



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0099904
(43) 공개일자 2011년09월09일

(51) Int. Cl.

H04N 7/18 (2006.01) G06T 7/00 (2006.01)

G08B 13/196 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0018920

(22) 출원일자 2010년03월03일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

(주)위니텍

대구광역시 남구 대명동 2139-12 채단법인대구디지털산업진흥원본관1층

계명대학교 산학협력단

대구 달서구 신당동 1000번지

(72) 발명자

황현재

경상북도 고령군 쌍림면 안림리 56

고병철

대구광역시 달서구 호산동 374번지 현대하이츠빌 302호

남재열

대구광역시 수성구 범물동 서한화성 103동 1401호

(74) 대리인

이수찬, 채종길

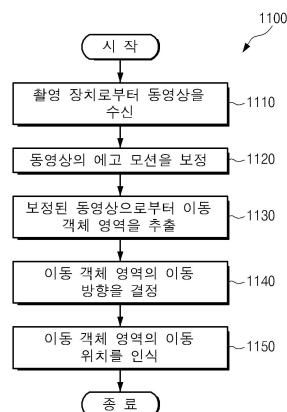
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 실시간 동영상에 기초한 이동 객체 감지 방법 및 이를 이용한 방파제 감시 시스템

(57) 요약

본 발명은 실시간 동영상에 기초한 이동 객체 감지 방법 및 이를 이용한 방파제 감시 시스템에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 이동 객체 감지 방법은, 감시 지역 내에 설치된 촬영 장치로부터 실시간으로 촬영되는 동영상을 수신하는 단계; 상기 촬영 장치의 떨림으로 인해 발생하는 상기 동영상의 에고 모션(ego-motion)을 보정하는 단계; 보정된 동영상의 프레임별 각 화소의 휘도 값의 차이에 기초하여, 보정된 동영상으로부터 이동 객체 영역을 추출하는 단계; 보정된 동영상의 설정된 수의 프레임(frame) 단위로 상기 이동 객체 영역의 모션 변화를 추적함으로써, 상기 이동 객체 영역의 이동 방향을 결정하는 단계; 및 상기 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X좌표값 또는 Y좌표값에 기초하여, 상기 이동 객체 영역의 이동 위치를 인식하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따르면, 감시 지역 내에 들어온 객체의 이동 방향 및 이동 위치와, 파랑주의보의 발령 여부에 따라, 방파제 주변에 설치된 스피커를 통하여 경고 방송이 선택적으로 출력되고, 원격지의 관리자에게 경고 문자 및 동영상이 선택적으로 전송되므로, 해일에 의한 인명 사고가 감소될 수 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

감시 지역 내에 설치된 촬영 장치로부터 실시간으로 촬영되는 동영상을 수신하는 단계;

상기 촬영 장치의 떨림으로 인해 발생하는 상기 동영상의 에고 모션(ego-motion)을 보정하는 단계;

보정된 동영상의 프레임별 각 화소의 휘도 값의 차이에 기초하여, 보정된 동영상으로부터 이동 객체 영역을 추출하는 단계;

보정된 동영상의 설정된 수의 프레임(frame) 단위로 상기 이동 객체 영역의 모션 변화를 추적함으로써, 상기 이동 객체 영역의 이동 방향을 결정하는 단계; 및

상기 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X 좌표값 또는 Y 좌표값에 기초하여, 상기 이동 객체 영역의 이동 위치를 인식하는 단계를 포함하는 실시간 동영상에 기초한 이동 객체 감지 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 보정 단계는,

해리스 코너 검출기(Harris corner detector)를 이용하여, 상기 동영상 내에서 물체의 코너점들에 대응하는 특징점들을 검출하는 단계;

상기 동영상의 연속하는 두 프레임 각각에 대한 상기 특징점들의 위치값들과 하기의 [수학식 1]에 기초하여, 최적화 함수값(op)을 계산하는 단계;

상기 최적화 함수값(op)과 하기의 [수학식 2]에 기초하여, 상기 동영상 내의 모션이 에고 모션과 물체의 모션 중 어느 것인지를 판단하는 단계;

상기 동영상 내의 모션이 에고 모션일 때, 전역 탐색(full-search) 알고리즘을 이용하여, 상기 특징점들에 대한 모션 벡터값을 계산하는 단계; 및

상기 특징점들에 대한 모션 벡터값과, 각 화소별 X좌표 값 및 Y좌표 값과, 하기의 [수학식 3]에 기초하여, 각 화소의 위치를 이동시키는 단계를 포함하는 실시간 동영상에 기초한 이동 객체 감지 방법.

[수학식 1]

$$op = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T(f_i^t - f_i^{t-1}), \quad \begin{cases} T(f_i^t - f_i^{t-1}) = 1 & \text{if } f_i^t - f_i^{t-1} > 0 \\ T(f_i^t - f_i^{t-1}) = 0 & \text{if } f_i^t - f_i^{t-1} = 0 \end{cases}$$

(단, N은 특징점의 개수이고, f_i^t 는 t번째 프레임의 i번째 특징점에 대응하는 화소의 휘도값이고, f_i^{t-1} 은 t-1번째 프레임의 i번째 특징점에 대응하는 화소의 휘도값임)

[수학식 2]

$$\begin{cases} \text{ego-motion} & \text{if } op > \varepsilon, (\varepsilon \text{은 } 0 < \varepsilon \leq 1 \text{를 만족하는 임계값임}) \\ \text{object-motion} & \text{if } op \leq \varepsilon \end{cases}$$

[수학식 3]

$$\begin{bmatrix} p_x' \\ p_y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}$$

(단, p_x' 와 p_y' 는 보정후의 각 화소별 X좌표값 및 Y좌표값이고, p_x 와 p_y 는 보정전의 각 화소별 X좌표값 및 Y좌표

값이고, t_x 와 t_y 는 특징점들에 대한 X축과 Y축의 모션 벡터값임)

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 특징점들에 대한 모션 벡터값을 계산하는 단계에서, 상기 특징점들에 대한 모션 벡터값 t_x 와 t_y 는 하기의 [수학식 4] 및 [수학식 5]에 의해 계산되는 실시간 동영상에 기초한 이동 객체 감지 방법.

[수학식 4]

$$SAD(x, y) = \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^H |I_t(i, j) - I_{t-1}(i+x, j+y)|$$

(단, $I_t(i, j)$ 는 t번째 프레임에서 X좌표값이 i이고, Y좌표값이 j인 화소의 휘도 값이고, $I_{t-1}(i+x, j+y)$ 는 t-1번째 프레임에서 X좌표값이 i+x이고, Y좌표값이 j+y인 화소의 휘도 값이고, H는 특징점을 포함하는 탐색 대상 블록의 크기를 나타내는 정수임)

[수학식 5]

$$\overrightarrow{MV} = (t_x, t_y) = (x, y) \mid \min SAD(x, y), (-R \leq x, y \leq +R)$$

(단, R은 프레임당 특징점들의 최대 움직임 범위를 나타내는 화소 수임)

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 이동 객체 영역을 추출하는 단계에서, 추출될 상기 이동 객체 영역은 하기의 [수학식 6] 및 [수학식 7]에 의해 결정되고, [수학식 7]의 결과값이 1인 해당 화소가 이동 객체 영역에 포함되는 화소인 실시간 동영상에 기초한 이동 객체 감지 방법.

[수학식 6]

$$I_{accum}(x, y, t+1) = (1 - W_{accum})I_{accum}(x, y, t) + W_{accum}|I(x, y, t+1) - I(x, y, t)|$$

(단, $0 < \text{가중치}(W_{accum}) < 1$ 이고, $I(x, y, t+1)$ 은 t+1번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값이고, $I(x, y, t)$ 는 t번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값이고, $I_{accum}(x, y, t)$ 는 t번째 프레임과 t-1번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값의 차가 누적된 값이고, $I_{accum}(x, y, t+1)$ 는 t+1번째 프레임과 t번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값의 차가 누적된 값임)

[수학식 7]

$$I_{difference}(x, y, t+1) = \begin{cases} 1, & \text{if } I_{accum}(x, y, t+1) > T_d \\ 0, & \text{if } I_{accum}(x, y, t+1) \leq T_d \end{cases}, (T_d \text{는 } 0 < T_d < 50 \text{를 만족하는 임계값임})$$

(단, $I_{difference}(x, y, t+1)$ 은 t+1번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소가 이동 객체 영역에 포함되는 화소인지의 여부를 나타내는 움직임 결과값임)

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 이동 객체 영역의 이동 방향을 결정하는 단계에서, 상기 이동 객체 영역의 이동 방향(D)은 하기의 [수학식

8] 내지 [수학식 12]에 의해 결정되는 실시간 동영상에 기초한 이동 객체 감지 방법.

