(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0096903
(43) 공개일자 2011년08월31일

(51) Int. Cl.
A23L 3/54 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0016437
(22) 출원일자 2010년02월23일
심사청구일자 2010년08월31일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교
(72) 발명자
유양모
경기도 고양시 일산서구 일산3동 후곡 건영 아파트 1507동 504호
송태경
서울특별시 서초구 잠원동 157 동아아파트 105-1403
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충현

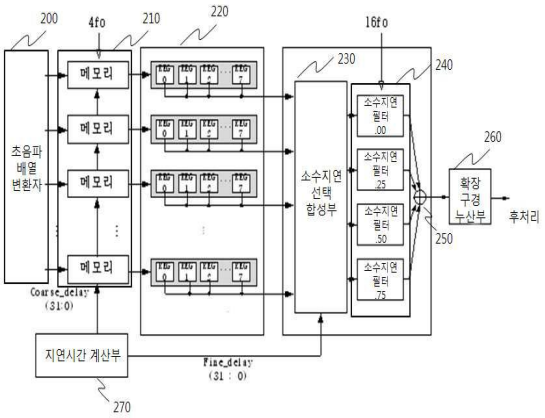
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 초음파 빔포머에서의 지연시간 보간 방법 및 장치

(57) 요 약

본 발명은 초음파 빔포머에서의 지연시간 보간 방법에 관한 것으로서 3 개의 영상점 P1, P2, P3의 지연시간을 레지스터에 저장하고, P2가 P1과 P3 사이에 위치할 때, P1과 P2 사이의 지연시간 증가분과 P1과 P3 사이의 지연시간 증가분을 산출한 다음, P1과 P2 사이의 지연시간 증가분과 P1과 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 P1과 P2 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 것을 특징으로 하며, 모든 채널에 대해서 하나의 지연 시간 계산기를 가지고 지연 시간을 계산할 수 있고, 동일한 하드웨어 복잡도를 갖는 경우에 지연시간 보간의 정확도를 높일 수 있다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

강지운

서울특별시 마포구 신정동 서강 LG 아파트 105-1501

윤창한

서울특별시 용산구 청암동 158 201호

김기덕

인천광역시 부평구 부평6동 604-39 목련연립 라-102호

특허청구의 범위

청구항 1

3 개의 영상점 P1, P2, P3의 지연시간을 레지스터에 저장하는 단계;

상기 P2가 상기 P1과 상기 P3 사이에 위치할 때, 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분을 산출하는 단계; 및

상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 단계는,

상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 보간할 영상점의 위치에 따라 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분에 적용하는 가중치를 다르게 적용하는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 보간할 영상점이 상기 P1에 가까울수록 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키고, 상기 P3에 가까울수록 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 P2와 상기 P3 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 단계는,

상기 P2와 상기 P3 사이에 존재하는 보간할 영상점의 위치에 따라 상기 P2와 상기 P3 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분에 적용하는 가중치를 다르게 적용하는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 P2와 상기 P3 사이에 존재하는 보간할 영상점이 상기 P2에 가까울수록 상기 P1와 상기 P3 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키고, 상기 P3에 가까울수록 P2와 상기 P3 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분은 상기 P1의 지연시간과 상기 P2의 지연시간 간의 차이를 채널 수로 나눔으로써 산출되는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 방법.

청구항 7

3 개의 영상점 P1, P2, P3의 지연시간을 저장하는 레지스터;

상기 P2가 상기 P1과 상기 P3 사이에 위치할 때, 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기

P3 사이의 지연시간 증가분을 산출하는 증가분 산출부; 및

상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 지연시간 보간부를 포함하는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 지연시간 보간부는

상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 보간할 영상점의 위치에 따라 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분에 적용하는 가중치를 다르게 적용하는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 지연시간 보간부는

상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 보간할 영상점이 상기 P1에 가까울수록 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키고, 상기 P3에 가까울수록 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 장치.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 지연시간 보간부는

상기 P2와 상기 P3 사이에 존재하는 보간할 영상점의 위치에 따라 상기 P2와 상기 P3 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분에 적용하는 가중치를 다르게 적용하는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 P2와 상기 P3 사이에 존재하는 보간할 영상점이 상기 P2에 가까울수록 상기 P1와 상기 P3 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키고, 상기 P3에 가까울수록 P2와 상기 P3 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 장치.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분은 상기 P1의 지연시간과 상기 P2의 지연시간 간의 차이를 채널 수로 나눔으로써 산출되는 것을 특징으로 하는 지연시간 보간 장치.

청구항 13

제 1 항 내지 제 6 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초음파 빔포머에서의 지연시간 보간 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 모든 채널에 대해서 하나의 지연 시간 계산기를 가지고 지연 시간을 계산하되 그 정확도를 더 향상시킬 수 있는 초음파 빔포머에서의

지연시간 보간 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기존의 초음파 의료장비 시스템의 동적 수신 빔 집속기에서는 각 채널별 지연 시간 계산을 통하여 점 광원 신호에서 온다고 가정되는 원형 방사 신호를 하나의 신호로 다시 구성한다.

[0003] 도 1은 일반적인 수신 동적 빔집속을 나타낸 개념도이다.

[0004] 도 1을 참조하면, 주사선 상의 화소점으로부터 온다고 가정되는 원형 방사 신호가 배열 변환자에 도달하는 것이 나타나 있다. 배열 변환자에 도달한 수신 신호는 각각 다른 지연시간을 갖고 매질을 통해 배열 변환자에 도달한 신호이므로, 가변 시간지연 과정을 통해 위상차를 보상한 신호를 집속하여 하나의 신호로 구성하게 됨을 알 수 있다.

[0005] 초소형 초음파 의료장비 시스템에 적용하기 위하여는 지연 시간 계산기를 각 채널별로 두는 것이 아니라, 하나의 지연 시간 계산기를 가지고 모든 채널의 지연시간을 계산하게 되며 (채널수-1) 만큼의 지연시간이 계산되지 않은 영상점에 대해서는 선형 보간을 통하여 지연 시간을 얻어내므로, 더 적은 하드웨어 자원을 가지고 빔 집속을 수행할 수 있다.

