영역을 검출하는 단계; 상기에서 검출된 의사 윤곽 영역을 확장하는 의사 윤곽 영역 확장 단계; 및 상기 확장된 의사 윤곽 영역에 대하여 상기 의사 윤곽을 제거하는 의사 윤곽 제거 단계를 포함하는 것이다.

<19> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 검출 단계는, 상기 입력 영상의 평탄 영역을 제거하고 윤곽선 영역을 검출하는 단계; 상기 검출된 윤곽선 영역에서 밝기 차(contrast)를 이용하여 에지 영역과 상기 의사 윤곽 영역을 분리하여 상기 의사 윤곽 영역을 검출하는 단계; 및 상기 검출된 의사 윤곽 영역의 방향 정보 및 위치 정보를 생성하는 단계를 더 포함한다.

<20> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보는 상기 의사 윤곽 영역 내의 소정의 방향의 화소들 사이의 밝기 차가 최대값을 갖는 방향으로 결정되는 것을 특징으로 한다.

<21> 바람직하게는 상기 방향 정보는 0도, 45도, 90도, 135도, 무방향의 다섯 방향으로 분류하거나, 0도, 45도, 90도, 135도, 180도, 225도, 270도, 315도의 여덟 방향으로 분류하는 것을 특징으로 한다.

<22> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보 중 무방향은 밝기 차의 최대값과 최소값의 차이가 소정의 임계치보다 작은 경우인 것을 특징으로 한다.

<23> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 영역 확장 단계는 상기 의사 윤곽 영역 확장을 위하여 구조 요소를 생성하는 단계; 상기 생성된 구조 요소의 크기 및 형태에 따라 이진 모폴로지 팽창 연산을 수행하여 의사 윤곽 영역을 확장하는 단계를 더 포함한다.

<24> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거 단계는, 상기 의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하고 상기 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하는 단계; 및 상기 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 필터링을 수행하는 단계를 포함한다.

<25> 바람직하게는 상기 필터링을 수행하는 단계는 바이레터럴 필터(bilateral filter)를 이용하여 필터링을 수행하는 것을 특징으로 한다.

<26> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거 단계는, 상기 의사 윤곽 영역의 방향에 따라 신경 회로망 학습을 수행하여 상기 검출된 의사 윤곽 영역 내의 화소들의 가중치를 생성하는 단계; 상기 생성된 가중치와 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보에 따라 상기 생성된 가중치를 적용하여 화소 단위의 의사 윤곽을 제거하는 단계; 및 상기 의사 윤곽이 제거된 화소와 그 주변의 화소에 대하여 필터링을 수행하는 단계를 포함한다.

<27> 바람직하게는 상기 필터링을 수행하는 단계는 상기 검출된 의사 윤곽 영역의 화소에 대해서 상기 의사

윤곽 영역의 방향과 수직인 방향으로 필터링을 수행할 영역을 한 화소씩 확장하되, 상기 확장 도중 인접한 의사 윤곽이나 에지를 만나면 상기 확장을 중단하는 단계를 더 포함한다.

<28> 바람직하게는 상기 필터링을 수행하는 단계는 적응적 1차원 방향성 평활화 필터를 이용하여 필터링을 수행하는 것을 특징으로 한다.

<29> 본 발명의 다른 특징은 에지를 보존하는 의사 윤곽 제거 방법에 있어서, 의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하고 상기 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하는 단계; 및 상기 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 필터링을 수행하는 단계를 포함하는 것이다.

<30> 바람직하게는 상기 필터링을 수행하는 단계는 바이레터럴 필터(bilateral filter)를 이용하여 필터링을 수행하는 것을 특징으로 한다.

<31> 본 발명의 또 다른 특징은 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거 방법에 있어서, 의사 윤곽 영역의 방향에 따라 신경 회로망 학습을 수행하여 상기 검출된 의사 윤곽 영역 내의 화소들의 가중치를 생성하는 단계; 상기 생성된 가중치와 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보에 따라 상기 생성된 가중치를 적용하여 화소 단위의 의사 윤곽을 제거하는 단계; 및 상기 의사 윤곽이 제거된 화소와 그 주변의 화소에 대하여 필터링을 수행하는 단계를 포함하는 것이다.

<32> 바람직하게는 상기 필터링을 수행하는 단계는 상기 검출된 의사 윤곽 영역의 화소에 대해서 의사 윤곽 영역의 방향과 수직인 방향으로 필터링을 수행할 영역을 한 화소씩 확장하되, 상기 확장 도중 인접한 의사 윤곽이나 에지를 만나면 상기 확장을 중단하는 단계를 더 포함한다.

<33> 바람직하게는 상기 필터링을 수행하는 단계는 적응적 1차원 방향성 평활화 필터를 이용하여 필터링을 수행하는 것을 특징으로 한다.

<34> 본 발명의 또 다른 특징은 의사 윤곽 제거 장치에 있어서, 입력 영상으로부터 윤곽선 영역을 검출하고 화소간의 밝기 차를 이용하여 의사 윤곽 영역을 검출하는 의사 윤곽 검출부; 상기에서 검출된 의사 윤곽 영역을 확장하는 의사 윤곽 영역 확장부; 및 상기 확장된 의사 윤곽 영역에 대하여 상기 의사 윤곽을 제거하는 의사 윤곽 제거부를 포함하는 것이다.

<35> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 검출부는 상기 입력 영상의 평탄 영역을 제거하고 윤곽선 영역을 검출하는 윤곽선 검출부; 및 상기 검출된 윤곽선 영역에서 밝기 차를 이용하여 에지 영역과 상기 의사 윤곽 영역을 분리하여 상기 의사 윤곽 영역을 검출하고, 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보 및 위치 정보를 생성하는 의사 윤곽 분리부를 더 포함한다.

<36> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 영역 확장부는, 상기 의사 윤곽 영역 확장을 위하여 구조 요소를 생성하는 구조 요소 생성부; 및 상기 생성된 구조 요소의 크기 및 형태에 따라 이진 모폴로지 팽창 연산을 수행하여 의사 윤곽 영역을 확장하는 연산부를 더 포함한다.

<37> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거부는, 상기 의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하고 상기 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하는 가중치 결정부; 및 상기 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 필터링을 수행하는 의사 윤곽 제거 필터를 포함한다.

<38> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거 필터는 바이레터럴 필터(bilateral filter)인 것을 특징으로 한다.

<39> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거부는, 의사 윤곽 영역의 방향에 따라 신경 회로망 학습을 수행하여 상기 검출된 의사 윤곽 영역 내의 화소들의 가중치를 생성하는 신경 회로망 학습부; 상기 생성된 가중치와 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보에 따라 상기 생성된 가중치를 적용하여 화소 단위의 의사 윤곽을 제거하는 가중치 적용부; 및 상기 의사 윤곽이 제거된 화소와 그 주변의 화소에 대하여 필터링을 수행하는 의사 윤곽 제거 필터를 포함한다.

<40> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거 필터는 상기 검출된 의사 윤곽 영역의 화소에 대해서 의사 윤곽 영역의 방향과 수직인 방향으로 필터링을 수행할 영역을 한 화소씩 확장하되, 상기 확장 도중 인접한 의사 윤곽이나 에지를 만나면 상기 확장을 중단하는 필터링 영역 확장부를 더 포함한다.

<41> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거 필터는 적응적 1차원 방향성 평활화 필터인 것을 특징으로 한다.