[수학식 8]

$$SAD(x, y) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M |I_t(i, j) - I_{t-1}(i+x, j+y)|$$

(단, M은 상기 이동 객체 영역을 포함하는 탐색 대상 블록의 크기를 나타내는 정수이고, $I_t(i, j)$ 는 t번째 프레임에서 X좌표값이 i이고, Y좌표값이 j인 화소의 휘도 값이고, $I_{t-1}(i+x, j+y)$ 는 t-1번째 프레임에서 X좌표값이 i+x이고, Y좌표값이 j+y인 화소의 휘도 값임)

[수학식 9]

$$\overrightarrow{MV2} = (mv_x, mv_y) = (x, y) \mid \min SAD(x, y), (-W \leq x, y \leq +W)$$

(단, mv_x 및 mv_y 는 이동 객체 영역에 대한 X축과 Y축의 모션 벡터값이고, W는 프레임당 이동 객체 영역의 최대 움직임 범위를 나타내는 화소 수임)

[수학식 10]

$$M_{Code} = \lfloor \frac{\tan^{-1}(mv_y/mv_x) \times F}{8} \rfloor + 1$$

(단, F는 프레임의 수이고, M_{Code} 는 이동 객체 영역의 방향 정보를 포함하는 코드값임)

[수학식 11]

$$Up = \frac{\sum_{k=1}^F g(M_{Code(k)})}{F}, \begin{cases} g(M_{Code(k)}) = 1 & \text{if } M_{Code(k)} = 2 \text{ 또는 } 3 \text{ 또는 } 4 \\ g(M_{Code(k)}) = 0 & \text{if otherwise} \end{cases}$$

(단, F는 프레임의 수이고, M_{Code} 는 이동 객체 영역의 방향 정보를 포함하는 코드값이고, Up는 F개의 프레임 동안 이동 객체 영역이 이동하는 방향의 비율값임)

[수학식 12]

$$\begin{cases} D = \text{윗방향}, & \text{if } Up > U_d, (U_d \text{는 } 0 < U_d \leq 1 \text{를 만족하는 임계값임}) \\ D \neq \text{윗방향}, & \text{if } Up \leq U_d \end{cases}$$

청구항 6

방과제 주변에 설치되어, 방과제 주변 지역을 실시간으로 촬영하여 동영상을 출력하는 촬영 장치;

기상청 데이터 베이스로부터 주기적으로 기상정보를 수신하고, 상기 동영상의 예고 모션을 보정하고, 보정된 동영상으로부터 이동 객체 영역을 추출하고, 이동 객체 영역의 모션 변화를 추적하여 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치를 감지하고, 상기 기상정보와, 상기 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치에 기초하여, 위험 상황이 발생하였는지의 여부를 판단하고, 그 판단 결과에 따라 경고 방송 데이터와, MMS(multimedia messaging service) 데이터 및 관리자 단말 정보를 선택적으로 발생하는 감시 서버;

상기 경고 방송 데이터에 기초하여, 경고 방송 오디오 신호를 상기 방과제 주변에 설치된 스피커에 출력하는 오

디오 출력부;

상기 촬영 장치로부터 수신되는 상기 동영상을 인터넷 통신망을 통하여 상기 감시 서버에 송신하고, 상기 감시 서버로부터 상기 경고 방송 데이터를 수신할 때, 상기 경고 방송 데이터를 상기 오디오 출력부에 출력하는 제어 서버; 및

상기 인터넷 통신망을 통하여 상기 감시 서버로부터 상기 MMS 데이터 및 관리자 단말 정보를 수신할 때, 상기 MMS 데이터를 모바일 통신망을 통하여 관리자 단말기에 송신하는 모바일 서버를 포함하고,

상기 MMS 데이터는 경고 문자 정보와 보정된 동영상 정보를 포함하는 실시간 동영상에 기초한 방파제 감시 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 감시 서버는, 해리스 코너 검출기(Harris corner detector)를 이용하여, 상기 동영상 내에서 물체의 코너 점들에 대응하는 특징점들을 검출하고, 상기 동영상의 연속하는 두 프레임 각각에 대한 상기 특징점들의 위치값들과 하기의 [수학식 1]에 기초하여, 최적화 함수값(op)을 계산하고, 상기 최적화 함수값(op)과 하기의 [수학식 2]에 기초하여, 상기 동영상 내의 모션이 예고 모션과 물체의 모션 중 어느 것인지를 판단한 후, 상기 동영상 내의 모션이 예고 모션일 때, 전역 탐색(full-search) 알고리즘을 이용하여, 상기 특징점들에 대한 모션 벡터값을 계산하고, 상기 특징점들에 대한 모션 벡터값과, 각 화소별 X좌표 값 및 Y좌표 값과, 하기의 [수학식 3]에 기초하여, 각 화소의 위치를 이동시킴으로써, 상기 동영상의 예고 모션을 보정하는 실시간 동영상에 기초한 방파제 감시 시스템.

[수학식 1]

$$op = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T(f_i^t - f_i^{t-1}), \quad \begin{cases} T(f_i^t - f_i^{t-1}) = 1 & \text{if } f_i^t - f_i^{t-1} > 0 \\ T(f_i^t - f_i^{t-1}) = 0 & \text{if } f_i^t - f_i^{t-1} = 0 \end{cases}$$

(단, N은 특징점의 개수이고, f_i^t 는 t번째 프레임의 i번째 특징점에 대응하는 화소의 휘도값이고, f_i^{t-1} 은 t-1번째 프레임의 i번째 특징점에 대응하는 화소의 휘도값임)

[수학식 2]

$$\begin{cases} ego-motion & \text{if } op > \varepsilon, (\varepsilon \text{은 } 0 < \varepsilon \leq 1 \text{를 만족하는 임계값임}) \\ object-motion & \text{if } op \leq \varepsilon \end{cases}$$

[수학식 3]

$$\begin{bmatrix} p_x' \\ p_y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}$$

(단, p_x' 와 p_y' 는 보정후의 각 화소별 X좌표값 및 Y좌표값이고, p_x 와 p_y 는 보정전의 각 화소별 X좌표값 및 Y좌표값이고, t_x 와 t_y 는 특징점들에 대한 X축과 Y축의 모션 벡터값임)

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 감시 서버는, 하기의 [수학식 4] 및 [수학식 5]에 의해 상기 특징점들에 대한 모션 벡터값 t_x 와 t_y 을 계산하는 실시간 동영상에 기초한 방파제 감시 시스템.

[수학식 4]

$$SAD(x, y) = \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^H |I_t(i, j) - I_{t-1}(i+x, j+y)|$$

(단, $I_t(i, j)$ 는 t번째 프레임에서 X좌표값이 i이고, Y좌표값이 j인 화소의 휘도 값이고, $I_{t-1}(i+x, j+y)$ 는 t-1번째 프레임에서 X좌표값이 i+x이고, Y좌표값이 j+y인 화소의 휘도 값이고, H는 특징점을 포함하는 탐색 대상 블록의 크기를 나타내는 정수임)

[수학식 5]

$$\overrightarrow{MV} = (t_x, t_y) = (x, y) \mid \min SAD(x, y), (-R \leq x, y \leq +R)$$

(단, R은 프레임당 특징점들의 최대 움직임 범위를 나타내는 화소 수임)

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 감시 서버는 상기 이동 객체 영역을 추출할 때, 하기의 [수학식 6] 및 [수학식 7]의 계산 결과에 따라 추출될 상기 이동 객체 영역을 결정하고, [수학식 7]의 결과값이 1인 해당 화소가 이동 객체 영역에 포함되는 화소인 실시간 동영상에 기초한 방파제 감시 시스템.

[수학식 6]

$$I_{accum}(x, y, t+1) = (1 - W_{accum})I_{accum}(x, y, t) + W_{accum}|I(x, y, t+1) - I(x, y, t)|$$

(단, $0 < \text{가중치}(W_{accum}) < 1$ 이고, $I(x, y, t+1)$ 은 t+1번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값이고, $I(x, y, t)$ 는 t번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값이고, $I_{accum}(x, y, t)$ 는 t번째 프레임과 t-1번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값의 차가 누적된 값이고, $I_{accum}(x, y, t+1)$ 는 t+1번째 프레임과 t번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값의 차가 누적된 값임)

[수학식 7]

$$I_{difference}(x, y, t+1) = \begin{cases} 1, & \text{if } I_{accum}(x, y, t+1) > T_d, \\ 0, & \text{if } I_{accum}(x, y, t+1) \leq T_d \end{cases} \quad (T_d \text{는 } 0 < T_d < 50 \text{를 만족하는 임계값임})$$

(단, $I_{difference}(x, y, t+1)$ 은 t+1번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소가 이동 객체 영역에 포함되는 화소인지의 여부를 나타내는 움직임 결과값임)

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 감시 서버는, 하기의 [수학식 8] 내지 [수학식 12]의 계산 결과에 따라, 상기 이동 객체 영역의 이동 방향(D)을 감지하고, 상기 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X 좌표값 또는 Y 좌표값에 기초하여, 상기 이동 객체 영역의 이동 위치를 감지하는 실시간 동영상에 기초한 방파제 감시 시스템.