[0006] 물론, 이 경우에는 계산된 지연 시간값 사이, 즉 (채널수-1) 만큼의 영상점에 대해서는 직접 계산한 지연 시간값에 비교하여 오차를 갖는다. 이러한 오차는 초소형 의료장비 시스템의 성능을 개선하는 데 불리한 조건이 될 수 있으므로 기존 방식과 동일하게 모든 채널에 대해서 하나의 지연 시간 계산기를 가지고 지연 시간을 계산하되 그 정확도를 더 향상시킬 수 있는 보간 방식이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 모든 채널에 대해서 하나의 지연 시간 계산기를 가지고 지연 시간을 계산하되 그 정확도를 더 향상시킬 수 있는 지연시간 보간 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 모든 채널에 대해서 하나의 지연 시간 계산기를 가지고 지연 시간을 계산하되 그 정확도를 더 향상시킬 수 있는 지연시간 보간 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 또한, 상기된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 3 개의 영상점 P1, P2, P3의 지연시간을 레지스터에 저장하는 단계; 상기 P2가 상기 P1과 상기 P3 사이에 위치할 때, 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분을 산출하는 단계; 및 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 단계를 포함하는 지연시간 보간 방법을 제공한다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 보간할 영상점의 위치에 따라 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분에 적용하는 가중치를 다르게 적용함으로써, 상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 보간할 영상점이 상기 P1에 가까울수록 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키고, 상기 P3에 가까울수록 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시킬 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 P2와 상기 P3 사이에 존재하는 보간할 영상점의 위치에 따라 상기 P2와 상기 P3 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분에 적용하는 가중치를 다르게 적용함으로써, 상기 P2와 상기 P3 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 P2와 상기 P3 사이에 존재하는 보간할 영상점이 상기 P2에 가까울수록 상기 P1와 상기 P3 사이의 지연시간 증가분의 가중치를 증가시키고, 상기 P3에 가까울수록 P2와 상기 P3 사이의 지연시간 증가분의 가중치를

증가시킬 수 있다.

[0015] 또한, 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분은 상기 P1의 지연시간과 상기 P2의 지연시간 간의 차이를 채널 수로 나눔으로써 산출되는 것이 바람직하다.

[0016] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 3 개의 영상점 P1, P2, P3의 지연시간을 저장하는 레지스터; 상기 P2가 상기 P1과 상기 P3 사이에 위치할 때, 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분을 산출하는 증가분 산출부; 및 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 지연시간 보간부를 포함하는 지연시간 보간 장치를 제공한다.

[0017] 상기 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 상기된 지연시간 보간 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따르면, 모든 채널에 대해서 하나의 지연 시간 계산기를 가지고 지연 시간을 계산할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 동일한 하드웨어 복잡도를 갖는 경우에 지연시간 보간의 정확도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 일반적인 수신 동적 빔집속을 나타낸 개념도이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 초음파 빔집속 장치의 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 빔집속 장치에서 지연시간을 보간하는 방법을 나타낸 것이다.

도 4는 지연시간이 레지스터에 저장된 영상점들 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 방법을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 빔집속 장치에서 지연시간을 보간하는 방법을 보다 상세하게 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 지연시간 보간 방법의 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 지연시간 보간 장치의 블록도이다.

도 8은 채널축에 대한 누적 에러량을 나타낸 그래프와 선형 보간기와 이중 선형 보간기의 누적 에러량에 대한 비율을 나타낸 그래프를 도시한 것이다.

도 9는 영상점축에 대한 누적 에러량을 나타낸 그래프와 선형 보간기와 이중 선형 보간기의 누적 에러량에 대한 비율을 나타낸 그래프를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 빔포머에서의 지연시간 보간 방법은 3 개의 영상점 P1, P2, P3의 지연시간을 레지스터에 저장하고, 상기 P2가 상기 P1과 상기 P3 사이에 위치할 때, 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분을 산출한 다음, 상기 P1과 상기 P2 사이의 지연시간 증가분과 상기 P1과 상기 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 상기 P1과 상기 P2 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 단계를 포함한다.

[0022] 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다. 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요

하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

[0023] 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 초음파 빔집속 장치의 블록도이다.

[0024] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 초음파 빔집속 장치는 초음파 배열 변환자(200), 메모리부(210), 레지스터 블록부(220), 소수지연 선택 합성부(230), 소수지연 필터부(240), 합성부(250), 확장구경 누산부(260), 및 지연시간 계산부(270)로 구성된다.

[0025] 초음파 배열 변환자(200)는 집속 송신한 신호가 매질을 지나 조직에서 반사되어 온 초음파 신호를 수신한다.

[0026] 메모리부(210)는 초음파 배열 변환자(200)가 수신한 초음파 신호를 저장한다. 메모리부(210)에 포함된 메모리는 채널 수만큼 각 채널에 대응하여 존재하는 것이 바람직하다. 이때 메모리부(210)는 초음파 신호를 $4f_0$로 샘플링한 데이터를 저장하고, $4f_0$로 샘플링된 데이터는 $16f_0$의 지연 해상도(delay resolution)를 갖도록 보간될 것이다.

[0027] 레지스터 블록부(220)는 지연시간 계산부(270)에서 계산된 코스 지연(Coarse delay)에 따라 메모리부(210)에 저장된 데이터를 레지스터에 저장한다.

[0028] 레지스터 블록부(220)에 포함된 레지스터는 각 채널별로 존재하고, 소수지연 필터부(240)의 탭수와 같은 갯수의 레지스터가 각 채널별로 존재하는 것이 바람직하다. 도 2를 참조하면, 각 채널별 레지스터의 갯수는 8개이므로, 소수지연 필터부(240)의 탭수는 8탭이다.

[0029] 소수지연 선택 합성부(230)는 지연시간 계산부(270)에서 계산된 파인 지연(fine delay)에 따라 레지스터 블록부(220)에 저장된 데이터를 각 채널별로 선택하고, 합성한 다음 소수지연 필터부(240)로 출력한다.

