(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0089454
(43) 공개일자 2017년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/23 (2014.01) *H04N 19/573* (2014.01)
H04N 19/577 (2014.01) *H04N 19/59* (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04N 19/23 (2015.01)
H04N 19/573 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2016-0009369
(22) 출원일자 2016년01월26일
심사청구일자 2016년01월26일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
낭종호
서울특별시 용산구 독서당로 111 123동 1001호 (한남동,한남더힐아파트)
김상철
경기도 동두천시 생연로 10 111동 1505호 (지행동,현진에버빌아파트)
(74) 대리인
이지연

전체 청구항 수 : 총 18 항

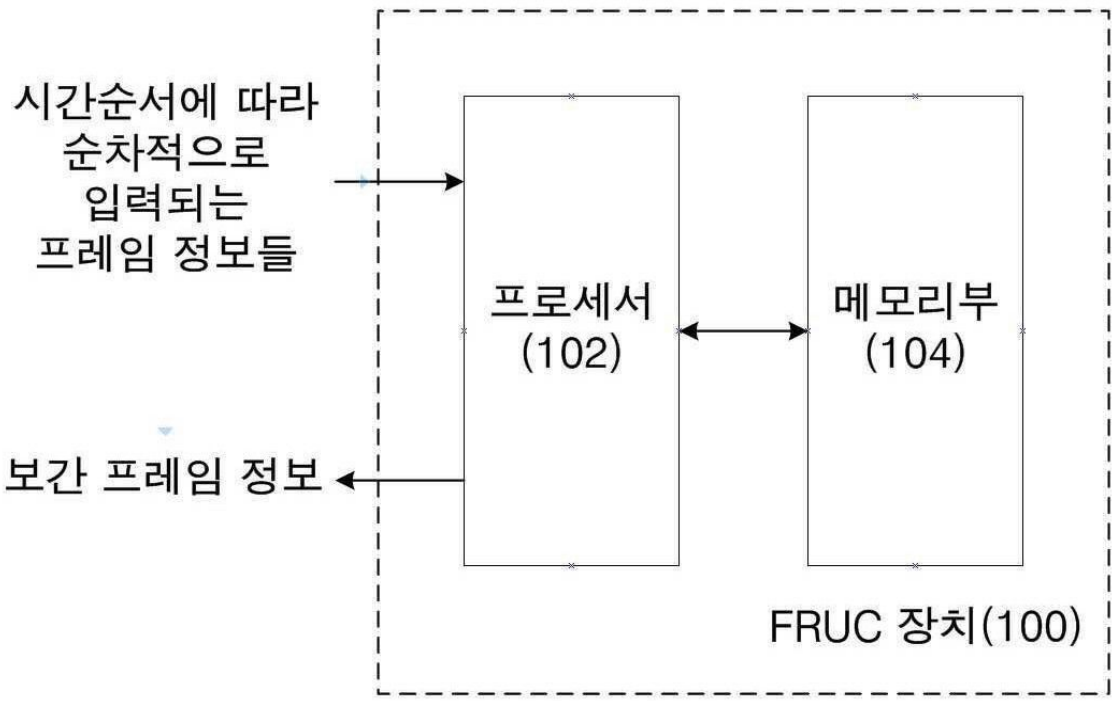
(54) 발명의 명칭 **FRUC를 위한 경로기반 보간 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명에 따르는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치는, 소스 프레임 정보와 레퍼런스 프레임 정보를 입력받아, 상기 소스 프레임 정보에서 상기 레퍼런스 프레임 정보로 이동하는 경우의 역방향 경로에 따른 단방향 모션을 추정하여 역방향 모션벡터 정보를 생성하고, 상기 레퍼런스 프레임 정보에서 소스 프레임 정보로 이동하는 경우의 순

(뒷면에 계속)

대 표 도



방향 경로에 따른 단방향 모션을 추정하여 순방향 모션벡터 정보를 생성하고, 상기 소스 프레임 정보의 픽셀과 그에 대응되는 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀 사이의 밝기차에 따라, 보간 프레임 정보를 구성하는 픽셀들의 위치 및 픽셀값을 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀의 픽셀값을 이용할 것인지, 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보의 픽셀의 픽셀값을 이용할 것인지에 대한 태그정보를 룩업 테이블 정보에 기록하고, 상기 룩업 테이블 정보에 기록된 태그정보에 따라 상기 보간 프레임 정보를 구성하는 픽셀들의 픽셀값을 채워 보간 프레임 정보를 생성하는 프로세서; 및 상기 프로세서의 저장 영역을 제공하는 메모리부;를 구비하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

H04N 19/577 (2015.01)

H04N 19/59 (2015.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015-A-0001-010110

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업

연구과제명 Full-HD급 동영상을 Ultra-HD급 동영상으로 변환하기 위한 SR(Super Resolution) 및 FRUC(Frame Rate Up Conversion) 통합 업스케일링 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2015.09.15 ~ 2016.01.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

FRUC를 위한 경로기반 보간 장치에 있어서,

소스 프레임 정보와 레퍼런스 프레임 정보를 입력받아,

상기 소스 프레임 정보에서 상기 레퍼런스 프레임 정보로 이동하는 경우의 역방향 경로에 따른 단방향 모션을 추정하여 역방향 모션벡터 정보를 생성하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보에서 소스 프레임 정보로 이동하는 경우의 순방향 경로에 따른 단방향 모션을 추정하여 순방향 모션벡터 정보를 생성하고,

상기 소스 프레임 정보의 픽셀과 그에 대응되는 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀 사이의 밝기차에 따라, 보간 프레임 정보를 구성하는 픽셀들의 위치 및 픽셀값을 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀의 픽셀값을 이용할 것인지, 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보의 픽셀의 픽셀값을 이용할 것인지에 대한 태그정보를 룩업 테이블 정보에 기록하고,

상기 룩업 테이블 정보에 기록된 태그정보에 따라 상기 보간 프레임 정보를 구성하는 픽셀들의 픽셀값을 채워 보간 프레임 정보를 생성하는 프로세서; 및

상기 프로세서의 저장 영역을 제공하는 메모리부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 보간 프레임 정보에 대해 공간적 보간을 더 수행함을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

역방향 및 순방향 경로에 따른 단방향 모션 추정이 완료되면,

상기 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀들과 그에 대응되는 소스 프레임 정보의 픽셀들 각각에 대해 밝기차를 구하고,

상기 밝기차가 제1변화량 임계치 이하이면, 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 상기 역방향 모션벡터 정보에 따라 결정함과 아울러 픽셀값을 상기 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하여 채우도록 하는 제1태그정보를 상기 룩업 테이블 정보에 기록하고,

상기 밝기차가 제1변화량 임계치 이상이면, 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에, 상기 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하거나, 상기 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하거나, 상기 역방향 및 순방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 및 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2태그정보를 상기 룩업 테이블 정보에 기록함을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제2태그정보를 기록할 때에,

상기 레퍼런스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값은 상기 제1변화량 임계치보다 작고 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값은 상기 제1변화량 임계치보다 크면, 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에 상기 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2-1태그정보를 기록하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값은 상기 제1변화량 임계치보다 크고 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값은 상기 제1변화량 임계치보다 작으면, 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에 상기 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2-2태그정보를 기록하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보 및 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 모두 제1변화량 임계치보다 작으면, 보간 프레임의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에 상기 역방향 및 순방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 및 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2-3태그정보를 기록함을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제2태그정보를 기록할 때에,

상기 레퍼런스 프레임 정보 및 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 모두 제1변화량 임계치보다 크고, 제2변화량 임계치보다 크면,

보간 프레임의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에 상기 역방향 및 순방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 및 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2-4태그정보를 기록하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보 및 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 모두 제1변화량 임계치보다 크고, 상기 레퍼런스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값보다 작으면, 상기 제2-2태그정보를 기록하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보 및 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 모두 제1변화량 임계치보다 크고, 상기 레퍼런스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값보다 크면, 상기 제2-1태그정보를 기록함을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 제2-1태그정보에 따른 보간 프레임 정보에서 픽셀의 위치를 결정함과 아울러 픽셀값을 채우는 것은 수학식 8에 따름을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치.