[수학식 8]

$$SAD(x, y) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M |I_t(i, j) - I_{t-1}(i+x, j+y)|$$

(단, M은 상기 이동 객체 영역을 포함하는 탐색 대상 블록의 크기를 나타내는 정수이고, $I_t(i, j)$ 는 t번째 프레임에서 X좌표값이 i이고, Y좌표값이 j인 화소의 휘도 값이고, $I_{t-1}(i+x, j+y)$ 는 t-1번째 프레임에서 X좌표값이 i+x이고, Y좌표값이 j+y인 화소의 휘도 값임)

[수학식 9]

$$\overrightarrow{MV2} = (mv_x, mv_y) = (x, y) \mid \min SAD(x, y), (-W \leq x, y \leq +W)$$

(단, mv_x 및 mv_y 는 이동 객체 영역에 대한 X축과 Y축의 모션 벡터값이고, W는 프레임당 이동 객체 영역의 최대 움직임 범위를 나타내는 화소 수임)

[수학식 10]

$$M_{Code} = \lfloor \frac{\tan^{-1}(mv_y/mv_x) \times F}{8} \rfloor + 1$$

(단, F는 프레임의 수이고, M_{Code} 는 이동 객체 영역의 방향 정보를 포함하는 코드값임)

[수학식 11]

$$Up = \frac{\sum_{k=1}^F g(M_{Code(k)})}{F}, \begin{cases} g(M_{Code(k)}) = 1 & \text{if } M_{Code(k)} = 2 \text{ 또는 } 3 \text{ 또는 } 4 \\ g(M_{Code(k)}) = 0 & \text{if otherwise} \end{cases}$$

(단, F는 프레임의 수이고, M_{Code} 는 이동 객체 영역의 방향 정보를 포함하는 코드값이고, Up는 F개의 프레임 동안 이동 객체 영역이 이동하는 방향의 비율값임)

[수학식 12]

$$\begin{cases} D = \text{윗방향}, & \text{if } Up > U_d, (U_d \text{는 } 0 < U_d \leq 1 \text{를 만족하는 임계값임}) \\ D \neq \text{윗방향}, & \text{if } Up \leq U_d \end{cases}$$

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 기상정보는 파랑주의보의 발령 여부를 나타내는 파랑주의보 발령 정보를 포함하고, 상기 감시 서버에는 기준 X좌표값 또는 기준 Y좌표값이 미리 설정되고,

상기 감시 서버는, 파랑주의보가 발령된 상태에서, 상기 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X 좌표값 또는 Y 좌표값이 상기 기준 X좌표값 또는 상기 기준 Y좌표값보다 클 때, 위험 상황이 발생한 것으로 판단하는 실시간 동영상에 기초한 방파제 감시 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 기상정보는 파랑주의보의 발령 여부를 나타내는 파랑주의보 발령 정보를 포함하고, 상기 감시 서버에는 제 1 내지 제3 기준 X좌표값 또는 제1 내지 제3 기준 Y좌표값이 미리 설정되고,

상기 제1 기준 X좌표값이 상기 제2 기준 X좌표값보다 더 크고, 상기 제2 기준 X좌표값이 상기 제3 기준 X좌표값보다 더 크고, 상기 제1 기준 Y좌표값이 상기 제2 기준 Y좌표값보다 더 크고, 상기 제2 기준 Y좌표값이 상기 제3 기준 Y좌표값보다 더 크고,

상기 감시 서버는,

상기 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X 좌표값 또는 Y 좌표값이 상기 제1 기준 X좌표값 또는 상기 제1 기준 Y좌표값보다 클 때, 위험 상황인 것으로 판단하고,

이동 방향의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X 좌표값 또는 Y 좌표값이 상기 제1 기준 X좌표값 또는 상기 제1 기준 Y좌표값보다 작고 상기 제2 기준 X좌표값 또는 상기 제2 기준 Y좌표값보다 클 때, 경고 상황인 것으로 판단하고,

이동 방향의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X 좌표값 또는 Y 좌표값이 상기 제2 기준 X좌표값 또는 상기 제2 기준 Y좌표값보다 작고 상기 제3 기준 X좌표값 또는 상기 제3 기준 Y좌표값보다 클 때, 주의 상황인 것으로 판단하고,

이동 방향의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X 좌표값 또는 Y 좌표값이 상기 제3 기준 X좌표값 또는 상기 제3 기준 Y좌표값보다 작을 때, 안정 상황인 것으로 판단하는 실시간 동영상에 기초한 방파제 감시 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 감시 서버에 연결된 저장부를 더 포함하고,

상기 감시 서버는 상기 보정된 동영상의 각 프레임별로 상기 이동 객체 영역의 위치를 추적하고, 상기 이동 객체 영역의 위치에 따라, 각 프레임에 대한 상태가 위험 상황, 경고 상황, 주의 상황, 안정 상황 중 어느 것인지를 판단하고, 그 판단 결과를 상기 저장부에 실시간으로 기록하는 실시간 동영상에 기초한 방파제 감시 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 이동 객체 감지 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 실시간 동영상에 기초한 이동 객체 감지 방법 및 이를 이용한 방파제 감시 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근, 수년간 발생한 자연재해 중 대략 41%가 해일, 침수, 범람, 태풍에 의한 재해이다. 국토의 삼면이 바다에 접한 우리나라는 매년 여러 차례 발생하는 태풍이나 온대성 저기압과 같은 악천후의 영향을 많이 받고 있다. 특히, 악천후로 인한 해일의 발생과 해수의 범람 현상으로 인한 연안침수, 시설물의 붕괴 및 유실, 그리고 해안의 침식 등과 같은 연안 재해가 빈번히 발생되고 있다.

[0003] 연안지역에서 발생하는 재해를 방지하기 위해 해일에 관한 연구가 조금씩 진전되고 있지만, 해일의 정확한 예측에 대해 아직까지 충분히 검토된 사례가 없는 실정이다. 따라서 바다와 인접한 지역에서는 매년 반복되는 자연재해로 인하여 막대한 인명 피해와 재산 피해가 발생하고 있다.