[0030] 소수지연 필터부(240)는 지연시간별로 하나씩 존재하며, 지연시간 D는 0.00, 0.25, 0.50, 0.75로 표시된다.

[0031] 합성부(250)는 소수지연 필터부(240)로부터 수신한 데이터들을 합성한 후 확장 구경 누산부(260)로 출력한다.

[0032] 확장구경 누산부(260)는 합성부(250)에서 합성된 데이터를 누산한다. 누산된 데이터는 후처리된 후 디스플레이된다.

[0033] 지연시간 계산부(270)는 코스 지연(Coarse delay)과 파인 지연(fine delay)을 각각 메모리부(210)와 소수지연 선택 합성부(230)로 출력한다. 지연시간 계산부(270)가 코스 지연(Coarse delay)과 파인 지연(fine delay)을 보간하는 방법을 도 3을 이용하여 상세하게 살펴보기로 한다.

[0034] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 빔집속 장치에서 지연시간을 보간하는 방법을 나타낸 것이다.

[0035] 일반적으로 수신 빔 집속을 위해서는 모든 채널에 대해 지연시간 계산부가 필요하다. 하지만 이는 하드웨어 복잡도가 채널수에 비례하게 증가하기 때문에 본 발명의 일 실시예에서는 하나의 지연시간 계산부를 가지고 모든 채널의 지연시간을 계산한 이후에 각 채널에서 (채널수-1)만큼 계산되지 못한 영상점에 대해서는 본 발명의 일 실시예에 따른 지연시간 보간방법을 사용하여 보간을 수행함으로써 보다 적은 하드웨어 자원을 가지고 빔집속을 수행할 수 있게 된다.

[0036] 도 3을 참조하면, 채널에 따라 돌아가면서 한 영상점씩 지연시간이 저장되고 각 채널에서 저장되지 않은 영상점의 지연시간 부분에 대해서는 보간을 통해 지연시간을 구한다.

[0037] 도 4는 지연시간이 레지스터에 저장된 영상점들 사이에 존재하는 영상점들의 지연시간을 보간하는 방법을 개략적으로 나타낸 것이다.

[0038] l과 l+1 사이의 지연시간 보간은 (l)-(l+1) 지연시간 보간선과 (l)-(l+2) 지연시간 보간선을 이용한다. l에 가까운 영상점들의 지연시간은 (l)-(l+1) 지연시간 보간선의 가중치를 (l)-(l+2) 지연시간 보간선의 가중치보다 많이 부여하고, l+1에 가까운 영상점들의 지연시간은 (l)-(l+2) 지연시간 보간선의 가중치를 (l)-(l+1) 지연시간 보간선의 가중치보다 많이 부여한다. 이와 같이 가중치를 부여함으로써, 실제의 지연시간에 더 가깝게 보간될 수 있을 것이다.

[0039] 또한, l+1과 l+2 사이의 지연시간 보간은 (l+1)-(l+2) 지연시간 보간선과 (l)-(l+2) 지연시간 보간선을 이용한다. l+1에 가까운 영상점들의 지연시간은 (l)-(l+2) 지연시간 보간선의 가중치를 (l+1)-(l+2) 지연시간 보간선의 가중치보다 많이 부여하고, l+2에 가까운 영상점들의 지연시간은 (l+1)-(l+2) 지연시간 보간선의 가중치를 (l)-(l+2) 지연시간 보간선의 가중치보다 많이 부여한다.

[0040] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 빔집속 장치에서 지연시간을 보간하는 방법을 보다 상세하게 나타낸 것이다.

[0041] 먼저 지연시간을 보간하고자 하는 영상점의 인덱스를 n(n은 자연수)이라고 하고, 채널 수를 N(N은 자연수)으로 놓으면 지연시간 계산부(260)는 각 채널의 지연 시간을 N마다 한번씩 돌아가면서 계산하게 되고 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 빔집속 장치에서는 N-1개의 계산되지 않은 지연시간을 보간한다. 지연시간을 보간하기 위하여 종래에는 2개의 영상점의 지연시간이 필요하였으나, 본 발명의 일 실시예에 따른 지연시간 보간방법에서는 3개의 영상점의 지연시간이 필요하다.

[0042] 2개의 영상점의 지연시간을 이용하여 보간하는 방법을 선형 지연시간 보간방법이라고 하고, 3개의 영상점의 지연시간을 이용하여 보간하는 방법을 이중 선형 지연시간 보간방법이라고 하기로 한다. 선형 지연시간 보간방법는 2개의 영상점의 지연시간 차이를 채널 수로 나누어 단위 증가량을 구한 후 보간할 영상점마다 더해가는 보간방식인 반면, 이중 선형 지연시간 보간방법의 경우에는 3개의 영상점의 지연시간을 가지고 보간을 수행하게 된다.

[0043] 먼저 3개의 영상점의 지연시간을 각각 들어온 순서대로 P1, P2, P3라고 하면 (P2-P1)/N으로 표현되는 $slope_a$와 (P3-P1)/2N으로 나타나는 $slope_c$를 구한다. 이 두 단위 증가량을 가지고 P1에서부터는 $slope_a$로 증가시켜나가 각 영상점마다 $slope_a$에 의한 지연시간 S_u^n(n은 영상점의 인덱스)를 구성하고, P2에서부터 N*$slope_c$를 뺀 값에다가 영상점이 진행됨에 따라 다시 $slope_c$를 더해나가 $slope_c$에 의한 지연시간 S_d^n(n은 영상점의 인덱스)를 구성한다. 이 두 값의 특성은 구성하고자 하는 영상점이 P1에 가까울 때에는 구하고자 하는 이상적인 지연시간에 S_u^n가 더 가깝고, 영상점이 진행되어 계산된 값인 P2에 가까워지게 되면 S_d^n에 가까워지게 된다. 따라서 지연시간을 보간하고자하는 영상점이 보간 구간에서 어디까지 왔는지의 비율을 이용하여 S_u^n와 S_d^n를 비율을 다르게 하여 더함으로써, 선형 지연시간 보간기보다 더 이상적인 계산값에 가까운 결과를 갖는 이중 선형 지연시간 보간기의 출력 T_n를 구성할 수 있게 된다.

