



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월06일
(11) 등록번호 10-1358417
(24) 등록일자 2014년01월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/60 (2014.01)
(21) 출원번호 10-2012-0103039
(22) 출원일자 2012년09월17일
심사청구일자 2012년09월17일
(56) 선행기술조사문헌
US20070250557 A1
논문1: IEEE
JP09223124 A
논문2: IEEE

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
박종선
서울 서초구 신반포로 9, 85동 403호 (반포동, 주
공아파트)
이민우
서울 강남구 개포로 310, 53동 110호 (개포동, 개
포주공아파트)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 오석환

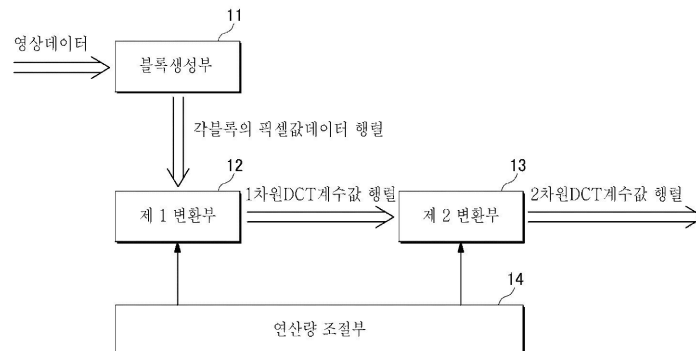
(54) 발명의 명칭 이산코사인변환 장치

(57) 요약

본원의 일 실시예는 상기 영상 데이터를 분할하여, NxN 크기의 픽셀값 데이터 행렬로 각각 이루어진 적어도 하나의 블록을 생성하는 블록생성부; 상기 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬을 제 1 방향으로 이산코사인변환하여, 1차원 변환값 데이터 행렬을 출력하는 제 1 변환부; 상기 1차원 변환값 데이터 행렬을 상기 제 1 방향과 상이한 제 2 방향으로 이산코사인변환하여, 상기 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬에 대응한 2차원 변환값 데이터 행렬을 출력하는 제 2 변환부; 및 상기 부호화된 영상 데이터에 대해 기설정된 화질 또는 각 변환값 데이터의 데이터 우선순위에 기초하여, 상기 제 1 및 제 2 변환부 각각의 연산량을 감소시키는 연산량 조절부를 포함하는 이산코사인변환 장치를 제공한다.

대표도

10



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2012R1A2A2A01012471
부처명	기초연구사업
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	저면적 저전력 임베디드 메모리 설계
기 여 율	1/1
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2012.05.01 ~ 2015.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

영상 데이터를 부호화하기 위한 코덱 알고리즘 기반의 이산코사인변환 장치에 있어서,

상기 영상 데이터를 분할하여, NxN 크기의 픽셀값 데이터 행렬로 각각 이루어진 적어도 하나의 블록을 생성하는 블록생성부;

상기 각 블록에 대응하여 픽셀값 데이터 행렬 중 제 1 방향의 데이터 배열 별로 이산코사인변환하여, 1차원 변환값 데이터 행렬을 출력하는 제 1 변환부;

상기 1차원 변환값 데이터 행렬 중 상기 제 1 방향과 상이한 제 2 방향의 데이터 배열 별로 이산코사인변환하여, 상기 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬에 대응한 2차원 변환값 데이터 행렬을 출력하는 제 2 변환부; 및

상기 부호화된 영상 데이터에 대해 기설정된 화질 또는 각 변환값 데이터의 데이터 우선순위에 기초하여, 상기 제 1 및 제 2 변환부 각각의 연산량을 감소시키는 연산량 조절부를 포함하되,

상기 제 1 방향 및 제 2 방향은 데이터 행렬의 배열선택방향인 이산코사인변환 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 변환부는

적어도 하나의 가감산기를 포함하고, 상기 픽셀값 데이터 행렬 중 상기 제 1 방향의 어느 한 배열에 포함되는 복수의 픽셀값 데이터 중 서로 다른 둘 이상의 픽셀값 데이터에 각각 기초하는 복수의 인풋 데이터를 생성하는 전처리기; 및

상기 복수의 인풋 데이터 중 입력된 제 1 및 제 2 인풋 데이터, 서로 상이하게 기설정된 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값에 기초하여, 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 각각 생성하는 적어도 하나의 코덱 이터레이션기를 포함하되,

상기 1차원 변환값 데이터 행렬은 상기 적어도 하나의 코덱 이터레이션기 각각의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터에 기초하여 생성되는 것인 이산코사인변환 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 코덱 이터레이션기 각각은 상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 출력하기 위한 상호 독립적인 데이터 산출 경로를 포함하되,

상기 기설정된 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값은 룩어헤드 접근법(lookahead approach)의 코덱 알고리즘에 따른 적어도 1회의 이터레이션을 통해, 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 기초한 추정값으로 각각 설정되고,

상기 사인값과 코사인값의 추정값을 도출하기 위한 이터레이션의 횟수 및 방향은 상기 사인값과 코사인값 및 상기 추정값 사이의 오차가 소정의 기준오차 이하가 되도록 설정되며,

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로 각각은 상기 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 각각 대응한 적어도 하나의 쉬프트기, 및 상기 적어도 하나의 쉬프트기의 출력값을 가감산하는 적어도 하나의 가감산기를 포함하는 이산코사인변환장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 연산량 조절부는

상기 각 코덱 이터레이션기에 포함된 상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로 각각에서, 상기 기 설정된 화질에 따라 설정된 제 1 기준차수 이상의 차수에 대응하는 하나 이상의 쉬프트기를 턴오프시키되,

상기 제 1 기준차수는 상기 기설정된 화질이 낮을수록 더 낮게 설정되는 이산코사인변환 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 연산량 조절부는

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터 중 데이터 우선순위가 더 낮은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로가, 상기 데이터 우선순위가 더 높은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로보다, 동일하거나 낮은 최고차항을 포함하도록,

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터 중 상기 데이터 우선순위가 더 낮은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 상기 제 1 기준차수 미만으로 설정된 제 2 기준차수 이상의 차수에 대응하는 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시키는 이산코사인변환 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 연산량 조절부는

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터 중 상기 데이터 우선순위가 더 높은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 상기 제 2 기준차수를 초과하는 차수에 대응하는 또 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시키는 것인 이산코사인변환 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 변환부는

상기 각 코덱 이터레이션기에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에 대응한 코덱 스케일 팩터에 기초하여, 상기 적어도 하나의 코덱 이터레이션기 각각의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 보정하는 적어도 하나의 보정기를 더 포함하되,

상기 적어도 하나의 보정기 각각은 상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 보정하기 위한 상호 독립적인 데이터 보정 경로를 포함하고,

상기 코덱 스케일 팩터는 상기 룩어헤드 접근법(lookahead approach)의 코덱 알고리즘에 따른 적어도 1회의 이터레이션을 통해, 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 기초한 추정값으로 환산되고,

상기 코덱 스케일 팩터의 추정값을 도출하기 위한 이터레이션의 횟수 및 방향은 상기 코덱 스케일 팩터와 그의 추정값 사이의 오차가 상기 기준오차 이하가 되도록 설정되며,

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로 각각은 상기 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 각각 대응한 적어도 하나의 쉬프트기, 및 상기 적어도 하나의 쉬프트기의 출력값을 가감산하는 적어도 하나의 가감산기를 포함하는 이산코사인변환 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 연산량 조절부는

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터 중 상기 데이터 우선순위가 더 낮은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로가, 상기 데이터 우선순위가 더 높은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로보다, 동일하거나 낮은 차수의 최고차항을 포함하도록,

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로 각각에 포함된 쉬프트기를 선택적으로 턴오프시키는 이산 코사인변환 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 변환부는

적어도 하나의 가감산기를 포함하고, 상기 1차원 변환값 데이터 행렬 중 상기 제 2 방향의 어느 한 배열에 포함되는 복수의 1차원 변환값 데이터 중 둘 이상의 서로 다른 1차원 변환값 데이터에 각각 기초하는 복수의 인풋 데이터를 생성하는 전처리기; 및

상기 복수의 인풋 데이터 중 제 1 및 제 2 인풋 데이터를 입력 받고, 서로 상이하게 기설정된 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값에 기초하여, 상기 제 1 및 제 2 인풋 데이터에 대응한 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 각각 생성하는 적어도 하나의 코덱 이터레이션기를 포함하되,

상기 2차원 변환값 데이터 행렬은 상기 적어도 하나의 코덱 이터레이션기 각각의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터에 기초하여 생성되는 것이고,

상기 적어도 하나의 코덱 이터레이션기 각각은 상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 출력하기 위한 상호 독립적인 데이터 산출 경로를 포함하되,

상기 기설정된 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값은 룩어헤드 접근법(lookahead approach)의 코덱 알고리즘에 따른 적어도 1회의 이터레이션을 통해, 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 기초한 추정값으로 각각 환산되고,

상기 사인값과 코사인값의 추정값을 도출하기 위한 이터레이션의 횟수 및 방향은 상기 사인값과 코사인값 및 상기 추정값 사이의 오차가 소정의 기준오차 이하가 되도록 설정되며,

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로 각각은 상기 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 각각 대응한 적어도 하나의 쉬프트기, 및 상기 적어도 하나의 쉬프트기의 출력값을 가감산하는 적어도 하나의 가감산기를 포함하고,

상기 연산량 조절부는

상기 각 코덱 이터레이션기에 포함된 상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로 각각에서, 상기 기설정된 화질에 따라 설정된 제 1 기준차수 이상의 차수에 대응하는 하나 이상의 쉬프트기를 턴오프시키고,

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터 중 데이터 우선순위가 더 낮은 2차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로가, 상기 데이터 우선순위가 더 높은 2차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로보다, 동일하거나 낮은 최고차항을 포함하도록, 상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터 중 상기 데이터 우선순위가 더 낮은 2차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 상기 제 1 기준차수 미만으로 설정된 제 2 기준차수 이상의 차수에 대응하는 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시키는 이산코사인변환 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 변환부는

상기 각 코덱 이터레이션기에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 산출경로에 대응한 코덱 스케일 팩터에 기초하여, 상기 적어도 하나의 코덱 이터레이션기 각각의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 보정하는 적어도 하나의 보정기를 더 포함하되,

상기 적어도 하나의 보정기 각각은 상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 보정하기 위한 상호 독립적인 데이터 보정 경로를 포함하고,

상기 코덱 스케일 팩터는 상기 룩어헤드 접근법(lookahead approach)의 코덱 알고리즘에 따른 적어도 1회의 이터레이션을 통해, 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 기초한 추정값으로 환산되고,

상기 코덱 스케일 팩터의 추정값을 도출하기 위한 이터레이션의 횟수 및 방향은 상기 코덱 스케일 팩터와 그의 추정값 사이의 오차가 상기 기준오차 이하가 되도록 설정되며,

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로 각각은 상기 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 각각 대응한 적어도 하나의 쉬프트기, 및 상기 적어도 하나의 쉬프트기의 출력값을 가감산하는 적어도 하나의 가감산기를 포함하며,

상기 연산량 조절부는

상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터 중 상기 데이터 우선순위가 더 낮은 2차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로가, 상기 데이터 우선순위가 더 높은 2차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로보다, 동일하거나 낮은 차수의 최고차항을 포함하도록, 상기 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로 각각에 포함된 쉬프트기를 선택적으로 턴오프시키는 이산코사인변환 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본원은 이산코사인변환(Discrete Cosine Transform: DCT) 장치에 관한 것으로, 특히, 코덱(coordinate Rotation Digital Computer: CORDIC) 알고리즘 기반의 이산코사인변환 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 이산코사인변환(Discrete Cosine Transform: DCT, 이하 "DCT"라 함)은 일련의 데이터 배열을 코사인 함수들의 합으로 변환했을 때, 각 코사인 함수의 진폭을 구하는 것을 지칭한다.

[0003] 이하의 수학식 1은 N개의 데이터 배열에 대해 DCT를 실시하는 수식이다.