[0004] 가장 빈번하게 발생하고 있는 인명 피해 사례 중 하나는 방파제 주변에서 발생하는 해일에 의한 인명 사고이다. 해일에 의한 인명 사고의 주요 원인은 파랑주의보가 발령된 사실을 모르고 방파제 주변에 사람이 접근하는 것이다. 최근에는 사람이 접근하는 것을 감시하기 위해, 방파제 주변에 감시 카메라가 설치되어 있지만, 관리 인력의 부족으로 인하여 24시간 내내 방파제 주변에 접근하는 사람을 일일이 감시하고 지도하는 것이 어려운 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 감시 지역에 설치된 촬영 장치에 의해 실시간으로 촬영된 동영상을 보정하고 분석하여 감시 지역 내에 들어온 객체를 추출함으로써, 객체의 이동 방향 및 이동 위치를 감지할 수 있는 이동 객체 감지 방법을 제공하는 데 있다.
- [0006] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 방파제 주변 지역에 설치된 촬영 장치에 의해 실시간으로 촬영된 동영상을 보정하고 분석하여, 방파제 주변 지역 내에 들어온 객체를 추출하여, 객체의 이동 방향 및 이동 위치를 감지하고, 그 감지 결과와 파랑주의보의 발령 여부에 따라 위험 상황을 판단하여, 위험 상황 시 경고 방송을 출력하고 원격지의 관리자에게 위험 상황을 알리기 위한 경고 문자 및 동영상을 전송함으로써, 해일에 의한 인명 사고를 줄일 수 있는 방파제 감시 시스템을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 이동 객체 감지 방법은, 감시 지역 내에 설치된 촬영 장치로부터 실시간으로 촬영되는 동영상을 수신하는 단계; 상기 촬영 장치의 떨림으로 인해 발생하는 상기 동영상의 에고 모션(ego-motion)을 보정하는 단계; 보정된 동영상의 프레임별 각 화소의 휘도 값의 차이에 기초하여, 보정된 동영상으로부터 이동 객체 영역을 추출하는 단계; 보정된 동영상의 설정된 수의 프레임(frame) 단위로 상기 이동 객체 영역의 모션 변화를 추적함으로써, 상기 이동 객체 영역의 이동 방향을 결정하는 단계; 및 상기 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X좌표값 또는 Y좌표값에 기초하여, 상기 이동 객체 영역의 이동 위치를 인식하는 단계를 포함한다.
- [0008] 상기한 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 방파제 감시 시스템은, 촬영 장치, 감시 서버, 오디오 출력부, 제어 서버, 및 모바일 서버를 포함한다. 촬영 장치는 방파제 주변에 설치되어, 방파제 주변 지역을 실시간으로 촬영하여 동영상을 출력한다. 감시 서버는 기상청 데이터 베이스로부터 주기적으로 기상정보를 수신하고, 상기 동영상의 에고 모션을 보정하고, 보정된 동영상으로부터 이동 객체 영역을 추출하고, 이동 객체 영역의 모션 변화를 추적하여 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치를 감지하고, 상기 기상정보와, 상기 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치에 기초하여, 위험 상황이 발생하였는지의 여부를 판단하고, 그 판단 결과에 따라 경고 방송 데이터와, MMS(multimedia messaging service) 데이터 및 관리자 단말 정보를 선택적으로 발생한다.
- [0009] 오디오 출력부는 경고 방송 데이터에 기초하여, 경고 방송 오디오 신호를 상기 방파제 주변에 설치된 스피커에 출력한다. 제어 서버는 촬영 장치로부터 수신되는 상기 동영상을 인터넷 통신망을 통하여 상기 감시 서버에 송신하고, 상기 감시 서버로부터 상기 경고 방송 데이터를 수신할 때, 상기 경고 방송 데이터를 상기 오디오 출력부에 출력한다. 모바일 서버는 인터넷 통신망을 통하여 상기 감시 서버로부터 상기 MMS 데이터 및 관리자 단말 정보를 수신할 때, 상기 MMS 데이터를 모바일 통신망을 통하여 관리자 단말기에 송신한다. MMS 데이터는 경고 문자 정보와 보정된 동영상 정보를 포함한다.

발명의 효과

- [0010] 상술한 것과 같이, 본 발명에 따른 이동 객체 감지 방법 및 이를 이용한 방파제 감시 시스템은 감시 지역(예를 들어, 방파제 주변 지역)에 설치된 촬영 장치에 의해 실시간으로 촬영된 동영상을 보정하고 분석하여, 감시 지역 내에 들어온 객체를 추출하므로, 객체의 이동 방향 및 이동 위치를 감지할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 방파제 감시 시스템은 객체의 이동 방향 및 이동 위치의 감지 결과와 파랑주의보의 발령 여부에 따라 위험 상황을 판단하여, 위험 상황 시 방파제 주변에 설치된 스피커를 통하여 경고 방송을 출력하고, 원격지의 관리자에게 위험 상황을 알리기 위한 경고 문자 및 동영상을 전송하므로, 해일에 의한 인명 사고가 감소될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 방파제 감시 시스템의 개략적인 블록 구성도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 방파제 감시 시스템의 동작 과정을 나타내는 흐름도이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치 감지 단계의 상세한 흐름도이다.
- 도 4는 도 3에 도시된 에고 모션 보정 단계의 상세한 흐름도이다.

도 5 및 도 6은 도 4에 도시된 모션 벡터값의 계산 단계와 관련한 전역 탐색 과정을 설명하기 위한 개념도이다.

도 7은 도 1에 도시된 감시 서버에 의해 예고 모션이 보정된 동영상 이미지의 일례이다.

도 8a 및 도 8b는 도 3에 도시된 이동 객체 영역의 추출 단계에 의해 도 7에 도시된 동영상 이미지로부터 추출된 이동 객체 영역을 나타내는 도면이다.

도 9는 도 3에 도시된 이동 객체 영역의 이동 방향의 결정 단계와 관련한 전역 탐색 과정을 설명하기 위한 개념도이다.

도 10은 도 3에 도시된 이동 객체 영역의 이동 방향의 결정 단계와 관련하여 이동 객체 영역의 이동 방향의 가지 수를 나타내는 도면이다.

도 11은 도 1에 도시된 감시 서버의 모니터 화면의 일례를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.
- [0013] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 방파제 감시 시스템의 개략적인 블록 구성도이다. 도면의 간략화를 위해, 도 1에는 본 발명과 관련된 부분들만이 도시되고, 각 구성 요소들 간의 송수신 신호의 도시가 생략된다.
- [0014] 방파제 감시 시스템(100)은 촬영 장치(101), 오디오 출력부(102), 제어 서버(103), 감시 서버(104), 및 모바일 서버(105)를 포함한다. 촬영 장치(101)는 방파제 주변에 설치되어, 방파제 주변 지역을 실시간으로 촬영하여 동영상 데이터를 제어 서버(103)에 출력한다. 오디오 출력부(102)는 제어 서버(103)로부터 수신되는 경고 방송 데이터(ABDAT)에 기초하여, 경고 방송 오디오 신호(ABAUS)를 방파제 주변에 설치된 스피커(109)에 출력한다.
- [0015] 제어 서버(103)는 촬영 장치(101)로부터 수신되는 동영상을 인터넷 통신망(110)을 통하여 감시 서버(104)에 송신한다. 제어 서버(103)는 감시 서버(104)로부터 경고 방송 데이터(ABDAT)를 수신할 때, 경고 방송 데이터(ABDAT)를 오디오 출력부(102)에 출력한다.
- [0016] 감시 서버(104)는 기상청 데이터베이스(108)로부터 주기적으로 기상정보(WDAT)를 수신한다. 기상정보(WDAT)는 파랑주의보의 발령 여부를 나타내는 파랑주의보 발령 정보를 포함한다.
- [0017] 감시 서버(104)는 인터넷 통신망(110)을 통하여 제어 서버(103)로부터 동영상을 수신하면, 동영상의 예고 모션을 보정하고, 보정된 동영상으로부터 이동 객체 영역을 추출하고, 이동 객체 영역의 모션 변화를 추적하여 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치를 감지한다. 감시 서버(104)는 기상정보(WDAT)와 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치에 기초하여, 위험 상황이 발생하였는지의 여부를 판단하고, 그 판단 결과에 따라 경고 방송 데이터(ABDAT)와, MMS(multimedia messaging service) 데이터(MDAT) 및 관리자 단말 정보(MTID)를 선택적으로 발생한다. 이 후, 감시 서버(104)는 경고 방송 데이터(ABDAT)를 인터넷 통신망(110)을 통하여 제어 서버(103)에 송신한다. 또, 감시 서버(104)는 MMS 데이터(MDAT) 및 관리자 단말 정보(MTID)를 인터넷 통신망(110)을 통하여 모바일 서버(105)에 송신한다. 여기에서, MMS 데이터(MDAT)는 원격지의 관리자에게 위험 상황을 알리기 위한 경고 문자 정보와 보정된 동영상 정보를 포함한다.
- [0018] 모바일 서버(105)는 인터넷 통신망(110)을 통하여 감시 서버(104)로부터 MMS 데이터(MDAT) 및 관리자 단말 정보(MTID)를 수신하면, MMS 데이터(MDAT)를 모바일 통신망(111)을 통하여 원격지의 관리자가 휴대한 관리자 단말기(107)에 송신한다.
- [0019] 방파제 감시 시스템(100)은 감시 서버(104)에 연결된 저장부(106)를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 감시 서버(104)는 보정된 동영상의 각 프레임별로 이동 객체 영역의 위치를 추적하고, 이동 객체 영역의 위치에 따라, 각 프레임별 상태가 위험 상황, 경고 상황, 주의 상황, 안정 상황 중 어느 것인지를 판단하고, 그 판단 결과를 저장부(106)에 실시간으로 기록한다.
- [0020] 다음으로, 방파제 감시 시스템(100)의 동작 과정을 좀 더 상세히 설명한다. 도 2는 도 1에 도시된 방파제 감시 시스템의 동작 과정을 나타내는 흐름도이다.
- [0021] 감시 서버(104)는 촬영 장치(101)에 의해 실시간으로 촬영된 동영상에 기초하여, 이동 객체 영역의 이동 방향

및 이동 위치를 감지한다(단계 1100). 감시 서버(104)의 단계 1100의 동작은 도 3 및 도 4를 참고하여 좀 더 상세히 후술된다.