[0044] 도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 지연시간 보간 방법의 흐름도이다.

[0045] 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 지연시간 보간 방법은 도 2에 도시된 지연시간 계산부(270)에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 2에 도시된 지연시간 계산부(270)에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시예에 따른 지연시간 보간 방법에도 적용된다.

[0046] 600 단계에서 지연시간 계산부는 지연시간 레지스터0, 지연시간 레지스터1, 지연시간 레지스터2에 영상점 P1, P2, P3의 지연시간을 계산하여 각각 저장한다.

[0047] 610 단계에서 지연시간 계산부는 P1과 P2 사이의 지연시간 증가분과 P1와 P3 사이의 지연시간 증가분을 산출한다. P1과 P2 사이의 지연시간 증가분 $slope_a$와 P1와 P3 사이의 지연시간 증가분 $slope_c$은 다음의 수학식 1과 같이 산출될 수 있다.

수학식 1

[0048]
$$slope_a = \frac{P_2 - P_1}{\text{intp_level}},\ slope_c = \frac{P_3 - P_1}{2*\text{intp_level}}$$

[0049] 여기서, P1은 지연시간 레지스터0에 저장된 지연시간, P2는 지연시간 레지스터1에 저장된 지연시간, P3은 지연시간 레지스터2에 저장된 지연시간을 의미하며, intp_level은 보간 레벨로서, 채널 수 N과 같은 값을 갖는 것이 바람직하다.

[0050] 620 단계에서 지연시간 계산부는 P1과 P2 사이의 지연시간 증가분을 이용한 지연시간 보간선과 P1와 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용한 지연시간 보간선을 산출한다.

[0051] P1과 P2 사이의 지연시간 증가분을 이용한 지연시간 보간선을 intp_addr_upper라고 하고, P1와 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용한 지연시간 보간선을 intp_addr_lower라고 하면, 다음의 수학식 2와 같이 산출될 수 있다.

수학식 2

[0052]
$$\text{intp_addr_upper} = P_1 + index * slope_a$$
$$\text{intp_addr_lower} = P_2\text{-(intp_level-}index\text{)}*slope_c$$

[0053] 여기서, index는 지연시간을 보간하고자 하는 영상점의 인덱스 n을 의미하고, intp_level은 보간 레벨로서, 채널 수 N과 같은 값을 갖는 것이 바람직하다.

[0054] 630 단계에서 지연시간 계산부는 P1과 P2 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 산출된 지연시간 보간선과 P1와 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 산출된 지연시간 보간선 각각에 가중치를 부여하고 합산하여 가중치합을 산출한다. 산출된 가중치합은 P1과 P2 사이의 영상점들의 보간된 지연시간을 나타낸다. 이때, P1과 P2 사이의 영상점들의 보간된 지연시간 intp_address는 다음의 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

[0055]
$$\text{intp_address} = coef_a * \text{intp_addr_upper} + coef_c * \text{intp_addr_lower}$$

[0056] 여기서, $coef_a = \frac{\text{intp_level} - index}{\text{intp_level}}$, $coef_c = 1 - coef_a$ 이다.

[0057] 이상에서는 P1과 P2 사이에 존재하는 영상점의 지연시간을 보간하는 것을 살펴보았으며, P2와 P3 사이에 존재하는 영상점의 지연시간은 P1과 P3 사이의 지연시간 증가분과 P2와 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 산출할 수 있을 것이다.

[0058] 도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 지연시간 보간 장치의 블록도이다.

[0059] 도 7을 참조하면, 본 실시예에 따른 지연시간 보간 장치는 레지스터(710), 증가분 산출부(720), 및 지연시간 보간부(730)로 구성된다.

[0060] 레지스터(710)는 지연시간 레지스터0, 지연시간 레지스터1, 지연시간 레지스터2에 영상점 P1, P2, P3의 지연시간을 각각 저장한다.

[0061] 증가분 산출부(720)는 P1과 P2 사이의 지연시간 증가분과 P1와 P3 사이의 지연시간 증가분을 산출한다. 산출된 지연시간 증가분은 P1과 P2 사이에 있는 영상점의 지연시간을 보간하는데 이용된다. 반면, P2와 P3 사이에 있는 영상점을 보간하기 위해서는 P1과 P3 사이의 지연시간 증가분과 P2와 P3 사이의 지연시간 증가분을 산출하여 이용한다.

[0062] 지연시간 보간부(730)는 P1과 P2 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 산출된 지연시간 보간선과 P1와 P3 사이의 지연시간 증가분을 이용하여 산출된 지연시간 보간선 각각에 가중치를 부여하고 합산하여 가중치합을 산출한다.

[0063] 본 발명의 일 실시예에 따른 지연시간 보간방법을 이용한 초음파 빔집속 장치를 VHDL을 이용하여 하드웨어로 구현을 할 때 소요되는 하드웨어 비용은 기존의 선형 지연시간 보간 방법에 비하여 2배가량 하드웨어 자원이 많이 사용된다.

[0064] 그러나 실제로 동적 수신 빔집속기 상에서 가장 하드웨어 자원이 많이 필요한 부분은 초음파 배열 변환자를 통하여 받아들인 집속되지 않은 데이터를 담아둘 메모리가 대부분을 차지하게 되며 실제 지연시간 보간기를 포함한 지연시간 계산부는 전체의 1% 가량을 사용한다. 따라서 전체 시스템의 입장에서 보았을 때 이중 지연시간 보간기를 사용하는 것은 2% 정도의 자원만을 차지하므로 전체에 미치는 하드웨어 비용은 미비하다. 그러나 이하에서 살펴볼 채널축 누적 에러량과 영상점축 누적 에러량에서 볼 수 있듯이 보다 정확하게 지연시간을 보간할 수

있다.

