(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0004775
(43) 공개일자 2008년01월10일

(51) Int. Cl.
A61B 8/13 (2006.01) *A61B 8/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0063497
(22) 출원일자 2006년07월06일
심사청구일자 2006년07월06일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울 서대문구 대현동 11-1 이화여자대학교내
(72) 발명자
김명희
경기도 성남시 분당구 궁내동 중앙하이츠빌리지 106동 302호
이유부
경기도 수원시 장안구 조원동 881 한일타운아파트 108동 1006호
(74) 대리인
김석현

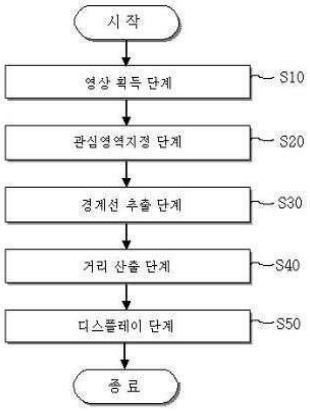
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법

(57) 요 약

본 발명은 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법에 관한 것으로서, 태아의 목덜미투명대 측정방법에 있어서, 태아의 목덜미투명대에 대한 초음파 영상을 획득하는 영상획득단계(S10), 초음파 영상으로부터 목덜미투명대 층의 경계선을 추출하는 경계선추출단계(S30), 경계선간의 거리를 자동으로 산출하는 거리산출단계(S40), 및 거리산출단계에서 산출된 값을 목덜미투명대의 두께로 하여 디스플레이하는 디스플레이단계(S50)를 포함한다. 따라서, 본 발명은 태아 목덜미투명대 초음파 영상으로부터 목덜미투명대 층의 경계선을 자동으로 추출하고, 추출된 경계선간의 거리를 자동으로 계산하여 태아 목덜미투명대의 두께 측정값을 외부로 디스플레이 되도록 함으로써 태아 목덜미투명대의 측정에 대한 정확성 및 편리성을 도모하며, 태아 목덜미투명대 초음파 영상에서의 객관적인 진단을 가능하도록 하는 효과를 가지고 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

태아의 목덜미투명대 측정방법에 있어서,

상기 태아의 목덜미투명대에 대한 초음파 영상을 획득하는 영상획득단계;

상기 초음파 영상으로부터 상기 목덜미투명대 층의 경계선을 추출하는 경계선추출단계;

상기 경계선간의 거리를 자동으로 산출하는 거리산출단계; 및

상기 거리산출단계에서 산출된 값을 상기 목덜미투명대의 두께로 하여 디스플레이하는 디스플레이단계

를 포함하는 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 영상획득단계에서 획득한 초음파 영상에 상기 목덜미투명대를 포함하는 관심 영역을 지정하는 관심영역지정단계를 더 포함하며,

상기 경계선추출단계는 상기 관심 영역 안에서 상기 목덜미투명대 층의 경계선을 추출하는 것

을 특징으로 하는 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 경계선추출단계는,

상기 목덜미투명대에서 길이방향으로 이루어지는 양측의 경계선을 각각 추출하여 거리산출단계에서 상기 양측의 경계선간의 거리를 산출하도록 하는 것

을 특징으로 하는 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 거리산출단계는,

상기 양측의 경계선 각각에 대해 하나의 픽셀을 중심으로 좌우 두개의 픽셀을 각각 선택하고, 각 픽셀의 좌표값을 통해 두 개 경계선 사이의 중점을 구하는 제 1 단계;

상기 제 1 단계에서 구해진 중점들을 지나는 직선을 선형회귀를 이용하여 구하는 제 2 단계;

상기 제 2 단계에서 구해진 직선에 수직인 직선 L1을 구하는 제 3 단계;

상기 제 1 단계에서 적용된 픽셀의 범위 안에서 상기 양측의 경계선의 각 픽셀을 지나는 직선 L2와 L3를 선형회귀를 이용하여 구하는 제 4 단계; 및

상기 제 3 및 제 4 단계에서 구해진 직선 L1과 L2, 직선 L1과 L3의 교차점을 각각 구하여 두 교차점의 거리를 계산하는 제 5 단계

를 포함하는 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 거리산출단계는,

상기 경계선간의 거리로부터 최대값, 최소값, 평균값 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 산출하며, 상기

디스플레이단계에서 산출된 값을 해당하는 의미와 함께 디스플레이되도록 하는 것

을 특징으로 하는 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 디스플레이단계는,

상기 최대값 또는 상기 최소값을 초음파 영상에 나타나는 목덜미투명대에 표시하는 것

을 특징으로 하는 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<9> 본 발명은 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 임신 10-13주 사이에 태아의 초음파 영상에서 유전적 질병의 발견과 예방을 위한 필수적 스크리닝(screening) 과정 중에 염색체이상 유무진단을 위해 가장 유용한 표식자인 목덜미투명대(NT: Nuchal Translucency) 두께를 자동으로 측정하는 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법에 관한 것이다.