수학식 1

$$X(k) = \frac{c(k)}{2} \sum_{i=0}^N x(i) \cos\left(\frac{(2i+1)k\pi}{2N}\right)$$

$$c(k) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{for } k = 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0005] 수학식 1에서, X(k)는 N개의 데이터 배열에 대해 DCT를 실시한 결과로서, N개의 변환값 배열이다. 그리고, x(i)는 N개의 데이터 배열 중 어느 하나이며, C(k)는 DCT 스케일 팩터(scale factor)이다.

[0006] 이러한 수학식 1에 의한 N개의 변환값 배열 중 0차 성분(X(0))은 다른 계수들과 달리 코사인 함수로 도출되지 않으므로 DC 성분으로 지칭하고, 나머지 다른 성분들은 코사인 함수로 도출되어 AC 성분으로 지칭된다.

[0007] 이러한 DCT는 JPEG, MPEG 및 H.264 등과 같은 다양한 영상 관련 표준에서, 영상 데이터의 부호화 처리에 가장 널리 사용되고 있다.

[0008] DCT를 이용하여 영상 데이터를 부호화 처리하는 과정은 영상 데이터를 NxM 크기의 픽셀값 데이터 행렬로 이루어진 블록으로 분할하는 단계, 및 블록 별로 2차원 DCT(2-Dimensional DCT, 이하 "2-D DCT"라 함)를 실시하여, 각 블록에 대한 NxM 크기의 변환값 데이터 행렬을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 이하의 수학식 2는 NxN 크기의 블록에 대해 2차원 DCT를 실시하는 수식이다.

수학식 2

$$F(u, v) = \frac{2}{N} C(u)C(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N}$$

$$C(u), C(v) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{for } u, v = 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0010]

[0011]

수학식 2에서, x, y 는 픽셀 도메인의 좌표이고, $f(x, y)$ 는 픽셀 도메인의 좌표(x, y)에 해당하는 픽셀값 데이터이다. u, v 는 주파수 도메인의 좌표이고, $F(u, v)$ 는 주파수 도메인의 좌표(u, v)에 해당하는 변환값 데이터이다. 그리고, $C(u), C(v)$ 는 2차원 DCT 스케일 팩터(scale factor)이다.

[0012]

이러한 수학식 2에 기초하여, 8x8 크기의 픽셀값 데이터 행렬로 이루어진 각 블록에 대해 DCT를 실시하려면, 약 4096회의 곱셈연산과 약 4032회의 덧셈 연산이 실시되어야 하므로, 과도하게 많은 연산량에 의해 전력소모가 높은 문제점이 있다.

[0013]

이에, 전력소모가 감소되도록 연산량을 줄이기 위하여, 각 블록에 대한 변환값 데이터 행렬을 산출하는 단계는, 이하의 수학식 3과 같이, 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬에 대해 제 1 방향의 1차원 DCT(1-Dimensional DCT, 이하 "1-D DCT"라 함)를 실시하는 단계와, 제 1 방향의 1-D DCT를 실시한 결과에 대해 제 1 방향과 상이한 제 2 방향의 1-D DCT를 실시하는 단계로 분리될 수 있다.

수학식 3

$$Y = TxT^T = (T(Tx)^T)^T$$

[0014]

[0015]

수학식 3에서, Y 는 블록에 대한 변환값 데이터 행렬이고, x 는 블록의 픽셀값 데이터 행렬이며, T 는 픽셀값 데이터 행렬에 대해 제 1 방향의 1-D DCT를 실시한 결과이다. 그리고, 뒀첨자 T 는 해당 행렬의 전치행렬(transpose matrix)을 나타낸다.

[0016]

이와 같이 수학식 3에 기초하여, 8x8 크기의 픽셀값 데이터 행렬로 이루어진 각 블록에 대해 DCT를 실시하려면, 약 256회의 곱셈연산과 약 416회의 덧셈연산이 실시된다. 그러므로, 수학식 2를 이용하는 경우보다, 연산량이 현저히 감소되어, 전력소모가 낮아질 수 있다.

[0017]

그러나, 여전히 약 400회 이상의 많은 곱셈연산이 실시됨에 따라, 많은 개수의 곱셈기를 이용해야 하므로, 각 블록에 대한 변환값 데이터 행렬을 산출하는 과정은 영상 데이터의 압축/복원 처리 중 전력소모가 비교적 높은 과정으로 지적된다.

[0018]

특히, 스마트폰, 게임기, 전자사전 및 PMP 등과 같이, 휴대가 가능한 소형 영상기기의 경우, 비교적 작은 디스플레이 화면을 포함하여 반드시 고화질의 영상을 재생할 필요가 없는 반면, 한정된 배터리의 용량으로 인해 전력소모를 줄여야 할 필요가 있다.

[0019]

이와 관련하여, 한국특허등록번호 제10-0567754호(공고일: 2006.04.04, 발명의 명칭: 이산 코사인 변환장치 및 방법)는 제 2 이산 코사인 변환 단계에서, 비교적 중요도가 낮은 주파수 성분들을 계산하지 않고 0으로 출력함으로써, 연산량을 감소시키고, 이로 인해 전력소모를 감소시키는 것을 개시하고 있다.

[0020]

그러나, 한국특허등록번호 제10-0567754호와 같이 DCT를 실시하면, 높은 주파수 성분들이 실제 0이 아님에도 불구하고 0으로 예측 처리되어, 예측 오류에 따른 화질의 열화가 심각하게 발생하게 된다. 이때, 화질의 열화는 화면의 색이 고르지 않거나 색의 변화가 심각한 현상, 화면이 떨리는 현상, 및 화면이 늘어지는 현상 등을 예로

들 수 있다.

- [0021] 그리고, 낮은 주파수 성분을 산출하기 위한 연산량은 감소되지 않으므로, 전체 연산량을 줄이는 데에 한계가 있다.
- [0022] 또한, 0으로 처리되는 성분의 주파수 범위가 기설정되어 있으므로, 화질과 전력소모의 선택적인 트레이드 오프가 용이하게 조절될 수 없는 문제점이 있다.
- [0023] 한편, 전력 소모가 높은 곱셈기를 적게 이용하기 위하여, 2-D DCT를 코딕(coordinate Rotation Digital Computer: CORDIC) 알고리즘 기반으로 구현하는 방안이 제기되었다.
- [0024] 코딕 알고리즘은 디지털 신호 처리 기술의 다양한 분야에서 삼각함수의 계산을 위해 널리 사용되는 알고리즘이다.
- [0025] 1959년 Jack. E. Volder에 의해 제안된 코딕 알고리즘은 덧셈 연산과 쉬프트 연산으로 삼각함수를 계산할 수 있어, 하드웨어가 차지하는 면적을 작게 할 수 있고, 높은 전력소모의 곱셈기를 줄일 수 있는 장점이 있다.
- [0026] 코딕 알고리즘은 동작에 따라 크게 벡터링 모드와 로테이션 모드로 분류될 수 있다. 벡터링 모드는 주어진 입력 벡터에 대해서 벡터의 크기와 편각을 산출하는 방식이다. 그리고 로테이션 모드는 주어진 입력 편각에 대해 사인(sine) 값과 코사인(cosine) 값을 산출하는 방식이다.
- [0027] 아래의 수학식4는 로테이션 모드의 코딕 알고리즘을 수식적으로 표현한 것이다.

수학식 4

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sigma_1 y_0 \\ \sigma_1 x_0 \\ \sigma_1 \cdot 90 \end{bmatrix} \quad (1^{\text{st}} \text{ iteration})$$

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{i-1} - \sigma_i 2^{2-i} y_{i-1} \\ y_{i-1} + \sigma_i 2^{2-i} x_{i-1} \\ z_{i-1} + \sigma_i \alpha_i \end{bmatrix} \quad (i^{\text{th}} \text{ iteration})$$

$$\alpha_i = \arctan(2^{2-i})$$

- [0028]
- [0029] 수학식 4에서, x_0, y_0, z_0 는 인풋 데이터(Input data)이고, x_i, y_i, z_i 는 i 번째 이터레이션(i^{th} iteration)의 아웃풋 데이터(output data)이다. (σ_i)는 '-1' 또는 '1'일 수 있고, 벡터의 회전방향(시계방향 또는 반시계방향)을 나타내는 사인비트(sign-bit)이다.
- [0030] 도 1은 코딕 알고리즘의 로테이션 모드를 설명하기 위한 도면이다.
- [0031] 도 1에 도시한 바와 같이, 초기 벡터를 (1,0)으로 설정한 상태에서, 입력된 편각(θ)이 누적된 각도(Z)보다 큰 경우에는 사인비트(σ_i)는 '-1'로 설정되며, 초기 벡터를 반시계 방향으로 소정 각도만큼 회전시킨다. 만약, 입력된 편각(θ)이 누적된 각도(Z)보다 작은 경우에는 사인비트(σ_i)는 '1'로 설정되며, 초기 벡터를 시계 방향으로 소정 각도만큼 회전시킨다.
- [0032] 예를 들어, 입력 편각(θ)이 70° 인 경우, 누적된 각도(Z)가 없는 상태이므로, 사인비트(σ_i)는 '-1'로 설정되며, 초기 벡터를 반시계 방향으로 90° 만큼 회전시킨다. 다음으로, 누적된 각도(Z)가 70° 보다 큰 상태이므로, 사인비트(σ_i)는 '1'로 설정되며, 초기 벡터를 시계 방향으로 45° 회전시킨다. 이와 같은 동작은 입력된 편각(θ)과 누적된 각도(Z)가 동일해지기까지 반복한다. 이를 코딕 이터레이션(CORDIC iteration)이라 지칭한다. 이후, 코딕 이터레이션을 통해 도출된 X좌표값과 Y좌표값을 미리 설정된 코딕 스케일 팩터(scale-factor)로 보정

하면, 입력 편각(θ)에 대한 사인 값과 코사인 값을 산출할 수 있다.

[0033] 도 2는 일반적인 코딕 이터레이션(CORDIC iteration)의 하드웨어 구조를 나타낸 도면이다.

[0034] 도 2에 도시한 바와 같이, 일반적인 코딕 이터레이션(CORDIC iteration)의 하드웨어는 교차하는 데이터 경로(crossing-datapath)를 갖는다. 즉, 현재 $i+1$ 번째 이터레이션 단계($i+1^{\text{th}}$ iteration step)의 아웃풋 데이터를 계산하기 위해서는, 이전 i 번째 이터레이션 단계(i^{th} iteration step)에 따른 아웃풋데이터가 먼저 연산되어야 한다.

[0035] 즉, 현재 $i+1$ 번째 이터레이션 단계($i+1^{\text{th}}$ iteration step)의 아웃풋 데이터 x_{i+1} 과 y_{i+1} 는 이전 i 번째 이터레이션 단계(i^{th} iteration step)의 아웃풋 데이터 x_i 과 y_i 에 대한 데이터 의존성을 갖는다. 달리 설명하면, 하나의 코딕 이터레이션에서 서로 연관되어 생성되는 두 개의 아웃풋 데이터(x 값, y 값)가 서로 다른 횟수의 이터레이션 단계로 계산될 수 없다.