- <42> 본 발명의 또 다른 특징은 에지를 보존하는 의사 윤곽 제거 장치에 있어서, 의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하고 상기 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하는 가중치 결정부; 및 상기 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 필터링을 수행하는 의사 윤곽 제거 필터를 포함하는 것이다.
- <43> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거 필터는 바이레터럴 필터(bilateral filter)인 것을 특징으로 한다.
- <44> 본 발명의 또 다른 특징은 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거 장치에 있어서, 의사 윤곽 영역의 방향에 따라 신경 회로망 학습을 수행하여 상기 검출된 의사 윤곽 영역 내의 화소들의 가중치를 생성하는 신경 회로망 학습부; 상기 생성된 가중치와 상기 의사 윤곽 영역의 방향 정보에 따라 상기 생성된 가중치를 적용하여 화소 단위의 의사 윤곽을 제거하는 가중치 적용부; 및 상기 의사 윤곽이 제거된 화소와 그 주변의 화소에 대하여 필터링을 수행하는 의사 윤곽 제거 필터를 포함하는 것이다.
- <45> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거 필터는 상기 검출된 의사 윤곽 영역의 화소에 대해서 의사 윤곽 영역의 방향과 수직인 방향으로 필터링을 수행할 영역을 한 화소씩 확장하되, 상기 확장 도중 인접한 의사 윤곽이나 에지를 만나면 상기 확장을 중단하는 필터링 영역 확장부를 더 포함한다.
- <46> 바람직하게는 상기 의사 윤곽 제거 필터는 적응적 1차원 방향성 평활화 필터인 것을 특징으로 한다.
- <47> 이하 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.
- <48> 도 2는 본 발명에 따른 의사 윤곽 제거 장치의 일 실시예를 도시한 도면이다. 본 발명에 따른 의사 윤곽 제거 장치는 의사 윤곽 검출부(210), 의사 윤곽 영역 확장부(220) 및 의사 윤곽 제거부(230)를 포함한다.
- <49> 의사 윤곽 검출부(210)는 윤곽선 검출부(212)와 의사 윤곽 분리부(214)를 포함한다.
- <50> 윤곽선 검출부(212)는 입력 영상과 입력 영상의 비트 수를 낮춘 영상과의 차이를 이용하여 평탄 영역을 제거하고 윤곽선 영역을 검출한다. 이때 윤곽선 영역에는 의사 윤곽 영역뿐 아니라 에지 영역도 포함되어 있다.
- <51> 의사 윤곽 분리부(214)는 검출된 윤곽선 영역으로부터 의사 윤곽 영역과 에지 영역을 분리하고, 의사 윤곽 영역의 방향 정보 및 위치 정보를 생성한다.
- <52> 상기 의사 윤곽 검출부의 구체적인 동작에 대해서는 도 5를 참조하여 후술하기로 한다.
- <53> 의사 윤곽 영역 확장부(220)는 구조 요소 생성부(224) 및 연산부(226)를 포함한다.
- <54> 구조 요소 생성부(224)는 의사 윤곽 영역 확장을 위하여 구조 요소를 생성한다. 도 3은 본 발명에 따른 구조요소를 설명하기 위하여 도시한 도면이다. 도 3을 참조하면, 상기 구조 요소는 원형(302), 타원형(304, 306), 정사각형(308), 직사각형(310, 312) 등의 다양한 모양으로 생성이 가능하다.
- <55> 연산부(226)는 생성된 구조 요소의 크기와 형태에 따라 이진 모폴로지 팽창 연산(dilation)을 수행함으로써 의사 윤곽 영역을 확장한다. 즉, 구조 요소를 원형(302)으로 생성하는 경우에는 이진 모폴로지 팽창 연산을 수행함으로써 그 원형 마스크의 크기에 따라 의사 윤곽 영역이 확장되는 것이다.
- <56> 상기 구조 요소 및 이진 모폴로지 팽창 연산은 당업자에게 자명한 사항이므로, 이에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- <57> 의사 윤곽 제거부(230)는 의사 윤곽으로 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하며, 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하고, 결정된 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 필터링을 수행하여 의사 윤곽을 제거한다.
- <58> 의사 윤곽 제거부(230)의 구체적인 동작에 대해서는 도 6 및 7을 참조하여 후술한다. 또한 의사 윤곽 제거부(230)는 신경 회로망을 이용하여 의사 윤곽을 제거할 수 있는바 이에 대해 도 8 내지 11을 참조하여 후술한다.
- <59> 도 4는 본 발명에 따른 에지를 보존하는 의사 윤곽 제거 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- <60> 402 단계에서는, 입력 영상으로부터 평탄 영역을 제거하고 윤곽선 영역을 검출한다.
- <61> 404 단계에서는, 검출된 윤곽선 영역으로부터 의사 윤곽 영역과 에지 영역을 분리하고 의사 윤곽 영역

의 방향 정보 및 위치 정보를 생성한다.

<62> 406 단계에서는, 의사 윤곽 영역 확장을 위하여 구조 요소를 생성하고, 그 생성된 구조 요소의 크기에 따라 이진 모폴로지 팽창 연산을 수행함으로써 의사 윤곽 영역을 확장한다.

<63> 408 단계에서는, 의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치를 결정하고 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하고, 결정된 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 이용하여 의사 윤곽 영역에 대하여 필터링을 수행한다.

<64> 다만 408 단계는, 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거 방법이 이용될 수 있으며 이는 도 8 내지 도 11을 참조하여 후술하기로 한다.

<65> 도 5는 도 2의 의사 윤곽 검출부의 동작을 설명하기 위하여 도시한 도면이다. 도 5를 참조하면, 윤곽선 검출부(212)는 m이 가로좌표, n이 세로좌표를 나타낼 때, 입력 $I(m,n)$ 와 입력 $I(m,n)$ 의 비트 수를 낮춘 영상과의 차이를 구한 후, 이에 절대값을 적용하여 이진 영상에서의 윤곽선 정보 $C(m,n)$ 를 검출한다. 이 때 윤곽선 정보 $C(m,n)$ 에는 의사 윤곽 영역뿐 아니라 에지 영역도 함께 포함되어 있다.

<66> 의사 윤곽 분리부(214)는 윤곽선 정보 $C(m,n)$ 로부터 의사 윤곽 영역과 에지 영역을 분리하고, 의사 윤곽 영역의 방향 정보 및 위치 정보를 생성한다. 이를 보다 구체적으로 설명하면, 먼저, 입력 영상 $I(m,n)$ 의 윤곽선 정보 $C(m,n)$ 의 위치에서 수학식 1의 괄호 안의 4개의 수식을 통하여 의사 윤곽의 방향 정보를 생성한다.

<67> 즉, K가 가로 방향의 마스크의 크기이고, L이 세로 방향의 마스크의 크기일 때, 수학식 1의 괄호 안에 기술된 4개의 성분은 차례대로 수평(0도), 수직(90도), 대각(135도), 반대각(45도)일 때의 방향 정보를 나타내며, 각각 θ^h , θ^v , θ^d , θ^{ad} 로 표시된다. 또한 본 발명에서는 상기의 방향들 외에 무방향을 방향의 한 부류로 추가하였다. 무방향은 수학식 1에서 계산되는 밝기 차(contrast)의 최대값과 수학식 2에서 계산되는 밝기 차의 최소값의 차가 소정의 임계값 Th 보다 작은 경우, 즉 수학식 3과 같은 경우로 정의된다. 수학식 3에 의하여 계산된 무방향은 θ^{nondir} 로 표시된다.

