



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월10일
(11) 등록번호 10-2142946
(24) 등록일자 2020년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/50 (2014.01) H03M 3/04 (2006.01)
H04N 19/436 (2014.01) H04N 19/65 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04N 19/50 (2015.01)
H03M 3/04 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2019-0142494
(22) 출원일자 2019년11월08일
심사청구일자 2019년11월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140137505 A*
KR1020150129096 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
박우찬
서울특별시 광진구 능동로 209, 대양AI센터 723호(군자동, 세종대학교)
황임재
서울특별시 광진구 능동로 209, 대양AI센터 723호(군자동, 세종대학교)
(74) 대리인
정부연

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 박상철

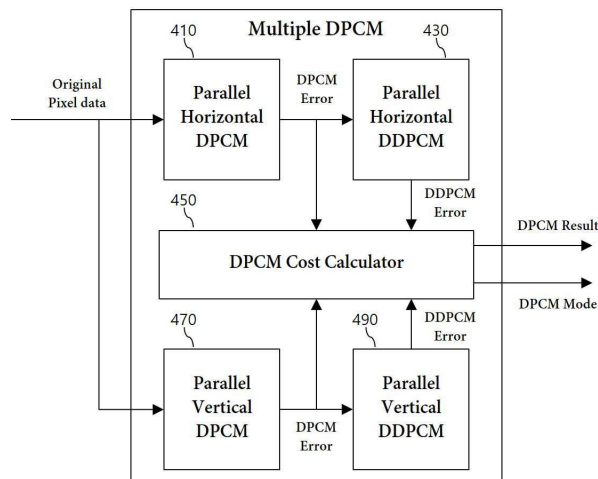
(54) 발명의 명칭 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법에 관한 것으로, 상기 장치는 픽셀 데이터를 수신하여 다중 DPCM을 수행하고 최소 비용 예측을 통해 DPCM 모드와 DPCM 결과를 출력하는 다중 DPCM 유닛, 상기 DPCM 결과를 수신하여 부호 변환을 수행한 결과로서 부호 값(Sign Value)과 크기 값(Magnitude Value)을 출력하는 부호 변환 유닛, 상기 부호 값 및 상기 크기 값을 수신하여 VSC 인코딩을 병렬적으로 수행하고 VSC를 출력하는 병렬 VSC 인코더 유닛, 상기 크기 값을 수신하여 K-스플릿을 수행하고 최소 K, 몫 값(Quotient Value) 및 나머지 값(Remainder Value)을 출력하는 K-스플리터 유닛, 상기 몫 값을 수신하여 GR 인코딩을 병렬적으로 수행하고 단항 데이터(Unary Data)를 출력하는 병렬 GR 인코더 유닛 및 상기 DPCM 모드에 따라 데이터를 패킹하여 압축 데이터(Compressed Data)를 출력하는 데이터 패킹 유닛을 포함한다.

대표도 - 도4

110



(52) CPC특허분류

H04N 1/413 (2013.01)

H04N 19/436 (2015.01)

H04N 19/65 (2015.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711093218

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기획평가원

연구사업명 정보통신기술인력양성(R&D)

연구과제명 모바일 플랫폼 기반 엔터테인먼트 VR 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

픽셀 데이터를 수신하여 다중 DPCM을 수행하고 해당 과정에서 발생하는 각각의 에러들을 기초로 최소 비용 예측을 통해 최소 비용과 연관된 DPCM 모드와 DPCM 결과를 각각 출력하는 다중 DPCM 유닛;

상기 DPCM 결과를 수신하여 부호 변환을 수행한 결과로서 부호 값(Sign Value)과 크기 값(Magnitude Value)을 출력하는 부호 변환 유닛;

상기 부호 값 및 상기 크기 값을 수신하여 VSC 인코딩을 병렬적으로 수행하고 VSC를 출력하는 병렬 VSC 인코더 유닛;

상기 크기 값을 수신하여 K-스플릿을 수행하고 최소 K, 몫 값(Quotient Value) 및 나머지 값(Remainder Value)을 출력하는 K-스플리터 유닛;

상기 몫 값을 수신하여 GR 인코딩을 병렬적으로 수행하고 단항 데이터(Unary Data)를 출력하는 병렬 GR 인코더 유닛; 및

상기 DPCM 모드에 따라 데이터를 패킹하여 압축 데이터(Compressed Data)를 출력하는 데이터 패킹 유닛을 포함하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 다중 DPCM 유닛은

상기 픽셀 데이터를 기초로 병렬 수평 DPCM(Parallel Horizontal DPCM)을 수행하여 제1 DPCM 에러를 출력하는 병렬 수평 DPCM 모듈;

상기 픽셀 데이터와 상기 제1 DPCM 에러를 기초로 병렬 수평 DDPCM을 수행하여 제1 DDPCM 에러를 출력하는 병렬 수평 DDPCM 모듈;

상기 픽셀 데이터를 기초로 병렬 수직 DPCM(parallel Vertical DPCM)을 수행하여 제2 DPCM 에러를 출력하는 병렬 수직 DPCM 모듈;

상기 픽셀 데이터와 상기 제2 DPCM 에러를 기초로 병렬 수직 DDPCM을 수행하여 제2 DDPCM 에러를 출력하는 병렬 수직 DDPCM 모듈; 및

상기 제1 및 제2 DPCM 에러들과 상기 제1 및 제2 DDPCM 에러들을 기초로 상기 최소 비용 예측을 수행하여 상기 DPCM 모드와 상기 DPCM 결과를 출력하는 DPCM 비용 산출 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 다중 DPCM 유닛은

DPCM과 DDPCM을 순차적으로 수행하는 과정에서 한 쌍의 DPCM들과 한 쌍의 DDPCM들을 각각 병렬적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 DPCM 모듈들 및 상기 DDPCM 모듈들 각각은

복수의 감산기(Subtractor)들을 포함하고 각 감산기들은 한 쌍의 입력들에 대해 감산 연산을 수행하여 연산 결과로서 출력하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 DPCM 비용 산출 모듈은

상기 제1 및 제2 DPCM 에러들과 상기 제1 및 제2 DDPCM 에러들을 기초로 다음의 수학적식을 통해 상기 최소 비용 예측을 수행하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치.

[수학적식]

$$\min(\sum_{k=0}^{n-1} |hd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |hdd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vdd_k|)$$

(여기에서, n은 픽셀의 수이고, hd_k는 수평 DPCM의 결과 값, vd_k 수직 DPCM의 결과 값, hdd_k 수평 DDPCM의 결과 값, 그리고 vdd_k는 수직 DDPCM의 결과 값에 해당한다.)

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 DPCM 비용 산출 모듈은

상기 DPCM 모듈들 및 상기 DDPCM 모듈들 각각으로부터 연산 결과들을 수신하여 부호 변환을 수행하는 부호 변환기(Sign Converter)들;

상기 DPCM 모듈들 및 DDPCM 모듈들 각각에 대해 부호 변환된 상기 연산 결과를 누산하는 누산기(Accumulator)들;

상기 누산기들에 의해 출력된 각각의 누산 결과를 상호 비교한 결과로서 최소 비용과 연관된 DPCM 모드를 출력하는 비교기(Comparator); 및

상기 DPCM 모드에 따라 상기 연산 결과들 중에서 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 멀티플렉서(MUX)들을 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 멀티플렉서들은

상기 DPCM 모드에 따라 상기 병렬 수평 DPCM 모듈과 상기 병렬 수평 DDPCM 모듈의 연산 결과들 중에서 제1 선별 결과를 선택하여 출력하는 제1 멀티플렉서;

상기 DPCM 모드에 따라 상기 병렬 수직 DPCM 모듈과 상기 병렬 수직 DDPCM 모듈의 연산 결과들 중에서 제2 선별 결과를 선택하여 출력하는 제2 멀티플렉서; 및

상기 DPCM 모드에 따라 상기 제1 및 제2 선별 결과들 중에서 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 제3 멀티플렉서를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제1 및 제3 멀티플렉서들은

입력으로서 수신한 상기 DPCM 모드를 선별 결과와 함께 출력하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치.