<10> 일반적으로, 임산부의 건강 검진중 산전 초음파검사는 임신초기에 태아의 목덜미투명대(Nuchal Translucency, “NT"라고도 함) 두께를 측정하여 염색체 이상의 위험도를 검사하고, 그 이후 NT 두께가 증가되었는지를 통하여 태아의 기형 유무를 검사하고 있다.

<11> 이 중에서 목덜미투명대(NT)를 측정하기 위하여 임신 10~13주 사이에 태아의 초음파 영상에서 스크리닝(screening) 과정은 유전적 질병의 발견과 예방을 위해 가장 널리 사용되고 있으며, 특히 목덜미투명대(NT)의 두께는 삼염색체성(trisomy)과 관련된 염색체이상 유무 진단을 위해 가장 유용한 표식자로 널리 연구되고 있다.

<12> 이와 같은 종래의 목덜미투명대(NT)의 두께는 태아 목덜미투명대(NT)의 초음파 영상에서 목덜미투명대(NT) 층의 두 경계선 위에 임상전문가가 캘리퍼(caliper)를 직접 위치시킨 다음 수동으로 측정되고 있다.

<13> 그러나, 이러한 종래의 목덜미투명대(NT)의 두께 측정방법은 초음파 영상이 획득과정에서 발생하는 산란으로 인해 스펙클 노이즈(speckle noise) 및 드랍아웃(drop-out)을 가지게 됨으로서 관찰하고자 하는 대상기관의 경계선을 정확하게 추출하여 측정하는 것이 용이하지 않으며, 경계선을 수동으로 추적하여 측정하는 것은 관찰자의 주관적 판단에 의존하기 때문에 관찰자마다 동일한 크기에 대한 측정값이 달라질 뿐만 아니라, 관찰자 개인적으로도 동일 크기에 대한 측정값이 매번 달라지는 문제점을 가지고 있다.

<14> 그러므로, 목덜미투명대(NT)의 두께 측정에 대한 정확성 및 신뢰성을 현저하게 저하시킴으로써 본래 검사의 목적 달성을 어렵도록 하며, 목덜미투명대(NT)의 두께 측정 시 번거로움을 초래하여 검사에 소요되는 시간을 증가시킴으로써 효율적인 검사에 장애를 초래한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<15> 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 태아 목덜미투명대 초음파 영상으로부터 목덜미투명대 층의 경계선을 자동으로 추출하고, 추출된 경계선간의 거리를 자동으로 계산하여 태아 목덜미투명대의 두께 측정값을 외부로 디스플레이되도록 함으로써 태아 목덜미투명대의 측정에 대한 정확성 및 편리성을 도모하며, 태아 목덜미투명대 초음파 영상에서의 객관적인 진단을 가능하도록 하는 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법을 제공하는데 있다.

<16> 이와 같은 목적을 실현하기 위한 본 발명은, 태아의 목덜미투명대 측정방법에 있어서, 태아의 목덜미투명대에 대한 초음파 영상을 획득하는 영상획득단계, 초음파 영상으로부터 목덜미투명대 층의 경계선을 추출하는 경계선추출단계, 경계선간의 거리를 자동으로 산출하는 거리산출단계, 및 거리산출단계에서 산출된 값을 목덜미

투명대의 두께로 하여 디스플레이하는 디스플레이단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<17> 이하, 본 발명의 가장 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 더욱 상세히 설명하기로 한다.

<18> 도 1은 본 발명에 따른 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법을 도시한 흐름도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법은 태아의 목덜미투명대(Nuchal Translucency, "NT"라고도 함)에 대한 초음파 영상을 획득하는 영상획득단계(S10)와, 초음파 영상으로부터 목덜미투명대 층의 경계선을 추출하는 경계선추출단계(S30)와, 경계선간의 거리를 자동으로 산출하는 거리산출단계(S40)와, 거리산출단계(S40)에서 산출된 값을 목덜미투명대의 두께로 하여 디스플레이하는 디스플레이단계(S50)를 포함한다.