<68> [수학식 1]

$$Contrast_{max} = \max \left\{ \frac{\sum_{m=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{L-1} (I(m,n) - I(m,n+1))^2}{K(L-1)}, \frac{\sum_{m=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{L-1} (I(m,n) - I(m+1,n))^2}{(K-1)L}, \frac{\sum_{m=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{L-1} (I(m,n) - I(m+1,n+1))^2}{(K-1)(L-1)}, \frac{\sum_{m=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{L-1} (I(m,n) - I(m-1,n-1))^2}{(K-1)(L-1)} \right\}$$

<69>

<70> [수학식 2]

$$Contrast_{min} = \min \left\{ \frac{\sum_{m=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{L-1} (I(m,n) - I(m,n+1))^2}{K(L-1)}, \frac{\sum_{m=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{L-1} (I(m,n) - I(m+1,n))^2}{(K-1)L}, \frac{\sum_{m=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{L-1} (I(m,n) - I(m+1,n+1))^2}{(K-1)(L-1)}, \frac{\sum_{m=0}^{K-1} \sum_{n=0}^{L-1} (I(m,n) - I(m-1,n-1))^2}{(K-1)(L-1)} \right\}$$

<71>

<72> [수학식 3]

$$Contrast_{max} - Contrast_{min} < Th$$

<73>

<74> 다음으로, 수학적 식 1에 의하여 계산된 밝기 차의 최대값 $Contrast_{max}$ (이하 $Cm(m,n)$)가 소정의 임계값 T 보다 작은지 여부에 따라, 의사 윤곽 영역과 에지 영역을 분리한다. 즉, $Cm(m,n)$ 가 소정의 임계값 T 보다 큰 경우에는 에지 영역이 되고, $Cm(m,n)$ 가 소정의 임계값 T 보다 작은 경우에는 의사 윤곽 영역이 되는 것이다. 상기의 과정을 거친 결과 의사 윤곽 영역의 방향 정보 $\theta(m,n)$ 및 위치 정보 $B_f(m,n)$ 가 출력된다.

<75> 다만, 상기 의사 윤곽 검출 방법은 구현예에 따라서 다른 검출 방법이 적용될 수 있다.,

<76> 도 6은 도 2의 의사 윤곽 제거부의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

<77> 의사 윤곽 제거부(600)는 가중치 결정부(602)와 의사 윤곽 제거 필터(604)를 포함한다.

<78> 가중치 결정부(602)는 의사 윤곽이 검출된 화소인 중심 화소와의 거리에 따라 평활화 마스크의 가중치 w_s 를 결정하고 중심 화소와의 밝기 차에 따라 에지 보존 마스크의 가중치 w_{ep} 를 결정한다.

<79> 각 마스크를 생성할 때 사용되는 가중치를 정의하는 가중치 함수는 수학적 식 4로 정의된다. 이때, d는 입력이 되고, D는 픽셀 단위로 표시될 수 있는 마스크의 크기가 된다. 이때 밝기의 차, 거리의 차 등과 같은 값들이 입력 변수 d로서 수학적 식 4에 적용될 수 있다. 상기 입력 변수에는 구현예에 따라서 다양한 값들이, 적용될 수 있다.

<80> [수학적 식 4]

$$w^1(d, D) = \begin{cases} 1 - \frac{|d|}{D}, & |d| < D \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

<81>

<82> 도 7은 가중치 결정 단계를 설명하기 위하여 1차 가중치 함수의 그래프를 도시한 도면이다. 도 7의 가중치 함수를 참조하면, 폭이 2D+1이고, 변수 d에 의해 가중치의 크기가 결정된다.

<83> 가중치 함수는 수학적 식 5와 같이 1차 가중치 함수 2개를 결합하여 2차 가중치 함수로 정의될 수 있다.

<84> [수학적 식 5]

$$w^2(d, D) = \begin{cases} \left(1 - \frac{|d_1|}{D_1}\right) \left(1 - \frac{|d_2|}{D_2}\right), & |d_1| < D_1 \text{ and } |d_2| < D_2 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

<85>

<86> 이와 같은 방식으로 n차 가중치 함수는 수학적 식 6과 같이 일반화할 수 있다.

<87> [수학적 식 6]

$$w^n(d, D) = \begin{cases} \prod_{k=1}^n \left(1 - \frac{|d_k|}{D_k}\right), & |d_k| < D_k, k=1, 2, \dots, n \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

<88>

<89> 이 n차 가중치 함수를 이용하면 $d=(d_1, \dots, d_n)$ 인 n차 입력에 대한 가중치를 결정할 수 있다. 이

때 마스크의 크기 $D=(D_1, \dots, D_n)$ 에 의해 가중치 함수의 폭이 정해진다. 상기의 가중치 함수는 1차 가중치 함수의 경우, 흑백 영상에서 밝기 차에 따른 가중치, 동영상에서 시간에 따른 가중치를 결정하는데 이용될 수 있고, 2차 가중치 함수의 경우 영상에서 거리에 따른 가중치를 결정하는데 이용될 수 있으며, 3차 가중치 함수의 경우 컬러 영상에서 컬러 차에 따른 가중치를 결정하는데 이용될 수 있다.

<90> 다만, 상기 가중치 함수는 상기의 예에 한정되지 않고, 구현예에 따라서 다양한 가중치를 결정하는데 이용될 수 있다.

<91> 이하에서는 상기 가중치 함수를 이용하여 평활화 마스크의 가중치와 에지 보존 마스크의 가중치를 결정하는 과정을 설명한다.

<92> 중심 화소의 위치가 $\mathbf{x}=(x_1, x_2)$ 이고, 평활화 마스크에 속한 이웃 화소의 위치가 $\xi=(\xi_1, \xi_2)$ 일 때 평활화 마스크의 가중치는 2차 가중치 함수를 사용하여 수학식 7로 표현될 수 있다.

<93> [수학식 7]

$$w_s(\xi, \mathbf{x}) = w^2(\xi - \mathbf{x}, \mathbf{M})$$

<94>

<95> 여기서 w_s 의 s는 평활화를 의미하고 $\mathbf{M}=(M_1, M_2)$ 은 마스크의 크기를 결정하는 파라미터이다. 한편, 평활화 마스크의 경우에는 가중치 함수의 폭이 마스크의 크기와 같으므로 마스크 밖 영역에서의 가중치는 0이 된다. 또한 마스크의 크기가 클수록 의사 윤곽 사이의 간격이 넓은 경우까지도 제거가 가능하나, 마스크 크기가 커지면 번짐(blur)이 발생하므로 적절한 값을 정해주어야 한다.

<96> 에지 보존 마스크의 가중치는 평활화 마스크의 중심 화소와 이웃 화소 사이의 밝기 차에 따라 정해진다. 즉 평활화 마스크에 포함되는 화소에 대해 수학식 8과 같이 1차 가중치 함수를 사용하여 가중치를 구한다.

<97> [수학식 8]

$$w_{ep}(\xi, \mathbf{x}) = w^1(\Delta I, \Delta I_{\#})$$

$$\Delta I = I(\xi) - I(\mathbf{x})$$

<98>

<99> 여기서 w_{ep} 의 ep는 에지 보존을 의미하고, ΔI 는 중심 화소와 이웃 화소 사이의 밝기 차이이다. 가중치를 구할 때 사용되는 파라미터인 $\Delta I_{\#}$ 는 의사 윤곽 위치에서 발생하는 밝기 차의 최대값으로 사용자가 정해주는 값이다. 에지 보존 마스크는 ΔI 가 $\Delta I_{\#}$ 보다 작은 이웃 화소는 필터링할 때 고려하고 ΔI 가 $\Delta I_{\#}$ 보다 큰 화소는 필터링할 때 고려하지 않음으로써 에지 영역을 보존하면서 의사 윤곽을 효과적으로 제거할 수 있도록 한다.