- [0022] 감시 서버(104)는 기상청 데이터베이스(108)로부터 주기적으로 기상 정보(WDAT)를 수신한다(단계 1200). 감시 서버(104)는 동영상의 각 프레임별로 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치의 변화에 따른 각 프레임별 상태 정보를 저장부(106)에 기록한다(단계 1300).
- [0023] 감시 서버(104)는 기상 정보(WDAT)와 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치에 기초하여 위험 상황인지의 여부를 판단한다(단계 1400). 위험 상황이 아닌 것으로 판단된 경우, 감시 서버(104)는 단계 1100 내지 단계 1400의 동작을 반복한다.
- [0024] 한편, 위험 상황인 것으로 판단된 경우, 감시 서버(104)는 경고 방송 데이터(ABDAT)와 MMS 데이터(MDAT) 및 관리자 단말 정보(MTID)를 발생한다(단계 1500). 좀 더 상세하게는, 감시 서버(104)가 경고 방송 데이터(ABDAT)를 인터넷 통신망(110)을 통하여 제어 서버(103)에 송신하고, MMS 데이터(MDAT) 및 관리자 단말 정보(MTID)를 인터넷 통신망(110)을 통하여 모바일 서버(105)에 송신한다.
- [0025] 제어 서버(103)는 경고 방송 데이터(ABDAT)를 오디오 출력부(102)에 출력하고, 오디오 출력부(102)는 경고 방송 데이터(ABDAT)에 기초하여, 경고 방송 오디오 신호(ABAUS)를 방파제 주변에 설치된 스피커(109)에 출력한다. 그 결과, 방파제 주변에 접근한 사람이 경고 방송을 듣고 위험을 인식할 수 있다.
- [0026] 또한, 모바일 서버(105)는 MMS 데이터(MDAT)를 모바일 통신망(111)을 통하여 관리자 단말기(107)에 송신한다. 그 결과, 원격지의 관리자가 관리자 단말기(107)를 통하여, 경고 문자와 방파제 주변의 동영상을 확인하고, 위험 상황이 발생하였음을 인식할 수 있다.
- [0027] 도 3은 도 2에 도시된 이동 객체 영역의 이동 방향 및 이동 위치 감지 단계(단계 1100)의 상세한 흐름도이다.
- [0028] 감시 서버(104)는 제어 서버(103)를 통하여 감시 지역 내, 즉, 방파제 주변에 설치된 촬영 장치(101)로부터 실시간으로 촬영되는 동영상을 수신한다(단계 1110).
- [0029] 감시 서버(104)는 촬영 장치(101)의 떨림으로 인해 발생하는 동영상의 에고 모션(ego-motion)을 보정한다(단계 1120). 도 4를 참고하여, 감시 서버(104)에 의한 단계 1120의 동작 과정을 좀 더 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0030] 감시 서버(104)는 해리스 코너 검출기(Harris corner detector)를 이용하여, 동영상 내에서 물체의 코너점들에 대응하는 특징점들을 검출한다(단계 1121). 감시 서버(104)는 동영상의 연속하는 두 프레임 각각에 대한 특징점들의 위치값들과 하기의 [수학식 1]에 기초하여, 최적화 함수값(op)을 계산한다(단계 1122).

수학식 1

$$op = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T(f_i^t - f_i^{t-1}), \quad \begin{cases} T(f_i^t - f_i^{t-1}) = 1 & \text{if } f_i^t - f_i^{t-1} > 0 \\ T(f_i^t - f_i^{t-1}) = 0 & \text{if } f_i^t - f_i^{t-1} = 0 \end{cases}$$

- [0031]
- [0032] (단, N은 특징점의 개수이고, f_i^t 는 t번째 프레임의 i번째 특징점에 대응하는 화소의 휘도값이고, f_i^{t-1} 은 t-1번째 프레임의 i번째 특징점에 대응하는 화소의 휘도값임)
- [0033] 감시 서버(104)는 최적화 함수값(op)과 하기의 [수학식 2]에 기초하여, 동영상 내의 모션이 에고 모션과 물체의 모션 중 어느 것인지를 판단한다(단계 1123).

수학식 2

$$\begin{cases} ego-motion & \text{if } op > \varepsilon, \quad (\varepsilon \text{은 } 0 < \varepsilon \leq 1 \text{를 만족하는 임계값임}) \\ object-motion & \text{if } op \leq \varepsilon \end{cases}$$

[0034]

[0035] 예를 들어, 임계값(ε)이 0.7로 설정된 경우, 감시 서버(104)는 최적화 함수값(op)이 0.7보다 클 때 동영상 내의 모션이 예고 모션인 것으로 판단하고, 최적화 함수값(op)이 0.7이하일 때, 동영상 내의 모션이 물체의 모션인 것으로 판단한다. 임계값(ε)은 반복적인 실험을 통하여, 최적의 값으로 설정될 수 있다.

[0036] 동영상 내의 모션이 예고 모션인 것으로 판단될 때, 감시 서버(104)는 전역 탐색(full-search) 알고리즘을 이용하여, 특징점들에 대한 모션 벡터(motion vector)값을 계산한다(단계 1124).

[0037] 감시 서버(104)는 특징점들에 대한 모션 벡터값과, 각 화소별 X좌표 값 및 Y좌표 값과, 하기의 [수학식 3](즉, 아핀 변형 모델(affine translation model))에 기초하여, 각 화소의 위치를 이동시킨다(단계 1125). 그 결과, 동영상의 예고 모션이 보정된다.

수학식 3

$$\begin{bmatrix} p'_x \\ p'_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix} \\ = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}$$

[0038]

[0039] (단, p'_x 와 p'_y 는 보정후의 각 화소별 X좌표값 및 Y좌표값이고, p_x 와 p_y 는 보정전의 각 화소별 X좌표값 및 Y좌표값이고, t_x 와 t_y 는 특징점들에 대한 X축과 Y축의 모션 벡터값임)

[0040] [수학식 3]의 상수행렬 $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$ 에서, a, b, c, d는 크기 변화 및 회전과 관련된 파라미터(parameter)이다. 본 실시예에서는, 촬영 장치의 줌(zoom) 동작이나 영상의 회전은 고려되지 않기 때문에, a와 d는 1의 값을 갖고, b와 c는 0의 값을 갖는다. 만약, 촬영 장치의 줌 동작이 고려될 경우, a와 b는 1이상의 값을 가지며, 영상의 회

전이 고려될 경우, 상수행렬은 $\begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$ 로 변경된다.

[0041] 한편, 단계 1124에서, 감시 서버(104)는 특징점들에 대한 X축과 Y축의 모션 벡터값(t_x 및 t_y)을 하기의 [수학식 4] 및 [수학식 5]에 기초하여 계산한다.

수학식 4

$$SAD(x, y) = \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^H |I_t(i, j) - I_{t-1}(i+x, j+y)|$$

[0042]

[0043] (단, $I_t(i, j)$ 는 t번째 프레임에서 X좌표값이 i이고, Y좌표값이 j인 화소의 휘도 값이고, $I_{t-1}(i+x, j+y)$ 는 t-1번째 프레임에서 X좌표값이 i+x이고, Y좌표값이 j+y인 화소의 휘도 값이고, H는 특징점을 포함하는 탐색 대상 블록의 크기를 나타내는 정수임)

[0044] 단계 1124와 관련한 전역 탐색 알고리즘은 특징점(특징점들 중 하나)을 포함하는 탐색 대상 블록(H×H화소, 도 5의 (a)참고) 내의 모든 화소가 동일한 모션 벡터를 갖는다는 조건하에서, 이전 프레임의 탐색 대상 블록(H×H화소)을 현재 프레임에서 블록 단위로 추정하는 방법이다.

[0045] 도 5를 참고하면, 특징점을 포함하는 탐색 대상 블록(H×H화소)은 한 프레임당 최대 ±R화소까지 움직일 수 있다. 탐색 대상 블록(H×H화소)이 한 프레임당 움직일 수 있는 최대 범위가 탐색 윈도우(window) 영역(L×L화소)에 해당한다. 예를 들어, 탐색 대상 블록의 크기는 3×3화소로 설정되고, 탐색 윈도우 영역의 크기는 7×7화소로 설정될 수 있다.

[0046] 감시 서버(104)는 전역 탐색 알고리즘을 이용하여, 현재 프레임의 탐색 윈도우 영역(L×L화소)내에서 탐색 대상

블록(H×H화소)의 중심점(즉, 특징점)을 도 6에 도시된 것과 같은 순서로 이동시키면서 [수학식 4]의 SAD(x,y) 값이 최소가 되는 지점의 서브 블록(즉, 이전 프레임의 탐색 대상 블록(H×H화소)의 휘도와 가장 유사한 서브 블록)을 찾는다.

