(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년02월03일
(11) 등록번호 10-1702581
(24) 등록일자 2017년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 13/89 (2006.01) *G01S 13/42* (2006.01)
G01S 13/44 (2006.01) *G01S 13/88* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 13/89 (2013.01)
G01S 13/426 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0179592
(22) 출원일자 2015년12월15일
심사청구일자 2015년12월15일
(56) 선행기술조사문헌
JP1987069177 A
KR101451788 B1
JP2007248216 A
JP2004144524 A

(73) 특허권자
국방과학연구소

(72) 발명자
박현규
황규영

(뒷면에 계속)

(74) 대리인
박장원

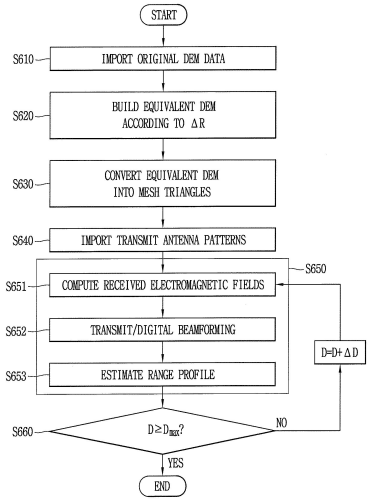
전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 변영석

(54) 발명의 명칭 **레이다 스캔 영상 처리 장치 및 그 처리 방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 레이다 스캔 영상 처리 장치는, 지형에 대한 지형 입력 데이터 및 송신 안테나 패턴에 대한 안테나 패턴 데이터를 수신하는 인터페이스부; 및 레이다의 거리 분해능에 기반하여 상기 지형 입력 데이터로부터 등가지형모델을 생성하고, 상기 등가지형모델의 표면을 메쉬로 격자화하고, 상기 격자화된 표면에 상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대한 수신된 신호로부터 레이다 스캔 영상을 생성하는 제어부를 포함하고, 실제 지형을 평면 구조의 스텝 지형으로 단순화하여, 메쉬 수를 감소시킬 수 있다.

대 표 도 - 도6



(52) CPC특허분류
G01S 13/44 (2013.01)
G01S 13/882 (2013.01)
(72) 발명자
추호성

변강일

명 세 서

청구범위

청구항 1

레이다 스캔 영상 처리 장치에 있어서,

지형에 대한 지형 입력 데이터 및 송신 안테나 패턴에 대한 안테나 패턴 데이터를 수신하는 인터페이스부; 및

레이다의 거리 분해능에 기반하여 상기 지형 입력 데이터로부터 등가지형모델을 생성하고, 상기 등가지형모델의 표면을 메쉬로 격자화하고, 상기 격자화된 표면에 상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대한 수신된 신호로부터 레이다 스캔 영상을 생성하는 제어부를 포함하는, 레이다 스캔 영상 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수신된 신호는 주파수 영역에서의 진폭과 위상을 역 푸리에 변환한 시간 영역 신호인, 레이다 스캔 영상 처리 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 수신된 신호는 특정 각도 영역에서 D개의 방향에 대해서 변환된 시간 영역 신호이고, 상기 제어부는 순차적으로 상기 방향의 개수를 증가시켜 변환을 수행하는, 레이다 스캔 영상 처리 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 시간 영역 신호에 대하여 문턱값 이상의 국부 피크를 결정하고, 상기 국부 피크에서의 국부 피크값에 기반하여 상기 레이다 스캔 영상의 고도 정보를 결정하는, 레이다 스캔 영상 처리 장치.

청구항 5

레이다 스캔 영상 처리 방법에 있어서,

지형에 대한 지형 입력 데이터를 수신하는 지형 입력 데이터 수신 과정;

레이다의 거리 분해능에 기반하여 상기 지형 입력 데이터로부터 등가지형모델을 생성하는 등가지형모델 생성 과정;

상기 등가지형모델의 표면을 메쉬로 격자화하는 격자화 과정;

송신 안테나 패턴에 대한 안테나 패턴 데이터를 수신하는 안테나 패턴 데이터 수신 과정; 및

상기 격자화된 표면에 상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대한 수신된 신호로부터 레이다 스캔 영상을 생성하는 레이다 스캔 영상 생성 과정을 포함하는, 레이다 스캔 영상 처리 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

레이다 스캔 영상 생성 과정은,

상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대하여 수신된 신호의 주파수 영역에서의 진폭과 위상을 역 푸리에 변환하여 시간 영역 신호로 연산하는 신호 연산 과정;