[0036] 그러므로, 일반적인 코딕 이터레이션에서는 각 아웃풋 데이터의 데이터 우선순위에 관계없이, 상호 연관된 두 개의 아웃풋 데이터를 동일한 횟수의 이터레이션 단계로만 생성할 수 있어, 각 아웃풋 데이터를 도출하기 위한 연산량을 감소시키기는 데에 데이터 우선순위를 반영할 수 없으므로, 코딕 알고리즘을 기반으로 한 기존의 이산코사인변환 장치는 연산량의 감소 및 그로 인한 전력 소모의 감소에 한계가 있는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0037] 본원의 일 실시예는 화질과 전력소모 사이의 선택적인 트레이드오프(trade off)를 용이하게 조절할 수 있고, 변환값 데이터의 데이터 우선순위에 기초하여 연산량을 감소시킬 수 있는 코딕 알고리즘 기반의 이산코사인변환 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0038] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본원의 일 실시예는 영상 데이터를 부호화하기 위한 코딕 알고리즘 기반의 이산코사인변환 장치에 있어서, 상기 영상 데이터를 분할하여, $N \times N$ 크기의 픽셀값 데이터 행렬로 각각 이루어진 적어도 하나의 블록을 생성하는 블록생성부; 상기 각 블록에 대응하여 픽셀값 데이터 행렬 중 제 1 방향의 데이터 배열 별로 이산코사인변환하여, 1차원 변환값 데이터 행렬을 출력하는 제 1 변환부; 상기 1차원 변환값 데이터 행렬 중 상기 제 1 방향과 상이한 제 2 방향의 데이터 배열 별로 이산코사인변환하여, 상기 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬에 대응한 2차원 변환값 데이터 행렬을 출력하는 제 2 변환부; 및 상기 부호화된 영상 데이터에 대해 기설정된 화질 또는 각 변환값 데이터의 데이터 우선순위에 기초하여, 상기 제 1 및 제 2 변환부 각각의 연산량을 감소시키는 연산량 조절부를 포함하되, 상기 제 1 방향 및 상기 제 2 방향은 데이터 행렬의 배열 선택방향인 이산코사인변환 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0039] 본원의 일 실시예에 따른 이산코사인변환 장치는 기설정된 화질 또는 데이터 우선순위에 따라 제 1 및 제 2 변환부에서 변환값 데이터를 도출하기 위해 실시되는 연산량을 감소시키는 연산량 제어부를 포함한다.

[0040] 구체적으로, 연산량 제어부는 화질에 기초하여 연산량을 감소시킬 수 있어, 전력 소모와 화질 사이의 선택적인 트레이드 오프가 용이하게 조절될 수 있다. 그리고, 데이터 우선순위에 따라, 변환값 데이터를 도출하기 위해 실시되는 연산량을 다르게 함으로써, 전력소모의 저하에 따른 화질 저하를 최소화시킬 수 있다. 즉, 데이터 우선순위가 더 낮은 변환값 데이터의 도출을 위한 연산량을, 데이터 우선순위가 더 높은 변환값 데이터의 도출을 위한 연산량보다 감소시킨다. 이로써, 데이터 우선순위가 더 높은 변환값 데이터는 더 많은 연산량으로 도출됨에 따라, 화질 저하가 최소화되면서도, 데이터 우선순위가 더 낮은 변환값 데이터는 더 적은 연산량으로 도출되어 전체 연산량이 감소되므로, 전력소모가 더욱 감소될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 코딕 알고리즘의 로테이션 모드를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 일반적인 코딕 이터레이션(CORDIC iteration)의 하드웨어 구조를 나타낸 도면이다.

도 3은 본원의 일 실시예에 따른 코딕 알고리즘 기반의 이산코사인변환 장치를 나타낸 블록도이다.

도 4는 8x8 크기의 픽셀값 데이터 행렬에 대응한 2차원 변환값 데이터 행렬의 일 예에 있어서, 각 변환값 데이터의 데이터 우선순위를 나타낸 것이다.

도 5는 본원의 일 실시예에 따른 제 1 변환부를 나타낸 블록도이다.

도 6은 도 3의 코딕 이터레이션기를 나타낸 블록도이다.

도 7a 내지 도 7f는 도 4의 제 1 내지 제 6 코딕 이터레이션기 및 제 1 내지 제 6 보정기를 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0043] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0044] 도 3 내지 도 6, 및 도 7a 내지 도 7f를 참조하여, 본원의 일 실시예에 따른 이산코사인변환 장치에 대해 설명한다.
- [0045] 도 3은 본원의 일 실시예에 따른 코딕 알고리즘 기반의 이산코사인변환 장치를 나타낸 블록도이다. 도 4는 8x8 크기의 픽셀값 데이터 행렬에 대응한 2차원 변환값 데이터 행렬의 일 예에 있어서, 각 변환값 데이터의 데이터 우선순위를 나타낸 것이다. 도 5는 본원의 일 실시예에 따른 제 1 변환부를 나타낸 블록도이고, 도 6은 도 3의 코딕 이터레이션기를 나타낸 블록도이다. 그리고, 도 7a 내지 도 7f는 도 4의 제 1 내지 제 6 코딕 이터레이션기 및 제 1 내지 제 6 보정기를 나타낸 블록도이다.
- [0046] 도 3에 도시한 바와 같이, 본원의 일 실시예에 따른 이산코사인변환 장치(10)는 영상 데이터를 부호화하기 위한 것으로, 블록 생성부(11), 제 1 변환부(12), 제 2 변환부(13), 및 연산량 조절부(14)를 포함한다.
- [0047] 블록 생성부(11)는 영상 데이터를 입력 받고, 영상 데이터를 분할하여, NxN 픽셀 데이터로 각각 이루어진 적어도 하나의 블록을 생성한다. 여기서, N은 8로 설정되어, 각 블록은 8x8 크기인 것이 일반적이다.
- [0048] 제 1 변환부(12)는 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬을 입력 받고, 입력된 픽셀값 데이터 행렬을 제 1 방향으로 이산코사인변환하여, 1차원 변환값 데이터 행렬을 출력한다. 즉, 제 1 변환부(12)는 각 블록에 대하여, 픽셀값 데이터 행렬 중 제 1 방향의 데이터 배열 별로 1차원 이산코사인변환을 실시한다.
- [0049] 제 2 변환부(13)는 제 1 변환부(12)에 의한 1차원 변환값 데이터 행렬을 입력 받고, 입력된 1차원 변환값 데이터 행렬을 제 1 방향과 상이한 제 2 방향으로 이산코사인변환하여, 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬에 대응한 2차원 변환값 데이터 행렬을 출력한다. 즉, 제 2 변환부(13)는 각 1차원 변환값 데이터 행렬 중 제 2 방향의 데이터 배열 별로 1차원 이산코사인변환을 실시한다.
- [0050] 이러한 제 1 및 제 2 변환부(12, 13)에 대해서는 이하에서 구체적으로 설명한다.
- [0051] 연산량 조절부(14)는 부호화된 영상 데이터에 대해 기설정된 화질, 또는 각 변환값 데이터의 데이터 우선순위에 기초하여, 제 1 및 제 2 변환부(12, 13) 각각의 연산량을 감소시킨다.
- [0052] 여기서, 부호화된 영상 데이터의 화질은 이산코사인변환에 소모되는 연산량과 트레이드 오프 관계에 있다. 즉, 연산량이 많을수록 화질의 감소량은 낮아지고, 연산량이 적을수록 화질의 감소량은 증가하게 된다.
- [0053] 이에, 연산량 조절부(14)는 기설정된 화질에 기초하여, 제 1 및 제 2 변환부(12, 13)가 1차원 및 2차원 변환값 데이터 행렬을 도출하기 위해 실시하는 연산량을 감소시킨다. 즉, 연산량 조절부(14)는 기설정된 화질이 낮을수록 제 1 및 제 2 변환부(12, 13) 각각의 연산량을 많이 감소시키고, 기설정된 화질이 높을수록 제 1 및 제 2 변

환부(12, 13) 각각의 연산량을 적게 감소시킨다.

- [0054] 그리고, 연산량 조절부(14)는 제 1 및 제 2 변환부(12, 13) 각각이 데이터 우선순위가 더 낮은 변환값 데이터가 데이터 우선순위가 더 높은 변환값 데이터보다 적은 연산량으로 도출하도록 제어한다.
- [0055] 여기서, 변환값 데이터의 데이터 우선순위는, 변환값 데이터의 정확도가 사람의 눈에 민감하게 감지되는 정도를 나타낸다.
- [0056] 즉, 도 4에 도시한 바와 같이, 사람의 눈은 DC에 인접한 낮은 주파수(Low Frequency) 성분의 변환값의 오차를 민감하게 감지하는 반면, DC에 인접하지 않은 높은 주파수(High Frequency) 성분의 변환값의 오차에 대해서는 낮은 주파수 성분보다 둔감한 것으로 알려져 있다. 다시 설명하면, 더 낮은 주파수 성분에 해당하는 변환값 데이터일수록 데이터 우선순위는 높아지는 반면, 더 높은 주파수 성분에 해당하는 변환값 데이터일수록 데이터 우선순위는 낮아진다.
- [0057] 이에, 연산량 조절부(14)는, 사람의 눈에 더 둔감하게 감지되는 낮은 데이터 우선순위의 변환값 데이터를 도출 시에 높은 데이터 우선순위를 갖는 변환값 데이터보다 적은 연산량이 실시되도록, 제 1 및 제 2 변환부(12, 13) 각각의 연산량을 조절한다.
- [0058] 한편, 도 3에 도시된 제 1 및 제 2 변환부(12, 13)는 입력된 데이터 배열에 대해 룩어헤드 접근법(lookahead approach)을 적용한 코딩 알고리즘 기반의 1차원 이산코사인변환을 실시한다.
- [0059] 우선, 제 1 변환부(12)에 대해 설명하면 다음과 같다. 이하에서는, 제 1 및 제 2 변환부(12, 13)를 더욱 용이하게 설명하기 위하여, 블록생성부(11)에 의한 복수의 블록은 8x8 크기의 픽셀값 데이터 행렬이라고 가정한다. 그러나, 이는 단지 예시일 뿐이며, 블록 크기는 8로 한정되지 않고, 다르게 설정될 수 있음은 당연하다.
- [0060] 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬에 있어서, 제 1 방향의 각 라인은 8 개의 픽셀값 데이터를 포함하므로, 제 1 변환부(12)는 제 1 방향의 각 라인 별로, 8 개의 픽셀값 데이터를 입력받는다.
- [0061] 수학식 1을 참고해보면, 8개의 픽셀값 데이터에 대한 1차원 변환값 데이터는 이하의 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$X(k) = \frac{c(k)}{2} \sum_{i=0}^7 x(i) \cos\left(\frac{(2i+1)k\pi}{16}\right), k = 0, 1, 2, \dots, 7$$

$$c(k) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{for } k = 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

- [0062]
- [0063] 수학식 5에서, X(k)는 주파수 도메인의 k번째 1차원 변환값 데이터이고, x(i)는 픽셀 도메인의 i번째 픽셀값 데이터이다. 그리고, c(k)는 DCT 스케일 팩터(scale factor)이다.
- [0064] 이때, 수학식 5에 의하면, 어느 한 배열에 포함되는 8개의 픽셀값 데이터(x(i), i는 0 이상, 7 이하의 자연수)에 대한 8개의 1차원 변환값 데이터(X(k), k는 0 이상, 7 이하의 자연수)는 대칭성(symmetric property)을 가지므로, 이하의 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$\begin{bmatrix} X(0) \\ X(4) \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} c_4 & c_4 \\ c_4 & -c_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(0) + x(7) + x(3) + x(4) \\ x(1) + x(6) + x(2) + x(5) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X(2) \\ X(6) \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} c_2 & c_6 \\ c_6 & -c_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(0) + x(7) - x(3) - x(4) \\ x(1) + x(6) - x(2) - x(5) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X(1) \\ X(3) \\ X(5) \\ X(7) \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} c_1 & c_3 & c_5 & c_7 \\ c_3 & -c_7 & -c_1 & -c_5 \\ c_5 & -c_1 & c_7 & c_3 \\ c_7 & -c_5 & c_3 & -c_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(0) - x(7) \\ x(1) - x(6) \\ x(2) - x(5) \\ x(3) - x(4) \end{bmatrix}$$

$$c_k = \cos\left(\frac{k\pi}{16}\right)$$

[0065]

[0066]

그리고, 수학식 6에서, 일부 코사인 성분을 사인 성분으로 대체하면, 이하의 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\begin{bmatrix} X(4) \\ X(0) \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} c_4 & -s_4 \\ s_4 & c_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(0) + x(7) + x(3) + x(4) \\ x(1) + x(6) + x(2) + x(5) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X(6) \\ X(2) \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} c_6 & -s_6 \\ s_6 & c_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(0) + x(7) - x(3) - x(4) \\ x(1) + x(6) - x(2) - x(5) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X(1) \\ X(7) \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} c_7 & s_7 \\ -s_7 & c_7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(3) - x(4) \\ x(0) - x(7) \end{bmatrix} + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} c_3 & s_3 \\ -s_3 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(1) - x(6) \\ x(2) - x(5) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X(3) \\ X(5) \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} c_3 & -s_3 \\ s_3 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(0) - x(7) \\ x(3) - x(4) \end{bmatrix} - \frac{1}{2} \begin{bmatrix} c_1 & s_1 \\ -s_1 & c_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(2) - x(5) \\ x(1) - x(6) \end{bmatrix}$$

$$c_k = \cos\left(\frac{k\pi}{16}\right), s_m = \sin\left(\frac{m\pi}{16}\right), m = 8 - k$$

[0067]

[0068]

수학식 7에 나타낸 바와 같이, 8개의 픽셀값 데이터(x(i), i는 0 이상, 7 이하의 자연수)에 대한 8개의 1차원 변환값 데이터(X(k), k는 0 이상, 7 이하의 자연수)는 회전 행렬 형식으로 환산될 수 있다.