수학식 8

$$F_I(x+\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'},y+\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})=F_b(\mathrm{x},\mathrm{y})$$

상기 수학식 8에서 $\Delta t-\Delta t'$는 소스 프레임 정보와 레퍼런스 프레임 정보사이의 시간차이고, 상기 $mv_b.x$ 및 $mv_b.y$는 역방향 모션벡터이고, $(x+\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'},y+\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})$는 새로이 생성할 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 나타내고, $F_I(x+\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'},y+\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})$는 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치의 픽셀값이고, $F_b(\mathrm{x},\mathrm{y})$는 레퍼런스 프레임 정보 중 위치(x,y)에서의 픽셀값임.

청구항 7

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 제2-2태그정보에 따른 보간 프레임 정보에서 픽셀의 위치를 결정함과 아울러 픽셀값을 채우는 것은 수학식 9에 따름을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치.

수학식 9

$$MV\ vx_f = \frac{mv_f.x}{\Delta t'}, vy_f = \frac{mv_f.y}{\Delta t'}$$
$$F_I(x+vx_f, y+vy_f) = F_f(\mathrm{x},\mathrm{y});$$

상기 수학식 9에서 $vx_f = \frac{mv_f.x}{\Delta t'}, vy_f = \frac{mv_f.y}{\Delta t'}$ 는 (x,y)의 위치에 대응되는 순방향 모션벡터이고, 상기 $(x+vx_f, y+vy_f)$는 새로이 생성할 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 나타내고, $F_I(x+vx_f, y+vy_f)$ 는 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치의 픽셀값이고, $F_f(\mathrm{x},\mathrm{y})$는 소스 프레임 정보 중 위치(x,y)에서의 픽셀값임.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 제2-3태그정보에 따른 보간 프레임 정보에서 픽셀의 위치를 결정함과 아울러 픽셀값을 채우는 것은 수학식 10에 따름을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치.

수학식 10

$$F_I(x,y) = F_b(\mathrm{x}-\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'}, \mathrm{y}-\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})/(\Delta t-\Delta t')$$
$$+F_f(\mathrm{x}-\frac{mv_f.x}{\Delta t'}, \mathrm{y}-\frac{mv_f.y}{\Delta t'})/(\Delta t');$$

상기 수학식 10에서 $F_I(x,y)$ 는 보간 프레임 정보 중 위치(x,y)에서의 픽셀값임.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제2-4태그정보에 따른 보간 프레임 정보에서 픽셀의 위치를 결정함과 아울러 픽셀값을 채우는 것은 수학식 10에 따름을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치.

청구항 10

FRUC를 위한 경로기반 보간 방법에 있어서,

소스 프레임 정보와 레퍼런스 프레임 정보를 포함하는 프레임 정보를 시간순서대로 순차적으로 입력받는 제1단계;

상기 소스 프레임 정보에서 상기 레퍼런스 프레임 정보로 이동하는 경우의 역방향 경로에 따른 단방향 모션을 추정하여 역방향 모션벡터 정보를 생성하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보에서 소스 프레임 정보로 이동하는 경우의 순방향 경로에 따른 단방향 모션을 추정하여 순방향 모션벡터 정보를 생성하는 제2단계;

상기 소스 프레임 정보의 픽셀과 그에 대응되는 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀 사이의 밝기차에 따라, 보간 프레임 정보를 구성하는 픽셀들의 위치 및 픽셀값을 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀의 픽셀값

을 이용할 것인지, 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보의 픽셀의 픽셀값을 이용할 것인지에 대한 태그정보를 룩업 테이블 정보에 기록하는 제3단계; 및

상기 룩업 테이블 정보에 기록된 태그정보에 따라 상기 보간 프레임 정보를 구성하는 픽셀들의 픽셀값을 채워 보간 프레임 정보를 생성하는 제4단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 보간 프레임 정보에 대해 공간적 보간을 수행하는 단계를 더 구비함을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 제3단계는,

역방향 및 순방향 경로에 따른 단방향 모션 추정이 완료되면,

상기 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀들과 그에 대응되는 소스 프레임 정보의 픽셀들 각각에 대해 밝기차를 구하고,

상기 밝기차가 제1변화량 임계치 이하이면, 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 상기 역방향 모션벡터 정보에 따라 결정함과 아울러 픽셀값을 상기 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하여 채우도록 하는 제1태그정보를 상기 룩업 테이블 정보에 기록하고,

상기 밝기차가 제1변화량 임계치 이상이면, 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에, 상기 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하거나, 상기 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하거나, 상기 역방향 및 순방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 및 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2태그정보를 상기 룩업 테이블 정보에 기록하는 것임을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제2태그정보를 기록할 때에,

상기 레퍼런스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값은 상기 제1변화량 임계치보다 작고 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값은 상기 제1변화량 임계치보다 크면, 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에 상기 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2-1태그정보를 기록하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값은 상기 제1변화량 임계치보다 크고 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값은 상기 제1변화량 임계치보다 작으면, 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에 상기 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2-2태그정보를 기록하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보 및 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 모두 제1변화량 임계치보다 작으면, 보간 프레임의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에 상기 역방향 및 순방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 및 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2-3태그정보를 기록함을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제2태그정보를 기록할 때에,

상기 레퍼런스 프레임 정보 및 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 모두 제1변화량 임계치보다

크고, 제2변화량 임계치보다 크면,

보간 프레임의 픽셀의 위치를 결정하고 픽셀값을 채울 때에 상기 역방향 및 순방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 및 소스 프레임 정보의 픽셀값을 이용하도록 하는 제2-4태그정보를 기록하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보 및 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 모두 제1변화량 임계치보다 크고, 상기 레퍼런스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값보다 작으면, 상기 제2-2태그정보를 기록하고,

상기 레퍼런스 프레임 정보 및 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 모두 제1변화량 임계치보다 크고, 상기 레퍼런스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값이 상기 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값보다 크면, 상기 제2-1태그정보를 기록함을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 제2-1태그정보에 따른 보간 프레임 정보에서 픽셀의 위치를 결정함과 아울러 픽셀값을 채우는 것은 수학식 11에 따름을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법.

수학식 11

$$F_I(x+\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'},y+\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})=F_b(\mathrm{x,y})$$

상기 수학식 11에서 $\Delta t-\Delta t'$는 소스 프레임 정보와 레퍼런스 프레임 정보사이의 시간차이고, 상기 $mv_b.x$ 및 $mv_b.y$는 역방향 모션벡터이고, $(x+\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'},y+\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})$는 새로이 생성할 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 나타내고, $F_I(x+\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'},y+\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})$는 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치의 픽셀값이고, $F_b(\mathrm{x,y})$는 레퍼런스 프레임 정보 중 위치(x,y)에서의 픽셀값임.