청구항 9

무손실 이미지 데이터 압축 장치에서 수행되는 방법에 있어서,

- (a) 픽셀 데이터를 수신하여 다중 DPCM을 수행하고 해당 과정에서 발생하는 각각의 에러들을 기초로 최소 비용 예측을 통해 최소 비용과 연관된 DPCM 모드와 DPCM 결과를 각각 출력하는 단계;
- (b) 상기 DPCM 결과를 수신하여 부호 변환을 수행한 결과로서 부호 값(Sign Value)과 크기 값(Magnitude Value)을 출력하는 단계;
- (c) 상기 부호 값 및 상기 크기 값을 수신하여 VSC 인코딩을 병렬적으로 수행하고 VSC를 출력하는 단계;
- (d) 상기 크기 값을 수신하여 K-스플릿을 수행하고 최소 K, 몫 값(Quotient Value) 및 나머지 값(Remainder Value)을 출력하는 단계;
- (e) 상기 몫 값을 수신하여 GR 인코딩을 병렬적으로 수행하고 단항 데이터(Unary Data)를 출력하는 단계; 및
- (f) 상기 DPCM 모드에 따라 데이터를 패킹하여 압축 데이터(Compressed Data)를 출력하는 단계를 포함하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 (a) 단계는

- (a1) 한 쌍의 DPCM들을 병렬적으로 수행하는 단계;
- (a2) 상기 한 쌍의 DPCM들 각각의 연산 결과를 기초로 한 쌍의 DDPCM들을 병렬적으로 수행하는 단계; 및
- (a3) 상기 한 쌍의 DPCM들의 연산 결과와 상기 한 쌍의 DDPCM들의 연산 결과를 기초로 상기 최소 비용 예측을 수행하여 상기 DPCM 모드와 상기 DPCM 결과를 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 (a3) 단계는

상기 한 쌍의 DPCM들의 연산 결과와 상기 한 쌍의 DDPCM들의 연산 결과를 기초로 다음의 수학적식을 통해 상기 최소 비용 예측을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 방법.

[수학적식]

$$\min(\sum_{k=0}^{n-1} |hd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |hdd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vdd_k|)$$

(여기에서, n은 픽셀의 수이고, hd_k는 수평 DPCM의 결과 값, vd_k 수직 DPCM의 결과 값, hdd_k 수평 DDPCM의 결과 값, 그리고 vdd_k는 수직 DDPCM의 결과 값에 해당한다.)

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 (a3) 단계는

상기 한 쌍의 DPCM들의 연산 결과와 상기 한 쌍의 DDPCM들의 연산 결과를 수신하여 부호 변환을 수행하는 단계; DPCM 모듈들 및 DDPCM 모듈들 각각에 대해 부호 변환된 상기 연산 결과들을 각각 누산하는 단계;

상기 DPCM 모듈들 및 DDPCM 모듈들 각각에 대한 누산 결과를 상호 비교한 결과로서 최소 비용과 연관된 DPCM 모드를 출력하는 단계; 및

상기 DPCM 모드에 따라 상기 연산 결과들 중에서 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 단계는

상기 DPCM 모드에 따라 병렬 수평 DPCM 모듈과 병렬 수평 DDPCM 모듈의 연산 결과들 중에서 제1 선별 결과를 선택하여 출력하는 단계;

상기 DPCM 모드에 따라 병렬 수직 DPCM 모듈과 병렬 수직 DDPCM 모듈의 연산 결과들 중에서 제2 선별 결과를 선택하여 출력하는 단계; 및

상기 DPCM 모드에 따라 상기 제1 및 제2 선별 결과들 중에서 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무손실 이미지 데이터 압축 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이미지에 대해 DPCM을 다중으로 수행하여 최소 비용의 DPCM 모드를 선택할 수 있는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최신 모바일 장치 및 GPU의 이미지 해상도가 빠르게 증가함에 따라 프레임 버퍼에 저장된 이미지를 참조하는 데 필요한 메모리 대역폭의 요구량은 크게 증가하게 되고, 이로 인한 메모리 접근 양의 증가는 성능 저하 및 전력 소모량 증가에 큰 영향을 끼칠 수 있다. 따라서, 고효율 압축을 지원하는 무손실 이미지 데이터 압축 기술이 요구되고 있다.

[0004] 한국등록특허 제10-1519653(2015.05.06)호는 이미지 무손실 및 손실 압축 장치에 관한 것으로, 압축장치를 간단한 공간예측기와 GR부호화기로 구성되어 블록 단위로 동작되도록 함으로써, 대용량 영상데이터의 처리와 메모리 대역폭의 감축에 적당하고, 압축장치의 낮은 복잡도로 인해 칩 구현이 용이함과 아울러 데이터 처리 속도와 가격적인 측면에서 유리한 이점이 있다.