수학식 5

$$\overrightarrow{MV} = (t_x, t_y) = (x, y) \mid \min SAD(x, y), (-R \leq x, y \leq +R)$$

(단, R은 프레임당 특징점들의 최대 움직임 범위를 나타내는 화소 수임)

[수학식 5]에서, SAD(x,y)의 값이 최소로 되는 좌표(x, y)가 최종적으로 특징점들에 대한 X축과 Y축의 모션 벡터값(t_x 및 t_y)으로 결정된다.

다시 도 3을 참고하면, 감시 서버(104)는 보정된 동영상의 프레임별 각 화소의 휘도 값의 차이에 기초하여, 보정된 동영상으로부터 이동 객체 영역을 추출한다(단계 1130).

감시 서버(104)는 이동 객체 영역을 추출할 때, 하기의 [수학식 6] 및 [수학식 7]의 계산 결과에 따라 추출될 이동 객체 영역을 결정한다.

수학식 6

$$I_{accum}(x, y, t+1) = (1 - W_{accum})I_{accum}(x, y, t) + W_{accum}|I(x, y, t+1) - I(x, y, t)|$$

(단, 0<가중치(W_{accum})<1이고, $I(x, y, t+1)$ 은 t+1번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값이고, $I(x, y, t)$ 은 t번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값이고, $I_{accum}(x, y, t)$ 은 t번째 프레임과 t-1번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값의 차가 누적된 값이고, $I_{accum}(x, y, t+1)$ 은 t+1번째 프레임과 t번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소의 휘도값의 차가 누적된 값임) 가중치(W_{accum})는 반복적인 실험을 통하여 최적의 값으로 설정될 수 있고, 본 실시예에서는 0.5로 설정될 수 있다.

수학식 7

$$I_{difference}(x, y, t+1) = \begin{cases} 1, & \text{if } I_{accum}(x, y, t+1) > T_d, \\ 0, & \text{if } I_{accum}(x, y, t+1) \leq T_d \end{cases}, (T_d \text{는 } 0 < T_d < 50 \text{를 만족하는 임계값임})$$

(단, $I_{difference}(x, y, t+1)$ 은 t+1번째 프레임의 x좌표 및 y좌표를 갖는 화소가 이동 객체 영역에 포함되는 화소인지의 여부를 나타내는 움직임 결과값임)

임계값(T_d)은 반복적인 실험을 통하여 최적의 값으로 설정될 수 있고, 본 실시예에서는 15로 설정될 수 있다.

[수학식 7]의 결과값($I_{difference}(x, y, t+1)$)이 1인 해당 화소가 이동 객체 영역에 포함되는 화소이다. 따라서, 감시 서버(104)는 결과값($I_{difference}(x, y, t+1)$)이 1인 해당 화소들을 묶어 하나의 이동 객체 영역(도 8b의 박스(box)로 표시된 부분)으로 결정한다. 도 7에 도시된 예고 모션이 보정된 동영상에서, 이동 객체 영역이 추출된 화면의 일례가 도 8a에 도시된다. 도 8a을 참고하면, 설정된 수의 프레임들의 각 화소별 휘도 차에 가중치를 적용하여 누적한 결과 흰색으로 표시된 부분의 이동 객체 영역의 이미지가 획득된다.

이 후, 감시 서버(104)는 보정된 동영상의 설정된 수의 프레임(frame) 단위로 이동 객체 영역의 모션 변화를 추

적함으로써, 이동 객체 영역의 이동 방향을 결정한다(단계 1140).

[0059] 감시 서버(104)는 하기의 [수학식 8] 내지 [수학식 12]의 계산 결과에 따라, 이동 객체 영역의 이동 방향(D)을 감지한다.

[0060] 감시 서버(104)는 우선 전역 탐색 알고리즘을 이용하여, 이동 객체 영역에 대한 모션 벡터값을 계산한다.

수학식 8

$$SAD(x, y) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M |I_t(i, j) - I_{t-1}(i+x, j+y)|$$

[0061]

[0062] (단, M은 상기 이동 객체 영역을 포함하는 탐색 대상 블록의 크기를 나타내는 정수이고, $I_t(i, j)$ 는 t번째 프레임에서 X좌표값이 i이고, Y좌표값이 j인 화소의 휘도 값이고, $I_{t-1}(i+x, j+y)$ 는 t-1번째 프레임에서 X좌표값이 i+x이고, Y좌표값이 j+y인 화소의 휘도 값임)

[0063] 전역 탐색 알고리즘은 이동 객체 영역(도 9 참고)을 포함하는 탐색 대상 블록(M×M화소, 도 9의 (a)참고) 내의 모든 화소가 동일한 모션 벡터를 갖는다는 조건하에서, 이전 프레임의 탐색 대상 블록(M×M화소)을 현재 프레임에서 블록 단위로 추정하는 방법이다.

[0064] 도 9를 참고하면, 이동 객체 영역을 포함하는 탐색 대상 블록(M×M화소)은 한 프레임당 최대 ±W화소까지 움직일 수 있다. 탐색 대상 블록(M×M화소)이 한 프레임당 움직일 수 있는 최대 범위가 탐색 윈도우 영역(S×S화소)에 해당한다. 예를 들어, 탐색 대상 블록의 크기는 8×8화소로 설정되고, 탐색 윈도우 영역의 크기는 12×12화소로 설정될 수 있다.

[0065] 감시 서버(104)는 전역 탐색 알고리즘을 이용하여, 현재 프레임의 탐색 윈도우 영역(S×S화소)내에서 탐색 대상 블록(M×M화소)의 중심점을 도 6에 도시된 것과 유사한 순서로 이동시키면서 [수학식 8]의 SAD(x,y)값이 최소가 되는 지점의 서브 블록(즉, 이전 프레임의 탐색 대상 블록(M×M화소)의 휘도와 가장 유사한 서브 블록)을 찾는다.

수학식 9

$$\overrightarrow{MV2} = (mv_x, mv_y) = (x, y) \mid \min SAD(x, y), (-W \leq x, y \leq +W)$$

[0066]

[0067] (단, mv_x 및 mv_y 는 이동 객체 영역에 대한 X축과 Y축의 모션 벡터값이고, W는 프레임당 이동 객체 영역의 최대 움직임 범위를 나타내는 화소 수임)

[0068] 감시 서버(104)는 [수학식 8] 및 [수학식 9]에 의해 계산된 이동 객체 영역에 대한 모션 벡터값을 [수학식 10]에 대입하여, 이동 객체 영역의 방향을 확인한다.

수학식 10

$$M_{Code} = \lfloor \frac{\tan^{-1}(mv_y/mv_x) \times F}{8} \rfloor + 1$$

[0069]

[0070] (단, F는 프레임의 수이고, M_{Code} 는 이동 객체 영역의 방향 정보를 포함하는 코드값임)

[0071] [수학식 10]에서, $\lfloor L \rfloor$ 는 소수점 이하 자리의 값을 버리는 버림 연산이고, 분모 '8'은 이동 객체 영역이 이동할 수 있는 방향의 가지 수를 나타낸다. 도 10에는 이동 객체 영역이 이동할 수 있는 방향의 가지 수가 표시된다. [수학식 10]의 계산 결과, 코드값(M_{Code})이 2 또는 3 또는 4일 때, 도 10에서 참고되는 것과 같이, 이동 객체 영역의 이동 방향이 화면의 윗 방향으로 된다. 한편, 코드값(M_{Code})이 6 또는 7 또는 8일 때, 도 10에서 참고되는 것과 같이, 이동 객체 영역의 이동 방향은 화면의 아래 방향으로 된다.

수학식 11

$$Up = \frac{\sum_{k=1}^F g(M_{Code(k)})}{F}, \begin{cases} g(M_{Code(k)}) = 1 & \text{if } M_{Code(k)} = 2 \text{ 또는 } 3 \text{ 또는 } 4 \\ g(M_{Code(k)}) = 0 & \text{if otherwise} \end{cases}$$

[0072]

[0073] (단, F는 프레임의 수이고, M_{Code} 는 이동 객체 영역의 방향 정보를 포함하는 코드값이고, Up는 F개의 프레임 동안 이동 객체 영역이 이동하는 방향의 비율값임)

[0074] 예를 들어, 도 10에서, 화살표(1 또는 2 또는 8)로 표시된 방향의 지역이 위험 지역으로 감시 서버(104)에 설정된 경우, [수학식 11]에서, 코드값(M_{Code})이 1 또는 2 또는 8일 때, 함수 $g(M_{Code})$ 의 값이 1로 될 수 있다. 즉, 함수 $g(M_{Code})$ 의 값이 1로 되는 경우는 위험 지역이 어느 방향인가에 따라 자유롭게 변경될 수 있다.