청구항 16

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 제2-2태그정보에 따른 보간 프레임 정보에서 픽셀의 위치를 결정함과 아울러 픽셀값을 채우는 것은 수학식 12에 따름을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법.

수학식 12

$$MV\ vx_f=\frac{mv_f.x}{\Delta t'},\ vy_f=\frac{mv_f.y}{\Delta t'}$$
$$F_I(x+vx_f,y+vy_f)=F_f(\mathrm{x,y});$$

상기 수학식 12에서 $vx_f=\frac{mv_f.x}{\Delta t'},\ vy_f=\frac{mv_f.y}{\Delta t'}$는 (x,y)의 위치에 대응되는 순방향 모션벡터이고, 상기 $(x+vx_f,y+vy_f)$는 새로이 생성할 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치를 나타내고, $F_I(x+vx_f,y+vy_f)$는 상기 보간 프레임 정보의 픽셀의 위치의 픽셀값이고, $F_f(\mathrm{x,y})$는 소스 프레임 정보 중 위치(x,y)에서의 픽셀값임.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 제2-3태그정보에 따른 보간 프레임 정보에서 픽셀의 위치를 결정함과 아울러 픽셀값을 채우는 것은 수학식

13에 따름을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법.

수학식 13

$$F_I(x,y) = F_b(\mathrm{x} - \frac{mv_b.x}{\Delta t - \Delta t'}, \mathrm{y} - \frac{mv_b.y}{\Delta t - \Delta t'}) / (\Delta t - \Delta t') + F_f(\mathrm{x} - \frac{mv_f.x}{\Delta t'}, \mathrm{y} - \frac{mv_f.y}{\Delta t'}) / (\Delta t');$$

상기 수학식 13에서 $F_I(x,y)$ 는 보간 프레임 정보 중 위치(x,y)에서의 픽셀값임.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제2-4태그정보에 따른 보간 프레임 정보에서 픽셀의 위치를 결정함과 아울러 픽셀값을 채우는 것은 수학식 13에 따름을 특징으로 하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 FRUC 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 오브젝트가 프레임 내에서 경로(Path)를 따라 움직이는 것으로 가정하여, 상기 오브젝트의 움직임에 따라 참조 프레임의 픽셀 또는 소스 프레임의 픽셀을 선택적으로 이용하여 보간 프레임을 생성하여 고스팅과 블러링, 홀 발생을 최소화하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] UHD(Ultra High Definition) 상영기기의 보급으로 UHD 컨텐츠(Contents)의 수요가 늘어나고 있지만, 대부분의 컨텐츠들은 여전히 FHD(Full High Definition)로 제작되고 있다. 이에 종래에는 UHD 상영기기에서 FHD 컨텐츠를 출력할 때에는 24~30 fps에서 60 fps로 업스케일링(temporal upscaling)하여, 시청자가 UHD 상영기기를 이용하여 다량의 FHD 컨텐츠를 만족스럽게 즐길 수 있게 하여 UHD 상영기기의 보급에 기여하고자 하였다.

[0003] 그리고 FRUC(Frame Rate Up Conversion)는 프레임(Frame)들 사이에 가상의 프레임을 삽입하는 기술로, 움직임을 추정하는 방법에 따라 단방향(Unidirection) FRUC와 양방향(Bidirection) FRUC로 구분된다. 상기 단방향 FRUC는 홀(Hole) 현상과 오클루젼(occlusion) 현상이 발생하였고, 이 문제를 극복하기 위해서 양방향 FRUC가 제안되었다. 그러나 상기 양방향 FRUC는 블록으로부터 양방향 움직임을 추정하기 때문에 오클루젼(occlusion) 현상이 발생할 경우에 고스팅(ghosting) 현상이 일어난다. 또한 블랙 아티팩트(Block artifact)가 발생한다. 또한 두가지 방법 모두 다 모션 보상 보간(Motion Compensated Interpolation) 단계에서 블랜딩 함수(Blending function)를 사용하는데, 이때 고스팅(ghosting)이나 블러링(blurring) 현상이 발생한다.

[0004] 이러한 문제를 극복하기 위한 기술인 D. Mahajan, F.C. Huang, W. Matusik, and R. Ramamoorthi, "Moving Gradients: a Path-based for Plausible Image Interpolation, " *ACM Transactions on Graphics*, vol.28, no.03, 2009, Article 42.는 광학적 흐름(Optical flow)을 따라 시간적 중복성(Temporal redundancy)에 의해서 픽셀(pixel) 매핑하는 경로 기반 프레임 워크(Path-based frame work)를 제안하였다. 이는 고스트(Ghost) 현상과 블러링(Blurring) 현상을 회피하지만 동작 예측(Motion Estimation)이 아닌 경로 검출 알고리즘(Path detection algorithm)을 사용하기 때문에 FRUC 시스템에 적용시킬 수 없는 문제점이 있다.

[0005] 그리고 D. Wang, A. Vincent, P. Blanchfield, and R. Klepko, "Motion Compensated Frame Rate Up-Conversion-Part II: New Algorithms for Frame Interpolation," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol.56, no.02, 2010, pp.142-149.와 B. Jeon, G. Lee, S. Lee, and R. Park, "Coarse-to-Fine Frame Interpolation for Frame Rate Up Conversion Using Pyramid Structure," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 49, no. 3, 2003, pp.499-508.는 홀을 처리하기 위해 공간적 관계(spatial relation)을 고려하여 보간된 프레임(interpolated frame)에서 홀 주변부의 픽셀들을 선형 보간(linear interpolation)하여

홀을 채우는 공간적 보간(spatial interpolation)을 수행하지만 홀이 클 경우에 부자연스럽게 보간되는 현상이 발생하였다.

[0006] 이에 종래에는 여전히 FRUC시에 고스팅과 블러링을 현저하게 감소시켜 객관적으로 품질을 향상시킬 수 있는 기술의 개발이 요구되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 특허공개 제1020080104071호

(특허문헌 0002) 대한민국 특허공개 제1020090006146호

(특허문헌 0003) 대한민국 특허공개 제1020090007437호

(특허문헌 0004) 대한민국 특허공개 제1020070040401호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 오브젝트가 프레임 내에서 경로(Path)를 따라 움직이는 것으로 가정하여, 상기 오브젝트의 움직임에 따라 참조 프레임의 픽셀 또는 소스 프레임의 픽셀을 선택적으로 이용하여 보간 프레임을 생성하여 고스팅과 블러링, 홀 발생을 최소화하는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0009] 또한 본 발명의 다른 목적은 생성된 보간 프레임에 대해 다시 공간적 보간을 수행하여 보간 프레임의 품위를 향상시킬 수 있는 FRUC를 위한 경로기반 보간 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르는 FRUC를 위한 경로기반 보간 장치는, 소스 프레임 정보와 레퍼런스 프레임 정보를 입력받아, 상기 소스 프레임 정보에서 상기 레퍼런스 프레임 정보로 이동하는 경우의 역방향 경로에 따른 단방향 모션을 추정하여 역방향 모션벡터 정보를 생성하고, 상기 레퍼런스 프레임 정보에서 소스 프레임 정보로 이동하는 경우의 순방향 경로에 따른 단방향 모션을 추정하여 순방향 모션벡터 정보를 생성하고, 상기 소스 프레임 정보의 픽셀과 그에 대응되는 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀 사이의 밝기차에 따라, 보간 프레임 정보를 구성하는 픽셀들의 위치 및 픽셀값을 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보의 픽셀의 픽셀값을 이용할 것인지, 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보의 픽셀의 픽셀값을 이용할 것인지에 대한 태그정보를 룩업 테이블 정보에 기록하고, 상기 룩업 테이블 정보에 기록된 태그정보에 따라 상기 보간 프레임 정보를 구성하는 픽셀들의 픽셀값을 채워 보간 프레임 정보를 생성하는 프로세서; 및 상기 프로세서의 저장 영역을 제공하는 메모리부;를 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 상기한 본 발명은 오브젝트가 프레임 내에서 경로(Path)를 따라 움직이는 것으로 가정하여, 상기 오브젝트의 움직임에 따라 참조 프레임의 픽셀 또는 소스 프레임의 픽셀을 선택적으로 이용하여 보간 프레임을 생성하여 고스팅과 블러링, 홀 발생을 최소화하는 효과를 야기한다.