각각의 방향에 관하여 수신된 신호를 시간 영역 신호로 연산하기 위하여 빔 조향을 수행하는 빔 조향 과정; 및

상기 각각의 방향에 관하여 고도 프로파일을 예측하는 고도 프로파일 예측 과정을 포함하는, 레이다 스캔 영상 처리 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 각각의 방향의 개수가 특정 값 이하인 경우, 상기 개수를 증가시켜 상기 신호 연산 과정을 수행하도록 판단하는 분해능 판단 과정을 더 포함하는, 레이다 스캔 영상 처리 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 모노펄스 레이다 스캔 영상 처리 장치 및 그 처리 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, EM(Electro Magnetic) 시뮬레이션 복잡도 개선을 위한 등가지형 생성 및 레이다 스캔 영상 도출 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 항공기나 미사일 등의 비행체에 안테나를 탑재하여 지면 방향으로 전파를 송수신함으로써 지형의 고도 프로파일을 획득하고, 이를 이용하여 레이다 스캔 영상을 생성할 수 있다. EM 시뮬레이션을 통해 이러한 상황을 모사하여 지형의 정확한 고도 프로파일 및 레이다 스캔 영상을 도출하기 위해서는, 실제 지형을 모사하여 제작한 지형 모델에 대하여 안테나의 특성을 정밀하게 반영하여 전자파 수치해석을 수행하여야 한다. 대형구조물에 대한 전자파 수치해석에 가장 널리 사용되는 광선 추적(Ray Tracing) 기법의 경우, 시뮬레이션에 소요되는 시간 및 메모리가 상대적으로 적은 장점이 있으나, 전자파의 산란/분산/회절 등의 반영이 어려워 정확도가 떨어지는 한계가 존재한다. 반면 모멘트법(Method of Moments)에 기반한 수치해석 기법의 경우, 전자기적 현상을 반영한 정확한 해를 구할 수 있으나, 지형과 같은 대형구조물에 대한 해석에는 매우 많은 시간과 메모리가 소요되는 단점을 가지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여 안출된 것으로, EM(Electro Magnetic) 시뮬레이션 복잡도 개선을 위한 등가지형 생성 및 레이다 스캔 영상 도출 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 레이다 스캔 영상 처리 장치는, 지형에 대한 지형 입력 데이터 및 송신 안테나 패턴에 대한 안테나 패턴 데이터를 수신하는 인터페이스부; 및 레이다의 거리 분해능에 기반하여 상기 지형 입력 데이터로부터 등가지형모델을 생성하고, 상기 등가지형모델의 표면을 메쉬로 격자화하고, 상기 격자화된 표면에 상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대한 수신된 신호로부터 레이다 스캔 영상을 생성하는 제어부를 포함하고, 실제 지형을 평면 구조의 스텝 지형으로 단순화하여, 메쉬 수를 감소시킬 수 있다.

[0005] 일 실시예에 따르면, 상기 수신된 신호는 주파수 영역에서의 진폭과 위상을 역 푸리에 변환한 시간 영역 신호일 수 있다.

[0006] 일 실시예에 따르면, 상기 수신된 신호는 특정 각도 영역에서 D개의 방향에 대해서 변환된 시간 영역 신호이고, 상기 제어부는 순차적으로 상기 방향의 개수를 증가시켜 변환을 수행할 수 있다.

[0007] 일 실시예에 따르면, 상기 시간 영역 신호에 대하여 문턱값 이상의 국부 피크를 결정하고, 상기 국부 피크에서의 국부 피크값에 기반하여 상기 레이다 스캔 영상의 고도 정보를 결정할 수 있다.

[0008] 본 발명에 따른 레이다 스캔 영상 처리 방법은, 지형에 대한 지형 입력 데이터를 수신하는 지형 입력 데이터 수신 과정; 레이다의 거리 분해능에 기반하여 상기 지형 입력 데이터로부터 등가지형모델을 생성하는 등가지형모델 생성 과정; 상기 등가지형모델의 표면을 메쉬로 격자화하는 격자화 과정; 송신 안테나 패턴에 대한 안테나

패턴 데이터를 수신하는 안테나 패턴 데이터 수신 과정; 및 상기 격자화된 표면에 상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대한 수신된 신호로부터 레이다 스캔 영상을 생성하는 레이다 스캔 영상 생성 과정을 포함한다.

[0009] 일 실시예에 따르면, 레이다 스캔 영상 생성 과정은, 상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대하여 수신된 신호의 주파수 영역에서의 진폭과 위상을 역 푸리에 변환하여 시간 영역 신호로 연산하는 신호 연산 과정; 각각의 방향에 관하여 수신된 신호를 시간 영역 신호로 연산하기 위하여 빔 조향을 수행하는 빔 조향 과정; 및 상기 각각의 방향에 관하여 고도 프로파일을 예측하는 고도 프로파일 예측 과정을 포함할 수 있다.