<100> 흑백 영상의 경우는 하나의 값으로 화소의 밝기를 나타내므로 위와 같은 과정을 통하여 가중치를 구할 수 있다. 그러나 만약 처리하는 영상이 컬러 영상일 경우에는 R, G, B의 세가지 값으로 밝기를 나타내므로 수학식 9와 같이 3차 가중치 함수를 사용하여 가중치를 구한다.

<101> [수학식 9]

$$w_{ep}(\xi, \mathbf{x}) = w^3(\Delta \mathbf{I}, \Delta \mathbf{I}_{\#})$$

$$\Delta \mathbf{I} = \mathbf{I}(\xi) - \mathbf{I}(\mathbf{x})$$

<102>

<103> 여기서 $\Delta \mathbf{I}$ 는 중심 화소와 이웃 화소 사이의 밝기 차를 컬러 평면의 벡터로 나타낸 것이다. 이 때 컬

러 영상의 밝기를 나타내는 데 사용되는 $I(x)$ 는 경우에 따라 RGB 평면이 아닌 YCbCr이나 $CIE\ L^*a^*b^*$ 평면의 값이 될 수 있고, 상기에서 설명한 파라미터 ΔI_x 는 벡터 ΔI_x 로 대체된다.

<104> 마지막으로, 상기와 같이 평활화 마스크와 에지 보존 마스크의 가중치가 결정되면 수학 10과 같이 두 가중치를 곱한 후 정규화한 가중치를 이용하여 의사 윤곽 영역에 대하여 필터링을 수행함으로써 의사 윤곽을 제거한다. 이와 같은 필터링을 바이레터럴 필터링(Bilateral filtering)이라고 하며, 이때 N_x 는 중심이 x 인 마스크를 의미한다.

<105> [수학식 10]

$$\tilde{I}(x) = \begin{cases} \frac{\sum_{\xi \in N_x} I(\xi) w_s(\xi, x) w_{sp}(\xi, x)}{\sum_{\xi \in N_x} w_s(\xi, x) w_{sp}(\xi, x)}, & \tilde{B}_x = 1 \\ I(x), & \text{otherwise} \end{cases}$$

<106>

<107> 다만, 상기의 필터링 방법은 바이레터럴 필터링에 한정되지 않고, 구현예에 따라서 다양한 필터링 방법을 적용할 수 있다.

<108> 상기까지는 바이레터럴 필터링에 의하여 의사 윤곽을 제거하는 방법에 대하여 설명하였다. 이하에서는 신경회로망을 이용하여 의사 윤곽을 제거하는 방법에 대하여 설명한다.

<109> 도 8은 본 발명에 따른 신경 회로망 학습부의 동작을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

<110> 본 발명에 따른 신경회로망(neural network) 학습은 신호 성분의 열화를 최소화하기 위하여, 적응적으로 필터링을 수행하는 것을 목적으로 한다. 의사 윤곽의 방향에 따른 신경회로망 학습은 의사 윤곽의 방향에 적응적인 처리를 하기 위해 도 8과 같이 총 8개의 의사 윤곽 방향 (0도, 45도, 90도, 135도, 180도, 225도, 270도, 315도)을 고려하여 8개의 신경회로망(810)을 이용하여 학습한다.

<111> 입력으로는 원영상 $I(m, n)$, 의사 윤곽이 있는 영상 $I_f(m, n)$ 와 의사 윤곽 검출부(210)를 통하여 얻은 의사 윤곽의 위치 정보 $B_f(m, n)$ 및 방향 정보 $\theta(m, n)$ 를 사용한다. 이때, $B_f(m, n)=1$ 이면 의사 윤곽으로 검출된 화소이고 $B_f(m, n)=0$ 이면 의사 윤곽으로 검출되지 않은 화소이다. 또 신경 회로망 학습부(810)를 통한 학습을 통해 수학식 11과 같이 가중치가 결정된다.

<112> [수학식 11]

$$W = [W(1), W(2), W(3), W(4), W(5), W(6), W(7), W(8)]$$

<113>

<114> 여기서 $W(k), (1 \leq k = \lfloor \theta(x, y)/45 \rfloor + 1 \leq 8)$ 는 의사 윤곽 각 방향에 따른 신경 회로망 학습으로 얻어진 가중치이며 $\lfloor \alpha \rfloor$ 는 α 보다 작거나 같은 최대 정수를 나타낸다.

<115> 의사 윤곽 방향에 따른 각각의 신경회로망은 L개의 노드 (node)를 갖는 입력층 (input layer), M 개의 노드를 갖고 있는 은닉층 (hidden layer), 그리고 N 개의 노드를 갖는 출력층 (output layer)로 구성되어 있다. 각 방향의 신경회로망의 입력은 의사 윤곽 검출 화소를 중심으로 한 개의 화소를 포함하는 마스크 안의 화소를 같은 위치에서의 $I_f(m, n)$ 로부터 뽑아서 사용한다. 목표 (target) 값은 마스크의 중심에 있는 화소값을 같은 위치에서의 $I(m, n)$ 로부터 뽑아서 사용한다.

<116> 도 9는 본 발명에 따른 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거장치의 일 실시예를 도시한 도면이다. 다만, 설명의 편의를 위하여 의사 윤곽 검출부(910)를 도시하였고, 신경 회로망 학습부(820)는 도시하지 않고 그 출력인 가중치 W 만을 도시하였다.

<117> 필터링 영역 확장부(910)는 의사 윤곽의 방향 정보 $\theta(m,n)$ 와 위치 정보 $B_f(m,n)$, 윤곽선 정보 $C(m,n)$ 를 이용하여 필터링을 수행할 영역을 확장한다.

<118> 이와 같이 필터링을 수행할 영역을 확장하는 이유는, 의사 윤곽이 있는 부분은 인접한 화소값의 차이가 크기 때문에 의사 윤곽으로 검출된 위치의 화소값만을 변화시켜서는 의사 윤곽을 제거하기가 어렵기 때문이다. 따라서 의사 윤곽으로 검출된 화소 주변의 화소까지도 같이 필터링하여 의사 윤곽을 제거하는 것이 필요한 것이다.

<119> 도 10은 본 발명에 따른 의사 윤곽 필터링 영역의 확장 방법을 설명하기 위하여 도시한 도면으로, 도 10을 참조하면, 필터링 영역의 확장은 의사 윤곽 방향에 수직인 방향으로 적용된다. 이때 필터링 영역의 확장은 확장 거리 $E = 10$ 번까지 가능하고 확장 도중 인접한 의사 윤곽이나 에지를 만나면 확장을 멈추게 된다.

<120> 다만 상기의 확장 거리는 구현예에 따라서 $E = 10$ 번 이상으로 적용될 수 있다.

<121> 필터링 영역 확장부(910)는 필터링 영역으로 확장될 화소와 그렇지 않은 화소를 필터링 영역 확장 정보 $B_d(m,n)$ 으로 표현하여 출력한다. $B_d(m,n)=1$ 은 필터링 영역으로 확장될 화소를 나타내고 $B_d(m,n)=0$ 은 필터링 영역으로 확장되지 않을 화소를 말한다.