[0012] 또한 본 발명은 생성된 보간 프레임에 대해 다시 공간적 보간을 수행하여 보간 프레임의 품위를 향상시킬 수 있는 효과를 야기한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 영상처리장치의 블럭구성도.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 FRUC를 위한 경로기반 보간방법의 절차도.

도 3은 시간에 따라 순차적으로 입력되는 프레임 정보들을 예시한 도면.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 보간 프레임 생성을 위한 알고리즘의 슈더 코드를 도시한 도면.

도 5 및 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 생성된 보간 프레임을 예시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 오브젝트가 프레임 내에서 경로(Path)를 따라 움직이는 것으로 가정하여, 상기 오브젝트의 움직임에 따라 참조 프레임의 픽셀 또는 소스 프레임의 픽셀을 선택적으로 이용하여 보간 프레임을 생성하여 고스팅과 블러링, 홀 발생을 최소화한다.

[0015] 또한 본 발명은 생성된 보간 프레임에 대해 다시 공간적 보간을 수행하여 보간 프레임의 품위를 향상시킨다.

[0016] <FRUC 장치의 구성도>

[0017] 이러한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 FRUC 장치의 개략적인 구성을 도 1을 참조한다.

[0018] 상기 FRUC 장치(100)는 프로세서(102)와 메모리부(104)로 구성된다.

[0019] 상기 프로세서(102)는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 FRUC를 위한 보간 프레임 정보를 생성하여 출력한다.

[0020] 이를 좀더 설명하면, 상기 프로세서(102)는 시간 순서에 따라 순차적으로 프레임 정보들을 입력받아 프레임 정보들 사이의 보간 프레임 정보를 생성하여 출력한다. 특히 상기 프로세서(102)는 레퍼런스 프레임 정보(f_b)와 소스 프레임 정보(f_f)를 입력받아, 소스 프레임 정보(f_f)에서 레퍼런스 프레임 정보(f_b)로 이동하는 경우의 모션을 추정하여 역방향 모션벡터 정보를 생성하고, 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에서 소스 프레임 정보(f_f)로 이동하는 경우의 모션을 추정하여 순방향 모션벡터 정보를 생성한다.

[0021] 이후 상기 프로세서(102)는 보간 프레임 정보(f_i)를 구성하는 픽셀의 위치 및 픽셀값을 결정할 때에, 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보(f_b)의 픽셀값을 이용할지, 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보(f_f)의 픽셀값을 이용할지, 역방향 및 순방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 및 소스 프레임 정보(f_b,f_f)의 픽셀값을 이용할지 여부를 나타내는 태그정보를 생성하고, 이를 룩업 테이블 정보에 기록하여 룩업 테이블 정보를 생성한다.

[0022] 상기 룩업 테이블 정보의 생성이 완료되면, 상기 프로세서(102)는 상기 룩업 테이블 정보를 토대로 보간 프레임 정보(f_i)를 구성하는 픽셀의 위치 및 픽셀값을 결정하여, 시간적 보간에 따른 보간 프레임 정보를 생성한다.

[0023] 또한 상기 프로세서(102)는 상기 시간적 보간에 따른 보간 프레임 정보의 생성이 완료되면, 공간적 보간을 더 수행하여 최종적인 보간 프레임 정보의 생성을 완료한다.

[0024] 상기 메모리부(104)는 상기 프로세서(102)의 프로그램 처리에 필요한 데이터 저장영역을 제공하며, 특히 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 시간순서에 따라 순차적으로 제공되는 프레임 정보들을 저장함과 아울러 프로세서(102)가 생성한 보간 프레임 정보를 저장하며, 역방향 모션벡터 정보 및 정방향 모션벡터 정보, 룩업 테이블 등을 저장한다.

[0025] <FRUC를 위한 경로기반 보간방법의 절차>

[0026] 상기한 FRUC 장치(100)에 적용 가능한 본 발명에 따르는 FRUC를 위한 경로기반 보간방법을 도 2를 참조하여 좀더 상세하게 설명한다.

[0027] 본 발명의 프로세서(102)는 레퍼런스 프레임 정보(f_b)와 소스 프레임 정보(f_f)를 입력받아 역방향 및 순방향 경로에 따른 단방향 모션 추정(ME)을 이행한다(200단계). 여기서, 상기 역방향 경로에 따른 단방향 모션 추정은 레퍼런스 프레임 정보(f_b)와 소스 프레임 정보(f_f)를 입력받아 소스 프레임 정보(f_f)에서 레퍼런스 프레임 정보(f_b)로 이동하는 경우의 모션을 추정하여 역방향 모션벡터 정보를 생성하는 것이고, 상기 순방향 경로에 따른 단방향 모션 추정은 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에서 소스 프레임 정보(f_f)로 이동하는 경우의 모션을 추정하여 순방향 모션벡터 정보를 생성하는 것이다.

[0028] 상기한 역방향 및 순방향 경로에 따른 단방향 모션 추정이 완료되면, 상기 프로세서(102)는 레퍼런스 프레임 정보(f_b)의 픽셀들과 그에 대응되는 소스 프레임 정보(f_f)의 픽셀들 각각에 대해 밝기차를 구하고, 상기 밝기차가

임계치(ε_o) 이하이면 보간 프레임 정보(f_i)를 구성하는 픽셀의 위치 및 픽셀값을 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보(f_b)의 픽셀의 값을 이용하여 구하도록 하는 제1태그정보(obj_{same})를 룩업 테이블에 기록한다.

[0029] 상기 밝기차와 임계치(ε_o) 이상이면 보간 프레임 정보(f_i)를 구성하는 픽셀의 위치 및 픽셀값을 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보(f_b)의 픽셀의 값을 이용하여 구하거나, 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보(f_i)의 픽셀의 값을 이용하여 구하거나, 역방향 및 순방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 및 소스 프레임 정보(f_b, f_i)의 픽셀의 값을 이용하여 구하도록 하는 제2태그정보(obj_{other})를 룩업 테이블 정보에 기록하여, 룩업 테이블을 구성한다(202단계).

[0030] 이와 같이 룩업 테이블의 구성이 완료된후, 프로세서(102)는 상기 룩업 테이블 정보의 태그정보에 따라 보간 프레임 정보를 생성한다(204단계).

[0031] 이와 같이 보간 프레임 정보를 생성한 후에 상기 프로세서(102)는 보간 프레임 정보에 대해 공간적 보간을 수행하여 최종 보간 프레임 정보를 생성하여 출력한다(206단계).