[0010] 일 실시예에 따르면, 상기 각각의 방향의 개수가 특정 값 이하인 경우, 상기 개수를 증가시켜 상기 신호 연산 과정을 수행하도록 판단하는 분해능 판단 과정을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면, 등가화된 지형 모델을 이용할 경우, 복잡한 굴곡을 가지는 실제 지형을 평면 구조의 스텝 지형으로 단순화할 수 있으므로 mesh 수를 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0012] 또한, 본 발명에 따르면, 해석에 소요되는 메모리를 감소시킴으로써 보다 높은 주파수에서 모멘트법에 기반한 시뮬레이션이 가능토록하며, 특히 해석 시간을 큰 폭으로 감소시켜 시뮬레이션의 효율성을 증가시킬 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 관련된 정밀지형모델 및 등가지형 모델을 도시한다.

도 2는 본 발명과 관련된 정밀지형모델에 대한 레이다 스캔 영상 및 등가지형 모델에 대한 레이다 스캔 영상을 도시한다.

도 3은 본 발명에 따른 레이다 스캔 영상 처리 장치의 상세한 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 빔 조향에 대한 수신된 신호의 시간 영역 버전을 나타낸다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른, 시간 영역 신호의 국부피크값의 평균값/중간값/최대값을 도시한다.

도 6은 본 발명에 따른 레이다 스캔 영상 처리 방법의 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다.

[0015] 본 발명은 레이다 스캔 영상 처리 장치 및 영상 처리 방법을 제안한다.

[0016] 이하, 본 발명에 따른 레이다 스캔 영상 처리 장치 및 영상 처리 방법을 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다.

[0017] 즉, 본 발명에서는 상기한 모멘트법에 기반한 수치해석 기법의 단점을 개선하는 방안을 제시한다. 모멘트법에서는 분석 대상 구조물의 표면을 해석 주파수에서의 파장의 10% 정도의 크기로 격자화(meshing) 하여 해석을 수행하고, 이때 생성된 mesh의 개수가 많을수록 해석에 소요되는 시간과 메모리가 기하급수적으로 증가한다. 따라서 실제 지형을 정밀하게 모사한 지형 모델의 경우, X-band 이상의 높은 해석 주파수에서는 많은 메쉬(mesh)로 인해 해석이 거의 불가능하다.

[0018] 이에 본 발명에서는 상기한 문제를 해결하기 위하여 다수의 스텝 구조를 이용한 등가지형모델 생성 방법을 제시한다. 등가지형모델의 유효성 및 효율성은 각 스텝의 높이 차에 의해 결정되며, 상호교환(tradeoff) 관계를 갖는다. 예를 들어, 스텝의 높이 차가 클수록 더 적은 수의 mesh가 생성되어 해석 시간이 감소해 효율성이 증가

하나, 정밀지형모델에 대한 해석 결과와의 차이가 증가해 유효성이 감소한다.

[0019] 따라서, 본 발명에서는 레이다의 최소거리 분해능을 스텝의 크기를 결정하는 기준으로 제안하고자 한다. 이와 관련하여, 도 1은 본 발명에 관련된 정밀지형모델 및 등가지형 모델을 도시한다. 한편, 도 2는 본 발명과 관련된 정밀지형모델에 대한 레이다 스캔 영상 및 등가지형 모델에 대한 레이다 스캔 영상을 도시한다.

[0020] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 스텝의 크기를 레이다의 최소거리 분해능까지 증가시키는 경우, 고도 프로파일을 이용해 생성한 레이더 스캔 영상이 정밀지형모델과 등가지형모델 간에 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 하지만, 최소거리 분해능보다 스텝의 크기가 클 경우, 전자파 수치해석을 통해 도출된 레이더 스캔 영상이 실제 지형과 다르게 왜곡될 수 있다.

[0021] 따라서, 이하에서 후술될 레이다 스캔 영상 처리 장치 및 레이다 스캔 영상 처리 방법에서 상기 최소거리 분해능에 기반한 영상 처리 방법에 대해 살펴보기로 한다.

[0022] 이와 관련하여, 도 3은 본 발명에 따른 레이다 스캔 영상 처리 장치의 상세한 구성을 나타낸 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 레이다 스캔 영상 처리(100)는 인터페이스부(110), 제어부(120) 및 메모리(130)를 포함한다.

[0023] 상기 인터페이스부(110)는 지형에 대한 지형 입력 데이터 및 송신 안테나 패턴에 대한 안테나 패턴 데이터를 수신한다.

[0024] 상기 제어부(120)는 레이다의 거리 분해능에 기반하여 상기 지형 입력 데이터로부터 등가지형모델을 생성하고, 상기 등가지형모델의 표면을 메쉬로 격자화한다.

[0025] 즉, 레이다의 최소거리 분해능을 고려하여 지형의 DEM(Digital Elevation Model) 정보를 다중 스텝 구조로 등가화 한 등가지형모델을 생성하고, EM 시뮬레이션을 수행하기 위해 등가지형모델의 표면을 삼각형 mesh의 조합으로 격자화한다. 이와 관련하여, 최소거리 분해능 ΔR은 아래의 수학식 1과 같이 결정될 수 있다.