[0069]

이러한 수학식 7을 반영하여, 도 5에 도시한 바와 같이, 제 1 변환부(12)는 복수의 인풋 데이터를 생성하는 전 처리기(110), 복수의 인풋 데이터 중 제 1 및 제 2 인풋 데이터에 대응한 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 각각 생성하는 적어도 하나의 코덱 이터레이션기(131, 132, 133, 134, 135, 136), 및 적어도 하나의 코덱 이터레이션

기 각각의 아웃풋 데이터를 보정하는 적어도 하나의 보정기(141, 142, 143, 144, 145, 146)를 포함한다.

- [0070] 전처리기(110)는 복수의 가감산기(111~118, 121~122)를 포함하고, 픽셀값 데이터 행렬 중 제 1 방향의 어느 한 배열에 포함되는 복수의 픽셀값 데이터($x(1) \sim x(7)$)를 입력 받는다. 그리고, 전처리기(110)는 적어도 하나의 가감산기(111~118, 121~122)를 포함하고, 이들을 이용하여, 복수의 픽셀값 데이터($x(1) \sim x(7)$) 중 서로 다른 둘 이상의 픽셀값 데이터에 각각 기초하는 복수의 인풋 데이터를 생성한다.
- [0071] 이러한 전처리기(110)는 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬 중 제 1 방향의 어느 한 배열에 포함되는 복수의 픽셀값 데이터($x(1) \sim x(7)$)를 입력 받고, 복수의 가감산기(111~118, 121~122)를 이용하여, 복수의 픽셀값 데이터($x(1) \sim x(7)$) 중 서로 다른 픽셀값 데이터에 각각 기초하는 복수의 인풋 데이터를 생성한다.
- [0072] 이때, 각 가감산기(111~118, 121~122)는 두 개의 서로 다른 픽셀값 데이터를 가산 또는 감산하는 것일 수 있다.
- [0073] 일 예로, 수학적식 7 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬 중 제 1 방향의 어느 한 배열이 8개의 픽셀값 데이터($x(1) \sim x(7)$)로 이루어진 경우, 복수의 인풋 데이터는, ($x(0)+x(7)+x(3)+x(4)$), ($x(1)+x(6)+x(2)+x(5)$), ($x(0)+x(7)-x(3)-x(4)$), ($x(1)+x(6)-x(2)-x(5)$), ($x(3)-x(4)$), ($x(0)-x(7)$), ($x(1)-x(6)$) 및 ($x(2)-x(5)$)일 수 있다.
- [0074] 적어도 하나의 코딩 이터레이션기(131, 132, 133, 134, 135, 136)는 서로 상이한 입력 편각으로 기설정된다. 그리고, 각 코딩 이터레이션기(131, 132, 133, 134, 135, 136)는 전처리기(110)에 의한 복수의 인풋 데이터 중 두 개를 제 1 및 제 2 인풋 데이터로 입력 받는다.
- [0075] 이러한 각 코딩 이터레이션기(131, 132, 133, 134, 135, 136)는 입력된 제 1 및 제 2 인풋 데이터, 및 기설정된 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값에 기초하여, 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 각각 생성한다.
- [0076] 일 예로, 수학적식 7 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 각 블록의 픽셀값 데이터 행렬 중 제 1 방향의 어느 한 배열이 8개의 픽셀값 데이터($x(1) \sim x(7)$)로 이루어진 경우, 제 1 변환부(12)는 서로 다른 입력 편각으로 기설정된 제 1 내지 제 6 코딩 이터레이션기(131, 132, 133, 134, 135, 136)를 포함할 수 있다.
- [0077] 그 중, 제 1 코딩 이터레이션기(131)는 입력 편각이 반시계 방향의 $4\pi/16$ 으로 기설정되고, 복수의 인풋 데이터 중 ($x(0)+x(7)+x(3)+x(4)$)와 ($x(1)+x(6)+x(2)+x(5)$)을 초기 벡터로 입력 받는다.
- [0078] 제 2 코딩 이터레이션기(132)는 입력 편각이 반시계 방향의 $6\pi/16$ 으로 기설정되고, 복수의 인풋 데이터 중 ($x(0)+x(7)-x(3)-x(4)$)와 ($x(1)+x(6)-x(2)-x(5)$)을 초기 벡터로 입력 받는다.
- [0079] 제 3 코딩 이터레이션기(133)는 입력 편각이 시계 방향의 $7\pi/16$ 으로 기설정되고, 복수의 인풋 데이터 중 ($x(3)-x(4)$)와 ($x(0)-x(7)$)을 초기 벡터로 입력 받는다.
- [0080] 제 4 코딩 이터레이션기(134)는 입력 편각이 시계 방향의 $3\pi/16$ 으로 기설정되고, 복수의 인풋 데이터 중 ($x(1)-x(6)$)와 ($x(2)-x(5)$)을 초기 벡터로 입력 받는다.
- [0081] 제 5 코딩 이터레이션기(135)는 입력 편각이 반시계 방향의 $3\pi/16$ 으로 기설정되고, 복수의 인풋 데이터 중 ($x(0)-x(7)$)와 ($x(3)-x(4)$)을 초기 벡터로 입력 받는다.
- [0082] 제 6 코딩 이터레이션기(136)는 입력 편각이 시계 방향의 $\pi/16$ 으로 기설정되고, 복수의 인풋 데이터 중 ($x(2)-x(5)$)와 ($x(1)-x(6)$)을 초기 벡터로 입력 받는다.
- [0083] 그리고, 각 코딩 이터레이션기(131~136)에 있어서, 기설정된 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값은 로테이션 모드의 코딩 알고리즘에 따른 적어도 1회의 이터레이션을 통해, 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항을 가감산하는 추정값으로 각각 설정된다. 이때, 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값을 도출하기 위한 이터레이션의 횟수 및 방향은 사인값과 코사인값 및 그들의 추정값 간의 오차가 소정의 기준오차 이하가 되는 범위에서 설정된다. 일 예로, 기준오차는 10^{-3} 일 수 있다.
- [0084] 이하의 표 1은 기준오차가 10^{-3} 인 경우, 각 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값을 도출하기 위한 이터레이션의 횟수 및 방향을 나타낸 것이다.

표 1

Angle	The iterations executed (<i>k</i> th stages)	Iteration directions (sign-bits)
$\pi/16^+$	$i = 0, 1, 3, 10$	$\sigma = -1, +1, +1, +1$
$3\pi/16^+$	$i = 1, 3, 10$	$\sigma = -1, -1, -1$
$3\pi/16^*$	$i = 1, 3, 10$	$\sigma = +1, +1, +1$
$4\pi/16^*$	$i = 0$	$\sigma = +1$
$6\pi/16^*$	$i = (90^\circ), 2, 3, 5, 7$	$\sigma = -1, +1, +1, +1, -1$
$7\pi/16^+$	$i = 0, 1, 3, 10$	$\sigma = -1, -1, -1, -1$

[0085]

[0086]

표 1에서, 각 입력 편각(Angle)의 첨자 중 +는 시계방향을 나타내고, *은 반시계방향을 나타낸다. 그리고, 2^{-i} 은 각 이터레이션의 회전각도를 나타내고, i 의 개수는 이터레이션의 횟수를 나타내며, σ 는 각 이터레이션의 회전 방향을 나타낸다.

[0087]

표 1에 나타난 입력 편각들 중 시계방향의 $\pi/16$ 를 일 예로 들어 설명해보면, $\pi/16$ 인 11.25° 는 기준오차(10^{-3}) 이하의 오차를 나타내는 추정값 중 하나로는 $(-\arctan(2^0) + \arctan(2^{-1}) + \arctan(2^{-3}) + \arctan(2^{-10}))$ 이 있다. 즉, 입력 편각이 시계방향의 $\pi/16$ 인 경우, 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값을 구하기 위하여, 초기 벡터를 시계 방향의 45° ($= -\arctan(2^0)$), 반시계 방향의 26.56505118° ($= \arctan(2^{-1})$), 반시계 방향의 7.12501635° ($= \arctan(2^{-3})$), 및 반시계 방향의 0.05595289° ($= \arctan(2^{-10})$)만큼씩 회전시키는 총 4회의 이터레이션($i=0, 1, 3, 10$, $\sigma = -1, +1, +1, +1$)을 실시한다.

[0088]

도 5에 도시한 제 1 변환부(12)에 이상의 표 1을 룯어헤드 접근법(lookahead approach)으로 반영하면, 8개의 1차원 변환값 데이터($X(0) \sim X(1)$)은 이하의 표 2와 같이 나타낼 수 있다.

표 2

$$\begin{aligned}
 \text{for } X(0) \quad y_{4:n16} &= (1)x_0 + (1)y_0 \\
 \\
 \text{for } X(1) \quad x_{7:n16} &= (2^2+2^4-2^9+2^{11}-2^{14})x_0 + (1+2^1+2^4+2^{12}+2^{14})y_0 \\
 x_{3:n16} &= (1-2^4-2^{11}-2^{13})x_0 + (2^1+2^3+2^{10}-2^{14})y_0 \\
 \\
 \text{for } X(2) \quad y_{6:n16} &= (1-2^5-2^7-2^{10}+2^{12}-2^{17})x_0 + (2^2+2^3+2^5-2^7-2^{10}+2^{12}+2^{14}+2^{15})y_0 \\
 \\
 \text{for } X(3) \quad x_{3:n16} &= (1-2^4-2^{11}-2^{13})x_0 + (-2^1-2^3-2^{10}+2^{14})y_0 \\
 x_{n16} &= (1+2^1+2^4+2^{12}+2^{14})x_0 + (2^2+2^4-2^9+2^{11}-2^{14})y_0 \\
 \\
 \text{for } X(4) \quad x_{4:n16} &= (1)x_0 + (-1)y_0 \\
 \\
 \text{for } X(5) \quad y_{3:n16} &= (2^1+2^3+2^{10}-2^{14})x_0 + (1-2^4-2^{11}-2^{13})y_0 \\
 y_{n16} &= (-2^2-2^4+2^9-2^{11}+2^{14})x_0 + (1+2^1+2^4+2^{12}+2^{14})y_0 \\
 \\
 \text{for } X(6) \quad x_{6:n16} &= (2^2+2^3+2^5-2^7-2^{10}+2^{12}+2^{14}+2^{15})x_0 + (-1+2^5+2^7+2^{10}-2^{12}+2^{17})y_0 \\
 \\
 \text{for } X(7) \quad y_{3:n16} &= (-2^1-2^3-2^{10}+2^{14})x_0 + (1-2^4-2^{11}-2^{13})y_0 \\
 y_{7:n16} &= (-1-2^1-2^4-2^{12}-2^{14})x_0 + (2^2+2^4-2^9+2^{11}-2^{14})y_0
 \end{aligned}$$

[0089]

[0090]

한편, 도 2에 도시한 일반적인 코딩 이터레이션기와 같이, 이전 이터레이션 단계에 기초하여 현재 이터레이션 단계가 실시되면, 연산량을 감소시키는 데에 데이터 우선순위를 반영할 수 없다.