[0032] <룩업 테이블 구성과정>

[0033] 이하 룩업 테이블 정보에 태그정보를 기록하는 과정을 좀더 상세히 설명한다.

[0034] 상기 프로세서(102)는 상기 레퍼런스 프레임 정보(f_b) 중 어느 한 제1좌표 (x, y)의 제1픽셀과 상기 소스 프레임 정보 중 상기 제1좌표에 글로벌 모션 벡터를 적용한 제2좌표 $(x - global.dx, y - global.dy)$ 의 제2픽셀 사이의 밝기 변화량을 수학식 1에 따라 산출한다. 여기서, 상기 $(global.dx, global.dy)$ 는 프레임 전체의 글로벌 모션 벡터로서, 패닝(panning), 줌잉(zooming) 및 로테이팅(rotating) 등과 같은 카메라 액션에 따른 것이다. 이러한 글로벌 모션 벡터는 A. Balakhnin, "DePan, DePanEstimate," Internet: http://avisynth.org.ru/depan/depan.html [June 10, 2015].에 따라 검출되므로 그 상세한 설명은 생략한다. .

수학식 1

[0035] $$D(dx, dy, I_t) = \frac{d_{I_t}}{dt}(dx, dy)$$

[0036] 상기 수학식 1에서 $D(dx, dy, I_t)$는 상기 레퍼런스 프레임 정보(f_b) 중 어느 한 제1좌표 (x, y)의 제1픽셀과 상기 소스 프레임 정보 중 상기 제1좌표(x,y)에 글로벌 모션 벡터를 적용한 제2좌표 $(x - global.dx, y - global.dy)$ 의 제2픽셀 사이의 밝기 변화량을 나타낸다. 여기서, 상기 $D(dx, dy, I_t)$의 값이 크다는 것은 해당 위치에서 움직임이 발생하여 이전 시간에 있었던 오브젝트와는 다른 오브젝트가 현재 위치에 있다는 것을 의미하고, 상기 $D(dx, dy, I_t)$의 값이 작다는 것은 해당 위치에서 움직임이 발생하지 않아 이전 시간에 있던 오브젝트와 동일한 오브젝트가 현재 위치에 있다는 것을 의미한다.

[0037] 이에 본 발명은 $D(dx, dy, I_t)$의 크기에 따라 상기 제1좌표(x,y) 및 제2좌표$(x - global.dx, y - global.dy)$ 에 대응되는 보간 프레임 정보(f_i)의 제3좌표를 결정함과 아울러 제3좌표의 위치 및 상기 제3픽셀의 픽셀값을 채우도록 지시하는 태그정보를 룩업테이블 T(X,Y)에 기록하며, 이는 수학식 2와 같다.

수학식 2

[0038]
$$if\ D(dx,dy,I_t) < \varepsilon_o \rightarrow T(x,y) = Obj_{same}$$
$$else\ then\ T(x,y) = Obj_{other}$$

[0039] 상기 수학식 2에서 ε_o는 상기 제1 및 제2픽셀 사이의 밝기 변화량의 임계치로서, 상기 제1 및 제2픽셀 사이의 밝기차가 임계치(ε_o) 이하이면 보간 프레임 정보(f_i)의 제3픽셀의 위치 및 픽셀값을 역방향 모션벡터 정보로부터 획득함과 아울러 레퍼런스 프레임 정보(f_b)의 제1픽셀의 픽셀값으로 채우도록 지시하는 제1태그정보(obj_{same})를 룩업테이블 T(x,y)에 기록하고, 그렇지 않으면 상기 보간 프레임 정보(f_i)의 제3픽셀의 위치를 상기 역방향 모션벡터 정보로부터 획득함과 아울러 제3픽셀의 픽셀값을 상기 레퍼런스 프레임 정보(f_b)의 제1픽셀의 픽셀값으로 채우도록 지시하거나, 상기 제3픽셀의 위치를 순방향 모션벡터 정보로부터 획득함과 아울러 제3픽셀의 픽셀값을 상기 소스 프레임 정보(f_f)의 제2픽셀의 픽셀값으로 채우도록 지시하거나, 상기 제3픽셀의 위치를 정방향 및 순방향 모션벡터 정보로부터 획득함과 아울러 제3픽셀의 픽셀값을 상기 소스 및 프레임 정보(f_b,f_f)의 제1 및 제2픽셀값을 이용하도록 지시하는 제2태그정보(obj_{other})를 룩업테이블 T(x,y)에 기록한다.

[0040] 특히 상기 제2태그정보(obj_{other})는 4가지로, 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에 속한 객체를 이용하는 경우에는 obj_b, 소스 프레임 정보(f_f)에 속한 객체를 이용하는 경우에는 obj_f, 오클루전을 나타내는 obj_o, 블랜딩을 나타내는 obj_a로 구성된다.

[0041] 상기 프로세서(102)가 제2태그정보를 결정하는 과정을 좀 더 설명한다.

[0042] 상기 프레임 정보들은 시간순서에 따라 순차적으로 입력되므로, 프로세서(102)는 도 3에 도시한 바와 같이 레퍼런스 프레임 정보 및 소스 프레임 정보에 대한 밝기차 미분값 $D(dx_{t-1},dy_{t-1},I_{t-1})$ 및 $D(dx_{t+1},dy_{t+1},I_{t+1})$ 을 얻을 수 있다.

[0043] 상기 프로세서(102)는 상기 레퍼런스 프레임 정보(f_b) 및 소스 프레임 정보(f_f)에 대한 밝기차 미분값 $D(dx_{t-1},dy_{t-1},I_{t-1})$ 및 $D(dx_{t+1},dy_{t+1},I_{t+1})$과 제1변화량 임계치 ε_o를 이용하여 큰 변화량을 일으킨 오브젝트가 어느 프레임 정보로부터 온 것인지를 판별하며, 그 판별식은 수학식 3과 같다.

수학식 3

[0044]
$$\begin{cases} if\ (D(dx_{t-1},dy_{t-1},I_{t-1}) > \varepsilon_o\ \&\ D(dx_{t+1},dy_{t+1},I_{t+1}) > \varepsilon_o) \rightarrow \dot{T}(x,y) = Obj_o \\ if\ (D(dx_{t-1},dy_{t-1},I_{t-1}) < \varepsilon_o\ \&\ D(dx_{t+1},dy_{t+1},I_{t+1}) > \varepsilon_o) \rightarrow \dot{T}(x,y) = Obj_b \\ if\ (D(dx_{t-1},dy_{t-1},I_{t-1}) > \varepsilon_o\ \&\ D(dx_{t+1},dy_{t+1},I_{t+1}) < \varepsilon_o) \rightarrow \dot{T}(x,y) = Obj_f \\ if\ (D(dx_{t-1},dy_{t-1},I_{t-1}) < \varepsilon_o\ \&\ D(dx_{t+1},dy_{t+1},I_{t+1}) < \varepsilon_o) \rightarrow \dot{T}(x,y) = Obj_a \end{cases}$$
$$, when\ T(x,y) = Obj_{other}$$

[0045] 상기 수학식 3에서, $D(dx_{t-1},dy_{t-1},I_{t-1})$는 레퍼런스 프레임 정보($f_b$)에 대한 밝기차 미분값이고, $D(dx_{t+1},dy_{t+1},I_{t+1})$는 소스 프레임 정보($f_f$)에 대한 밝기차 미분값이고, ε_o는 제1변화량 임계치이다.