[0005] 한국등록특허 제10-0837410(2008.06.04)호는 주관적인 무손실 이미지 데이터 압축 방법 및 장치에 관한 것으로, 현재 이미지 데이터를 압축하기 위한 복수 개의 모드들 각각에 따라 현재 이미지 데이터를 압축하고, 압축된 현재 이미지 데이터가 고정 길이의 비트들로 표현 가능한지 여부를 확인하고, 고정 길이의 비트들로 표현 가능한 것으로 확인된 모드들 중 어느 하나의 모드를 선정하고, 선정된 모드에 따라 압축된 현재 데이터를 출력함으로써 영상 인코더/디코더 시스템의 복잡도를 획기적으로 낮출 수 있고, LCD DCC(Liquid Crystal Display Dynamic Capacitance Compensation) 장치 등에서 요구하는 픽처 단위의 CBR(Constant Bit Rate)을 정확히 맞출 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1519653(2015.05.06)호
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-0837410(2008.06.04)호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 일 실시예는 이미지에 대해 DPCM을 다중으로 수행하여 최소 비용의 DPCM 모드를 선택할 수 있는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예는 수평/수직 DPCM과 수평/수직 DDPCM을 다중으로 수행하여 최소 비용의 DPCM 모드를 선택하는 예측을 수행하고, 인코딩 알고리즘으로 엔트로피 코딩을 수행하는 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예는 다중 DPCM을 통해 수평 및 수직 방향이 모두 반영되어 수평적인 공간 지역성 또는 수직적인 공간 지역성을 갖는 이미지 모두에 대해 최소 비용을 잘 예측할 수 있는 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법을 제공하고자 한다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예는 DPCM을 한번 더 수행하는 DDPCM을 사용하므로 픽셀 값이 급격하게 변화하는 이미지에 대해 최소 비용을 잘 예측할 수 있는 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 실시예들 중에서, 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 장치는 픽셀 데이터를 수신하여 다중 DPCM을 수행하고 최소 비용 예측을 통해 DPCM 모드와 DPCM 결과를 출력하는 다중 DPCM 유닛, 상기 DPCM 결과를 수신하여 부호 변환을 수행한 결과로서 부호 값(Sign Value)과 크기 값(Magnitude Value)을 출력하는 부호 변환 유닛, 상기 부호 값 및 상기 크기 값을 수신하여 VSC 인코딩을 병렬적으로 수행하고 VSC를 출력하는 병렬 VSC 인코더 유닛, 상기 크기 값을 수신하여 K-스플릿을 수행하고 최소 K, 몫 값(Quotient Value) 및 나머지 값(Remainder Value)을 출력하는 K-스플리터 유닛, 상기 몫 값을 수신하여 GR 인코딩을 병렬적으로 수행하고 단항 데이터(Unary Data)를 출력하는 병렬 GR 인코더 유닛 및 상기 DPCM 모드에 따라 데이터를 패킹하여 압축 데이터(Compressed Data)를 출력하는 데이터 패킹 유닛을 포함한다.
- [0014] 상기 다중 DPCM 유닛은 상기 픽셀 데이터를 기초로 병렬 수평 DPCM(Parallel Horizontal DPCM)을 수행하여 제1 DPCM 에러를 출력하는 병렬 수평 DPCM 모듈, 상기 픽셀 데이터와 상기 제1 DPCM 에러를 기초로 병렬 수평 DDPCM을 수행하여 제1 DDPCM 에러를 출력하는 병렬 수평 DDPCM 모듈, 상기 픽셀 데이터를 기초로 병렬 수직 DPCM(parallel Vertical DPCM)을 수행하여 제2 DPCM 에러를 출력하는 병렬 수직 DPCM 모듈, 상기 픽셀 데이터와 상기 제2 DPCM 에러를 기초로 병렬 수직 DDPCM을 수행하여 제2 DDPCM 에러를 출력하는 병렬 수직 DDPCM 모듈 및 상기 제1 및 제2 DPCM 에러들과 상기 제1 및 제2 DDPCM 에러들을 기초로 상기 최소 비용 예측을 수행하여 상기 DPCM 모드와 상기 DPCM 결과를 출력하는 DPCM 비용 산출 모듈을 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 다중 DPCM 유닛은 DPCM과 DDPCM을 순차적으로 수행하는 과정에서 한 쌍의 DPCM들과 한 쌍의 DDPCM들을 각각 병렬적으로 수행할 수 있다.
- [0016] 상기 DPCM 모듈들 및 상기 DDPCM 모듈들 각각은 복수의 감산기(Subtractor)들을 포함하고 각 감산기들은 한 쌍의 입력들에 대해 감산 연산을 수행하여 연산 결과로서 출력할 수 있다.
- [0017] 상기 DPCM 비용 산출 모듈은 상기 제1 및 제2 DPCM 에러들과 상기 제1 및 제2 DDPCM 에러들을 기초로 다음의 수학적식을 통해 상기 최소 비용 예측을 수행할 수 있다.
- [0018] [수학적식]
- [0019]
$$\min(\sum_{k=0}^{n-1} |hd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |hdd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vdd_k|)$$
- [0020] (여기에서, n은 픽셀의 수이고, hd_k 는 수평 DPCM의 결과 값, vd_k 수직 DPCM의 결과 값, hdd_k 수평 DDPCM의 결과 값, 그리고 vdd_k 는 수직 DDPCM의 결과 값에 해당한다.)
- [0021] 상기 DPCM 비용 산출 모듈은 상기 DPCM 모듈들 및 상기 DDPCM 모듈들 각각으로부터 연산 결과들을 수신하여 부호 변환을 수행하는 부호 변환기(Sign Converter)들, 상기 DPCM 모듈들 및 DDPCM 모듈들 각각에 대해 부호 변환된 상기 연산 결과를 누산하는 누산기(Accumulator)들, 상기 누산기들에 의해 출력된 각각의 누산 결과를 상호

비교한 결과로서 최소 비용과 연관된 DPCM 모드를 출력하는 비교기(Comparator) 및 상기 DPCM 모드에 따라 상기 연산 결과들 중에서 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 멀티플렉서(MUX)들을 포함할 수 있다.

[0022] 상기 멀티플렉서들은 상기 DPCM 모드에 따라 상기 병렬 수평 DPCM 모듈과 상기 병렬 수평 DDPCM 모듈의 연산 결과들 중에서 제1 선별 결과를 선택하여 출력하는 제1 멀티플렉서, 상기 DPCM 모드에 따라 상기 병렬 수직 DPCM 모듈과 상기 병렬 수직 DDPCM 모듈의 연산 결과들 중에서 제2 선별 결과를 선택하여 출력하는 제2 멀티플렉서 및 상기 DPCM 모드에 따라 상기 제1 및 제2 선별 결과들 중에서 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 제3 멀티플렉서를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 제1 및 제3 멀티플렉서들은 입력으로서 수신한 상기 DPCM 모드를 선별 결과와 함께 출력할 수 있다.

[0024] 실시예들 중에서, 다중 DPCM 기법을 이용한 무손실 이미지 데이터 압축 방법은 (a) 픽셀 데이터를 수신하여 다중 DPCM을 수행하고 최소 비용 예측을 통해 DPCM 모드와 DPCM 결과를 출력하는 단계, (b) 상기 DPCM 결과를 수신하여 부호 변환을 수행한 결과로서 부호 값(Sign Value)과 크기 값(Magnitude Value)을 출력하는 단계, (c) 상기 부호 값 및 상기 크기 값을 수신하여 VSC 인코딩을 병렬적으로 수행하고 VSC를 출력하는 단계, (d) 상기 크기 값을 수신하여 K-스플릿을 수행하고 최소 K, 몫 값(Quotient Value) 및 나머지 값(Remainder Value)을 출력하는 단계, (e) 상기 몫 값을 수신하여 GR 인코딩을 병렬적으로 수행하고 단항 데이터(Unary Data)를 출력하는 단계 및 (f) 상기 DPCM 모드에 따라 데이터를 패키징하여 압축 데이터(Compressed Data)를 출력하는 단계를 포함한다.

[0025] 상기 (a) 단계는 (a1) 한 쌍의 DPCM들을 병렬적으로 수행하는 단계, (a2) 상기 한 쌍의 DPCM들 각각의 연산 결과를 기초로 한 쌍의 DDPCM들을 병렬적으로 수행하는 단계 및 (a3) 상기 한 쌍의 DPCM들의 연산 결과와 상기 한 쌍의 DDPCM들의 연산 결과를 기초로 상기 최소 비용 예측을 수행하여 상기 DPCM 모드와 상기 DPCM 결과를 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

[0026] 상기 (a3) 단계는 상기 한 쌍의 DPCM들의 연산 결과와 상기 한 쌍의 DDPCM들의 연산 결과를 기초로 다음의 수학적 식을 통해 상기 최소 비용 예측을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0027] [수학적식]

$$\min\left(\sum_{k=0}^{n-1} |hd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |hdd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vdd_k|\right)$$

[0029] (여기에서, n은 픽셀의 수이고, hd_k 는 수평 DPCM의 결과 값, vd_k 수직 DPCM의 결과 값, hdd_k 수평 DDPCM의 결과 값, 그리고 vdd_k 는 수직 DDPCM의 결과 값에 해당한다.)

[0030] 상기 (a3) 단계는 상기 한 쌍의 DPCM들의 연산 결과와 상기 한 쌍의 DDPCM들의 연산 결과를 수신하여 부호 변환을 수행하는 단계, DPCM 모듈들 및 DDPCM 모듈들 각각에 대해 부호 변환된 상기 연산 결과들을 각각 누산하는 단계, 상기 DPCM 모듈들 및 DDPCM 모듈들 각각에 대한 누산 결과를 상호 비교한 결과로서 최소 비용과 연관된 DPCM 모드를 출력하는 단계 및 상기 DPCM 모드에 따라 상기 연산 결과들 중에서 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 단계는 상기 DPCM 모드에 따라 병렬 수평 DPCM 모듈과 병렬 수평 DDPCM 모듈의 연산 결과들 중에서 제1 선별 결과를 선택하여 출력하는 단계, 상기 DPCM 모드에 따라 병렬 수직 DPCM 모듈과 병렬 수직 DDPCM 모듈의 연산 결과들 중에서 제2 선별 결과를 선택하여 출력하는 단계 및 상기 DPCM 모드에 따라 상기 제1 및 제2 선별 결과들 중에서 상기 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 개시된 기술은 다음의 효과를 가질 수 있다. 다만, 특정 실시예가 다음의 효과를 전부 포함하여야 한다거나 다음의 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법은 수평/수직 DPCM과 수평/수직 DDPCM을 다중으로 수행하여 최소 비용의 DPCM 모드를 선택하는 예측을 수행하고, 인코딩 알고리즘으로 엔트로피 코딩을 수행할 수 있다.