<19> 영상획득단계(S10)는 임산부로부터 태아의 초음파 영상을 획득하는 단계로서, 획득한 초음파 영상에는 목덜미투명대(NT)(도 2에 도시)가 나타나 있다.

<20> 한편, 영상획득단계(S10)에서 획득한 초음파 영상에 목덜미투명대(NT)를 포함하는 관심 영역을 지정하는 관심영역지정단계(S20)를 더 포함할 수 있다.

<21> 관심영역지정단계(S20)는 도 2에 도시된 바와 같이, 사용자의 인터랙션(interaction)에 의해 임의의 크기 M× N의 사각형 윈도우(rectangle window)로 관심 영역(Z)을 지정한다. 따라서, 초음파 영상에서 간섭에 의한 불필요한 잡음이나 다른 경계선영역을 피하여 지정된 윈도우, 즉 관심 영역(Z)의 범위 안에서 원하는 대상영역의 경계선을 추출 가능하도록 한다.

<22> 관심영역지정단계(S20)는 태아초음파 영상의 스캔(scan) 과정에서 태아의 움직임으로 인한 태아의 목덜미투명대(NT)의 위치가 달라지는 것에 적응 및 대처하여 원하는 영역 안에서만 경계선 추출을 할 수 있도록 범위를 제한한다.

<23> 경계선추출단계(S30)는 관심 영역(Z)안에서 각 픽셀(pixel)에 대해 다중의 영상특성(multiple image features)과 기하학 특성(geometrical feature)을 평가항들(cost terms)로 포함하는 평가함수(cost function)를 계산하여 그 값이 최소가 되는 최적의 경계선 위치를 결정하는데 다이나믹 프로그래밍(dynamic programming)방법을 기반으로 하여 태아 목덜미투명대(NT) 층의 경계선을 추출한다.

<24> 한편, 경계선추출단계(S30)는 경계선을 추출 시 목덜미투명대(NT)에서 길이방향으로 이루어지는 양측, 본 실시예에서 도 3에 도시된 바와 같이, 상측 및 하측 경계선(A,B)을 각각 추출하여 거리산출단계(S40)에서 양측의 경계선(A,B)간의 거리가 산출되도록 한다.

<25> 경계선추출단계(S30)에서 먼저, 경계선(A,B) 추출을 위해 정의되는 평가함수는 관심영역지정단계(S20)에서 지정된 M× N의 윈도우, 즉 관심영역(Z) 안에서 N 개의 점을 가진 모든 가능한 경계선을 B_N 이라하고, 아래의 수학식 1과 같이 정의된다.

<26> [수학식 1]

<27> $$B_N = \{ P_1, P_2, \ldots, P_{N-1}, P_N \}$$

<28> 여기서, p_{N-1}과 p_N은 수평의 이웃점이고, N 은 경계선의 길이를 표현한다. 또한 평가함수 $C(B_N)$은 가능한 경계선 B_N의 각 점에서 계산된 평가항들의 합으로 아래의 수학식 2와 같이 정의된다.

<29> [수학식 2]]

$$C(B_N) = c_f(p_1) + \sum_{i=2}^{N} (c_f(p_i) + c_g(p_{i-1}, p_i))$$

$$c_f(p_i) = \sum_{j=1}^{k} w_j f_j(p_i) \qquad (i = 1, \ldots, N)$$

<30> $$c_g(p_{i-1}, p_i) = w_{k+1} g(p_{i-1}, p_i) \qquad (i = 2, \ldots, N)$$

<31> 점 p_i에서, 평가함수에 포함되는 항 $c_f(p_i)$와 $c_g(p_{i-1},p_i)$에서 $f_j(p_i)$는 다중의 영상특성들(multiple image features)을 나타내는 항이고, $g(p_i-1,p_i)$는 기하학적 특성(geometrical feature)을 표현하는 항이며, w는 가중치 파라미터이다.