[0065] 도 8은 채널축에 대한 누적 에러량을 나타낸 그래프와 선형 보간기와 이중 선형 보간기의 누적 에러량에 대한 비율을 나타낸 그래프를 도시한 것이다.

[0066] 붉은색 선은 이중 선형 보간기, 파란 선은 선형 보간기의 채널축에 대한 누적 에러량이다.

[0067] 도 8을 참조하면, 채널축에 대한 누적 에러량에 대하여 이중 선형 지연시간 보간기가 기존의 선형 보간기보다 좋은 성능을 지닌 것을 알 수 있다. 좌측의 누적에러량 그림에서 더 적은 에러량과 더 빠른 변동량의 감소를 보이는 것을 볼 수 있다. 32채널의 경우 앞의 200 영상점부터는 큰 차이를 보이지 않고 두 방식이 모두 비슷한 누적 에러량을 갖게 되는 것을 볼 수 있으나 채널 수가 증가함에 따라 에러의 비율은 더 깊은 영상점에 대해서도 이중 선형 보간기의 성능이 더 우월한 것을 볼 수 있다. 최대 5배의 에러 감소를 보이는데 1024개의 영상점이 샘플링 주파수가 40MHz일 때의 영상에서는 2cm를 의미하기 때문에 32채널일 때와는 달리 64 혹은 128 채널의 시스템을 구성하였을 때에는 1cm 이상의 영상 영역에 잘못된 지연시간 계산값을 반영하게 된다.

[0068] 도 9는 영상점축에 대한 누적 에러량을 나타낸 그래프와 선형 보간기와 이중 선형 보간기의 누적 에러량에 대한 비율을 나타낸 그래프를 도시한 것이다.

[0069] 도 9를 참조하여, 영상점축 누적 에러량이 채널수가 증가함에 따라 바깥쪽 채널에서 에러의 양이 어떻게 변화되는지 살펴보기로 한다.

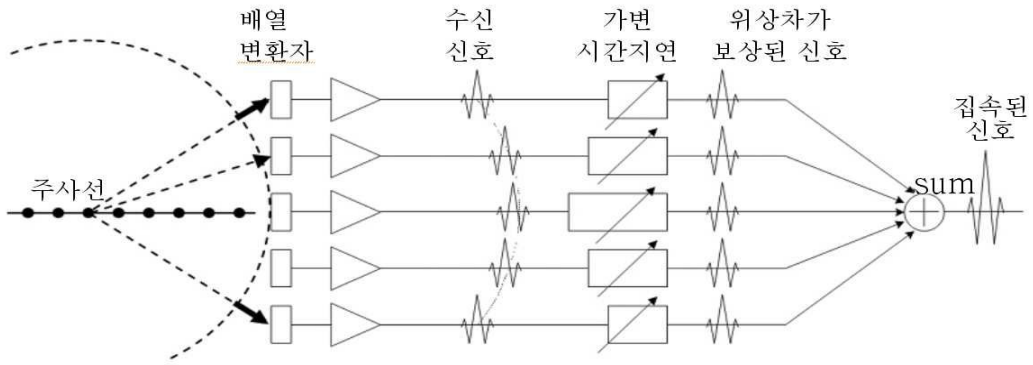
[0070] 32채널일 경우 비슷한 수준을 유지하던 누적 에러 비율이 채널수가 증가하게 되면 바깥쪽으로 갈수록 급격하게 감소함을 알 수 있다. 중앙 채널에서 0.8~0.9의 비율을 갖던 누적 에러 비율이 바깥쪽 채널로 갈수록 64채널일 경우 0.2~0.3, 128채널일 경우 0.1~0.2로 낮아지는 것을 볼 수 있는데, 결국 바깥쪽 채널에 대해 더 정확한 보간을 통해 에러를 줄일 수 있다.

[0071] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

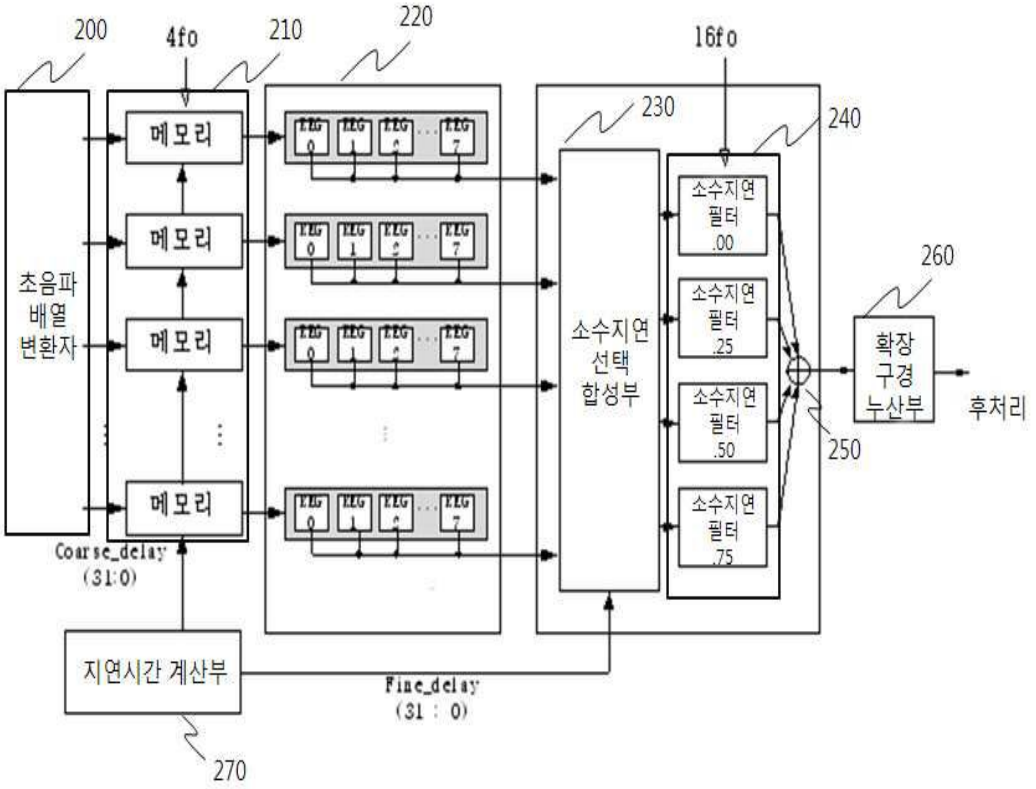
[0072] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