<122> 도 11은 도 10의 의사 윤곽 필터링 영역의 확장 방법의 일 실시예를 도시한 도면이다. (a)는 수평방향으로 생긴 의사 윤곽의 수직 방향으로 확장을 하는 예이며, 인접한 의사 윤곽에 의해 확장을 멈춘 것을 나타낸다. (b)는 수직방향으로 생긴 의사 윤곽에 수평 방향으로 확장하는 예이며, 인접한 에지에 의해 확장을 멈춘 것을 나타낸다. (c)는 확장 도중 두번 이상 겹쳐서 처리하게 된 화소를 나타낸 것이다. 또한 (d)는 (b)와 같이 인접한 에지에 의해 확장을 멈춘 예이고, (e)는 (a)와 같이 인접한 의사 윤곽에 의해 확장을 멈춘 예이다. 마지막으로 (f)는 확장할 수 있는 확장 거리 $E = 10$ 까지 최대로 확장을 하고 멈춘 예이다. 도 9의 (c)와 같이 확장된 화소가 중복되는 경우를 고려하여 필터링 영역으로 확장된 화소의 값은 의사 윤곽의 방향에 따라 수학적 식 12 내지 15과 같이 계산된다. 참고로, 상기 수학적식들은 도 10에서와 같이 두 방향의 차가 180도를 이루는 것끼리 짝지어서 표시되었다.

<123> [수학적식 12]

의사윤곽 방향: $k=1$ 과 $k=5$

$$\hat{I}(m+i,n) = \begin{cases} \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i,n) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_1}{D_1} (I_f'(m+X,n) - I_f'(m,n)) + I_f'(m,n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i,n)=1 \text{ and } I_f'(m+1,n) > I_f'(m,n) \\ \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i,n) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_2}{D_2} (I_f'(m-X,n) - I_f'(m,n)) + I_f'(m,n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i,n)=1 \text{ and } I_f'(m-1,n) > I_f'(m,n) \\ I_f'(m+i,n), & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\hat{I}(m+i,n) = \begin{cases} \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i,n) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_1}{D_1} (I_f'(m-X,n) - I_f'(m,n)) + I_f'(m,n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i,n)=1 \text{ and } I_f'(m-1,n) > I_f'(m,n) \\ \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i,n) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_2}{D_2} (I_f'(m+X,n) - I_f'(m,n)) + I_f'(m,n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i,n)=1 \text{ and } I_f'(m+1,n) > I_f'(m,n) \\ I_f'(m+i,n), & \text{otherwise} \end{cases}$$

<124>

<125> [수학식 13]

의사문곽 방향: $k=2$ 과 $k=6$

$$\hat{I}(m+i, n+j) = \begin{cases} \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_1}{D_1} (I_f'(m+X, n+Y) - I_f'(m, n)) + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i, n+j) = 1 \text{ and } I_f'(m+1, n+1) > I_f'(m, n) \\ \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_2}{D_2} (I_f'(m-X, n-Y) - I_f'(m, n)) + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i, n+j) = 1 \text{ and } I_f'(m-1, n-1) > I_f'(m, n) \\ I_f'(m+i, n+j), & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\hat{I}(m+i, n+j) = \begin{cases} \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_1}{D_1} (I_f'(m-X, n-Y) - I_f'(m, n)) + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i, n+j) = 1 \text{ and } I_f'(m-1, n-1) > I_f'(m, n) \\ \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_2}{D_2} (I_f'(m+X, n+Y) - I_f'(m, n)) + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i, n+j) = 1 \text{ and } I_f'(m+1, n+1) > I_f'(m, n) \\ I_f'(m+i, n+j), & \text{otherwise} \end{cases}$$

<126>

<127> [수학식 14]

의사문곽 방향: $k=3$ 과 $k=7$

$$\hat{I}(m, n+j) = \begin{cases} \frac{r}{r+1} \hat{I}(m, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_1}{D_1} (I_f'(m, n+Y) - I_f'(m, n)) + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m, n+j) = 1 \text{ and } I_f'(m, n+1) > I_f'(m, n) \\ \frac{r}{r+1} \hat{I}(m, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_2}{D_2} (I_f'(m, n-Y) - I_f'(m, n)) + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m, n+j) = 1 \text{ and } I_f'(m, n-1) > I_f'(m, n) \\ I_f'(m, n+j), & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\hat{I}(m, n+j) = \begin{cases} \frac{r}{r+1} \hat{I}(m, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_1}{D_1} (I_f'(m, n-Y) - I_f'(m, n)) + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m, n+j) = 1 \text{ and } I_f'(m, n-1) > I_f'(m, n) \\ \frac{r}{r+1} \hat{I}(m, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_2}{D_2} (I_f'(m, n+Y) - I_f'(m, n)) + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m, n+j) = 1 \text{ and } I_f'(m, n+1) > I_f'(m, n) \\ I_f'(x, y+j), & \text{otherwise} \end{cases}$$

<128>

<129> [수학식 15]

의사윤곽 방향: $k=4$ 과 $k=8$

$$\hat{I}(m+i, n+j) = \begin{cases} \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_1}{D_1} |I_f'(m-X, n+Y) - I_f'(m, n)| + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i, n+j)=1 \text{ and } I_f'(m-1, n+1) > I_f'(m, n) \\ \frac{r}{r+1} \hat{I}(m+i, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_2}{D_2} |I_f'(m+X, n-Y) - I_f'(m, n)| + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i, n+j)=1 \text{ and } I_f'(m+1, n-1) > I_f'(m, n) \\ I_f'(m+i, n+j), & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\tilde{I}(m+i, n+j) = \begin{cases} \frac{r}{r+1} \tilde{I}(m+i, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_1}{D_1} |I_f'(m+X, n-Y) - I_f'(m, n)| + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i, n+j)=1 \text{ and } I_f'(m+1, n-1) > I_f'(m, n) \\ \frac{r}{r+1} \tilde{I}(m+i, n+j) + \frac{1}{r+1} \left\{ \frac{d_2}{D_2} |I_f'(m-X, n+Y) - I_f'(m, n)| + I_f'(m, n) \right\}, & \text{if } B_d(m+i, n+j)=1 \text{ and } I_f'(m-1, n+1) > I_f'(m, n) \\ I_f'(m+i, n+j), & \text{otherwise} \end{cases}$$

<130>

<131> 여기서 d_1 과 d_2 는 확장된 화소와 의사 윤곽이 검출된 화소 사이의 거리를 나타내고 수학식 16으로 계산된다. 이때 i는 가로 방향으로의 화소 사이의 거리를 의미하고, j는 세로 방향으로의 화소 사이의 거리를 의미한다.

<132> [수학식 16]

$$d_1 = |i| \text{ or } |j| \text{ 와 } d_2 = |i| \text{ or } |j|$$

<133>

<134> 또한 D_1 과 D_2 는 각 화소마다 확장된 전체 길이를 나타내고 수학식 17로 계산된다. 이때 X는 가로 방향으로의 확장된 전체 길이를 의미하고, j는 세로 방향으로의 확장된 전체 길이를 의미한다.