[0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법은 다중 DPCM을 통해 수평 및 수직 방향이 모두 반영되어 수평적인 공간 지역성 또는 수직적인 공간 지역성을 갖는 이미지 모두에 대해 최소 비용을 잘 예측할 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 무손실 이미지 데이터 압축 장치 및 방법은 DPCM을 한번 더 수행하는 DDPCM을 사용하므로 픽셀 값이 급격하게 변화하는 이미지에 대해 최소 비용을 잘 예측할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명에 따른 무손실 이미지 데이터 압축 장치의 하드웨어 구조를 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 수평/수직 DPCM의 수행과정을 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 수평/수직 DDPCM의 수행과정을 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 다중 DPCM 유닛의 구성을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 수평 DPCM/DDPCM의 하드웨어 구조를 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명에 따른 수직 DPCM/DDPCM의 하드웨어 구조를 설명하는 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 DPCM 비용 산출 모듈의 하드웨어 구조를 설명하는 도면이다.

도 8은 본 발명에 따른 무손실 이미지 데이터 압축 과정을 설명하는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 본 발명에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 본 발명의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 본 발명의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 발명에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 본 발명의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0040] 한편, 본 출원에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.

[0041] "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0042] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0043] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0044] 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0045] 본 발명은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현될 수 있고, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치, HDD, SSD 등이 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에

분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

- [0046] 여기서 사용되는 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.
- [0048] 도 1은 본 발명에 따른 무손실 이미지 데이터 압축 장치의 하드웨어 구조를 설명하는 도면이다.
- [0049] 도 1을 참조하면, 무손실 이미지 데이터 압축 장치(100)는 다중 DPCM을 수행하는 다중 DPCM 유닛(Multiple DPCM unit, MDPCM)(110), 음의 DPCM 결과(negative DPCM result)를 양의 데이터(positive value)로 변환하는 부호 변환 유닛(Sign Converter unit)(120), VSC encoding을 병렬적으로 수행하는 병렬 VSC 인코더 유닛(Parallel VSC Encoder unit)(130), K Spilt를 수행하는 K-스플리터 유닛(K Splitter unit)(140), GR encoding을 병렬적으로 수행하는 병렬 GR 인코더 유닛(Parallel GR Encoder unit)(150) 및 데이터를 패킹(packaging)하여 압축된 데이터를 생성하는 데이터 패킹 유닛(Data Packing unit)(160)을 포함할 수 있다.
- [0050] 다중 DPCM 유닛(Multiple DPCM unit, MDPCM)(110)은 픽셀 데이터를 수신하여 다중 DPCM을 수행하고 최소 비용 예측을 통해 DPCM 모드와 DPCM 결과를 출력할 수 있다. 보다 구체적으로, 다중 DPCM 유닛(110)은 원본 픽셀 데이터(Original Pixel data)를 이용하여 다양한 DPCM 기법을 적용하여 최소 비용의 DPCM 모드를 결정할 수 있다. 다중 DPCM 유닛(110)은 두 개의 출력을 제공할 수 있으며, 그 중 하나로서 DPCM 모드(DPCM Mode)는 데이터 패킹 유닛(160)에게 전달되고 나머지 하나로서 DPCM 결과(DPCM Result)는 부호 변환 유닛(120)에게 전달될 수 있다.
- [0051] 부호 변환 유닛(Sign Converter unit)(120)은 DPCM 결과를 수신하여 부호 변환을 수행한 결과로서 부호 값(Sign Value)과 크기 값(Magnitude Value)을 출력할 수 있다. 보다 구체적으로, 부호 변환 유닛(120)은 입력 값(input value)이 음의 값(negative vlaue)인 경우 2의 보수 양의 값(2's compliment positive)로 변환할 수 있고, 각 값의 부호 값(sign value)을 병렬 VSC 인코더 유닛(130)으로 전달할 수 있다. 또한, 부호 변환 유닛(120)은 각 값의 크기 값(magnitude value)을 병렬 VSC 인코더 유닛(130)과 K-스플리터 유닛(140)으로 전달할 수 있다.
- [0052] 병렬 VSC 인코더 유닛(Parallel VSC Encoder unit)(130)은 부호 값 및 크기 값을 각각 수신하여 VSC 인코딩을 병렬적으로 수행하고 그 결과로서 VSC를 출력할 수 있다. 즉, 병렬 VSC 인코더 유닛(130)은 크기 값(magnitude value)가 0인 부호 값(sign value)을 생략하여 부호 데이터(sign data)를 압축하는 VSC 인코딩을 병렬적으로 수행할 수 있다.
- [0053] K-스플리터 유닛(K Splitter unit)(140)은 부호 값을 수신하여 K-스플릿을 수행하고 최소 K, 몫 값(Quotient Value) 및 나머지 값(Remainder Value)을 출력할 수 있다. K-스플리터 유닛(140)은 입력된 크기 값들(magnitude values)에 대해 K=0, 1, 2, 3인 K 스플릿(K split)을 수행할 수 있고, 최소 비용의 K를 선택할 수 있다. K-스플리터 유닛(140)은 선택된 최소 K(Minimum K)와 나머지 값(Remainder Values)들을 데이터 패킹 유닛(160)에게 전달할 수 있고, 몫 값(Quotient Value)들을 병렬 GR 인코더 유닛(150)에게 전달할 수 있다.
- [0054] 병렬 GR 인코더 유닛(Parallel GR Encoder unit)(150)은 몫 값을 수신하여 GR 인코딩을 병렬적으로 수행하고 단항 데이터(Unary Data)를 출력할 수 있다. 병렬 GR 인코더 유닛(150)은 GR 인코딩의 결과로서 단항 데이터를 데이터 패킹 유닛(160)에게 전달할 수 있다.
- [0055] 데이터 패킹 유닛(Data Packing unit)(160) DPCM 모드에 따라 데이터를 패킹하여 압축 데이터(Compressed Data)를 출력할 수 있다. 즉, 데이터 패킹 유닛(160)은 원본 픽셀 데이터의 시드 값(Seed), 다중 DPCM 유닛(110)으로부터 수신한 DPCM 모드(DPCM Mode), 병렬 VSC 인코더 유닛(130)으로부터 수신한 VSC, K-스플리터 유닛(140)으로부터 수신한 최소 K와 나머지 값(Remainder), 병렬 GR 인코더 유닛(150)으로부터 수신한 단항 데이터(Unary)를 기초로 데이터 패킹을 수행하여 그 결과로서 압축 데이터(Compressed Data)를 생성할 수 있다.
- [0057] 도 2는 본 발명에 따른 수평/수직 DPCM의 수행과정을 설명하는 도면이다.
- [0058] 도 2를 참조하면, 수평/수직 DPCM은 무손실 이미지 데이터 압축 장치(100)의 다중 DPCM 유닛(110)에서 수행될 수 있다.
- [0059] DPCM을 2차원 이미지(2D image)에 적용하는 방식은 수평 DPCM(horizontal DPCM)과 수직 DPCM(vertical DPCM)이 있다. 수평 DPCM은 DPCM 알고리즘을 수평 방향(horizontal way)으로 적용하는 반면에 수직 DPCM은 DPCM 알고리

즘을 수직 방향(vertical way)으로 적용할 수 있다.