[0046] 상기 수학식 3에 따라, 프로세서(102)는 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에 대한 밝기차 미분값$D(dx_{t-1},dy_{t-1},I_{t-1})$과 소스 프레임 정보($f_f$)에 대한 밝기차 미분값$D(dx_{t+1},dy_{t+1},I_{t+1})$이 모두 제1변화량 임계치($\varepsilon_o$)보다 크면, 오클루전이 발생한 영역으로 판단하여 룩업테이블 T(x,y)에 제2태그정보(obj_{other})로서 재판별을 나타내는 obj_o을 기록

하고, 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에 대한 밝기차 미분값$D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1})$은 제1변화량 임계치($\varepsilon_o$)보다 작고, 소스 프레임 정보($f_f$)에 대한 밝기차 미분값$D(dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1})$은 제1변화량 임계치($\varepsilon_o$)보다 크면, 오브젝트가 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에서 발생한 것으로 판단하여 룩업테이블 T(x,y)에 제2태그정보(obj_{other})로서 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에 속한 객체를 이용하는 obj_b를 기록하고, 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에 대한 밝기차 미분값 $D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1})$은 제1변화량 임계치($\varepsilon_o$)보다 크고, 소스 프레임 정보($f_f$)에 대한 밝기차 미분값 $D(dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1})$은 제1변화량 임계치($\varepsilon_o$)보다 작으면, 오브젝트가 소스 프레임 정보(f_f)에서 발생한 것으로 판단하여 룩업테이블 T(x,y)에 제2태그정보(obj_{other})로서 소스 프레임 정보(f_f)에 속한 객체를 이용하는 obj_f를 기록하고, 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에 대한 밝기차 미분값$D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1})$과 소스 프레임 정보($f_f$)에 대한 밝기차 미분값$D(dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1})$이 모두 제1변화량 임계치($\varepsilon_o$)보다 작으면, 블랜딩을 위해 룩업테이블 T(x,y)에 제2태그정보(obj_{other})로서 obj_a를 기록한다.

[0047] 여기서, 상기 제2태그정보(obj_{other})로서 obj_o가 기록된 경우는, 현재 변화량이 큰데 이전과 이후 시간대에 변화가 미비한 경우로서 어디로부터 발생된 것인지 분간하기 힘든 경우이므로 오클루젼이 발생되었다고 볼 수 있다. 그러나 오브젝트의 텍스처가 크거나 글로벌 모션 벡터가 부정확할 경우에도 밝기차가 커짐에 따라, 이 경우에는 실제 오클루전인지를 한번 더 확인해볼 필요가 있다.

[0048] <오클루전 여부 재판별>

[0049] 이에 본 발명의 프로세서(102)는 수학식 4에 따라 오클루전 여부를 다시 판별한다.

수학식 4

[0050]
$$\begin{cases} if\,(D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1}) > \varepsilon_{occ} D(dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1}) > \varepsilon_{occ}) \rightarrow \dot{T}(x,y) = Obj_o \\ \quad else\,if\,(D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1}) < (dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1})) \rightarrow \dot{T}(x,y) = Obj_f \\ \quad else\,if\,(D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1}) > D(dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1})) \rightarrow \dot{T}(x,y) = Obj_b \end{cases}$$
$$, when\, T(x,y) = Obj_o$$

[0051] 상기 수학식 4에서 ε_{occ}는 오클루전 여부를 재판별을 위한 제2변화량 임계치이다. 상기 프로세서(102)는 룩업테이블 T(x,y)에 제2태그정보(obj_{other})로서 오클루전을 나타내는 obj_o이 기록된다면, 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에 대한 밝기차 미분값 $D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1})$과 소스 프레임 정보($f_f$)에 대한 밝기차 미분값 $D(dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1})$이 모두 제2변화량 임계치($\varepsilon_{occ}$)보다 크면, 오클루전이 발생한 것으로 판단하여 룩업테이블 T(x,y)에 제2태그정보(obj_{other})로서 오클루전을 나타내는 obj_o을 기록하고, 레퍼런스 및 소스 프레임 정보(f_b,f_f)에 대한 밝기차 미분값 $D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1})$, $D(dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1})$이 모두 제2변화량 임계치($\varepsilon_{occ}$)보다 크지 않은 경우에는, 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에 대한 밝기차 미분값$D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1})$이 소스 프레임 정보($f_f$)에 대한 밝기차 미분값 $D(dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1})$보다 작으면 변화를 일으킨 오브젝트가 소스 프레임 정보(f_f)에서 발생한 것으로 판단하여 룩업테이블 T(x,y)에 제2태그정보(obj_{other})로서 순방향 모션 벡터와 소스 프레임 정보(f_f)에 속한 객체를 이용하는 obj_f를 기록하고, 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에 대한 밝기차 미분값$D(dx_{t-1}, dy_{t-1}, I_{t-1})$이 소스 프레임 정보($f_f$)에 대한 밝기차 미분값$D(dx_{t+1}, dy_{t+1}, I_{t+1})$보다 크면 변화를 일으킨 오브젝트가 레퍼런스 프레임 정보(f_b)에서 발생한 것으로 판단하여 룩업테이블 T(x,y)에 제2태그정보(obj_{other})로서 역방향 모션 벡터와 레퍼런스 프레임 정보

(f_b)에 속한 객체를 이용하는 obj_b를 기록한다.

[0052] <보간 프레임 정보 생성과정>

[0053] 이와 같이 룩업테이블의 구성이 완료되면, 상기 프로세서(102)는 상기 룩업테이블에 기록된 제1 및 제2태그정보에 따라 보간 프레임 정보를 생성한다. 상기 보간 프레임 정보 생성을 위한 알고리즘의 슈더 코드는 도 4에 도시한 바와 같다.

[0054] 먼저 상기 프로세서(102)는 보간 프레임 정보(F_i)를 초기화한다.

[0055] 이후 상기 프로세서(102)는 제1 내지 제3픽셀값 채움과정을 수행하여 보간 프레임 정보(F_i)를 생성한다.

[0056] <제1픽셀값 채움과정>

[0057] 상기 프로세서(102)는 제1픽셀값 채움과정을 수행하여, 수학식 5에 따라 프레임 정보를 구성하는 모든 픽셀(x,y)에 대해 보간 프레임 정보(F_i) 중 픽셀의 위치 및 픽셀값을 결정하며, 이는 역방향 모션벡터 정보와 레퍼런스 프레임 정보(f_b)의 픽셀값을 이용하는 것이다.

수학식 5

[0058]
$$F_I(x+\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'},y+\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})=F_b(x,y)$$

[0059] 상기 수학식 5에서 $\Delta t-\Delta t'$는 소스 프레임 정보(f_f)의 시각과 레퍼런스 프레임 정보(f_b)의 시각 사이의 시간차이고, 상기 $mv_b.x$ 및 $mv_b.y$는 역방향 모션벡터이고, $(x+\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'},y+\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})$는 새로이 생성할 보간 프레임 정보($F_i$)의 픽셀의 위치를 나타내고, $F_b(x,y)$는 레퍼런스 프레임 중 위치(x,y)에서의 픽셀이다. 즉 상기 수학식 5에 따라 상기 프로세서(102)는 보간 프레임 정보(F_i) 중 픽셀의 위치 $F_I(x+\frac{mv_b.x}{\Delta t-\Delta t'},y+\frac{mv_b.y}{\Delta t-\Delta t'})$의 픽셀값을 레퍼런스 프레임 정보($f_b$) 중 픽셀 $F_b(x,y)$의 값으로 채운다.