<135> [수학식 17]

$$D_1 = X \text{ or } Y$$

<136>

$$D_2 = X \text{ or } Y$$

<137>

<138> 예컨대, (d)는 $I_f'(m+1, n-1) > I_f'(m, n)$ 이므로 $k=8$ 인 방향으로 확장하고 $D_1=4$ 가 된다. 반대로 (e)는 $D_2=3$ 이 된다. 본 실시예에서와 같이 8개의 방향에 대해서 확장하는 경우에는 대각선과 반대각선 방향의 경우 i와 j의 절대값은 같다. 또 r은 중복된 횟수를 나타내고 처음 계산되는 화소에서의 $r=0$ 이다.

<139> 도 9로 돌아가서 의사 윤곽 제거 장치에 대하여 계속하여 설명하면, 가중치 적용부(922)는 신경 회로망 학습을 통해 얻어진 가중치 W와 의사 윤곽의 위치 정보 $B_f(m, n)$ 및 방향 정보 $\theta(m, n)$, 의사 윤곽이 있는 영상 $I_f(m, n)$ 을 이용하여 수학식 18과 같이 가중치를 적용함으로써 의사 윤곽이 일차적으로 제거된 영상 $I'_f(m, n)$ 을 출력한다.

[수학식 18]

$$I_f'(m,n) = \begin{cases} \sum_{i=1}^M c_i^1 w_{i,1}^2(k) + b_i^2, & \text{if } B_f(x,y) = 1 \\ I_f(m,n), & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서 신경 회로망에서의 중간 과정 계산값 C^1_i 는 수학식 19와 같다.

[수학식 19]

$$c_i^1 = \sum_{j=1}^L P_j w_{j,i}^1(k) + b_i^1$$

이때 가중치를 나타내는 $w_{j,i}^1(k)$ 의 윗첨자는 층의 위치를 나타내고 아래첨자 i와 j는 각각 연속된 두 층에서의 노드의 위치를 나타낸다. 또한 b_i^1 는 바이어스로 윗첨자와 아래첨자는 각각 층의 위치와 노드의 위치를 나타낸다.

의사 윤곽 제거 필터(924)는 상기 가중치가 적용된 영상에 대하여 적응적 1차원 방향성 평활화 필터를 적용하여 최종적으로 의사 윤곽이 제거된 영상 $\hat{I}(m,n)$ 을 출력한다. 다만, 상기 의사 윤곽 제거 필터(924)는 적응적 1차원 방향성 평활화 필터에 한정되지 않고, 구현예에 따라 다른 필터를 적용할 수 있다.

이를 구체적으로 설명하면, 의사 윤곽 제거 필터(924)는 의사 윤곽의 방향 정보 $\theta(m,n)$ 와 위치 정보 $B_f(m,n)$, 윤곽선 정보 $C(m,n)$, 필터링 영역 확장 정보 $B_d(m,n)$ 을 입력으로 하여, 의사 윤곽의 방향에 수직인 방향으로 필터링을 수행한다. 이때 이용되는 적응적 1차원 방향성 평활화 필터 계수는 9탭 평활화 필터의 경우 수학식 20과 같이 된다.

[수학식 20]

$$h(n) = \frac{1}{16} \times \{1, 1, 2, 2, 4, 2, 2, 1, 1\}$$

의사 윤곽 제거 필터(924)는 상기의 필터 계수를 이용하여 필터링을 수행하여 의사 윤곽이 제거된 영상 $\hat{I}(m,n)$ 을 출력한다. 다만, 필터 계수는 상기 9탭의 경우에 한정되지 않고, 구현예에 따라 5탭, 7탭 평활화 필터 계수 등을 선택적으로 적용할 수 있다.

도 12는 본 발명에 따른 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

1202 단계에서는, 원영상, 의사 윤곽이 있는 영상, 의사 윤곽의 위치 정보 및 방향 정보를 이용한 신경 회로망 학습을 통하여 가중치를 결정한다.

1204 단계에서는, 의사 윤곽의 위치 정보 및 방향 정보, 윤곽선 정보를 이용하여 필터링을 수행할 영역을 확장한다.

1206 단계에서는, 신경 회로망 학습을 통해 결정된 가중치, 의사 윤곽의 위치 정보 및 방향 정보, 의사 윤곽이 있는 영상을 이용하여 가중치를 적용한다.

1208 단계에서는, 의사 윤곽의 위치 정보 및 방향 정보, 윤곽선 정보, 필터링 영역 확장 정보를 이용하여 의사 윤곽 영역에 대하여 적응적 1차원 평활화 필터링을 수행하여 의사 윤곽을 제거한다.

- <156> 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.
- <157> 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장매체를 포함한다.
- <158> 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

발명의 효과

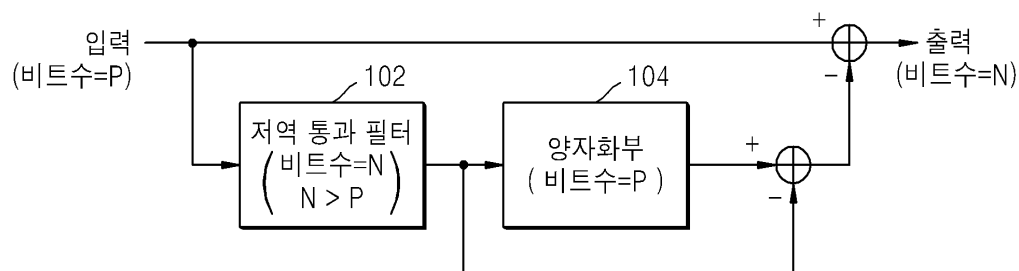
- <159> 본 발명은 의사 윤곽 후보 부분을 검출하여, 그 검출된 영역에 대해서만 의사 윤곽 제거를 위한 처리를 수행함으로써 의사 윤곽의 발생 원인을 알지 못하는 경우에도 의사 윤곽을 제거할 수 있고, 에지를 보존하도록 필터링을 수행하고, 신경회로망 학습을 통하여 보다 정확하게 화소 단위의 처리를 수행함으로써, 영상의 화질을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

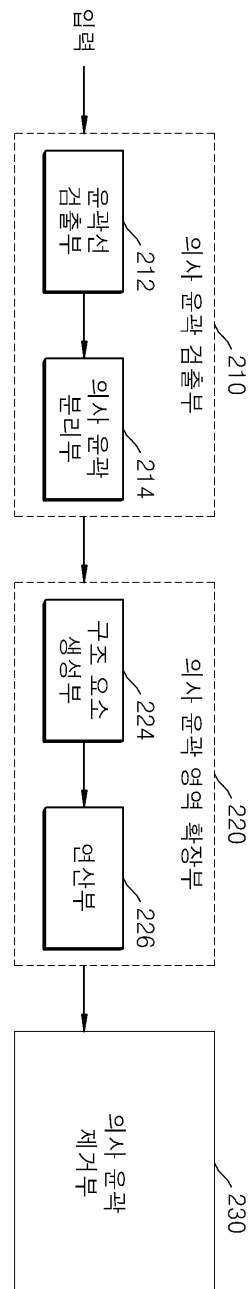
- <1> 도 1은 종래의 의사 윤곽 제거방법을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 의사 윤곽 제거 장치의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 구조요소를 설명하기 위하여 도시한 도면이다.
- <4> 도 4는 본 발명에 따른 에지를 보존하는 의사 윤곽 제거 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- <5> 도 5는 도 2의 의사 윤곽 검출부의 동작을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.
- <6> 도 6은 도 2의 의사 윤곽 제거부의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- <7> 도 7은 가중치 결정 단계를 설명하기 위하여 1차 가중치 함수의 그래프를 도시한 도면이다.
- <8> 도 8은 본 발명에 따른 신경 회로망 학습부의 동작을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.
- <9> 도 9는 본 발명에 따른 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거장치의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- <10> 도 10은 본 발명에 따른 의사 윤곽 필터링 영역의 확장 방법을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.
- <11> 도 11은 도 10의 의사 윤곽 필터링 영역의 확장 방법의 일실시예를 도시한 도면이다.
- <12> 도 12는 본 발명에 따른 신경 회로망을 이용한 의사 윤곽 제거방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도면