[0060] 또한, 각 DPCM에서 사용하는 방정식은 다음과 같다. 즉, 수학식 1은 수평 DPCM에서 사용하는 방정식이고, 수학식 2는 수직 DPCM에서 사용하는 방정식이다.

[0061] [수학식 1]

$$[0062] \text{Err}_h(i, j) = \begin{cases} P(i, j) - P(i - 1, j), & \text{if } i \neq 0 \\ P(i, j) - P(i, j - 1), & \text{if } i = 0 \end{cases}$$

[0063] [수학식 2]

$$[0064] \text{Err}_v(i, j) = \begin{cases} P(i, j) - P(i, j - 1), & \text{if } j \neq 0 \\ P(i, j) - P(i - 1, j), & \text{if } j = 0 \end{cases}$$

[0065] 특히, 가장 왼쪽 픽셀(Leftmost pixel) 또는 가장 위쪽 픽셀(Uppermost pixel)과 같이 DPCM 알고리즘에서 참조할 이전 픽셀 값(pixel value)이 없는 경우, 가장 왼쪽 픽셀(leftmost pixel)은 위쪽 픽셀(upper pixel)을 참조하여 차이 값(difference value)을 계산할 수 있고, 가장 위쪽 픽셀(uppermost pixel)은 왼쪽 픽셀(left pixel)을 참조하여 계산할 수 있다.

[0066] 도 2의 그림 (a)는 4*4 크기의 입력 블록(input block)에 대해서 수평 DPCM과 수직 DPCM의 수행 과정을 나타내고 있다. 수직 DPCM의 경우, 결과 값(result value)은 현재 픽셀(current pixel)과 왼쪽 픽셀(left pixel)의 차를 계산함으로써 산출될 수 있다. 하지만, j=0인 가장 왼쪽 픽셀(leftmost pixel)들은 참조할 왼쪽 픽셀(left pixel)이 없으므로 위쪽 픽셀(upper pixel)과의 차를 산출할 수 있다. i=0, j=0인 첫 번째 픽셀(first pixel)은 역 DPCM(inverse DPCM)을 수행하기 위한 시드 값(seed value)으로서 마킹(marking)될 수 있다.

[0067] 한편, 수직 DPCM은 수평 DPCM과 대조적으로, 결과 값(result value)은 현재 픽셀(current pixel)과 위쪽 픽셀(upper pixel)의 차를 계산함으로써 산출될 수 있다. 하지만, i=0인 가장 위쪽 픽셀(uppermost pixel)들은 참조할 위쪽 픽셀(upper pixel)이 없으므로 왼쪽 픽셀(left pixel)과의 차를 산출할 수 있다.

[0068] 도 2의 그림 (b)는 4*4 크기의 예제 블록(example block)에 대해서 수평 DPCM과 수직 DPCM의 수행의 예를 나타내고 있다. i=0, j≠0 또는 i≠0, j=0의 위치에 있는 픽셀들은 수평 DPCM과 수직 DPCM의 결과가 같을 수 있다. 하지만, 그 이외의 위치에 있는 픽셀들에 대한 각 DPCM의 결과가 다를 수 있다. 예를 들어, i=1, j=1의 위치에 있는 픽셀의 각 DPCM 결과는 수평 DPCM인 경우 5 * (Err_h(1,1) = P(1,1) - P(0,1))이고, 수직 DPCM인 경우 -1 * (Err_v(1,1) = P(1,1) - P(1,0))이다.

[0070] 도 3은 본 발명에 따른 수평/수직 DPCM의 수행과정을 설명하는 도면이다.

[0071] 도 3을 참조하면, 수평/수직 DPCM은 무손실 이미지 데이터 압축 장치(100)의 다중 DPCM 유닛(110)에서 수행될 수 있다.

[0072] 다중 DPCM 유닛(110)은 수평 DPCM을 기반으로 DPCM을 수행하는 수평 DPCM과 수직 DPCM을 기반으로 DPCM을 수행하는 수직 DPCM을 사용할 수 있다. 도 3에서, 4*4 크기의 입력 블록(input block)에 대해 수평 DPCM과 수직 DPCM의 수행 과정을 확인할 수 있다. 이 때, d_ha는 a와 왼쪽 값(left value)과의 차이(difference) 값을 의미하고, d_va는 a와 위쪽 값(upper value)과의 차이 값을 의미한다.

[0073] 예를 들어, 수평 DPCM의 첫번째 단계(1st step)에서, d_ha₀₁은 a₀₁과 왼쪽 값(left value)인 a₀₀와의 차이 값(difference value)인 a₀₁-a₀₀이고, d_va₁₀은 a₁₀과 위쪽 값(upper value)인 a₀₀과의 차이 값인 a₁₀-a₀₀이다. 같은 법칙으로, 수평 DPCM의 두번째 단계(2nd step), d_hd_ha₁₁은 d_ha₁₁과 위쪽 값(upper value)인 d_ha₀₁와의 차이 값(difference value)인 d_ha₁₁-d_ha₀₁이고, 이 식을 다시 정리하면 (a₁₁-a₁₀)-(a₀₁-a₀₀)이다.

[0074] 수평 DPCM과 수직 DPCM의 수행과정은 다음과 같다. 먼저, DPCM 첫번째 단계에서 대응하는 DPCM을 수행한다. DPCM이 수행되면 i > 1인 결과 값에 대해서 수평 DPCM의 경우 왼쪽 DPCM 결과 값(result value)에 대한 차이 값을 계산하고, 수평 DPCM의 경우 위쪽 DPCM 결과값에 대한 차이 값을 계산한다.

[0075] i=1인 DPCM 결과 값에 대해서는 수평 DPCM 경우 위쪽 DPCM 결과 값(result value)에 대한 차이 값을

계산하고, 수평 DPCM의 경우 왼쪽 DPCM 결과 값에 대한 차이 값을 계산한다. 가장 왼쪽 DPCM 결과(Leftmost DPCM result)와 가장 위쪽 DPCM 결과(Uppermost DPCM result) 같이 DPCM 알고리즘에서 참조할 이전 DPCM 결과 값이 없는 경우, 가장 왼쪽 DPCM 결과는 위쪽 DPCM 결과(upper DPCM result)를 참조하여 차이 값을 계산하고, 가장 위쪽 DPCM 결과(uppermost DPCM result)는 왼쪽 DPCM 결과(left DPCM result)를 참조하여 차이 값을 계산한다.

[0077] 도 4는 본 발명에 따른 다중 DPCM 유닛의 구성을 설명하는 도면이다.

[0078] 도 4를 참조하면, 다중 DPCM 유닛(110)은 병렬 수평 DPCM 모듈(410), 병렬 수평 DDPCM 모듈(430), DPCM 비용 산출 모듈(450), 병렬 수직 DPCM 모듈(470) 및 병렬 수직 DDPCM 모듈(490)을 포함할 수 있다.

[0079] 다중 DPCM 유닛(110)은 원본 픽셀 데이터(Original Pixel data)를 입력으로 수신하여 다중 DPCM를 수행한 후 그 결과로서 DPCM 결과(DPCM Result)와 DPCM 모드(DPCM Mode)를 출력으로 제공할 수 있다.