<32> 이 때, 영상특성을 위해 사용된 항의 수는 3으로 k값은 3으로 정의될 수 있다. 이러한 항들은 점 p_i에서 가장 분명한 영상특성을 정의하기 위해 사용된다. 픽셀 p_i에 대해, 평가함수에 포함된 항 $f_1(p_i)$는 수직 아래방향의 픽셀평균값을 계산하고, $f_2(p_i)$는 수직 위방향의 픽셀평균값을 계산한다.

<33> 세 번째 항 $f_3(p_i)$는 수직방향의 기울기를 계산하며, 마지막 $g(p_i-1,p_i)$는 경계선의 연속성을 유지하기 위한 항으로 참조 선과의 거리 값을 계산한다. 각 픽셀에 대해 평가함수를 계산한 후 경계선 추출을 위한 최적의 탐색을 위해 다이나믹 프로그래밍(dynamic programming) 방법을 사용한다. 이 방법은 전역적으로 영역을 탐색함으로써 스펙클(speckles)과 같은 잘못된 지역적 최소값을 피하고 정확한 경계선의 위치를 결정한다.

<34> 또한, 이러한 방법은 크게 평가 축적(cost accumulation) 과정과 역 추적(back-tracking) 과정으로 나뉜다. 평가축적의 과정을 살펴보면, 우선 사용자의 인터랙션에 의해 지정된 관심 영역(Z)의 위-왼쪽 좌표 값이 탐색을 위한 시작점(start-point) 위치가 되고, 위-오른쪽 좌표 값은 끝점(end-point)으로 정의된다.

<35> 평가 축적을 위해 시작점에서 출발하여 각 열(column)에 대해 수평 방향으로 조사를 하며, 각 열에 있는 픽셀은 평가함수를 계산하여 그 값이 최소가 되는 평가함수 값을 저장한다. 또한 현재 픽셀은 축적된 평가값이 최소가 되는 그 전 열의 위치를 포인터 배열에 저장하게 된다. 이러한 평가축적의 조사과정은 시작점의 열에서 끝점의 열까지 이루어진다.

<36> 관심 영역(Z) 안에서의 조사과정이 끝나면 마지막 열에서 가장 작은 평가 값을 갖는 픽셀의 위치를 찾고, 그 위치에서 출발하여 포인터 배열에 저장된 이전 열의 픽셀위치를 역방향으로 거슬러 추적하는 역 추적 과정을 수행한다.

<37> 역 추적과정은 그 위치가 시작 열에 이를 때까지 수행되며, 이 과정이 끝나면 도 3에 도시된 바와 같이, 찾고자 하는 경계선(A,B)을 얻게 되며, 그리고 나서 거리산출단계(S40)를 실시한다.

<38> 거리산출단계(S40)는 경계선추출단계(S30)에서 추출된 두 개의 경계선(A,B) 사이의 거리를 구하는 단계로서, 아래의 5단계의 세부과정을 수행한다.

<39> 먼저, 제 1 단계는 태아 목덜미투명대(NT) 층의 상측 경계선(A)과 하측 경계선(B)에 대해 한 픽셀을 중심으로 좌우 두 개의 픽셀을 각각 선택하고 각 픽셀의 좌표 값을 통해 두 개 경계선(A,B) 사이의 중점을 구한다.

<40> 제 2 단계는 일반적인 선형회귀를 이용하여 앞에서 구해진 중점들을 지나는 직선을 구한다.

<41> 제 3 단계는 제 2 단계에서 구해진 직선에 수직인 직선 L1을 구한다.

<42> 제 4 단계는 제 1 단계에서 적용된 픽셀의 범위 안에서 태아 목덜미투명대(NT) 층의 상측 경계선과 하측 경계선의 각 픽셀을 지나는 직선 L2 및 L3를 선형회귀를 이용하여 구한다.

<43> 마지막으로 제 5 단계는 제 3 및 제 4 단계에서 구해진 직선 L1과 L2, 직선 L1과 L3의 교차점을 각각

구하여 두 교차점간의 거리를 산출한다.

<44> 제 1 내지 제 5 단계의 과정을 통해서 계산된 거리 값은 태아의 목덜미투명대(NT) 두께 측정값이 되며 기울어진 경계선(A,B)에 수직인 직선의 거리를 구함으로써 정확한 측정값을 제공할 수 있으며, 이렇게 구해진 경계선(A,B)간의 거리에 대해서 연산과정을 거쳐서 최대값, 최소값, 평균값 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 산출할 수 있는데, 바람직하게는 최대값, 최소값, 평균값 모두를 산출한다.