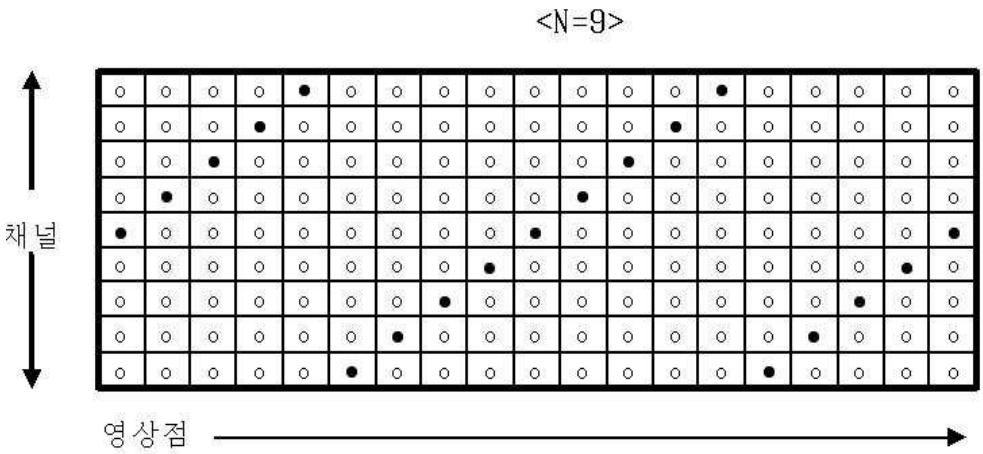
도면1


배열
변환자
수신
신호
가변
시간지연
위상차가
보상된 신호
집속된
신호
주사선
sum

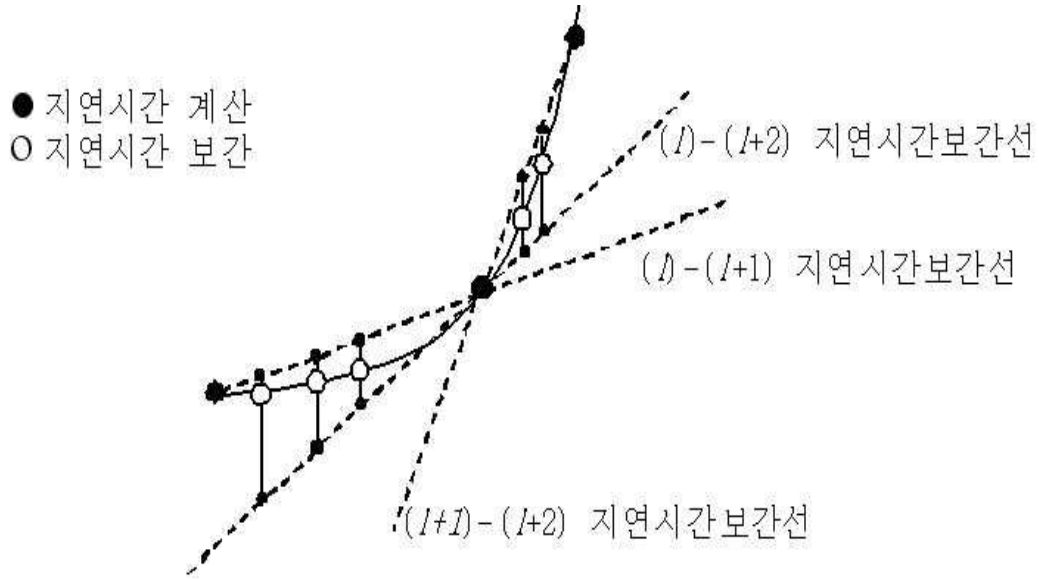
도면2


200
4fo
210
220
16fo
230
240
260
250
270
초음파
배열
변환자
메모리
메모리
메모리
메모리
소수지연
선택
합성부
소수지연
필터
.00
소수지연
필터
.25
소수지연
필터
.50
소수지연
필터
.75
확장
구경
누산부
후처리
Coarse_delay
(31:0)
지연시간 계산부
Fine_delay
(31 : 0)