[0080] 보다 구체적으로, 병렬 수평 DPCM 모듈(410)은 픽셀 데이터를 기초로 병렬 수평 DPCM(Parallel Horizontal DPCM)을 수행하여 제1 DPCM 에러를 출력할 수 있다. 병렬 수평 DDPCM 모듈(430)은 픽셀 데이터와 제1 DPCM 에러를 기초로 병렬 수평 DDPCM(Parallel Horizontal DDPCM)을 수행하여 제1 DDPCM 에러를 출력할 수 있다. DPCM 비용 산출 모듈(450)은 DPCM 모드에 따라 데이터를 패킹하여 압축 데이터(Compressed Data)를 출력할 수 있다. 병렬 수직 DPCM 모듈(470)은 픽셀 데이터를 기초로 병렬 수직 DPCM(parallel Vertical DPCM)을 수행하여 제2 DPCM 에러를 출력할 수 있다. 병렬 수직 DDPCM 모듈(490)은 픽셀 데이터와 제2 DPCM 에러를 기초로 병렬 수직 DDPCM(parallel Vertical DDPCM)을 수행하여 제2 DDPCM 에러를 출력할 수 있다.

[0081] 일 실시예에서, 다중 DPCM 유닛(110)은 DPCM과 DDPCM을 순차적으로 수행하는 과정에서 한 쌍의 DPCM들과 한 쌍의 DDPCM들을 각각 병렬적으로 수행할 수 있다. 보다 구체적으로, 다중 DPCM 유닛(110)은 입력된 픽셀 데이터에 대해서 병렬 수평 DPCM 모듈(410)에서 수평 DPCM을 parallel하게 수행할 수 있고, 병렬 수직 DPCM 모듈(470)에서 수직 DPCM을 parallel하게 수행할 수 있다. 계산된 각 DPCM 에러(DPCM error)는 비용 산출(cost calculation)을 위해 DPCM 비용 산출 모듈(450)으로 전달될 수 있고, 대응하는 DDPCM 모듈에게 전달될 수 있다. 병렬 수평/수직 DDPCM 모듈들(430, 490)은 전달받은 DPCM 에러를 바탕으로 DDPCM을 parallel하게 수행한 뒤, 그 결과를 DPCM 비용 산출 모듈(450)로 전달할 수 있다.

[0082] 즉, 각 DPCM 모듈은 입력 픽셀에 대해 수평 DPCM과 수직 DPCM을 병렬적으로 수행할 수 있고, 대응하는 DDPCM 모듈에게 그 결과를 전달할 수 있다. 또한, 각 DDPCM 모듈은 DPCM 연산이 완료되면 그 결과에 대해 각 DDPCM 연산을 병렬적으로 수행할 수 있다. 모든 DPCM의 결과는 DPCM 비용 산출 모듈(450)로 전달될 수 있다.

[0083] DPCM 비용 산출 모듈(450)은 각 DPCM error에 대해서 비용(cost)을 산출할 수 있고, 최소 비용(minimum cost)의 DPCM mode를 결정할 수 있다. DPCM mode가 결정되면, DPCM mode가 데이터 패킹 유닛(160)에게 전달될 수 있고, 해당하는 DPCM error는 부호 변환 유닛(120)에게 전달될 수 있다.

[0084] 일 실시예에서, DPCM 비용 산출 모듈(450)은 제1 및 제2 DPCM 에러들과 제1 및 제2 DDPCM 에러들을 기초로 다음의 수학적 식 3을 통해 최소 비용 예측을 수행할 수 있다.

[0086] [수학적 식 3]

$$\min\left(\sum_{k=0}^{n-1} |hd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |hdd_k|, \sum_{k=0}^{n-1} |vdd_k|\right)$$

[0087] 여기서, n은 픽셀의 수이고, hd_k는 수평 DPCM의 결과 값, vd_k 수직 DPCM의 결과 값, hdd_k 수평 DDPCM의 결과 값, 그리고 vdd_k는 수직 DDPCM의 결과 값에 해당할 수 있다.

[0090] 즉, DPCM 비용 산출 모듈(450)은 수평 DPCM, 수직 DPCM, 수평 DDPCM 및 수직 DDPCM이 모두 수행되면 각 예측 함수(prediction function)의 결과에 대해서 엔트로피 코딩(entropy coding)을 위한 최적의 예측 함수를 선택할 수 있다. 이 때, 엔트로피 코딩 비용(entropy coding cost)은 각 DPCM 결과 값의 절대 값의 합을 통해서 계산될 수 있다.

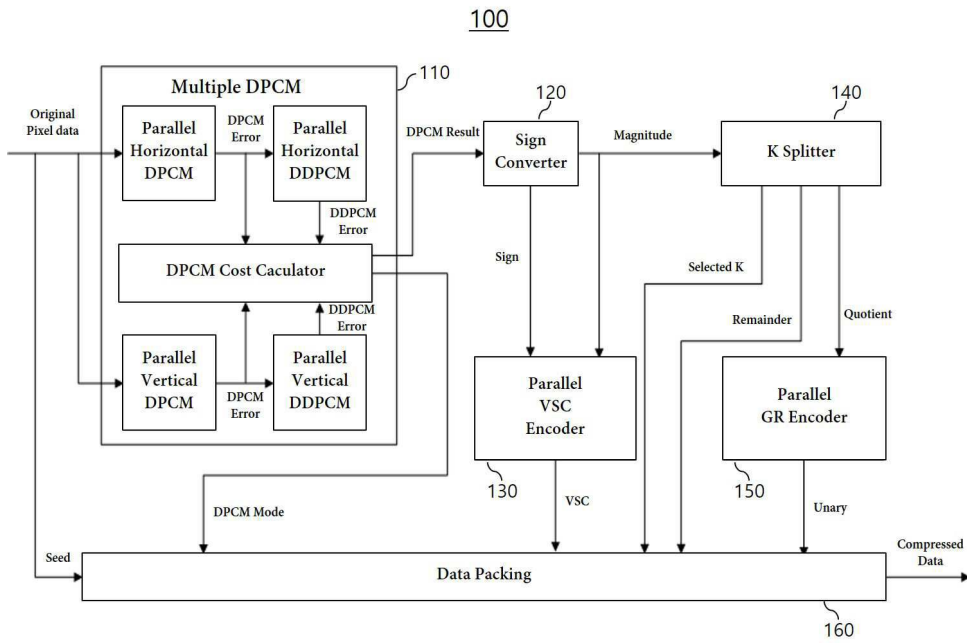
[0091] 무손실 이미지 데이터 압축 장치(100)는 엔트로피 코딩으로서 골롬-라이스 인코딩(golomb-rice(GR) encoding)을 수행할 수 있고, GR encoding은 값이 클수록 비트 길이(bit length)가 길어질 수 있다. 따라서, DPCM 결과 값의

합이 가장 작은 DPCM을 선택하면 엔트로피 코딩 비용이 가장 낮아질 수 있다.