<45> 디스플레이단계(S50)는 거리산출단계(S40)에서 구해진 경계선(A,B)간의 거리를 외부에 가시적으로 디스플레이하는 단계인데, 이 때, 거리의 최대값, 최소값, 평균값을 해당하는 의미와 함께 LCD나 OLED 모니터 또는 CRT 모니터 등과 같은 디스플레이수단을 통해서 디스플레이하게 되며, 도 4에 도시된 바와 같이, 이들을 팝업 윈도우로 제공할 수 있다.

<46> 디스플레이단계(S50)는 최대값 및 최소값을 가지는 경계선의 위치(M1,M2)(도 4에 도시)를 태아 목덜미투명대(NT)(도 2에 도시)의 영상에 가시적으로 표현할 수 있다. 이 때, 최대값과 최소값에 해당하는 경계선의 위치(M1,M2)를 태아의 목덜미투명대(NT) 영상 위에 색상을 달리하여, 예컨대 최대값의 위치(M1)는 녹색으로, 최소값의 위치는 노란색(M2)으로 각각 표시할 수 있다.

<47> 이상과 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 태아 목덜미투명대(NT) 층의 경계선(A,B)을 추출하여 추출된 경계선(A,B)간의 거리 계산을 통하여 목덜미투명대(NT)의 두께가 자동으로 산출되도록 함으로써 목덜미투명대(NT)의 두께 측정에 객관성을 부여하여 신뢰성을 가지는 정확한 검진이 가능하도록 하며, 종래에서와 같이 태아 목덜미투명대(NT)의 두께 측정에 대한 정확성 및 신뢰성을 저하시키는 문제점과 측정에 소요되는 시간과 노력의 증가에 대한 문제점을 해결하였다.

<48> 또한, 태아 목덜미투명대(NT)의 초음파 영상으로부터 경계선(A,B)을 추출하는 과정이 관찰자에 의해 지정되는 관심 영역(Z) 안에서만 이루어지도록 함으로써 초음파 영상의 획득과정에서 발생하는 산란으로 인해 스펙클 노이즈(speckle noise) 및 드랍아웃(drop-out)등을 방지하여 목덜미투명대(NT)의 경계선을 정확하게 추출하도록 한다.

<49> 그리고, 목덜미투명대(NT) 두께의 최대값, 최소값 및 평균값은 물론 최대값과 최소값을 가지는 지점(M1,M2)을 가시적으로 나타냄으로써 관찰자의 용이한 진단은 물론 효율적인 진단을 가능하도록 한다. 나아가서, 초음파진단기의 세계 시장에서 국내 의료시스템의 경쟁력을 강화시킬 수 있는 가능성을 함께 제시한다.

발명의 효과

<50> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법은 태아 목덜미투명대(Nuchal Translucency, “NT"라고도 함) 초음파 영상에서의 스크리닝(screening)에서 필수적으로 수행되어지는 목덜미투명대의 두께를 자동으로 산출함으로써 일반적으로 수행되고 있는 수동적인 측정방법에 의해 발생하는 비효율성과 측정치에 대한 변이성을 배제하도록 하여 태아 목덜미투명대의 측정에 대한 정확성 및 편리성을 도모함과 아울러 객관적인 진단을 가능하도록 하는 효과를 가지고 있다.

<51> 또한, 본 발명에 따른 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법은 초음파 영상에서 관심 영역의 설정을 통해서 초음파 영상의 간섭에 의한 불필요한 잡음 등을 최소화하여 정확한 경계선의 추출을 통한 측정의 정확도를 향상시키며, 태아 목덜미투명대의 두께에 대한 최대값, 최소값, 평균값은 물론 최대값 및 최소값의 위치를 가시적으로 디스플레이함으로써 관찰자가 용이하고도 정확한 진단을 할 수 있도록 하는 효과를 가지고 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따른 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법을 도시한 흐름도이고,

<2> 도 2는 본 발명에 따른 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법의 관심영역지정단계를 실시한 결과를 도시한 도면이고,

<3> 도 3은 본 발명에 따른 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법의 경계선추출단계를 실시한 결과를 도시한 도면이고,

<4> 도 4는 본 발명에 따른 태아 초음파 영상에서 목덜미투명대의 자동 측정방법의 디스플레이단계에서 디스플레이된 모습을 도시한 도면이다.