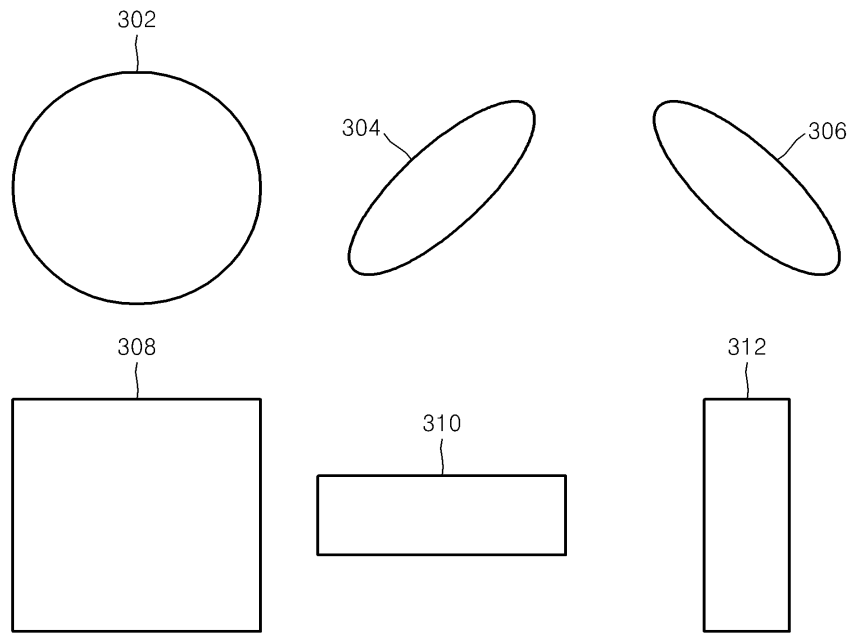
도면1



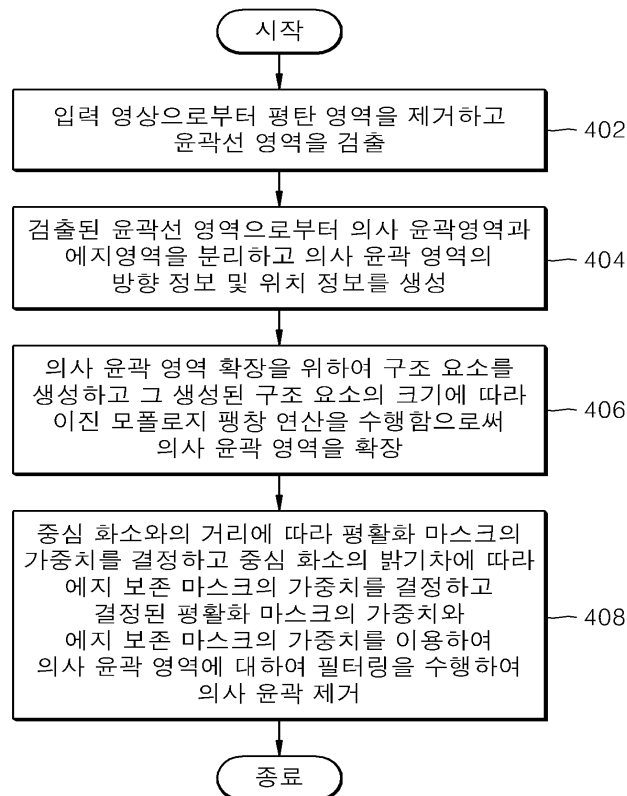
도면2



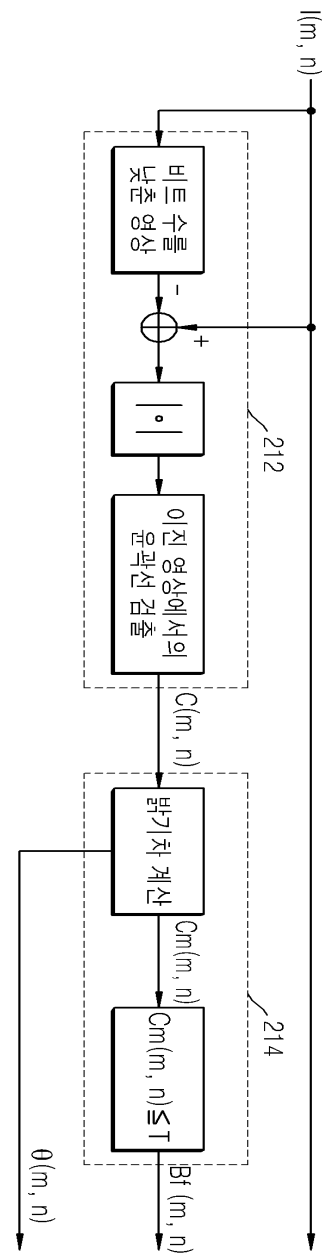
도면3



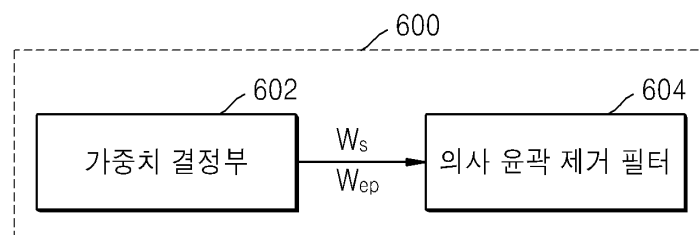
도면4



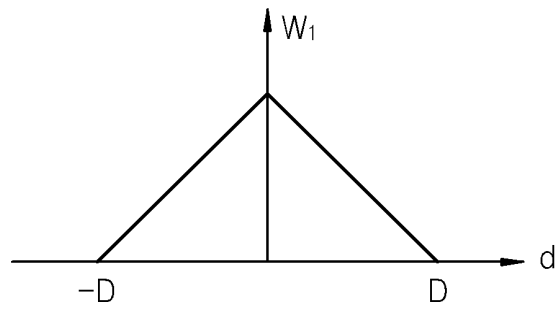