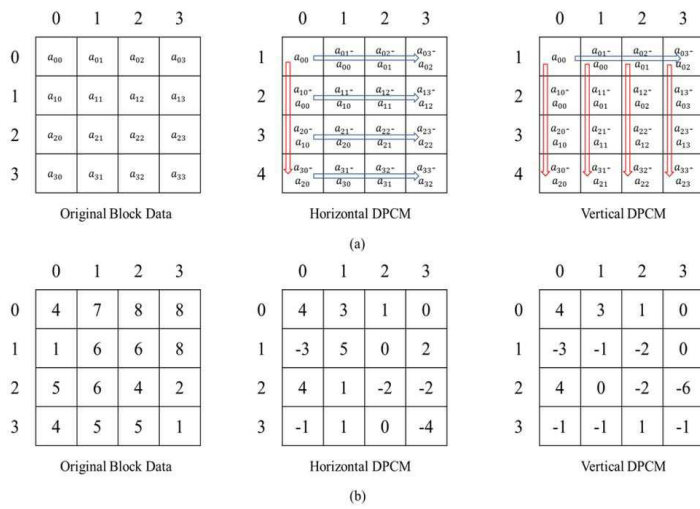
- [0093] 도 5는 본 발명에 따른 수평 DPCM/DDPCM의 하드웨어 구조를 설명하는 도면이다.
- [0094] 도 5를 참조하면, 그림 (a)는 다중 DPCM 유닛(110)의 병렬 수평 DPCM 모듈(410)의 하드웨어 구조이고, 그림 (b)는 다중 DPCM 유닛(110)의 병렬 수평 DDPCM 모듈(430)의 하드웨어 구조이다.
- [0095] 일 실시예에서, 병렬 수평 DPCM 모듈(410) 및 병렬 수평 DDPCM 모듈(430)은 복수의 감산기(Subtractor)(510)들을 포함하고 각 감산기(510)들은 한 쌍의 입력들에 대해 감산 연산을 수행하여 연산 결과로서 출력할 수 있다. 예를 들어, 그림 (a)에서 병렬 수평 DPCM 모듈(410)에 포함된 제1 감산기(511)는 한 쌍의 입력들 a_{00} 과 a_{10} 을 기초로 감산 연산을 수행하여 연산 결과로서 $d_v a_{10}$ 을 출력할 수 있다. 그림 (b)에서 병렬 수평 DDPCM 모듈(430)에 포함된 제2 감산기(513)는 한 쌍의 입력들 $d_v a_{10}$ 과 $d_h a_{11}$ 을 기초로 감산 연산을 수행하여 연산 결과로서 $d_v d_h a_{11}$ 을 출력할 수 있다.
- [0097] 도 6은 본 발명에 따른 수직 DPCM/DDPCM의 하드웨어 구조를 설명하는 도면이다.
- [0098] 도 6을 참조하면, 그림 (c)는 다중 DPCM 유닛(110)의 병렬 수직 DPCM 모듈(470)의 하드웨어 구조이고, 그림 (d)는 다중 DPCM 유닛(110)의 병렬 수직 DDPCM 모듈(490)의 하드웨어 구조이다.
- [0099] 일 실시예에서, 병렬 수직 DPCM 모듈(470) 및 병렬 수직 DDPCM 모듈(490)은 복수의 감산기(Subtractor)(510)들을 포함하고 각 감산기(510)들은 한 쌍의 입력들에 대해 감산 연산을 수행하여 연산 결과로서 출력할 수 있다. 예를 들어, 그림 (c)에서 병렬 수직 DPCM 모듈(470)에 포함된 제3 감산기(515)는 한 쌍의 입력들 a_{00} 과 a_{10} 을 기초로 감산 연산을 수행하여 연산 결과로서 $d_h a_{01}$ 을 출력할 수 있다. 그림 (d)에서 병렬 수직 DDPCM 모듈(490)에 포함된 제4 감산기(517)는 한 쌍의 입력들 $d_h a_{01}$ 과 $d_v a_{11}$ 을 기초로 감산 연산을 수행하여 연산 결과로서 $d_h d_v a_{11}$ 을 출력할 수 있다.
- [0101] 도 7은 본 발명에 따른 DPCM 비용 산출 모듈의 하드웨어 구조를 설명하는 도면이다.
- [0102] 도 7을 참조하면, 무손실 이미지 데이터 압축 장치(100)는 다중 DPCM 유닛(110)을 포함할 수 있고, 다중 DPCM 유닛(110)은 DPCM 비용 산출 모듈(450)을 포함할 수 있다.
- [0103] 일 실시예에서, DPCM 비용 산출 모듈(450)은 부호 변환기(Sign Converter)(710), 누산기(Accumulator)(730), 비교기(Comparator)(750) 및 멀티플렉서(MUX)(771, 773, 775)를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 부호 변환기(Sign Converter)(710)는 DPCM 모듈들 및 DDPCM 모듈들 각각으로부터 연산 결과들을 수신하여 부호 변환을 수행할 수 있다. 누산기(Accumulator)(730)는 DPCM 모듈들 및 DDPCM 모듈들 각각에 대해 부호 변환된 연산 결과를 누산할 수 있다. 비교기(Comparator)(750)는 누산기(730)들에 의해 출력된 각각의 누산 결과를 상호 비교한 결과로서 최소 비용과 연관된 DPCM 모드를 출력할 수 있다. 멀티플렉서(MUX)(771, 773, 775)는 DPCM 모드에 따라 연산 결과들 중에서 DPCM 결과를 선택하여 출력할 수 있다.
- [0104] 일 실시예에서, 멀티플렉서(MUX)는 DPCM 모드에 따라 병렬 수평 DPCM 모듈(410)과 병렬 수평 DDPCM 모듈(430)의 연산 결과들 중에서 제1 선별 결과를 선택하여 출력하는 제1 멀티플렉서(771), DPCM 모드에 따라 병렬 수직 DPCM 모듈(470)과 병렬 수직 DDPCM 모듈(490)의 연산 결과들 중에서 제2 선별 결과를 선택하여 출력하는 제2 멀티플렉서(773) 및 DPCM 모드에 따라 제1 및 제2 선별 결과들 중에서 DPCM 결과를 선택하여 출력하는 제3 멀티플렉서(775)를 포함할 수 있다.
- [0105] 결과적으로, 멀티플렉서(MUX)는 제1 내지 제3 멀티플렉서들(771, 773, 775)의 조합을 통해 DPCM 모드(DPCM mode)에 따른 DPCM 결과 값(DPCM result value)들을 선택하여 출력할 수 있다. 예를 들어, 도 7에서 멀티플렉서(MUX)는 제1 내지 제3 멀티플렉서들(771, 773, 775)의 조합을 통해 최종 출력으로서 $e_{01}, \dots, e_{76}, e_{77}$ 을 출력할 수 있다.
- [0106] 일 실시예에서, 제1 멀티플렉서(771) 및 제3 멀티플렉서(775)는 입력으로서 수신한 DPCM 모드를 선별 결과와 함께 출력할 수 있다. 도 7에서, 제1 멀티플렉서(771)는 선별 결과와 함께 DPCM 모드를 제3 멀티플렉서(775)에 전달할 수 있고, 제3 멀티플렉서(775)는 선별 결과와 함께 DPCM 모드를 출력할 수 있다. 한편, 제3 멀티플렉서(775)는 제1 멀티플렉서(771)로부터 DPCM 모드를 전달받기 때문에 제2 멀티플렉서(773)은 제1 및 제3 멀티플렉서들(771, 775)과 달리 DPCM 모드에 따른 선별 결과만 출력할 수 있다.