[0060] <제2픽셀값 채움과정>

[0061] 상기한 제1픽셀값 채움과정이 완료되면, 상기 프로세서(102)는 제2픽셀값 채움과정을 수행하여, 수학식 6에 따라 프레임 정보를 구성하는 모든 픽셀(x,y)에 대해 보간 프레임 정보(F_i) 중 픽셀의 위치 및 픽셀값을 결정하며, 이는 순방향 모션벡터 정보와 소스 프레임 정보(f_f)의 픽셀값을 이용하는 것이다.

수학식 6

$$
\begin{aligned}
&\{\ \ //\,x, y \text{ is pixel coordinate}\\
&MV\ vx_f = \frac{mv_f.x}{\Delta t'},\ vy_f = \frac{mv_f.y}{\Delta t'};\\
&\text{if}(F_I(x+vx_f, y+vy_f) == \phi)\{\ \ //\,\text{hole filling at pixel without trajectory of object of } F_b\\
&\quad F_I(x+vx_f, y+vy_f) = F_f(x,y);\\
&\}\ \text{else}\ \{//\,\text{if the pixel is filled with object of } F_b\\
&\quad \text{if}(T(x+vx_f, y+vy_f) == Obj_f)\{\ //\,\text{pixel replace object of } F_f \text{ with object of } F_b\\
&\quad //\,\text{when object of } F_f \text{ is more suitable at the pixel than object of } F_b\\
&\quad\quad F_I(x+vx_f, y+vy_f) = F_f(x,y);\\
&\quad\}\\
&\}
\end{aligned}
$$

[0062]

[0063] 상기 수학식 6에서 $mv_f.x$ 및 $mv_f.y$는 순방향 모션벡터이고, $vx_f = \frac{mv_f.x}{\Delta t'},\ vy_f = \frac{mv_f.y}{\Delta t'}$ 는 (x,y)의 위치에 대응되는 순방향 모션벡터이다.

[0064] 상기 프로세서(102)는 순방향 모션벡터를 적용한 보간 프레임 정보(f_i)의 위치 $(x+vx_f, y+vy_f)$ 에서의 픽셀값 $F_I(x+vx_f, y+vy_f)$ 이 없다면(=0), 그 위치의 픽셀값을 소스 프레임 정보(f_f) 중 위치(x,y)의 픽셀값으로 결정한다.

[0065] 만일 상기 보간 프레임 정보(f_i)의 위치 $(x+vx_f, y+vy_f)$ 에서의 픽셀값 $F_I(x+vx_f, y+vy_f)$ 이 레퍼런스 프레임 정보(f_b)의 픽셀값이 채워져 있다면, 룩업 테이블 중 $(x+vx_f, y+vy_f)$ 의 값이 obj_f인지 확인하고, obj_f이면 그 위치의 픽셀값을 소스 프레임 정보(f_f) 중 위치 (x,y)의 픽셀값으로 채운다.

[0066]

[0067] <제3픽셀값 채움과정>

[0068] 상기한 제2픽셀값 채움과정이 완료되면, 상기 프로세서(102)는 제3픽셀값 채움과정을 수행하여, 수학식 7에 따라 프레임 정보를 구성하는 모든 픽셀(x,y)에 대해 보간 프레임 정보(F_i) 중 픽셀의 위치 및 픽셀값을 결정하며, 이는 순방향 및 역방향 모션벡터 정보와 소스 및 레퍼런스 프레임 정보(f_f, f_b)의 픽셀값을 이용하는 것이다.

수학식 7

$$\text{for each } x, y\{ \quad //\text{x, y is pixel } coordinate$$
$$\text{if}(T(x,y) == Obj_o \,||\, T(x,y) == Obj_a)\{$$
$$F_I(x,y) = F_b(\text{x} - \frac{mv_b.x}{\Delta t - \Delta t'}, \text{y} - \frac{mv_b.y}{\Delta t - \Delta t'}) / (\Delta t - \Delta t')$$
$$+ F_f(\text{x} - \frac{mv_f.x}{\Delta t'}, \text{y} - \frac{mv_f.y}{\Delta t'}) / (\Delta t');$$
$$\}$$

[0069]

[0070] 상기 수학식 7에 따라, 상기 프로세서(102)는 보간 프레임 정보(f_i)를 구성하는 모든 픽셀 중 룩업 테이블 T(x,y)에 해당 픽셀에 대해 픽셀값 채움 방식이 obj_o 또는 obj_a로 기록되어 있다면, 해당 픽셀(fi(x,y))에 소스 및 레퍼런스 프레임 정보(f_f,f_b)의 픽셀값을 블랜딩한 값을 채운다.

[0071] 이러한 본 발명에 대한 효과를 검증한 결과를 설명한다.

[0072] 본 발명의 검증을 위해 사용된 모션 추정으로는 오픈 소스인 mvtools2[[1] Manao, A. Balakhnin, Tsp, TSchniede, and SEt, "MVTools2," Internet: http://avisynth.org.ru/mvtools/mvtools2.html [June 10, 2015].]를 이용하였고 시간적 보간 이후에 홀 영역에 대해 수행하는 공간적 보간은 [D. Wang, A. Vincent, P. Blanchfield, and R. Klepko, "Motion Compensated Frame Rate Up-Conversion-Part II: New Algorithms for Frame Interpolation," IEEE Transactions on Broadcasting, vol.56, no.02, 2010, pp.142-149.]의 BDHI를 채용하였다. 그리고 기본 FRUC는 mvtools의 모션 추정을 수행한 후 블랜딩 평션없이 단방향 모션 벡터만을 이용하여 보간을 수행하고, mvtools2는 양방향 모션벡터를 이용하여 블랜딩한 방법이다.

[0073] 도 5는 기본 FRUC와 제안한 방법의 홀 영역에 대한 비교를 나타낸 것으로, 일반적인 공간적 홀 보간에서는 오브젝트의 경계가 생기는 문제가 있다. 그러나 본 발명은 양쪽의 모션 벡터를 모두 활용하였기 때문에 홀이 상당수 줄어들고 동일 객체의 경계면에서의 홀도 거의 없다.

[0074] 따라서 공간적 보간을 수행하여 홀을 제거하면 더 높은 품질을 얻을 수 있다.

[0075] 도 6은 Ring of King III의 프레임을 보간한 결과이다. (a)는 홀 영역이 넓기 때문에 객체의 에지는 살아있으나 홀을 보간하는 과정에서 영상이 심하게 번진다. (b)는 엣지도 살아있고 양쪽 모션 벡터를 활용하였기 때문에 배경인 산도 깨끗하게 보간된다. 반면 (c)는 블랜딩을 하기 때문에 홀은 없으나, 고스트 현상이 발생한다.

[0076] 이러한 본 발명은 기존의 방식들의 단점을 보완하기 위하여 경로 기반 보간을 이행한다. 기존의 FRUC에서 블랜딩 기반의 MCI와 비교하여 고스팅 현상과 블러링 현상이 감소하였으며 에지 영역이 또렷한 장점이 있다.