수학식 1

[0026] $$\Delta R = \frac{c}{2B}$$

[0027] 여기서, c 및 B는 각각 빛의 속도 및 대역폭을 나타낸다.

[0028] 또한, 상기 제어부(120)는 상기 격자화된 표면에 상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대한 수신된 신호로부터 레이다 스캔 영상을 생성한다. 이때, 상기 수신된 신호는 주파수 영역에서의 진폭과 위상을 역 푸리에 변환한 시간 영역 신호일 수 있다.

[0029] 즉, EM 시뮬레이션 시, 안테나의 조향각을 조절하여 총 개의 방향으로 빔 조향을 수행하고, 각 방향별로 수신된 전계(Electric field)의 주파수영역에서의 진폭과 위상을 계산한다.

[0030] 이와 관련하여, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 빔 조향에 대한 수신된 신호의 시간 영역 버전을 나타낸다.

[0031] 도 4에 도시된 바와 같이, 계산된 진폭 및 위상을 역 푸리에 변환하여 시간영역 신호를 얻을 수 있으며, 이를 통해 지형모델의 고도 프로파일(1D)을 도출할 수 있다. 최종적으로 각 방향에서의 고도 프로파일을 취합함으로써 레이다 스캔 영상(2D)을 생성한다.

[0032] 이와 관련하여, 상기 수신된 신호는 특정 각도 영역에서 D개의 방향에 대해서 변환된 시간 영역 신호이고, 상기 제어부(120)는 순차적으로 상기 방향의 개수를 증가시켜 변환을 수행할 수 있다.

[0033] 한편, 도 1을 참조하면, 파장이 2cm인 경우(주파수 15GHz) 정밀지형모델은 109,251개의 삼각형 mesh를 가지는 반면, 스텝 간격이 0.3m인 등가지형모델은 63%인 68,850개의 mesh 만으로 표현이 가능하다. 이와 관련하여, 정밀지형모델에 대한 시뮬레이션에는 407시간이 소요되는 반면, 등가지형모델의 경우 40%인 162시간으로 크게 감소한다.

[0034] 또한, 상공에 위치한 안테나로 특정 방향의 지면을 향해 송/수신을 수행할 때, 안테나와 안테나의 빔 폭 내에

위치하는 영역 간의 거리는 일정하지 않으며, 이는 도 4에서 도시된 바와 같이 수신신호에의 다양한 시간지연으로 나타난다.

[0035] 이와 관련하여, 수신신호에서 초의 시간지연은 고도 프로파일에서 미터의 이격거리에 대응되므로, 지형모델의 고도 프로파일에도 다양한 이격거리를 갖는 값들이 존재하게 된다. 따라서 본 발명에서는 안테나가 지향하는 방향으로의 고도 정보를 하나의 값으로 특정하기 위하여, 시간영역 신호에서 사전에 정의한 문턱값(threshold) 이상의 국부피크값(local peak)을 취하고, 이 값들의 평균값/중간값/최대값을 이용하는 방안을 제시한다.

[0036] 이와 관련하여, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른, 시간 영역 신호의 국부피크값의 평균값/중간값/최대값을 도시한다.

[0037] 즉, 상기 제어부(120)는, 상기 시간 영역 신호에 대하여 문턱값 이상의 국부 피크를 결정하고, 상기 국부 피크에서의 국부 피크값에 기반하여 상기 레이다 스캔 영상의 고도 정보를 결정할 수 있다.

[0038] 한편, 도 4를 참조하면, 시간영역 신호에서는 문턱값 이상의 다섯 개의 국부피크값(p_1 ~ p_5)이 존재한다. 이때, 평균값은 다섯 개 국부피크값의 절대값을 산술평균하여 구하며, 중간값은 다섯 개 국부피크값의 절대값 중 중간 크기의 값으로 정의한다. 마지막으로, 다섯 개 국부피크값의 절대값 중 가장 큰 값을 최대값으로 한다.

[0039] 이와 관련하여, 상기 메모리(130)는 상기 지형 입력 데이터, 안테나 패턴 데이터 레이다 스캔 영상 및 이들의 처리와 관련된 값들을 저장한다.

[0040] 한편, 전술된 레이다 스캔 영상 처리 장치와 관련된 내용은 레이다 스캔 영상 처리 방법에 적용될 수 있음은 물론이다.

[0041] 이와 관련하여, 도 6은 본 발명에 따른 레이다 스캔 영상 처리 방법의 흐름도를 도시한다.

[0042] 상기 레이다 스캔 영상 처리 방법은 지형 입력 데이터 수신 과정(S610), 등가지형모델 생성 과정(S620), 격자화 과정(S630), 안테나 패턴 데이터 수신 과정(S640) 및 레이다 스캔 영상 생성 과정(S650)을 포함한다.