도면

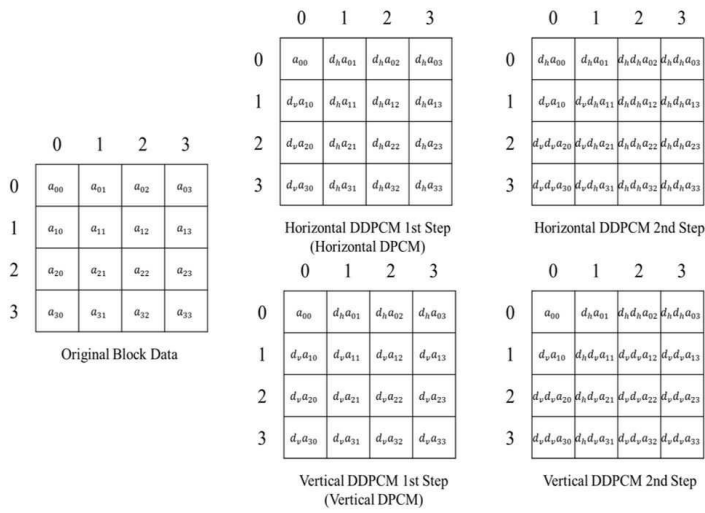
도면1



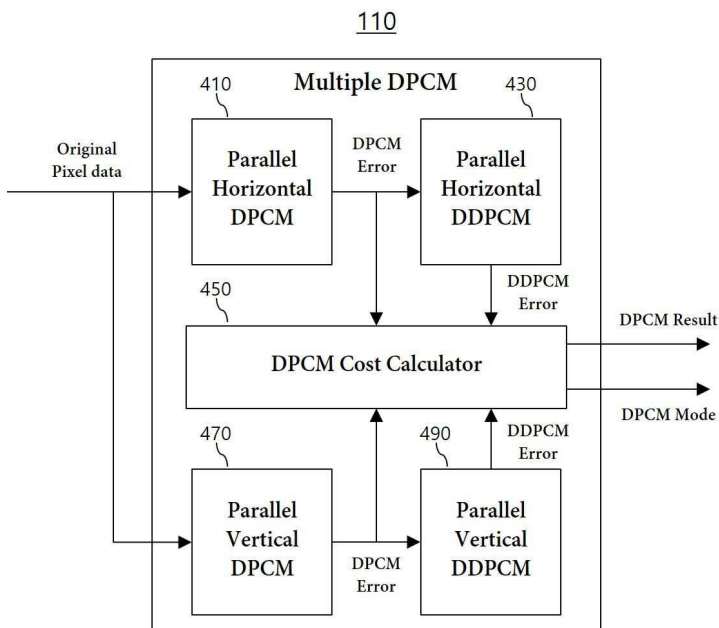
도면2



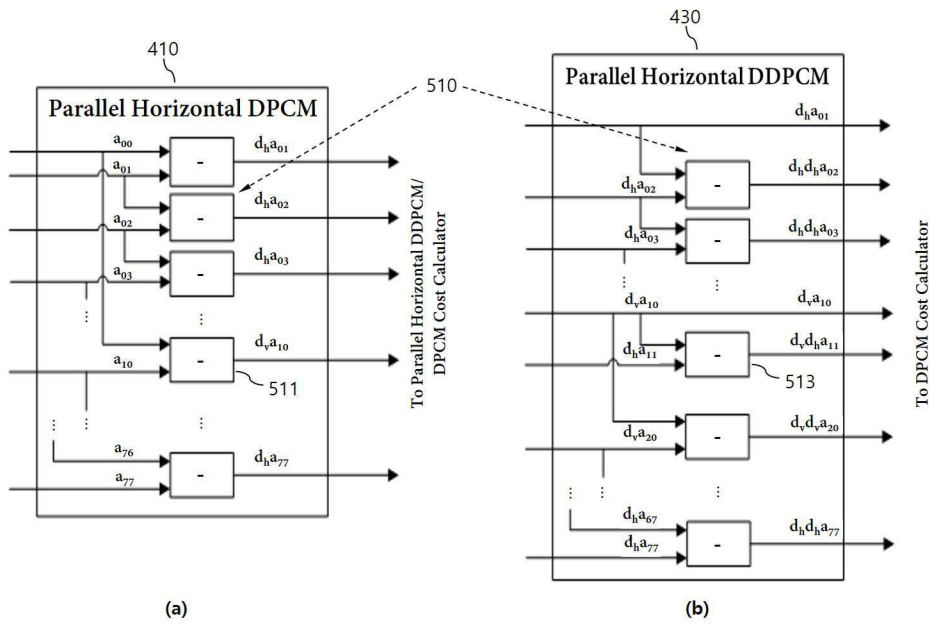
도면3



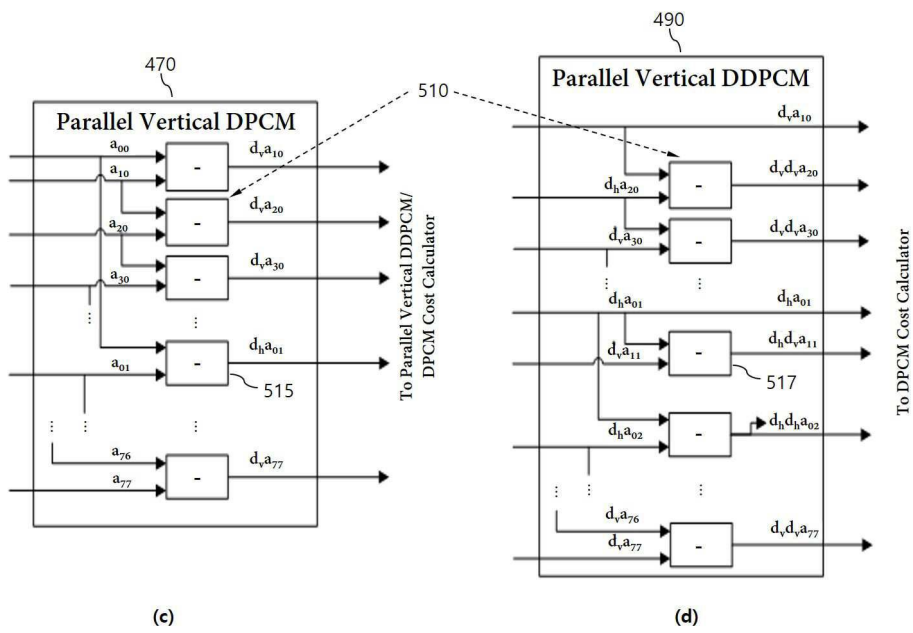
도면4



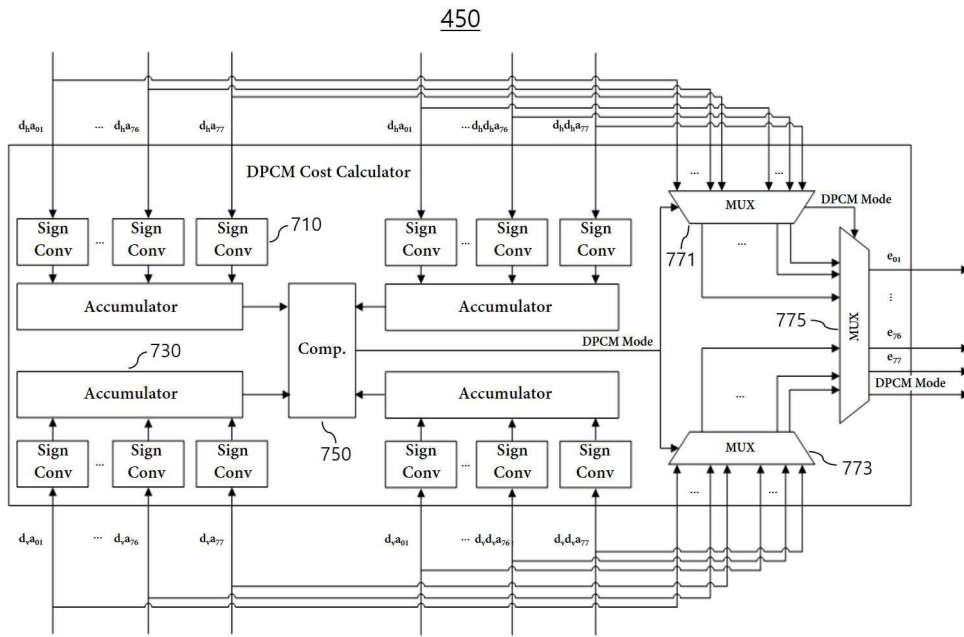
도면5



도면6



도면7



도면8