수학식 12

$$\begin{cases} D = \text{윗방향}, & \text{if } Up > U_d, (U_d \text{는 } 0 < U_d \leq 1 \text{를 만족하는 임계값임}) \\ D \neq \text{윗방향}, & \text{if } Up \leq U_d \end{cases}$$

[0075]

[0076] 예를 들어, 임계값(U_d)이 0.6으로 설정되고, [수학식 11]에서 프레임 수(F)가 10인 경우, 감시 서버(104)는 10 프레임 중 6프레임에서 이동 객체 영역이 화면의 윗 방향으로 이동할 때, 이동 객체 영역의 이동 방향이 윗 방향인 것으로 감지한다.

[0077] 다시 도 3을 참고하면, 감시 서버(104)는 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '3'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X 좌표값에 기초하여, 이동 객체 영역의 이동 위치를 인식한다.

[0078] 한편, 도 10에서, 화살표(1 또는 2 또는 8)로 표시된 방향의 지역이 위험 지역으로 감시 서버(104)에 설정된 경우, 감시 서버(104)는 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '1'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 Y 좌표값에 기초하여, 이동 객체 영역의 이동 위치를 인식한다.

[0079] 도 11에서 참고되는 것과 같이, 감시 서버(104)의 모니터 화면에는 방파제 주변을 촬영한 동영상(1)이 표시되고, 동영상의 위에 위험 라인, 경고 라인, 주의 라인이 오버레이(overlay)되어 표시된다. 관리자는 모니터 화면상에서, 위험, 경고, 주의 박스를 드래그(drag)하여, 각 라인의 위치를 변경할 수 있다.

[0080] 본 실시예에서는 모니터 화면의 윗부분이 위험 지역으로 설정된다. 감시 서버(104)에는 가로 선(도 11 참고)인 위험 라인, 경고 라인, 주의 라인에 각각 대응하는 제1 내지 제3 기준 X좌표값이 미리 설정된다. 이 경우, 제1 기준 X좌표값이 제2 기준 X좌표값보다 더 크고, 제2 기준 X좌표값이 제3 기준 X좌표값보다 더 크다.

[0081] 파랑주의보가 발령된 상태에서, 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '3'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X좌표값이 제1 기준 X좌표값보다 클 때, 감시 서버(104)는 위험

상황인 것으로 판단한다. 또, 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '3'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X좌표값이 제1 기준 X좌표값보다 작고 제2 기준 X좌표값보다 클 때, 감시 서버(104)는 경고 상황인 것으로 판단한다. 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '3'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X좌표값이 제2 기준 X좌표값보다 작고 제3 기준 X좌표값보다 클 때, 감시 서버(104)는 주의 상황인 것으로 판단한다. 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '3'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X좌표값이 제3 기준 X좌표값보다 작을 때, 감시 서버(104)는 안정 상황인 것으로 판단한다.

[0082] 상술한 단계 1500와 관련하여, 감시 서버(104)는 파랑주의보가 발령된 상태에서 이동 객체가 주의 라인을 넘을 경우(즉, 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '3'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 X좌표값이 제3 기준 X좌표값보다 클 때), 경고 방송 데이터(ABDAT)와 MMS 데이터(MDAT) 및 관리자 단말 정보(MTID)를 발생한다.

[0083] 또, 파랑주의보가 발령되지 않은 상태에서, 감시 서버(104)는 이동 객체가 주의 라인을 넘어 위험 지역으로 이동하더라도, 경고 방송 데이터(ABDAT)와 MMS 데이터(MDAT) 및 관리자 단말 정보(MTID)를 발생하지 않는다.

[0084] 한편, 모니터 화면의 오른쪽이 위험 지역으로 설정될 수도 있다. 이 경우, 감시 서버(104)에는 세로 선인 위험 라인, 경고 라인, 주의 라인에 각각 대응하는 제1 내지 제3 기준 Y좌표값이 미리 설정된다. 이 경우, 제1 기준 Y좌표값이 제2 기준 Y좌표값보다 더 크고, 제2 기준 Y좌표값이 제3 기준 Y좌표값보다 더 크다.

[0085] 또한, 파랑주의보가 발령된 상태에서, 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '1'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 Y좌표값이 제1 기준 Y좌표값보다 클 때, 감시 서버(104)는 위험 상황인 것으로 판단한다. 또, 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '1'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 Y좌표값이 제1 기준 Y좌표값보다 작고 제2 기준 Y좌표값보다 클 때, 감시 서버(104)는 경고 상황인 것으로 판단한다. 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '1'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 Y좌표값이 제2 기준 Y좌표값보다 작고 제3 기준 Y좌표값보다 클 때, 감시 서버(104)는 주의 상황인 것으로 판단한다. 이동 객체 영역에 포함된 화소들 중에서 이동 방향(예를 들어, 도 10에서 '1'의 방향)의 최전방에 위치한 어느 하나의 화소의 Y좌표값이 제3 기준 Y좌표값보다 작을 때, 감시 서버(104)는 안정 상황인 것으로 판단한다.

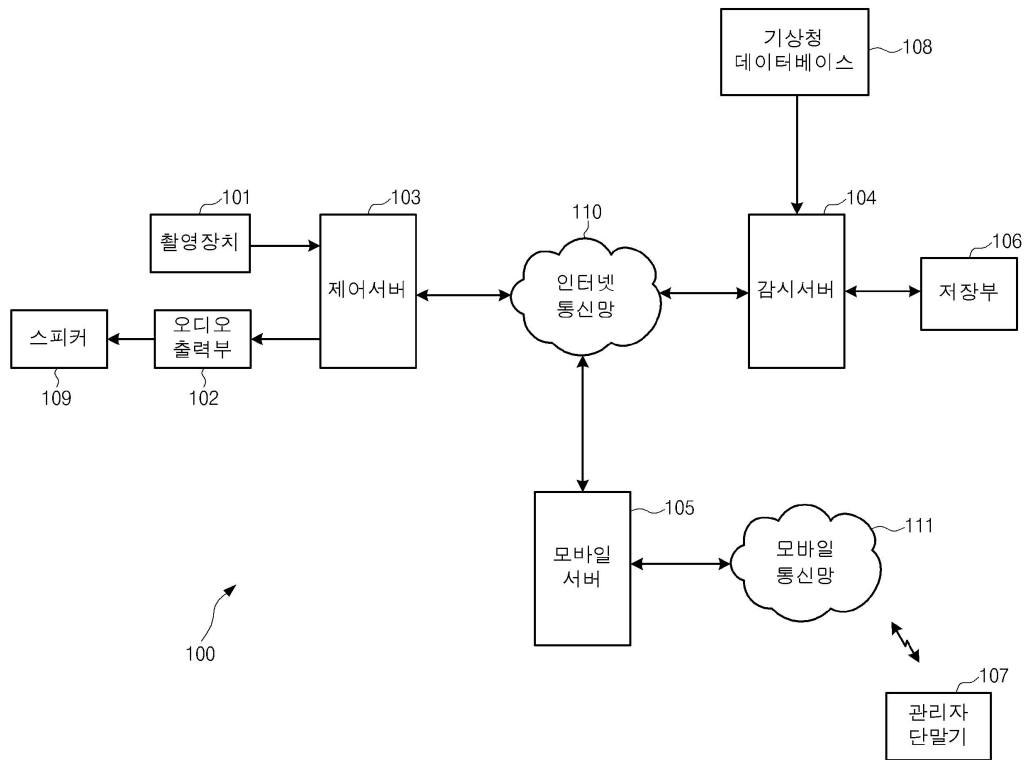
[0086] 상기한 실시 예들은 본 발명을 설명하기 위한 것으로서 본 발명이 이들 실시 예에 국한되는 것은 아니며, 본 발명의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능하다. 또한, 설명되지는 않았으나, 균등한 수단도 또한 본 발명에 그대로 결합되는 것이라 할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