[0043] 한편, 상기 레이다 스캔 영상 생성 과정(S650)은 신호 연산 과정(S651), 빔 조향 과정(S652) 및 고도 프로파일 예측 과정(S653)을 포함할 수 있다.

[0044] 또한, 상기 레이다 스캔 영상 처리 방법은 분해능 판단 과정(S660)을 더 포함할 수 있다.

[0045] 상기 지형 입력 데이터 수신 과정(S610)은 지형에 대한 지형 입력 데이터를 수신한다. 즉, 원시 DEM 데이터를 import한다.

[0046] 상기 등가지형모델 생성 과정(S620)은 레이다의 거리 분해능에 기반하여 상기 지형 입력 데이터로부터 등가지형모델을 생성한다. 즉, 수학식 1에서의 ΔR에 기반하여, 등가 DEM 모델을 생성한다.

[0047] 상기 격자화 과정(S630)은 상기 등가지형모델의 표면을 메쉬로 격자화한다. 예를 들어, 상기 등가 DEM 모델을 삼각 메쉬로 변환할 수 있다.

[0048] 상기 안테나 패턴 데이터 수신 과정(S640)은 송신 안테나 패턴에 대한 안테나 패턴 데이터를 수신한다. 즉, 송신 안테나 패턴들을 import한다.

[0049] 상기 레이다 스캔 영상 생성 과정(S650)은 상기 격자화된 표면에 상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대한 수신된 신호로부터 레이다 스캔 영상을 생성한다.

[0050] 상기 신호 연산 과정(S651)은 상기 안테나 패턴 데이터에 기반한 빔 조향에 대하여 수신된 신호의 주파수 영역에서의 진폭과 위상을 역 푸리에 변환하여 시간 영역 신호로 연산한다. 즉, 수신된 전자기 필드를 연산한다.

[0051] 상기 빔 조향 과정(S652)은 각각의 방향에 관하여 수신된 신호를 시간 영역 신호로 연산하기 위하여 빔 조향을 수행한다. 즉, 송신 빔포밍을 수행한다. 이와 관련하여, 상기 송신 빔포밍은 아날로그 빔포밍 또는 디지털 빔포밍 중 적어도 하나일 수 있다.

[0052] 상기 고도 프로파일 예측 과정(S653)은 상기 각각의 방향에 관하여 고도 프로파일을 예측한다. 이때, 상기 고도 프로파일은 거리(range) 프로파일일 수 있다.

[0053] 상기 분해능 판단 과정(S660)은 상기 각각의 방향의 개수가 특정 값 이하인 경우, 상기 개수를 증가시켜 상기 신호 연산 과정을 수행하도록 판단한다. 즉, 각도와 관련된 분해능(D)이 최소 분해능(Dmax)보다 작으면, D를 순

차적으로 증가시면서 상기 레이다 스캔 영상 생성 과정(S650)을 수행한다.

[0054] 전술한 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나에 따르면, 등가화된 지형 모델을 이용할 경우, 복잡한 굴곡을 가지는 실제 지형을 평면 구조의 스텝 지형으로 단순화할 수 있으므로 mesh 수를 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0055] 또한, 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나에 따르면, 해석에 소요되는 메모리를 감소시킴으로써 보다 높은 주파수에서 모멘트법에 기반한 시뮬레이션이 가능토록하며, 특히 해석 시간을 큰 폭으로 감소시켜 시뮬레이션의 효율성을 증가시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0056] 소프트웨어적인 구현에 의하면, 본 명세서에서 설명되는 절차 및 기능 뿐만 아니라 각각의 구성 요소들은 별도의 소프트웨어 모듈로도 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 모듈들 각각은 본 명세서에서 설명되는 하나 이상의 기능 및 작동을 수행할 수 있다. 적절한 프로그램 언어로 쓰여진 소프트웨어 어플리케이션으로 소프트웨어 코드가 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되고, 제어부(controller) 또는 프로세서(processor)에 의해 실행될 수 있다.