[0091]

그러므로, 도 6에 도시한 바와 같이, 본원의 일 실시예에 따른 코딩 이터레이션기(130)는 룩어헤드 접근법(lookahead approach)을 적용하여, 제 1 및 제 2 인풋 데이터(x_0 , y_0)에 대응하는 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x_A , y_B)를 상호 독립적인 데이터 산출 경로로 산출한다.

[0092]

즉, 제 1 아웃풋 데이터(x_A)를 도출하기 위한 데이터 산출 경로는 제 1 및 제 2 인풋 데이터(x_0 , y_0)가 입력되면 A 이터레이션 과정을 거쳐 제 1 아웃풋 데이터(x_A)를 도출하도록 기설정된다. 이와 마찬가지로, 제 1 아웃풋 데이터(x_A)의 데이터 산출 경로와 별개인, 제 2 아웃풋 데이터(y_B)를 도출하기 위한 데이터 산출 경로는 제 1 및 제 2 인풋 데이터(x_0 , y_0)가 입력되면 B 이터레이션 과정을 거쳐 제 2 아웃풋 데이터(y_B)를 도출하도록 기설정된다.

[0093]

예를 들어, 수학식 4를 참고하여, 룩어헤드 코딩 알고리즘을 적용한 세번째 이터레이션의 아웃풋 데이터는 이하의 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$\begin{bmatrix} x_3 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} -\sigma_1\sigma_2 \\ -\sigma_1\sigma_3 2^{-1} \\ +\sigma_1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -\sigma_1 \\ +\sigma_1\sigma_2\sigma_3 2^{-1} \\ -\sigma_1\sigma_2 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} -\sigma_1\sigma_2\sigma_3 2^{-1} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -\sigma_1\sigma_3 2^{-1} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix}$$

[0094]

[0095] 수학식 8에서, x_0, y_0 은 인풋 데이터를 나타내고, x_3, y_3 은 세번째 이터레이션의 아웃풋 데이터를 나타낸다. (σ_i)는 '-1' 또는 '1'으로 표기되며, 각 이터레이션의 회전방향(시계방향 또는 반시계방향)을 나타내는 사인비트(sign-bit)이다.

[0096] 그리고, 룩어헤드 코딩 알고리즘을 적용한 네번째 이터레이션의 아웃풋 데이터는 이하의 수학식 9와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$\begin{bmatrix} x_4 \\ y_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} -\sigma_1\sigma_2 \\ -\sigma_1\sigma_32^{-1} \\ -\sigma_1\sigma_42^{-2} \\ +\sigma_1\sigma_2\sigma_3\sigma_42^{-3} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -\sigma_1 \\ +\sigma_1\sigma_2\sigma_32^{-1} \\ +\sigma_1\sigma_2\sigma_42^{-2} \\ +\sigma_1\sigma_3\sigma_42^{-3} \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} +\sigma_1 \\ -\sigma_1\sigma_2\sigma_32^{-1} \\ -\sigma_1\sigma_2\sigma_42^{-2} \\ -\sigma_1\sigma_3\sigma_42^{-3} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -\sigma_1\sigma_2 \\ -\sigma_1\sigma_32^{-1} \\ -\sigma_1\sigma_42^{-2} \\ +\sigma_1\sigma_2\sigma_3\sigma_42^{-3} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix}$$

[0097]

[0098] 그런데, 룩어헤드 접근법에 따르면, 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터가 동일한 횟수의 이터레이션을 반영한 데이터 산출 경로로 도출될 필요가 없다.

[0099] 즉, 룩어헤드 접근법에 따르면, 이하의 수학식 10에 나타난 바와 같이, 제 1 아웃풋 데이터(x_4)는 4회의 이터레이션을 적용한 데이터 산출 경로로 도출되고, 제 2 아웃풋 데이터(y_3)는 3회의 이터레이션을 적용한 데이터 산출 경로로 도출될 수도 있다.

수학식 10

$$\begin{bmatrix} x_4 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} -\sigma_1\sigma_2 \\ -\sigma_1\sigma_32^{-1} \\ -\sigma_1\sigma_42^{-2} \\ +\sigma_1\sigma_2\sigma_3\sigma_42^{-3} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -\sigma_1 \\ +\sigma_1\sigma_2\sigma_32^{-1} \\ +\sigma_1\sigma_2\sigma_42^{-2} \\ +\sigma_1\sigma_3\sigma_42^{-3} \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} +\sigma_1 \\ -\sigma_1\sigma_2\sigma_32^{-1} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -\sigma_1\sigma_2 \\ -\sigma_1\sigma_32^{-1} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix}$$

[0100]

[0101] 이에, 도 5의 각 코딩 이터레이션기(131~136)에 포함되는 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로는 서로 동일한 횟수의 이터레이션이 적용될 수 있고, 또는 서로 상이한 횟수의 이터레이션이 적용될 수도 있다.

[0102] 다시, 도 5를 이어서 설명한다.

[0103] 도 5에 도시한 바와 같이, 적어도 하나의 보정기(141, 142, 143, 144, 145, 145, 146)는 적어도 하나의 코딩 이터레이션기(131, 132, 133, 134, 135, 136)에 각각 대응하고, 코딩 스케일 팩터에 기초하여, 적어도 하나의 코딩 이터레이션기(131, 132, 133, 134, 135, 136) 각각의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 보정한다. 이때, 코딩 스케일 팩터는 각 코딩 이터레이션기(131~136)에 포함되는 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로

에 적용된 이터레이션의 횟수 및 방향에 대응한다.

[0104] 이하의 표 3은, 이상의 표 1과 같이 록어헤드 접근법의 코딩 알고리즘에 기초하여 각 입력 편각에 대한 사인값과 코사인값의 추정값을 도출하는 경우, 각 입력 편각에 대한 코딩 스케일 팩터와, 그의 추정값을 나타낸 것이다. 이때, 추정값은 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항을 가감산하는 수식 형태로 도출하되, 코딩 스케일 팩터와 그의 추정값 사이의 오차가 기준오차 이하가 되는 범위 내에서 도출한다. 이때의 기준오차는 10^{-4} 일 수 있다.

표 3

입력편각	코딩 스케일 팩터	추정값
$\pi/16$	0.3137856...	$2^{-2}+2^{-4}+2^{-10}$
$3\pi/16$	0.4437599...	$2^{-1}-2^{-4}+2^{-7}-2^{-9}$
$4\pi/16$	0.3535533...	$2^{-2}+2^{-4}+2^{-5}+2^{-7}+2^{-9}$
$6\pi/16$	0.4810759...	$2^{-1}-2^{-6}-2^{-8}$
$7\pi/16$	0.3137856...	$2^{-2}+2^{-4}+2^{-10}$

[0105]

[0106] 이상에서 설명한 표 2 및 표 3에 따르면, 제 1 변환부(12)에 포함되는 적어도 하나의 코딩 이터레이션기(131~136) 및 적어도 하나의 보정기(141~146)은 도 7a 내지 도 7f와 같이 나타낼 수 있다.

[0107] 도 7a 내지 도 7f에서, x_0 , y_0 는 각 코딩 이터레이션기(131~136)의 제 1 및 제 2 인풋 데이터를 나타내고, x , y 는 각 코딩 이터레이션기(131~136)의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 나타내며, K_x , K_y 는 각 보정기(141~146)에 의해 보정된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터를 나타낸다. 그리고, 자연수가 기재된 흰색 또는 검정색 바탕의 원형은 2의 거듭제곱항에 대응한 쉬프트기를 나타내며, 원형 내의 자연수는 각 쉬프트항이 대응한 차수를 나타낸다. 이때, 흰색 바탕의 원형은 가산되는 2의 거듭제곱항을 나타내고, 검정색 바탕의 원형은 감산되는 2의 거듭제곱항을 나타낸다. 또한, (+)가 기재된 원형은 각 쉬프트기의 출력값을 가감산하는 가감산기를 나타낸다.

[0108] 도 7a 내지 도 7f에 도시한 바와 같이, 각 코딩 이터레이션기(131~136) 및 각 보정기(141~146)는 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터에 대응한 상호 독립적인 데이터 경로를 포함한다.

[0109] 즉, 각 코딩 이터레이션기(131~136)는 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x , y)를 출력하기 위한 상호 독립적인 데이터 산출 경로를 포함한다. 이때, 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x , y)의 데이터 산출 경로 각각은 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 각각 대응한 적어도 하나의 쉬프트기, 및 적어도 하나의 쉬프트기의 출력값을 가감산하는 적어도 하나의 가감산기를 포함한다.

[0110] 그리고, 각 보정기(141~146)는 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(K_x , K_y)를 보정하기 위한 상호 독립적인 데이터 보정 경로를 포함한다. 이때, 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x , y)의 데이터 보정 경로 각각은 서로 다른 차수를 갖는 적어도 하나의 2의 거듭제곱항에 각각 대응한 적어도 하나의 쉬프트기, 및 적어도 하나의 쉬프트기의 출력값을 가감산하는 적어도 하나의 가감산기를 포함한다.

[0111] 더불어, 제 2 변환부(13)는 제 1 변환부(12)에서 출력되는 1차원 변환값 데이터 행렬 중 제 2 방향의 1차원 변환값 데이터 배열을 입력받아, 입력받은 데이터 배열에 대해 1차원 이산코사인변환을 실시하여 2차원 변환값 데이터 행렬을 출력한다는 점, 즉 입출력 데이터가 다르다는 점을 제외하면, 이상에서 설명한 도 5, 도 6 및 도 7a 내지 도 7f의 제 1 변환부(12)와 사실상 동일하므로, 이하에서 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0112] 그리고, 본원의 일 실시예에 따르면, 연산량 조절부(14)는 기설정된 화질 또는 변환값 데이터의 데이터 우선순위에 기초하여, 제 1 및 제 2 변환부(12, 13)에서의 각 코딩 이터레이션기(131~136) 및 각 보정기(141~146)에 포함되는 쉬프트기를 선택적으로 턴오프시킴으로써, 1차원 및 2차원 변환값 데이터 행렬을 구하기 위한 연산량을 감소시킨다.

[0113] 즉, 연산량 조절부(14)는 부호화된 영상 데이터에 대해 기설정된 화질에 기초하여, 각 코딩 이터레이션기(131~136)에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x , y)의 데이터 산출 경로 각각에서, 제 1 기준차수 이상의 차수에 대응하는 하나 이상의 쉬프트기를 턴오프시킨다. 이때, 제 1 기준차수는 기설정된 화질에 따라

설정되는데, 기설정된 화질이 낮을수록, 제 1 기준차수는 더 낮게 설정된다. 그리고, 제 1 기준차수는 코덱 이터레이션기(131~136) 별로 동일 또는 상이하게 설정될 수 있다.

[0114] 예시적으로, 도 7a 내지 도 7f에서 얇은 실선으로 표시하고, 이하의 표 4에서 가로취소선으로 표시한 바와 같이, 연산량 조절부(14)는 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y)의 데이터 산출 경로 각각에서, 제 1 기준차수 이상의 차수를 갖는 2의 거듭제곱항을 배제한다.