부호의 설명

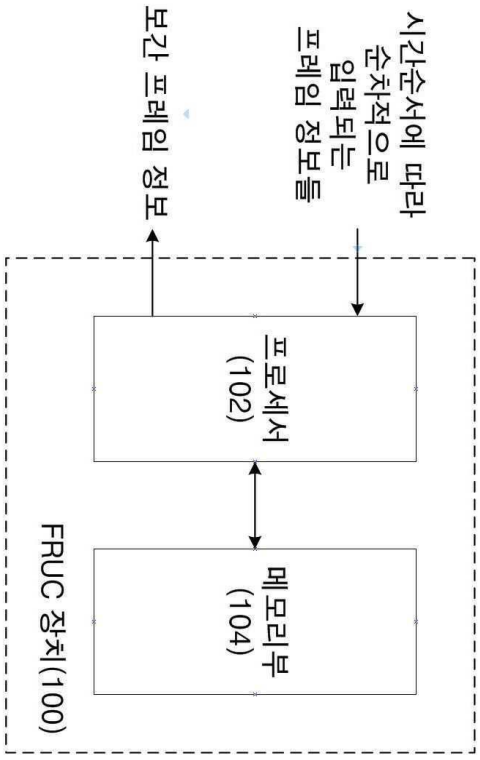
[0077] 100 : FRUC 장치

102 : 프로세서

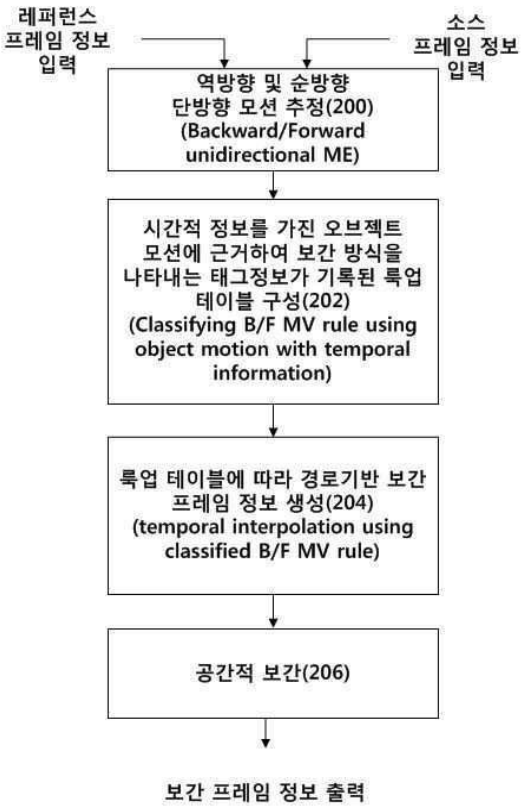
104 : 메모리부

도면

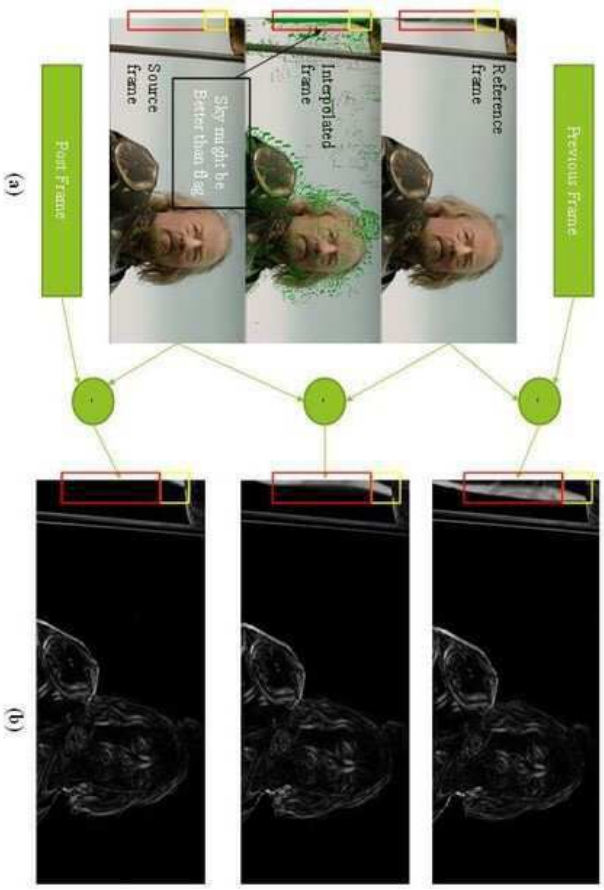
도면1


보간 프레임 정보
시간순서에 따라
순차적으로
입력되는
프레임 정보들
프로세서
(102)
메모리부
(104)
FRUC 장치(100)

도면2


레퍼런스
프레임 정보
입력
소스
프레임 정보
입력
역방향 및 순방향
단방향 모션 추정(200)
(Backward/Forward
unidirectional ME)
시간적 정보를 가진 오브젝트
모션에 근거하여 보간 방식을
나타내는 태그정보가 기록된 룩업
테이블 구성(202)
(Classifying B/F MV rule using
object motion with temporal
information)
룩업 테이블에 따라 경로기반 보간
프레임 정보 생성(204)
(temporal interpolation using
classified B/F MV rule)
공간적 보간(206)
보간 프레임 정보 출력

도면3


(a)
Post Frame
Source frame
Sky might be Better than Bad
Interpolated frame
Reference frame
Previous Frame
(b)

도면4

```
frame pathInterpolation(Table T, frame F_b, frame F_f, MV mv_b, MV mv_f){
  frame F_i;
  ∀F_i(x,y) = φ; //initialize Interpolated frame, all pixel set hole
  //F_b is a reference frame, F_f is a source frame
  //Δt is difference time between reference and source frame
  //Δt' is difference time interpolated reference and source frame
  //mv_b is motion vector of F_b, mv_f is motion vector of F_f
  //T is lookup Table created with Our Rule
  InterpolationWithReferenceObject(F_b, mv_b);
  InterpolationWithSourceObject(T, F_f, mv_f);
  blendingForAmbiguousObject(T, F_b, F_f, mv_b, mv_f);
  return F_i;
}
void InterpolationWithReferenceObject(frame F_b, MV mv_b){
//interpolated pixel using object of F_b
  for each x,y{   //x, y is pixel coordinate
    F_i(x + mv_b.x/(Δt − Δt'), y + mv_b.y/(Δt − Δt')) = F_b(x, y);
}
void InterpolationWithSourceObject(Table T, frame F_f, MV mv_f){
//interpolated pixel using object of F_f
  for each x,y{   //x, y is pixel coordinate
    MV vx_f = mv_f.x/Δt', vy_f = mv_f.y/Δt';
    if(F_i(x + vx_f, y + vy_f) == φ){   //hole filling at pixel without trajectory of object of F_b
      F_i(x + vx_f, y + vy_f) = F_f(x, y);
    } else {//if the pixel is filled with object of F_b
    if(T(x + vx_f, y + vy_f) == Obj_f){//pixel replace object of F_f with object of F_b
    //when object of F_f is more suitable at the pixel than object of F_b
      F_i(x + vx_f, y + vy_f) = F_f(x, y);
    }
  }
}
void blendingForAmbiguousObject(Table T, frame F_b, frame F_f, MV mv_b, MV mv_f){
//blending function for object from ambiguous frames or occluded
  for each x,y{   //x, y is pixel coordinate
    if(T(x,y) == Obj_o || T(x,y) == Obj_a){
      F_i(x,y) = F_b(x − mv_b.x/(Δt − Δt'), y − mv_b.y/(Δt − Δt')) / (Δt − Δt')
               + F_f(x − mv_f.x/Δt', y − mv_f.y/Δt') / (Δt');
  }
}
```

도면5



(a)



(b)

도면6

(a)



(b)





(c)