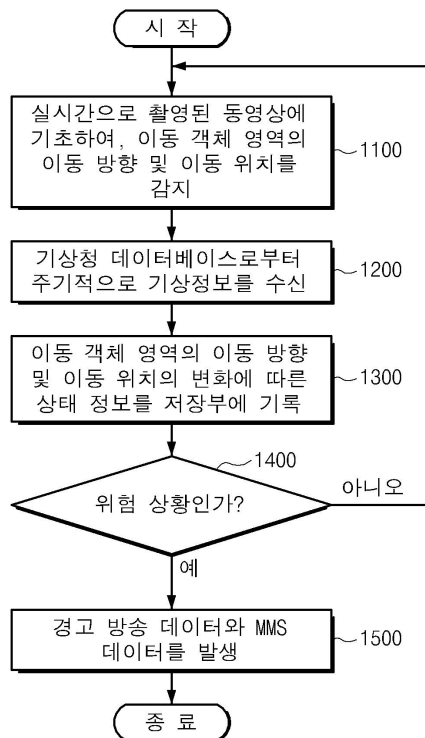
[0087]	100: 방과제 감시 시스템	101: 촬영 장치
	102: 오디오 출력부	103: 제어 서버
	104: 감시 서버	105: 모바일 서버
	107: 관리자 단말기	108: 기상청 데이터베이스
	109: 스피커	

도면

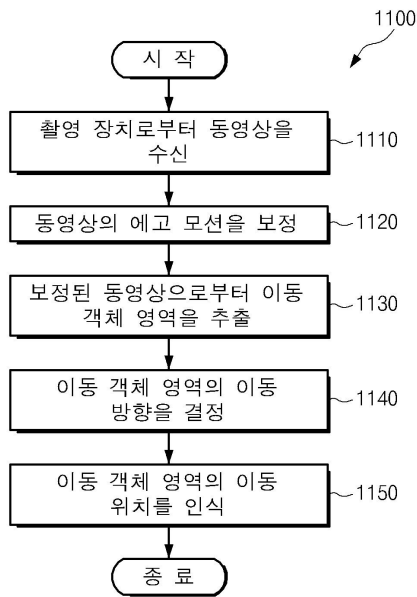
도면1



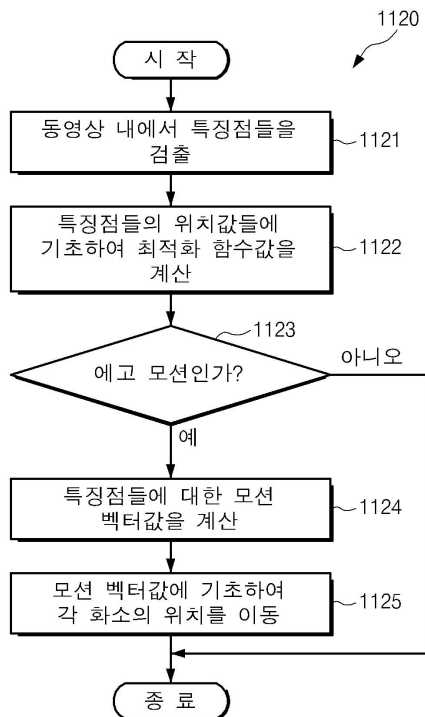
도면2



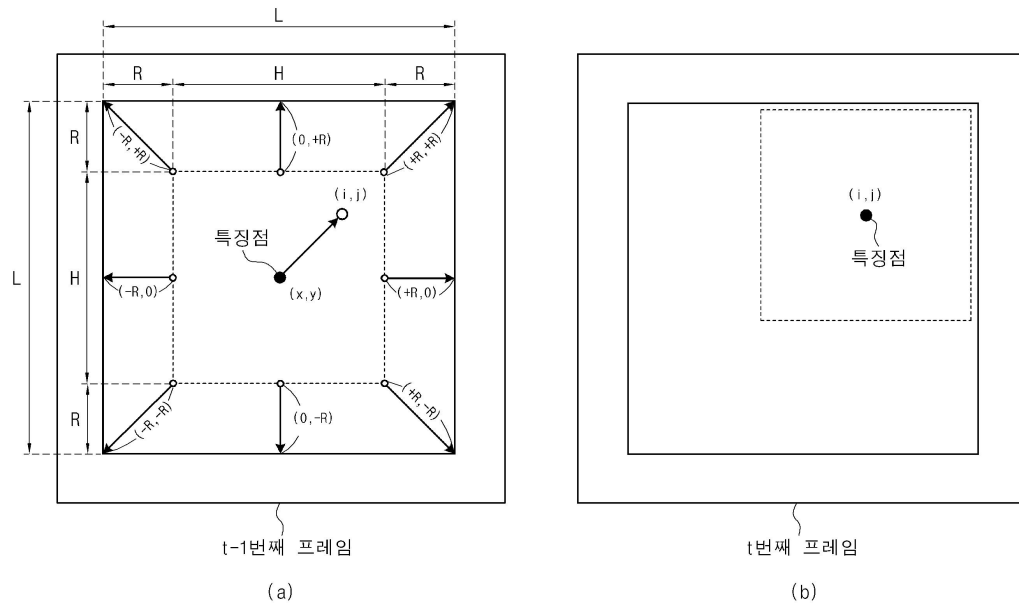
도면3



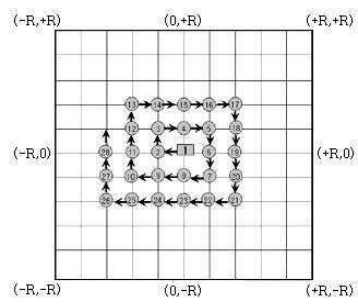
도면4



도면5



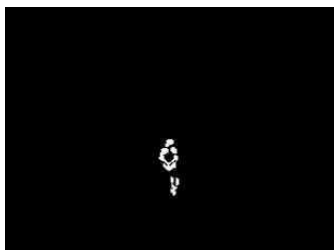
도면6



도면7



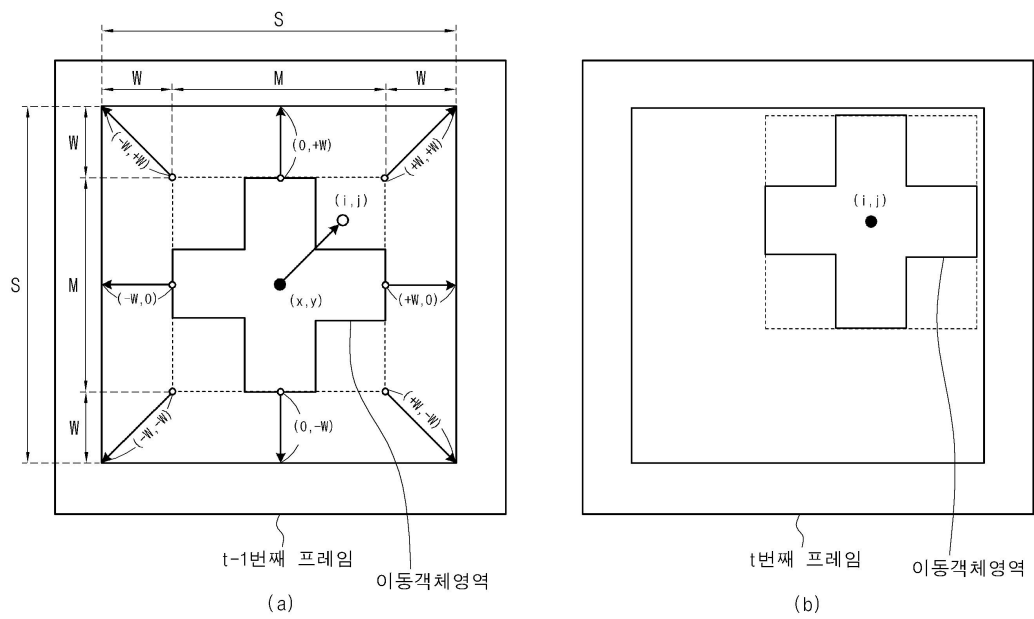
도면8a



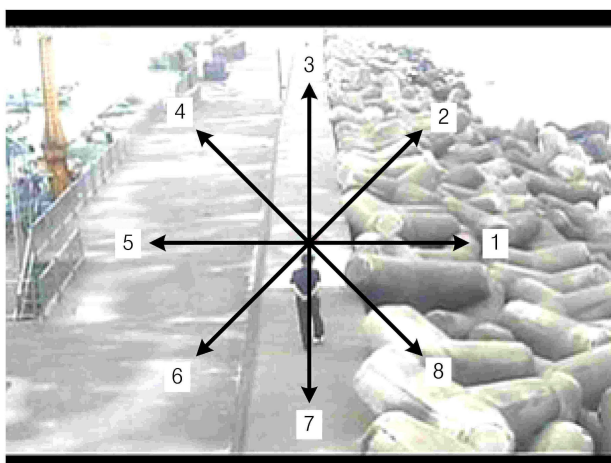
도면8b



도면9



도면10



도면11