표 4

$$\begin{aligned}
 \text{for } X(0) \quad y_{4\pi16} &= (1)x_0 + (1)y_0 \\
 \text{for } X(1) \quad x_{7\pi16} &= (2^2 + \cancel{2^4} - \cancel{2^9} + \cancel{2^{11}} - \cancel{2^{14}})x_0 + (1 + 2^1 + \cancel{2^4} + \cancel{2^{12}} + \cancel{2^{14}})y_0 \\
 \quad x_{3\pi16} &= (1 - \cancel{2^4} - \cancel{2^{11}} - \cancel{2^{13}})x_0 + (2^1 + 2^3 + \cancel{2^{10}} - \cancel{2^{14}})y_0 \\
 \text{for } X(2) \quad y_{6\pi16} &= (1 - 2^5 - \cancel{2^7} - \cancel{2^{10}} + \cancel{2^{12}} - \cancel{2^{17}})x_0 + (2^2 + 2^3 + \cancel{2^5} - \cancel{2^7} - \cancel{2^{10}} + \cancel{2^{12}} + \cancel{2^{14}} + \cancel{2^{15}})y_0 \\
 \text{for } X(3) \quad x_{3\pi16} &= (1 - 2^4 - \cancel{2^{11}} - \cancel{2^{13}})x_0 + (-2^1 - 2^3 - \cancel{2^{10}} + \cancel{2^{14}})y_0 \\
 \quad x_{\pi16} &= (1 + 2^1 + \cancel{2^4} + \cancel{2^{12}} + \cancel{2^{14}})x_0 + (2^2 + \cancel{2^4} - \cancel{2^9} + \cancel{2^{11}} - \cancel{2^{14}})y_0 \\
 \text{for } X(4) \quad x_{4\pi16} &= (1)x_0 + (-1)y_0 \\
 \text{for } X(5) \quad y_{3\pi16} &= (2^1 + \cancel{2^3} + \cancel{2^{10}} - \cancel{2^{14}})x_0 + (1 - \cancel{2^4} - \cancel{2^{11}} - \cancel{2^{13}})y_0 \\
 \quad y_{\pi16} &= (-2^2 - \cancel{2^4} + \cancel{2^9} - \cancel{2^{11}} + \cancel{2^{14}})x_0 + (1 + 2^1 + \cancel{2^4} + \cancel{2^{12}} + \cancel{2^{14}})y_0 \\
 \text{for } X(6) \quad x_{6\pi16} &= (2^2 + 2^3 + \cancel{2^5} - \cancel{2^7} - \cancel{2^{10}} + \cancel{2^{12}} + \cancel{2^{14}} + \cancel{2^{15}})x_0 + (-1 + \cancel{2^5} + \cancel{2^7} + \cancel{2^{10}} - \cancel{2^{12}} + \cancel{2^{17}})y_0 \\
 \text{for } X(7) \quad y_{3\pi16} &= (-2^1 - \cancel{2^3} - \cancel{2^{10}} + \cancel{2^{14}})x_0 + (1 - \cancel{2^4} - \cancel{2^{11}} - \cancel{2^{13}})y_0 \\
 \quad y_{7\pi16} &= (-1 - 2^1 - \cancel{2^4} - \cancel{2^{12}} - \cancel{2^{14}})x_0 + (\cancel{2^2} + \cancel{2^4} - \cancel{2^9} + \cancel{2^{11}} - \cancel{2^{14}})y_0
 \end{aligned}$$

[0115]

[0116] 예를 들어, 연산량 조절부(14)는 제 2 코덱 이터레이션기(132)에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y)의 데이터 산출 경로 각각에서, 절대값이 제 1 기준차수 이상인 차수, 즉, 7 이상의 절대값을 갖는 차수(-7, -10, -12, -14, -15, -17)를 갖는 2의 거듭제곱항이 배제되도록, -7, -10, -12, -14, -15, -17의 차수에 대응한 하나 이상의 쉬프트기를 턴오프시킨다. (표 4의 X(2) 및 X(6)에 관한 수식에서 파란색 취소선으로 도시하고, 도 7b에서 얇은 실선으로 도시함)

[0117] 마찬가지로, 연산량 조절부(14)는 제 4 코덱 이터레이션기(134)에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y)의 데이터 산출 경로 각각에서, 절대값이 제 1 기준차수 이상인 차수(-10, -11, -13, -14)를 갖는 2의 거듭제곱항에 대응한 하나 이상의 쉬프트기를 턴오프시킨다. (표 4의 X(3) 및 X(5)에 관한 수식에서 파란색 취소선으로 도시하고, 도 7d에서 얇은 실선으로 도시함)

[0118] 그리고, 연산량 조절부(14)는 적어도 하나의 코덱 이터레이션기(131~136) 각각의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y) 중 데이터 우선순위가 더 낮은 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 제 1 기준차수 미만으로 설정된 제 2 기준차수 이상의 차수에 대응하는 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시킨다.

[0119] 이는, 데이터 우선순위가 더 낮은 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로가, 데이터 우선순위가 더 높은 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로보다 동일하거나 낮은 최고차항을 포함하게 하기 위함이다. 이로써, 데이터 우선순위가 낮은 변환값 데이터는 데이터 우선순위가 높은 변환값 데이터보다 적은 연산량으로 산출된다.

- [0120] 이때, 연산량 조절부(14)는 적어도 하나의 코덱 이터레이션기(131~136) 각각의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y) 중 데이터 우선순위가 더 높은 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 제 2 기준차수 초과와 차수에 대응하는 또 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시킬 수도 있다. 이와 같이 하면, 데이터 우선순위가 반영되면서도 연산량이 더욱 감소될 수 있다.
- [0121] 여기서, 제 2 기준차수는 각 코덱 이터레이션기(131~136) 별로 동일 또는 상이하게 설정될 수 있다.
- [0122] 구체적으로, 연산량 조절부(14)는, 제 1 변환부(12)에 포함된 적어도 하나의 코덱 이터레이션기(131~136) 각각의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y) 중 데이터 우선순위가 더 낮은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 제 1 기준차수 미만으로 설정된 제 2 기준차수 이상의 차수에 대응하는 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시킨다. 그리고, 데이터 우선순위가 더 높은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 제 2 기준차수 초과와 차수에 대응하는 또 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시킬 수도 있다.
- [0123] 마찬가지로, 연산량 조절부(14)는 제 2 변환부(13)에 포함된 적어도 하나의 코덱 이터레이션기 각각의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터 중 데이터 우선순위가 더 낮은 2차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 제 1 기준차수 미만으로 설정된 제 2 기준차수 이상의 차수에 대응하는 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시킨다. 그리고, 데이터 우선순위가 더 높은 2차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 제 2 기준차수 초과와 차수에 대응하는 또 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시킬 수도 있다.
- [0124] 예시적으로, 도 7a 내지 도 7f에서 점선으로 표시하고, 이상의 표 5에서 사선으로 표시한 바와 같이, 연산량 조절부(14)는 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y) 중 더 높은 데이터 우선순위의 변환값 데이터를 도출하기 위한 아웃풋 데이터의 데이터 산출 경로에서, 제 2 기준차수 이상의 차수를 갖는 2의 거듭제곱항을 더 배제한다.
- [0125] 예를 들어, 도 5에 도시한 바와 같이, 제 2 코덱 이터레이션기(132)의 제 1 아웃풋 데이터(x)는 변환값 데이터(X(6))에 대응되고, 제 2 코덱 이터레이션기(132)의 제 2 아웃풋 데이터(y)는 변환값 데이터(X(2))에 대응된다. 이때, 앞서 언급한 바와 같이, 변환값 데이터는 DC에 가까운 낮은 주파수에 해당할수록 높은 데이터 우선순위를 가지므로, X(6)의 데이터 우선순위는 X(2)의 데이터 우선순위보다 낮다.
- [0126] 이에, 연산량 조절부(14)는 제 2 코덱 이터레이션기(132)의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y) 중 낮은 데이터 우선순위의 X(6)에 대응한 제 1 아웃풋 데이터(x)의 데이터 산출 경로에서, -5로 설정된 제 2 기준차수 이상의 절대값을 갖는 차수(-5)에 해당하는 2의 거듭제곱항이 모두 배제되도록, -5의 차수에 대응한 다른 하나 이상의 쉬프트기를 턴오프시킨다. (표 4의 X(6)에 관한 수식에서 빨간색 사선으로 도시하고, 도 7b에서 점선으로 도시함)
- [0127] 반면, 연산량 조절부(14)는 제 2 코덱 이터레이션기(132)의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y) 중 높은 데이터 우선순위의 X(2)에 대응한 제 2 아웃풋 데이터(y)의 데이터 산출 경로에서, 제 2 기준차수 초과와 절대값을 갖는 차수에 해당하는 2의 거듭제곱항이 배제되도록, 또 다른 하나 이상의 쉬프트기를 턴오프시킬 수도 있다. 또는, 제 2 기준차수 이상의 절대값을 갖는 차수에 해당하는 2의 거듭제곱항 중 일부를 배제하도록, -5의 차수에 대응한 쉬프트기 중 일부를 추가로 턴오프시키는 것도 가능하다. (표 4의 X(2)에 관한 수식에서 빨간색 사선으로 도시하고, 도 7b에서 점선으로 도시함)
- [0128] 이와 같이 하면, 연산량 조절부(14)에 의해, 제 2 코덱 이터레이션기(132)에 포함된 제 1 아웃풋 데이터(x)의 데이터 산출 경로는 -3의 최고차항을 포함하는 반면, 제 2 아웃풋 데이터(y)의 데이터 산출 경로는 -5의 최고차항을 포함하게 된다. 그러므로, 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y)의 데이터 산출 경로에 변환값 데이터의 데이터 우선순위가 반영되어, 연산량이 더욱 감소될 수 있다.
- [0129] 다른 예로, 제 3 코덱 이터레이션기(133)의 제 1 아웃풋 데이터(x)는, 제 4 코덱 이터레이션기(134)의 제 1 아웃풋 데이터(x)와 함께, 변환값 데이터(X(1))에 대응되고, 제 3 코덱 이터레이션기(133)의 제 2 아웃풋 데이터(y)는, 제 4 코덱 이터레이션기(134)의 제 2 아웃풋 데이터(y)와 함께, X(1)보다 낮은 데이터 우선순위를 갖는 변환값 데이터(X(7))에 대응된다.
- [0130] 이에, 도 7c에 점선으로 도시한 바와 같이, 연산량 조절부(14)는 제 3 코덱 이터레이션기(133)의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y) 중 더 낮은 데이터 우선순위의 X(7)에 대응한 제 2 아웃풋 데이터(y)의 데이터 산출 경로에서, -2로 설정된 제 2 기준차수 이상의 절대값을 갖는 차수(-2, -4)에 해당하는 2의 거듭제곱항이 모두 배제

되도록, -2, -4의 차수에 대응한 다른 하나 이상의 쉬프트기를 턴오프시킨다. (표 4의 X(7)에 관한 수식에서 빨간색 사선으로 도시하고, 도 7c에서 점선으로 도시함)

[0131] 반면, 연산량 조절부(14)는 제 3 코덱 이터레이션기(133)의 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y) 중 더 높은 데이터 우선순위의 X(1)에 대응한 제 1 아웃풋 데이터(x)의 데이터 산출 경로에서, -2로 설정된 제 2 기준차수를 초과하는 절대값을 갖는 차수에 해당하는 2의 거듭제곱항이 배제되도록, -4의 차수에 대응한 또 다른 하나 이상의 쉬프트기를 추가로 턴오프시킬 수도 있다. (표 4의 X(1)에 관한 수식에서 빨간색 사선으로 도시하고, 도 7c에서 점선으로 도시함)

[0132] 또한, 도 7a 내지 도 7f에서 점선으로 표시한 바와 같이, 연산량 조절부(14)는 각 보정기(141~146)에 포함되는 쉬프트기를 선택적으로 턴오프시킨다. 이때, 연산량 조절부(14)는 각 보정기(141~146)에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로 중 데이터 우선순위가 더 낮은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로가, 데이터 우선 순위가 더 높은 1차원 변환값 데이터에 대응한 아웃풋 데이터의 데이터 보정 경로보다 동일하거나 낮은 차수의 최고차항을 포함하도록, 각 데이터 보정 경로의 쉬프트기를 선택적으로 턴오프시킨다.

[0133] 예시적으로, 도 7b에서 점선으로 표시한 바와 같이, 연산량 조절부(14)는 제 2 보정기(142)에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y)의 데이터 보정 경로 중 데이터 우선순위가 더 낮은 X(6)에 대응한 제 1 아웃풋 데이터($x_{6\pi/16}$)의 데이터 보정 경로에서, 절대값이 제 3 기준차수 이상인 차수, 즉 6 이상의 절대값을 갖는 차수(-6, -8)에 대응한 쉬프트기를 턴오프시킨다. 더불어, 연산량 조절부(14)는 제 2 보정기(142)에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y)의 데이터 보정 경로 중 데이터 우선순위가 더 높은 X(2)에 대응한 제 2 아웃풋 데이터($y_{6\pi/16}$)의 데이터 보정 경로에서, 제 3 기준차수(6)를 초과한 절대값을 갖는 -8의 차수에 대응한 쉬프트기를 추가로 턴오프시킬 수 있다.