<5> < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

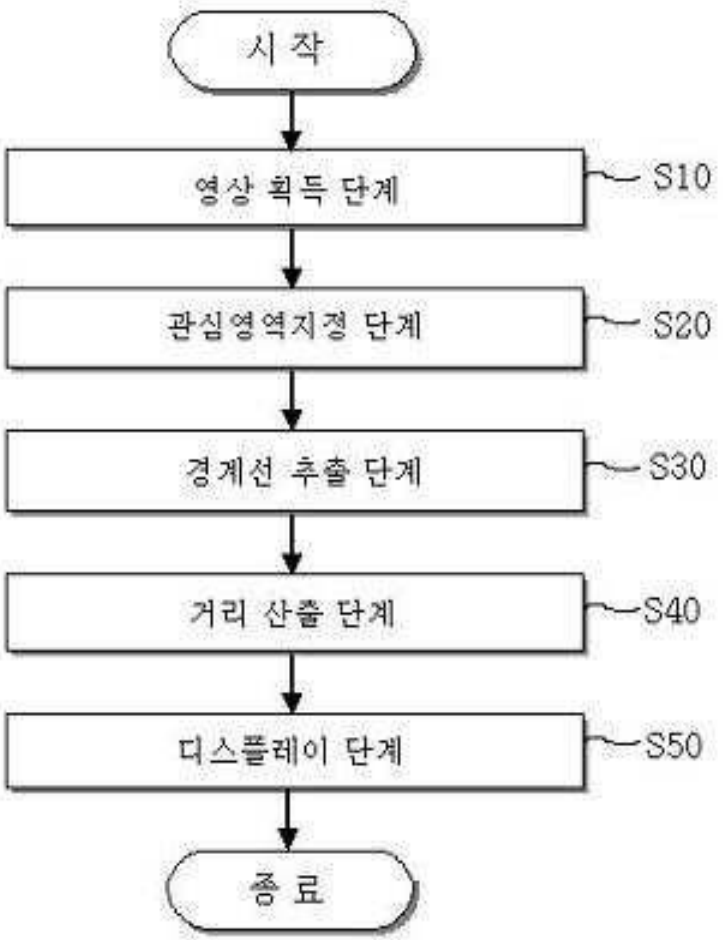
<6> NT : 목덜미투명대 Z : 관심영역

<7> A : 목덜미투명대의 상측 경계선 B : 목덜미투명대의 하측 경계선

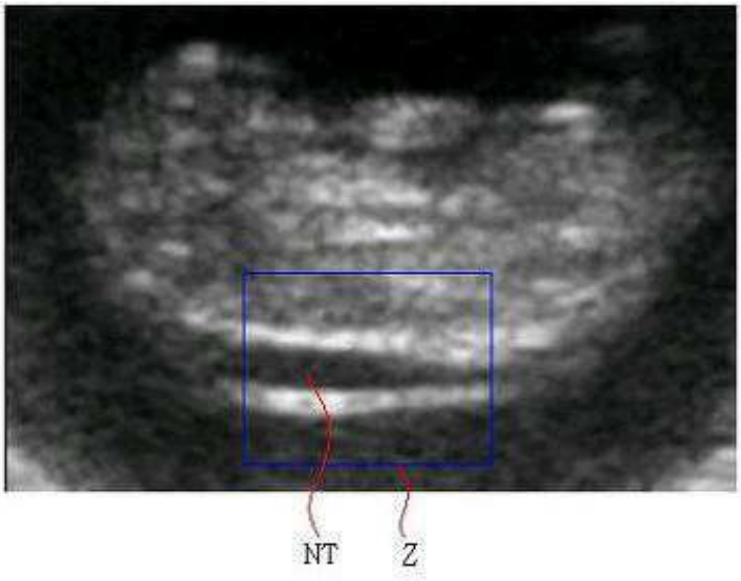
<8> M1 : 목덜미투명대 두께의 최대값 M2 : 목덜미투명대 두께의 최소값