도면5



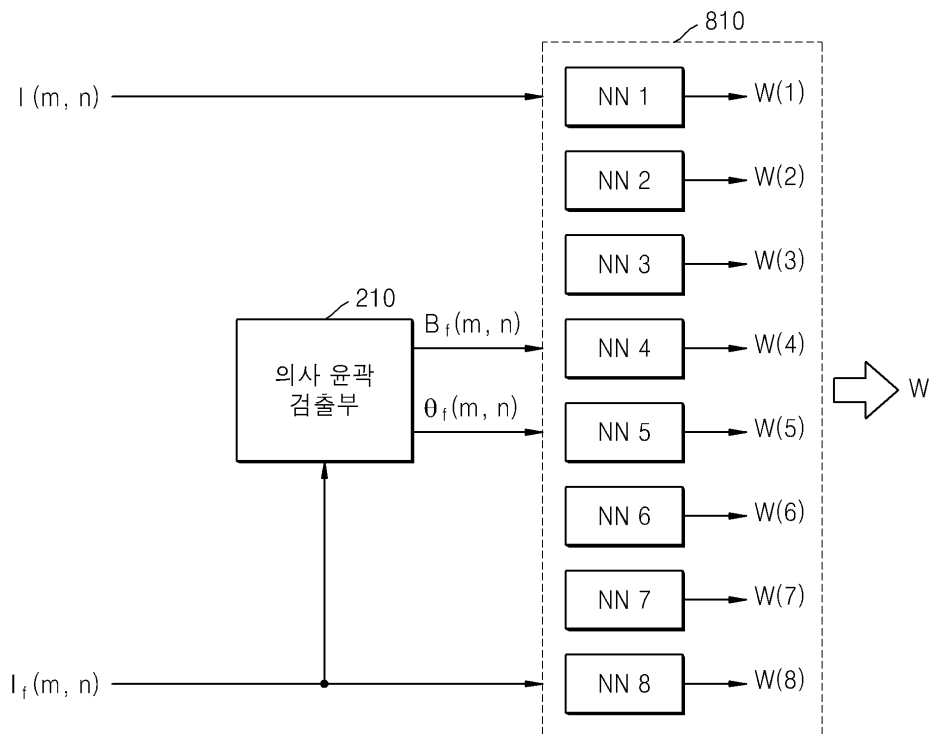
도면6



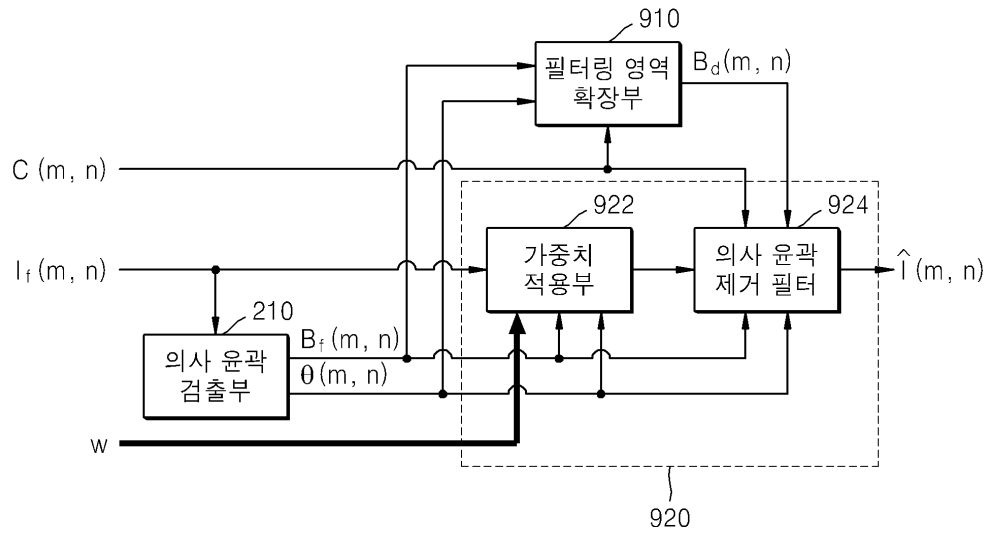
도면7



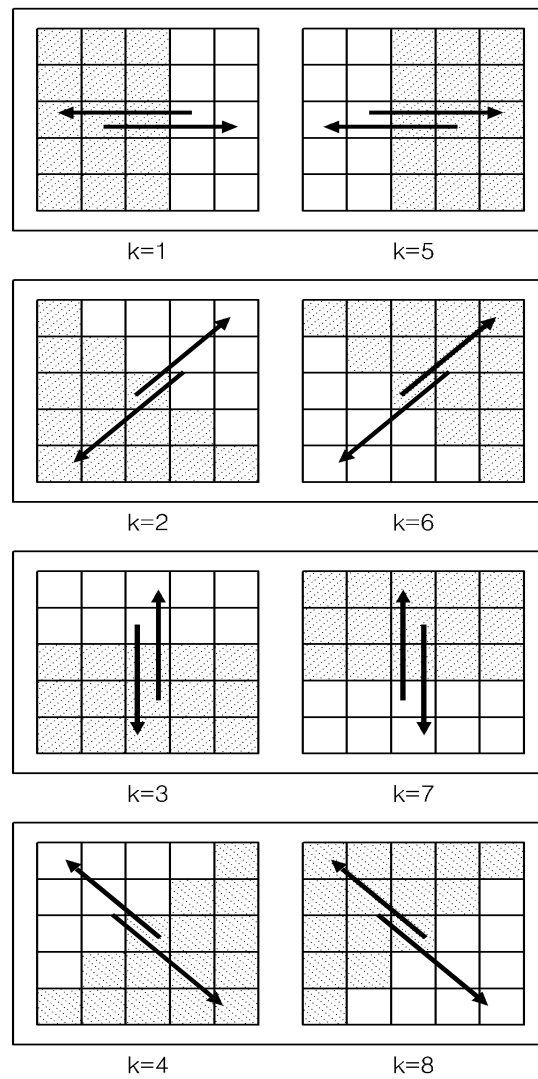
도면8



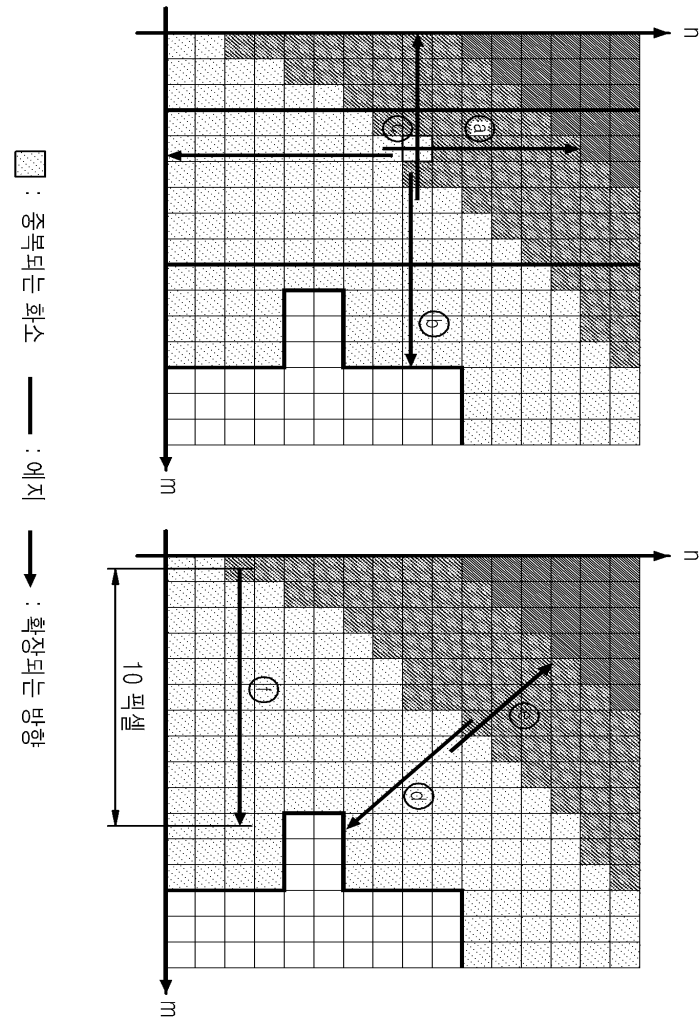
도면9



도면10



도면11



도면12