[0134] 마찬가지로, 도 7d에서 점선으로 표시한 바와 같이, 연산량 조절부(14)는 제 4 보정기(144)에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y)의 데이터 보정 경로 중 데이터 우선순위가 더 낮은 X(5)에 대응한 제 2 아웃풋 데이터($x_{3\pi/16}$)의 데이터 보정 경로에서, 절대값이 제 3 기준차수 이상인 차수, 즉 7 이상의 절대값을 갖는 차수(-7, -9)에 대응한 쉬프트기를 턴오프시킨다. 더불어, 연산량 조절부(14)는 제 4 보정기(144)에 포함된 제 1 및 제 2 아웃풋 데이터(x, y)의 데이터 보정 경로 중 데이터 우선순위가 더 높은 X(3)에 대응한 제 1 아웃풋 데이터($x_{3\pi/16}$)의 데이터 보정 경로에서도, 제 3 기준차수(7) 이상의 절대값을 갖는 -7, -9의 차수에 대응한 쉬프트기를 추가로 턴오프시킬 수 있다.

[0135] 이상과 같이, 본원의 일 실시예에 따르면, 기설정된 화질 또는 데이터 우선순위에 따라 제 1 및 제 2 변환부(12, 13)에 포함된 쉬프트기를 선택적으로 턴오프시킴으로써, 연산량을 감소시키는 연산량 조절부(14)를 포함한다.

[0136] 이에, 화질에 기초하여 연산량을 감소시킬 수 있어, 전력 소모와 화질 사이의 선택적인 트레이드 오프를 용이하게 조절할 수 있다.

[0137] 그리고, 데이터 우선순위에 따라, 변환값 데이터의 도출을 위한 연산량을 다르게 함으로써, 전력 소모의 감소 대비 화질 저하가 최소화될 수 있다.

[0138] 사람의 눈에 민감하게 감지되지 않는 낮은 데이터 우선순위의 변환값 데이터를 도출하기 위한 연산량을, 사람의 눈에 민감하게 감지되는 높은 데이터 우선순위의 변환값 데이터를 도출하기 위한 연산량보다 적어지도록, 데이터 우선순위에 따라 연산량을 다르게 조절함으로써, 전체 연산량을 감소시키면서도, 그에 따른 화질 저하를 최소화시킬 수 있다.

[0139] 이하의 표 5는 본원의 일 실시예에 따른 이산코사인변환 장치에 있어서, 화질 저하 대비 전력소모 감소를 나타낸 것이다.

표 5

	제 1 설정	제 2 설정
PSNR (dB)	31.45	26.97
Power (mW)	2.19	1.01
전력 소모 비율(%)	100	46.12

[0140]

[0141]

표 5에 나타난 바와 같이, 본원의 일 실시예에 따른 이산코사인변환 장치는, 제 1 설정과 같이 화질을 31.45dB로 설정 시, 2.19mW의 전력을 소모하는 반면, 제 2 설정과 같이, 화질을 31.45dB보다 4.48dB 낮은 26.97dB로 설정 시, 1.01mW의 전력을 소모함을 알 수 있다. 즉, 제 1 설정과 제 2 설정을 비교해보면, 제 2 설정의 화질은 제 1 설정보다 4.48dB만 저하된 반면, 제 2 설정의 전력 소모는 제 1 설정의 절반 미만인 46.12%이다. 이와 같이, 4.48dB의 화질 저하를 감수했을 때, 53.88%만큼의 전력량을 절약할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0142]

따라서, 본원의 일 실시예에 따른 이산코사인변환 장치는 화질과 전력 소모를 선택적으로 트레이드오프하면서도, 연산량 저하에 따른 화질 저하를 최소화할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

[0143]

한편, 도 3, 도 5 및 도 7a 내지 도 7f에서, 본원의 일 실시예에 따른 이산코사인변환 장치는 제 1 및 제 2 변환부 외에 별도로 연산량 조절부를 포함하는 것으로 도시하였으나, 이와 달리, 연산량 조절부는 제 1 및 제 2 변환부에 각각 포함된 구성, 또는 제 1 및 제 2 변환부의 코딩 이터레이션기 및 보정기에 각각 포함된 구성으로 구현될 수 있다.

[0144]

전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0145]

본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

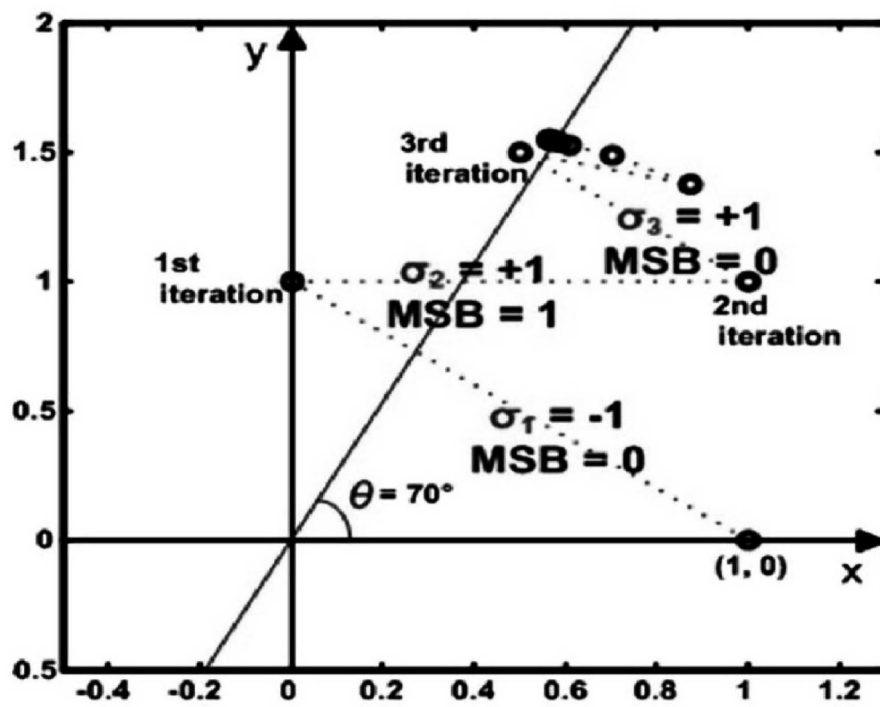
부호의 설명

[0146]

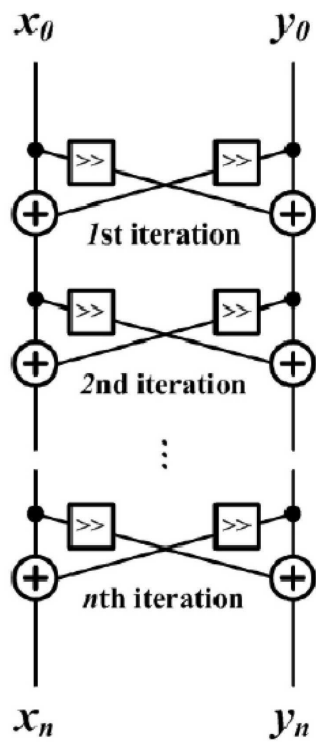
10: 이산코사인변환 장치 11: 블록 생성부
 12: 제 1 변환부 13: 제 2 변환부
 14: 연산량 조절부 110: 전처리기
 130, 131~136: 코딩 이터레이션기
 141~146: 보정기