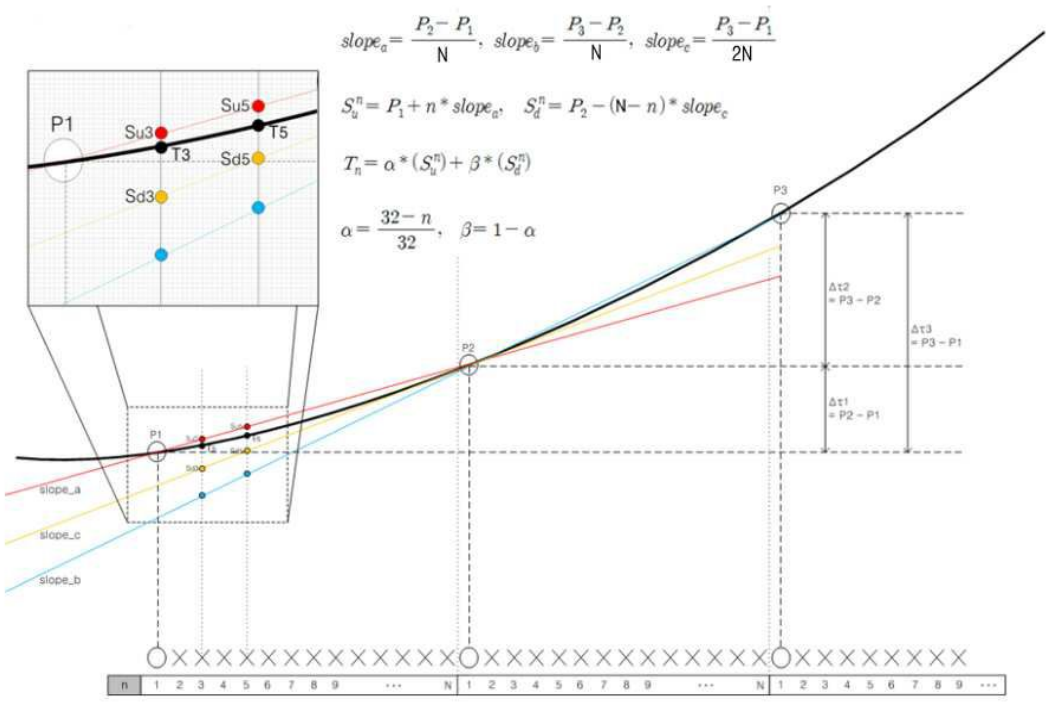
도면3


<N=9>
채널
영상점

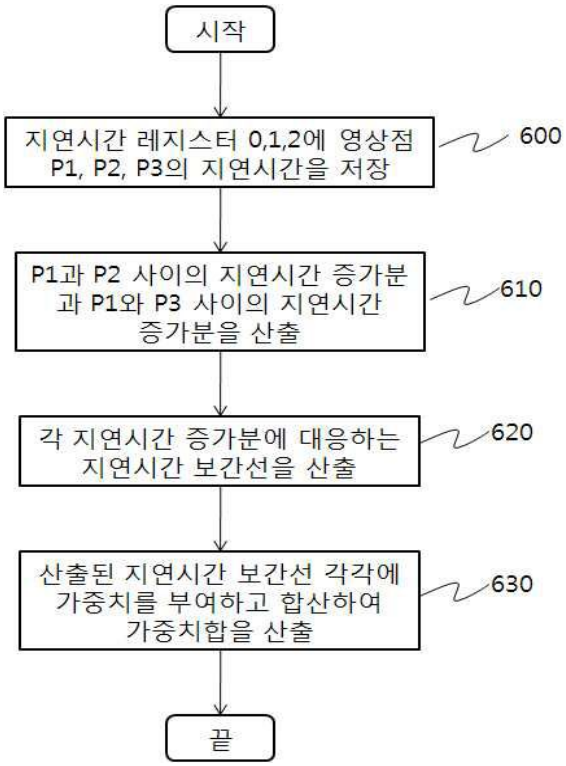
도면4


● 지연시간 계산
O 지연시간 보간
(I)-(I+2) 지연시간보간선
(I)-(I+1) 지연시간보간선
(I+1)-(I+2) 지연시간보간선

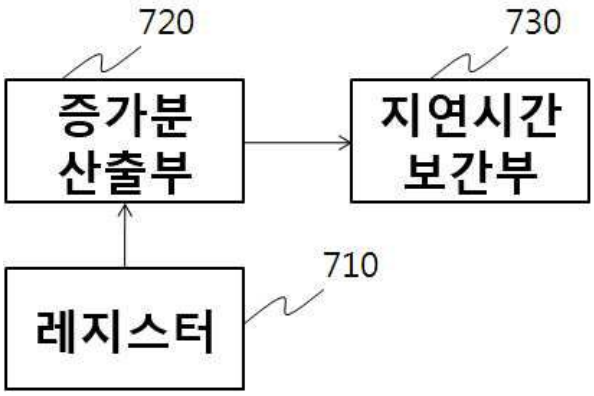
도면5


$slope_a = \frac{P_2 - P_1}{N}$, $slope_b = \frac{P_3 - P_2}{N}$, $slope_c = \frac{P_3 - P_1}{2N}$
$S_u^n = P_1 + n * slope_a$, $S_d^n = P_2 - (N - n) * slope_c$
$T_n = \alpha * (S_u^n) + \beta * (S_d^n)$
$\alpha = \frac{32 - n}{32}$, $\beta = 1 - \alpha$
P1
Su3
Su5
T3
T5
Sd3
Sd5
P2
P3
Δt2 = P3 - P2
Δt3 = P3 - P1
Δt1 = P2 - P1
slope_a
slope_c
slope_b
n
1 2 3 4 5 6 7 8 9 ... N