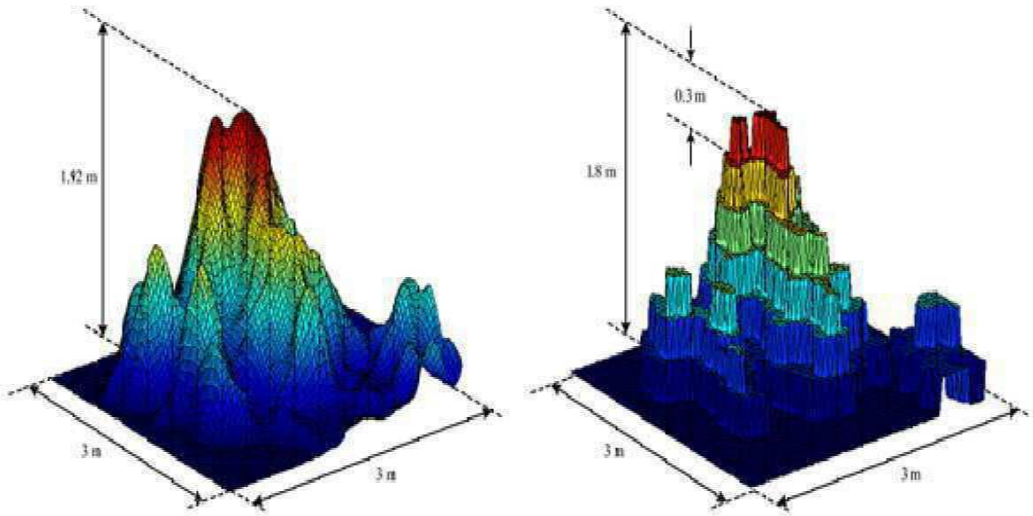
부호의 설명

[0057] 100: 레이다 스캔 영상 처리 110: 인터페이스부

120: 제어부 130: 메모리

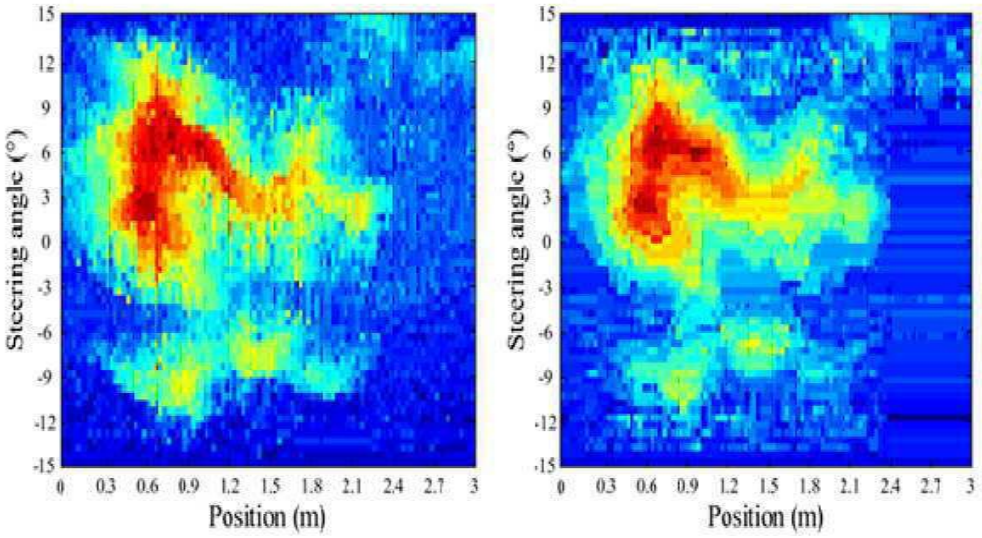
도면

도면1



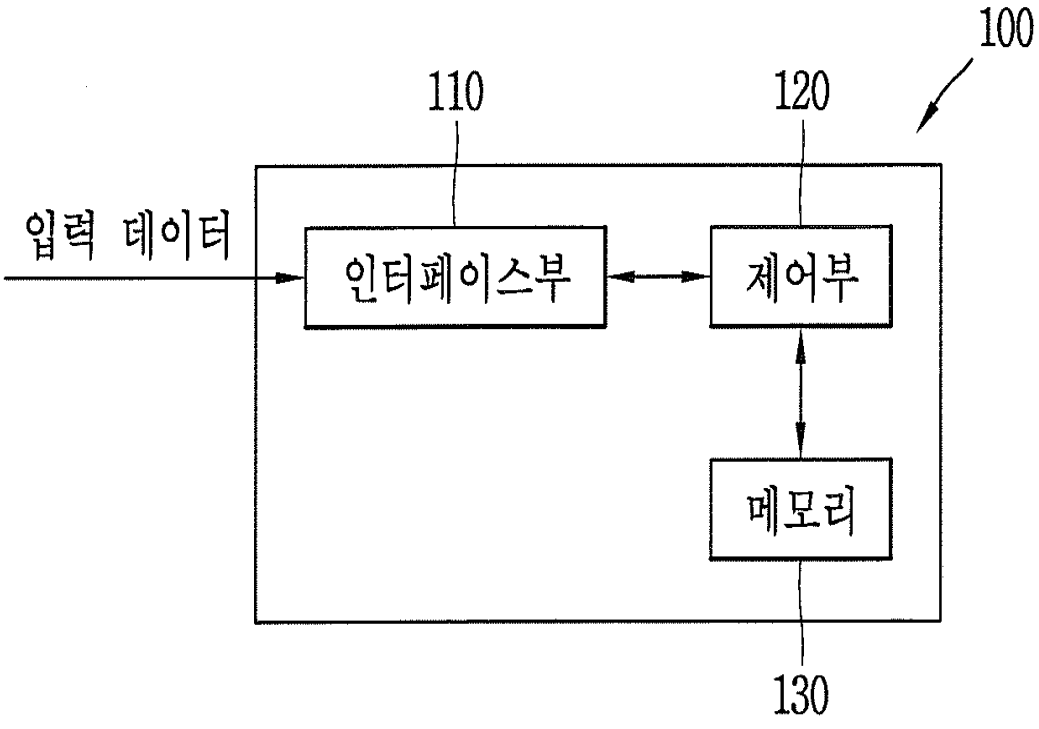
(a) 정밀지형모델 (b) 등가지형모델

도면2

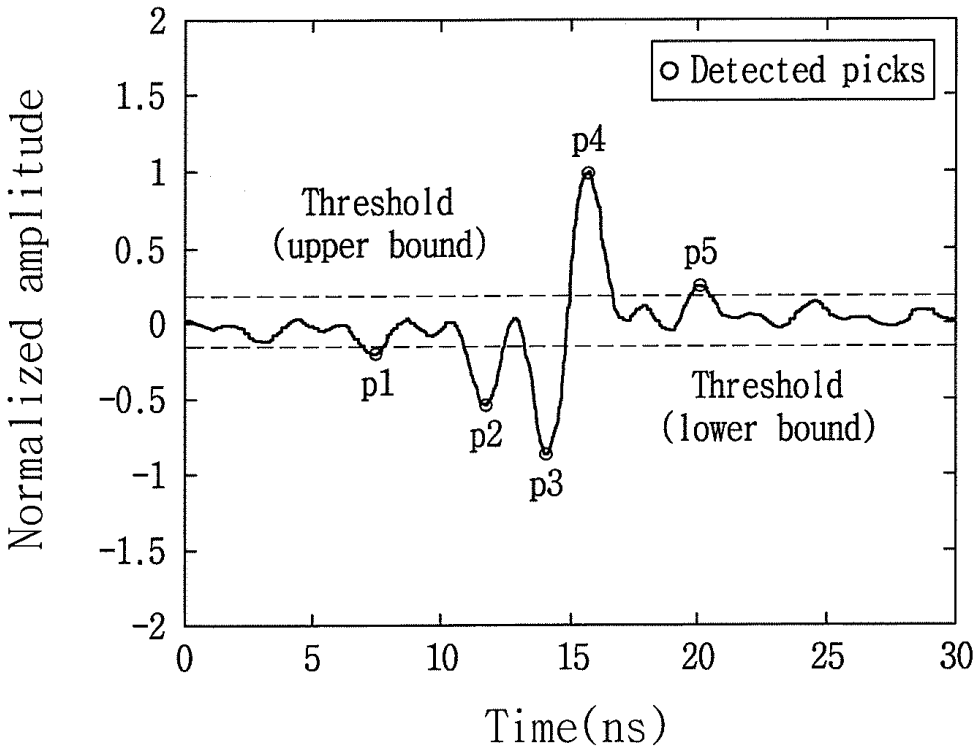


(a) 정밀지형모델 레이다 스캔 영상　　(b) 등가지형모델 레이다 스캔 영상