도면

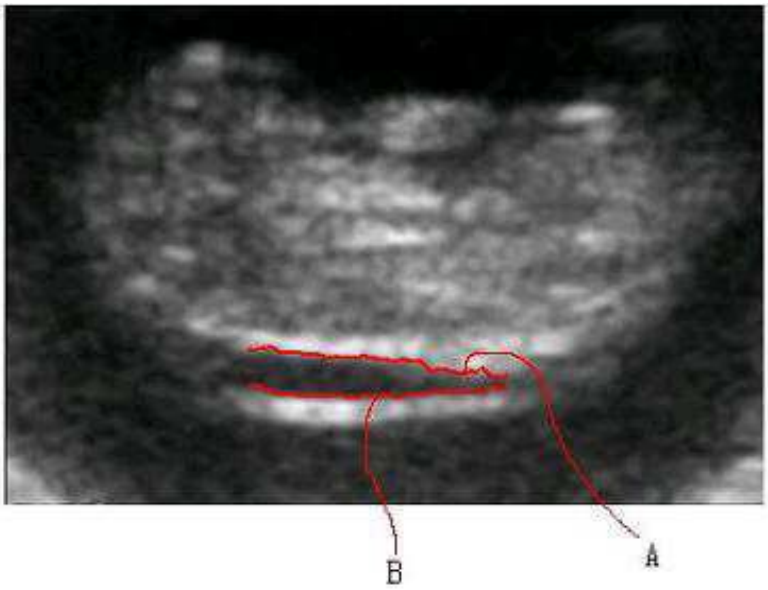
도면1



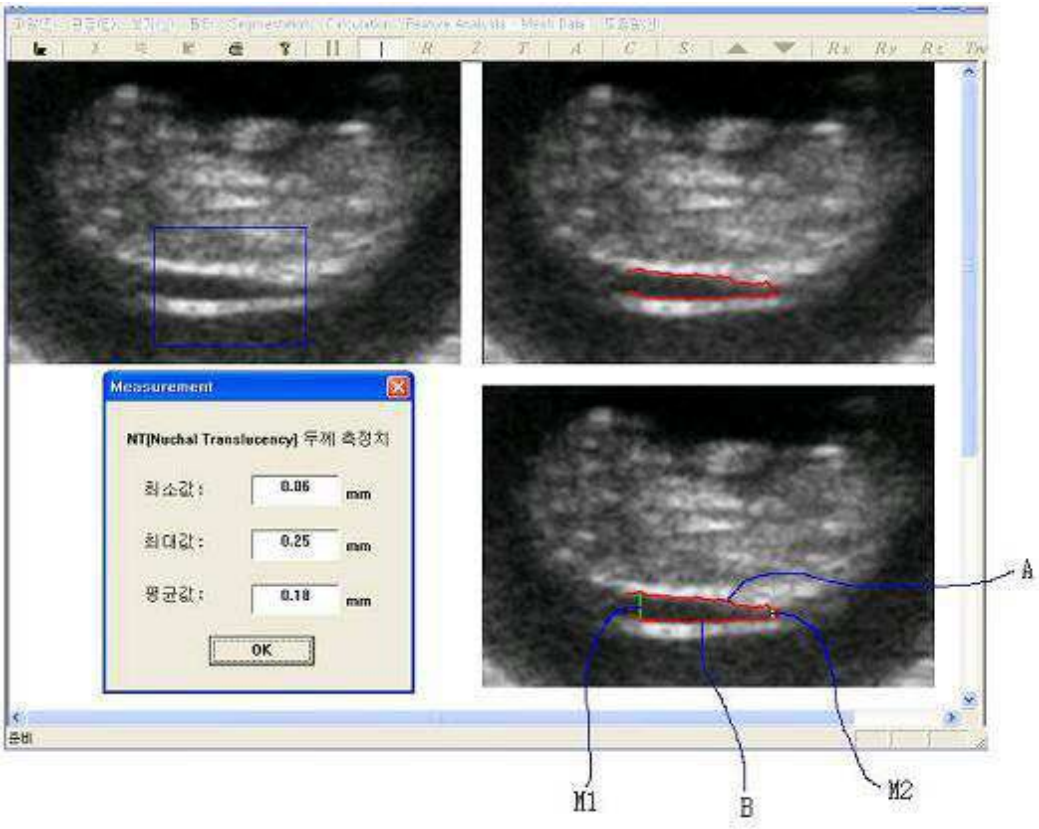
도면2



도면3



도면4


Measurement
NT(Nuchal Translucency) 두께 측정치
최소값 : 0.06 mm
최대값 : 0.25 mm
평균값 : 0.18 mm
OK
A
M1
B
M2