도면

도면1

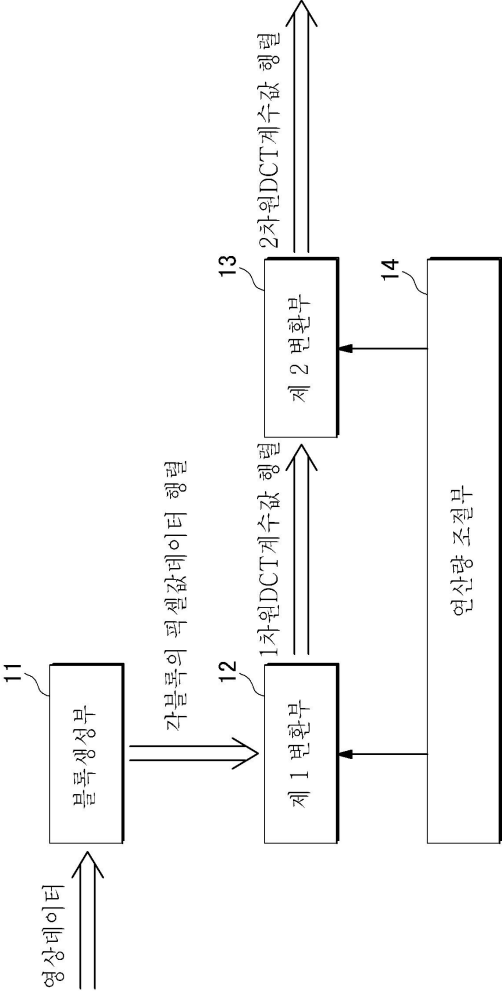


도면2

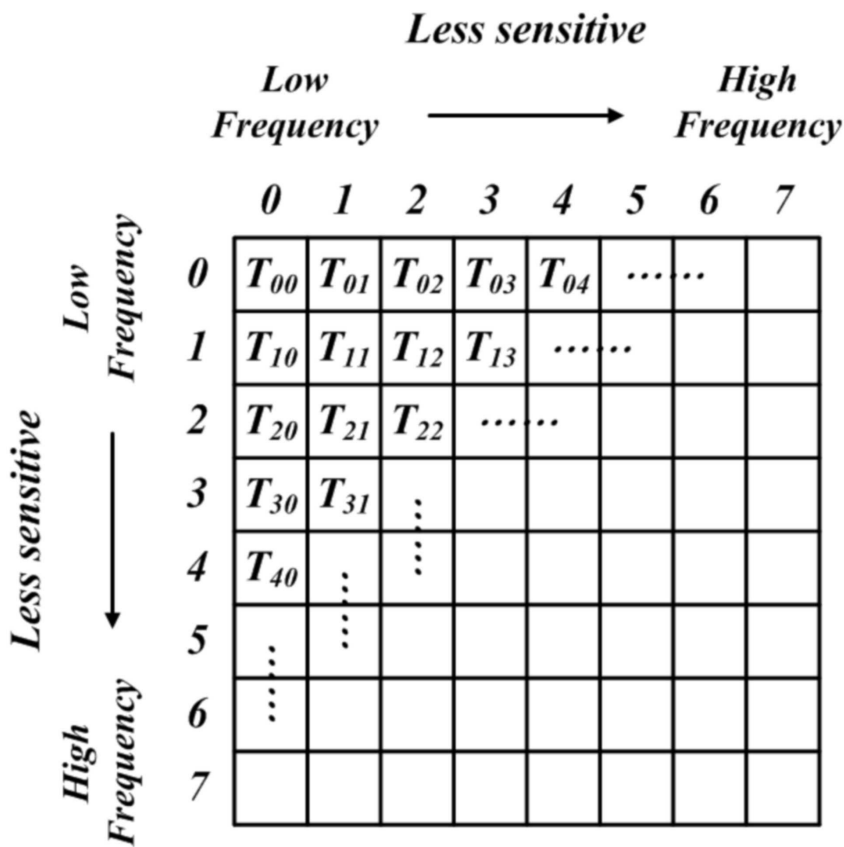


도면3

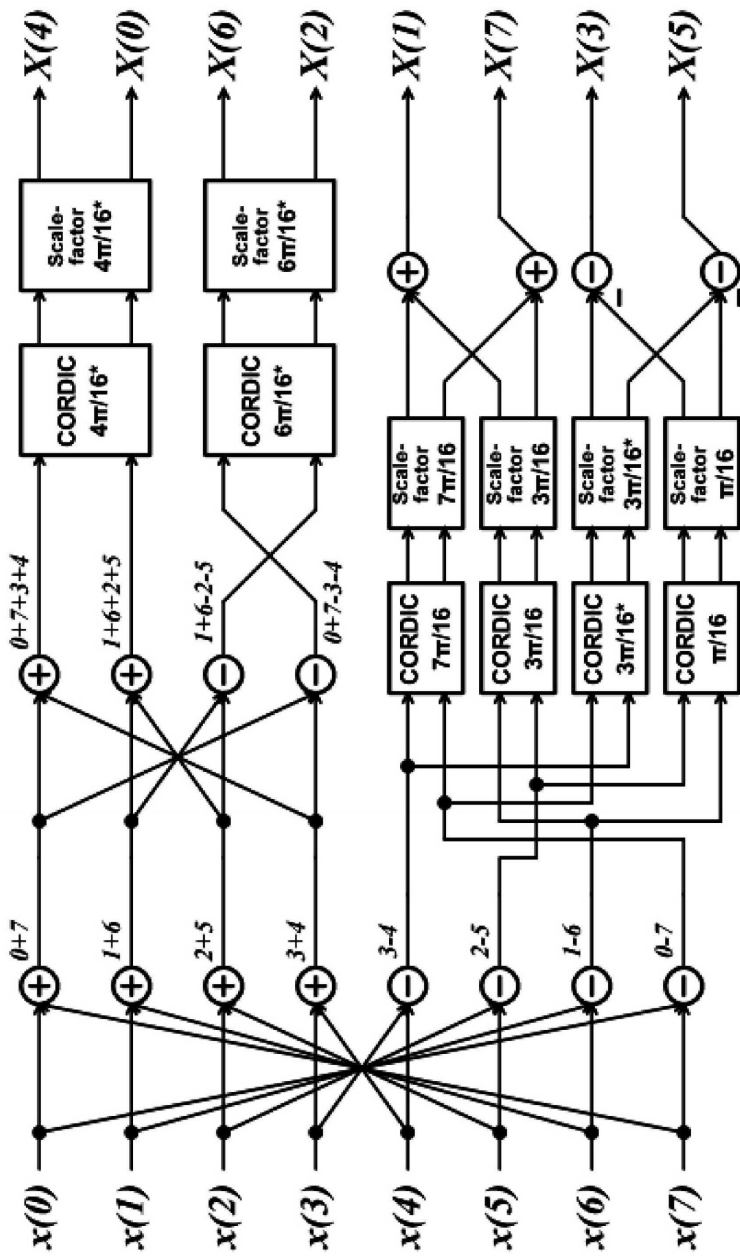
10



도면4



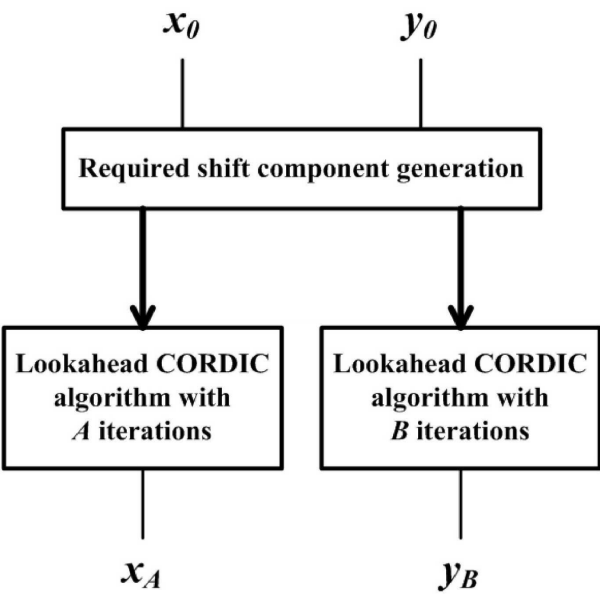
도면5



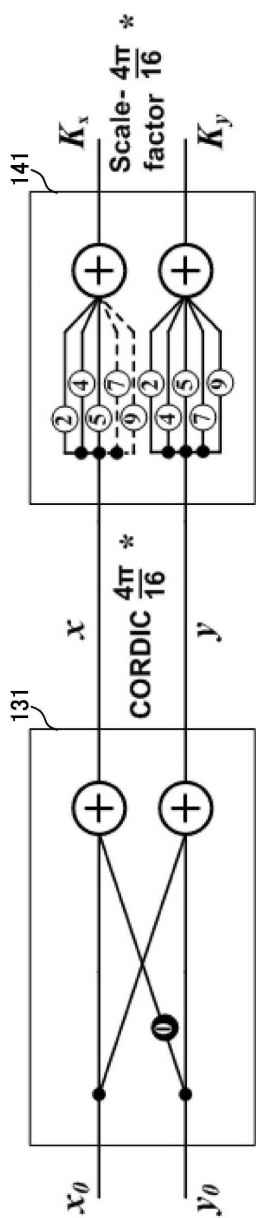
* counter-clock-wise direction of rotation

도면6

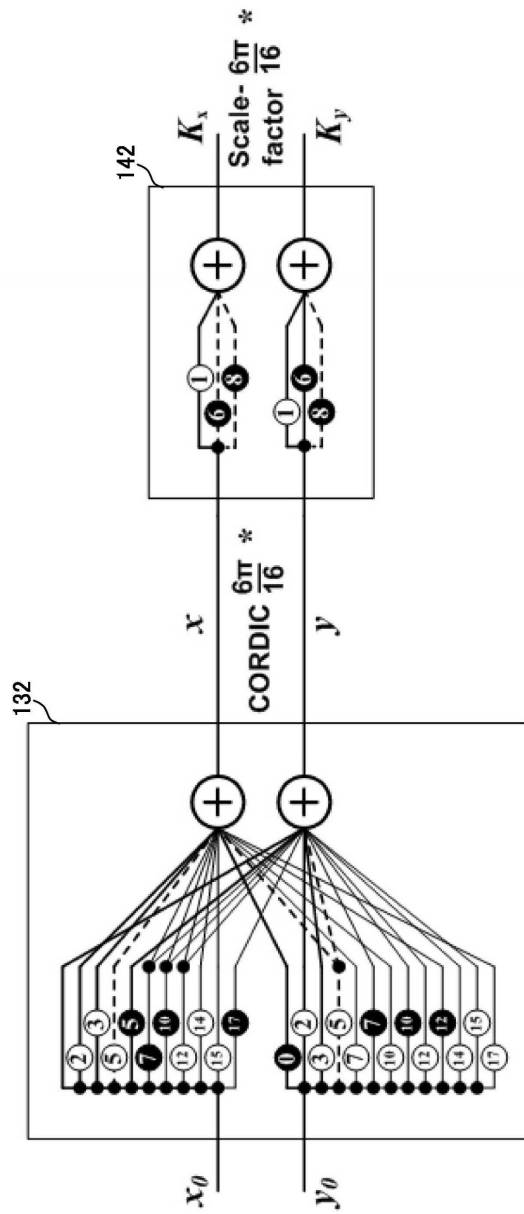
130



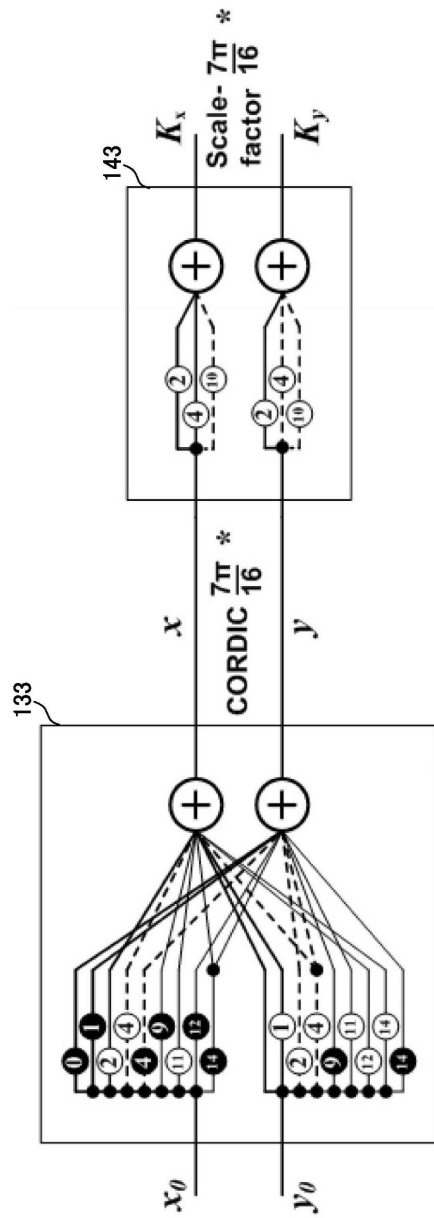
도면7a



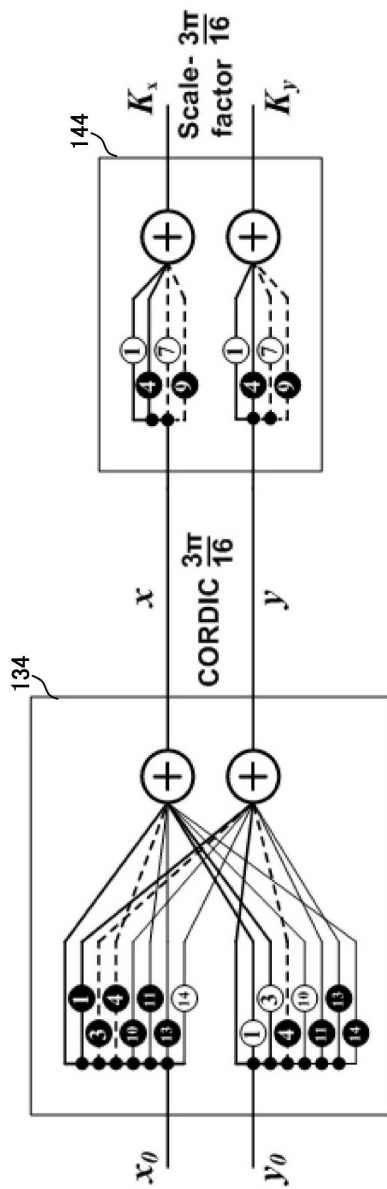
도면7b



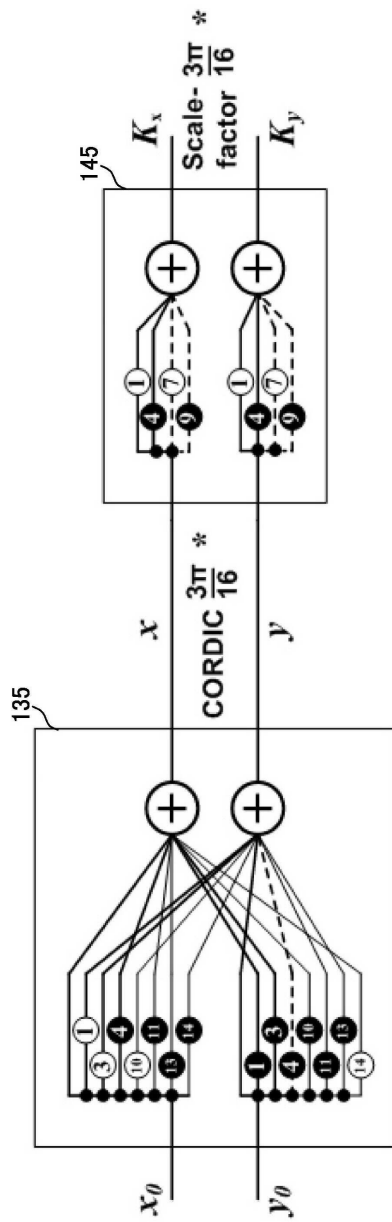
도면7c



도면7d



도면7e



도면7f