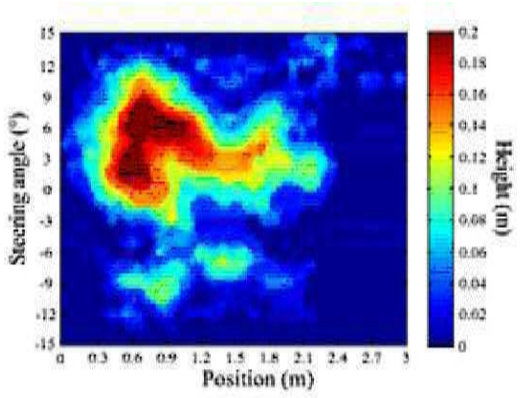
도면3



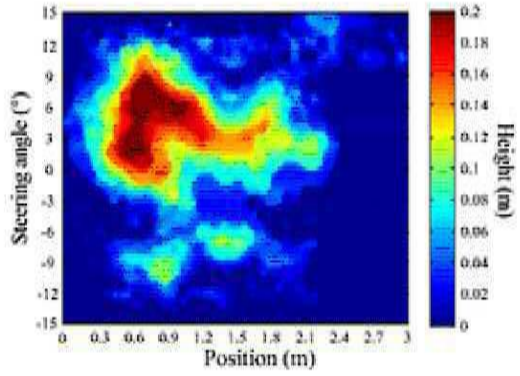
도면4


Normalized amplitude
Time(ns)
Detected picks
Threshold
(upper bound)
Threshold
(lower bound)
p1
p2
p3
p4
p5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
0
5
10
15
20
25
30