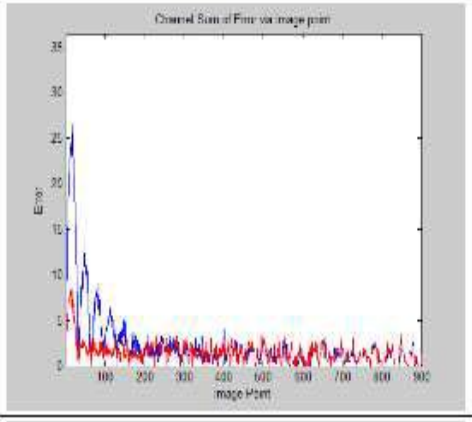
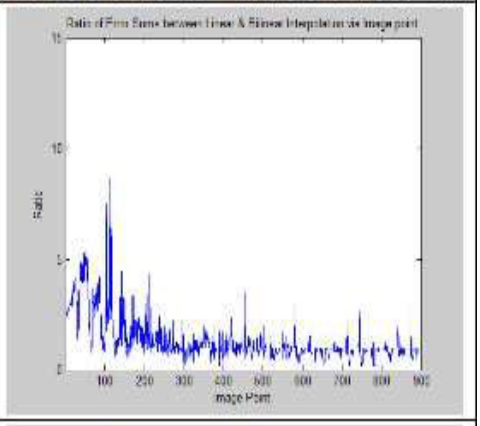
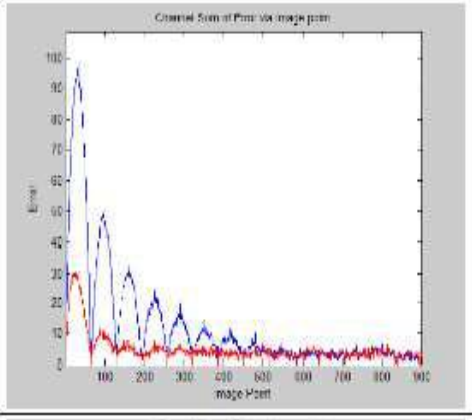
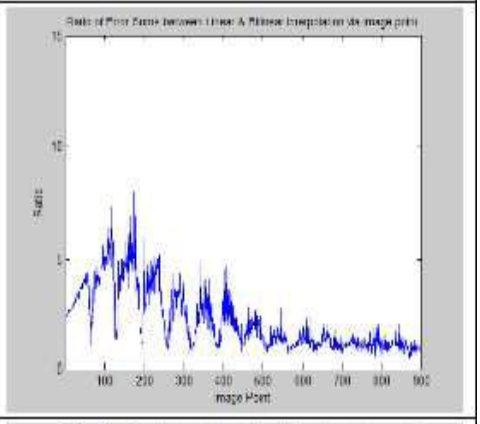
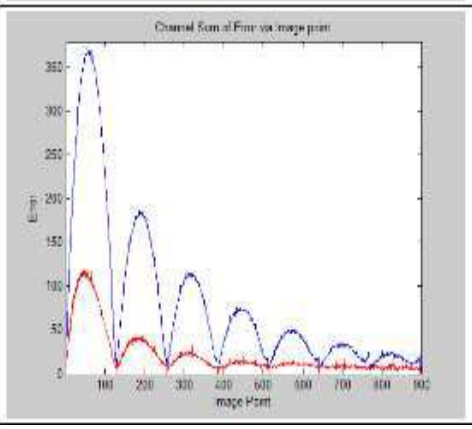
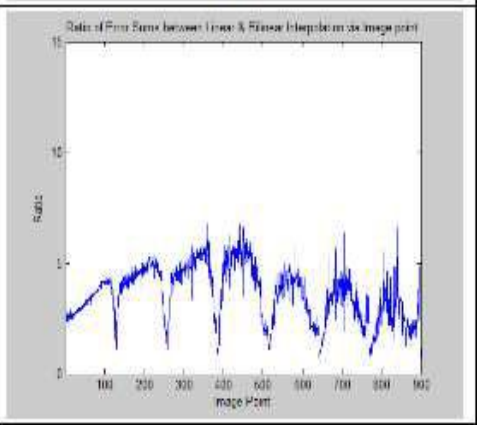
도면6


시작
지연시간 레지스터 0,1,2에 영상점 P1, P2, P3의 지연시간을 저장
600
P1과 P2 사이의 지연시간 증가분과 P1와 P3 사이의 지연시간 증가분을 산출
610
각 지연시간 증가분에 대응하는 지연시간 보간선을 산출
620
산출된 지연시간 보간선 각각에 가중치를 부여하고 합산하여 가중치합을 산출
630
끝

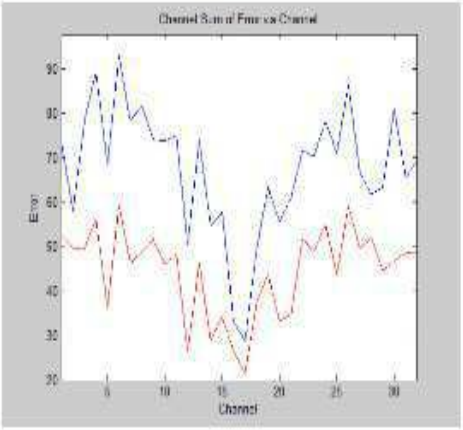
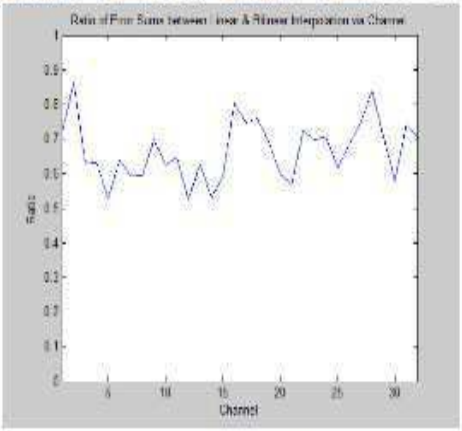
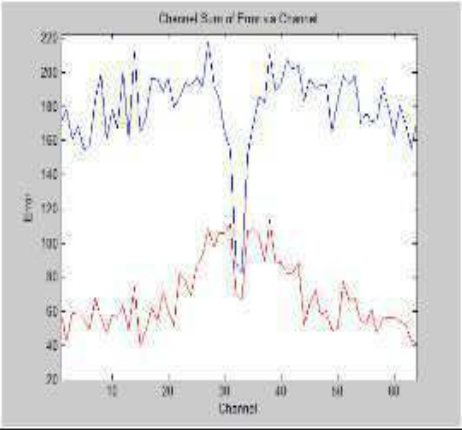
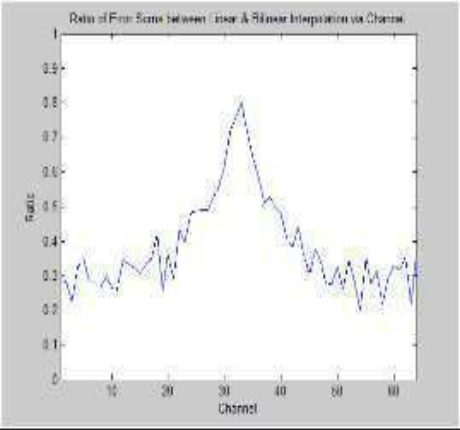
도면7



도면8

채널수	채널축 누적 에러량	누적 에러 비율 채널축 누적 에러량(선형) / 채널축 누적 에러량(이중 선형)
32		
64		
128		

도면9

채널수	영상접촉 누적 에러량	누적 에러 비율 영상접촉 누적 에러량(선형) / 영상접촉 누적 에러량(이중 선형)
32		
64		
128	