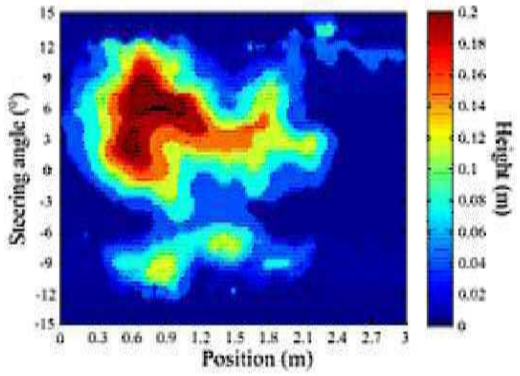
도면5



(a) 평균값

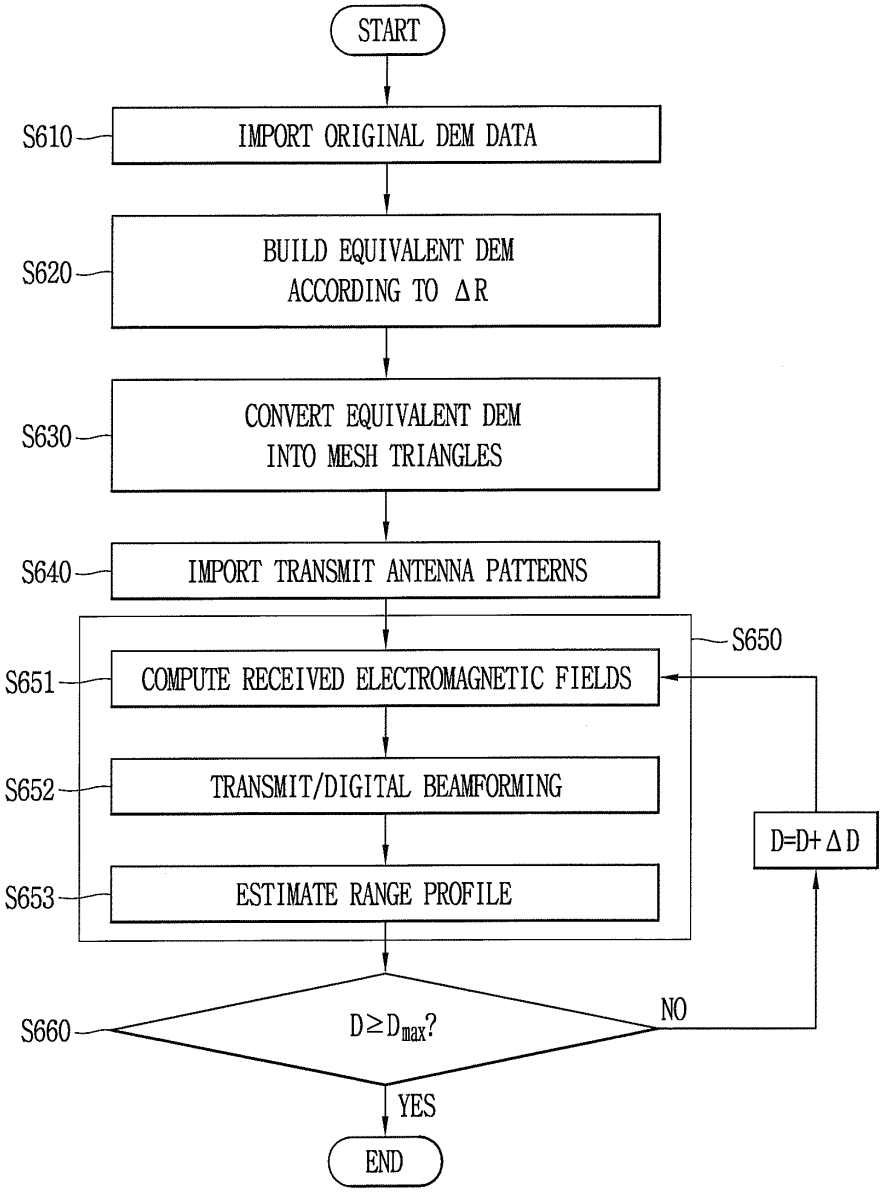


(b) 중간값



(c) 최대값

도면6


START
S610
IMPORT ORIGINAL DEM DATA
S620
BUILD EQUIVALENT DEM ACCORDING TO ΔR
S630
CONVERT EQUIVALENT DEM INTO MESH TRIANGLES
S640
IMPORT TRANSMIT ANTENNA PATTERNS
S650
S651
COMPUTE RECEIVED ELECTROMAGNETIC FIELDS
S652
TRANSMIT/DIGITAL BEAMFORMING
S653
ESTIMATE RANGE PROFILE
D=D+ΔD
S660
D≥Dmax?
NO
YES
END