



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0121421
(43) 공개일자 2012년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 7/18 (2006.01) H04W 84/18 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2011-0038162
(22) 출원일자 2011년04월25일
심사청구일자 2011년04월25일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 (송
도동)
한국과학기술원
대전 유성구 구성동 373-1
(72) 발명자
김훈
서울특별시 강남구 테헤란로55길 46, 뉴현대빌라
302호 (역삼동)
최윤범
경기도 부천시 원미구 원미로144번길 51, 106동
2004호 (원미동, 두산아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 다해

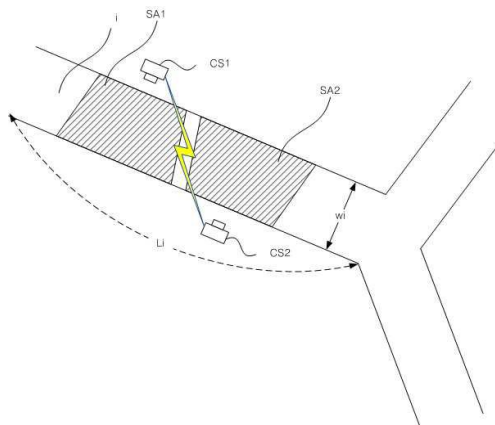
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 무선 센서 네트워크의 사용자 요구사항을 만족하는 효율적 카메라 센서 배치 방법, 이를 이용한 무선 센서 네트워크 시스템 및 이를 위한 기록 매체

(57) 요약

본 발명은 무선 센서 네트워크의 사용자 요구사항을 만족하는 효율적 카메라 센서 배치 방법, 이를 이용한 무선 센서 네트워크 시스템 및 이를 위한 기록 매체를 공개한다. 본 발명은 도로 감시용 무선 센서 네트워크에서 감시될 도로의 폭과 길이, 카메라 센서의 유효 시야각 및 통신 반경 등을 고려하여, 카메라 센서의 사다리꼴 형태의 유효 센싱 영역을 계산하고, 계산된 유효 센싱 영역을 기초로 하여 카메라 센서를 배치한다. 따라서 주어진 도로 환경에 맞추어 최소의 비용으로 요구되는 이벤트 감지 성능을 보장할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

함명원

대전광역시 서구 둔산대로117번길 76, 리체스오피스텔 202호 (만년동)

이강욱

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 미르관 1101호 (구성동)

이호원

대전광역시 유성구 어은로 57, 126동 904호 (어은동, 한빛아파트)

조동호

서울특별시 서초구 남부순환로 2361, 현대슈퍼빌 A동 1502호 (서초동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10033822

부처명 지식경제부

연구사업명 산업원천기술개발사업

연구과제명 대규모 지능형 협업 무인 감시 시스템 운영 프레임워크 기술

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2009.06.01 ~ 2014.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

복수개의 카메라 센서를 구비하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법에 있어서,
 상기 복수개의 카메라 센서의 설치 조건을 설정되어 상기 제어 파라미터가 결정되는 단계;
 상기 복수개의 카메라 센서에서 미리 제공되는 센서 스펙 파라미터와 결정된 상기 제어 파라미터를 이용하여 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 윗변 및 밑변 길이 및 높이가 계산되는 단계;
 상기 무선 센서 네트워크 시스템이 감시하고자 하는 도로의 폭과 길이가 계산되는 단계; 및
 상기 도로의 이벤트 발생율과 상기 복수개의 카메라 센서에 의한 센싱 영역 비율에 의해 결정되는 이벤트 감지율이 지정된 이벤트 감지율보다 높고, 복수개의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 서로 중첩되지 않도록 상기 복수개의 카메라 센서가 배치되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법을 시뮬레이션하기 위한 프로그램 명령어가 기록된, 컴퓨터가 판독가능한 기록매체.

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법에 따라 배치되는 상기 복수개의 카메라 센서를 구비하는 무선 센서 네트워크 시스템.

청구항 4

복수개의 카메라 센서를 구비하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법에 있어서,
 상기 무선 센서 네트워크 시스템이 감시하고자 하는 도로의 사고 발생율과 사용자가 요구하는 기준 이벤트 감지율이 획득되는 단계;
 상기 복수개의 카메라 센서의 센서 스펙 파라미터와 제어 파라미터를 이용하여 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 계산되는 단계;
 상기 도로의 폭과 길이가 계산되는 단계;
 상기 도로에 대해 상기 기준 이벤트 감지율 이상의 이벤트 감지율로 상기 도로를 감지할 수 있는 센싱 영역 비율이 계산되는 단계;
 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 짧거나 같은지 판단되는 단계;
 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 짧거나 같으면, 상기 복수개의 카메라 센서가 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 단계;
 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 연속적으로 배치될지 판단되는 단계;
 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 연속적으로 배치되도록 설정된 경우, 계산된 상기 센싱 영역 비율에 따라 필요한 상기 복수개의 카메라 센서의 개수가 계산되는 단계;
 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 상기 계산된 개수의 카메라 센서 중 서로 도로의 맞은편에 배치되는 인접한 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라

센서 배치 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 계산되는 단계는

상기 복수개의 카메라 센서의 설치 조건을 설정되어 상기 제어 파라미터가 결정되는 단계; 및

상기 복수개의 카메라 센서에서 미리 제공되는 센서 스펙 파라미터와 결정된 상기 제어 파라미터를 이용하여 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 윗변 및 밑변 길이 및 높이가 계산되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서, 상기 센서 스펙 파라미터는 상기 카메라 센서의 상하 시야각 및 좌우 시야각을 포함하고, 상기 제어 파라미터는 상기 카메라 센서가 설치되는 높이 및 위치각을 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 윗변 및 밑변 길이 및 높이가 계산되는 단계는

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 윗변 길이가 수식

$$x = h \sec(\xi) \tan\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

(여기서, x는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 윗변 길이의 1/2 이며, ξ 는 제어 파라미터의 위치각이며, ϕ 는 센서 스펙 파라미터의 좌우 시야각이다.)

에 의해 계산되는 단계;

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변 길이가 수식

$$z = h \sec(\xi + \theta) \tan\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

(여기서, z는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변 길이의 1/2 이며, θ 는 센서 스펙 파라미터의 상하 시야각이다.)

에 의해 계산되는 단계; 및

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 수식

$$y = h \tan(\xi + \theta) - h \tan(\xi)$$

(여기서, y는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이이다.)

에 의해 계산되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계는

상기 도로의 일측에 배치되도록 설정된 상기 카메라 센서에 대응하는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변이 상기 도로의 타측면에 매칭되도록 설정되는 단계; 및

상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되는 상기 복수개의 카메라 센서 중 서로 도로의 맞은편에 배치되는 인접한 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 복수개의 카메라 센서의 위치가 조절되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 9

제7 항에 있어서, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계는

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 짧은지 판단되는 단계; 및

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 짧으면, 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 상기 복수개의 카메라 센서중 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리가 수식

$$\alpha_{1i} = 2z + \frac{2(z y + x W_i - z W_i)}{y}$$

(여기서, α_{1i} 는 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리이다.)

에 의해 계산되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 10

제8 항에 있어서, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계는

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭과 같으면, 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 상기 복수개의 카메라 센서중 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리가 수식

$$\alpha_{2i} = 2z + 2x$$

(여기서, α_{2i} 는 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리이다.)

에 의해 계산되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 11

제10 항에 있어서, 상기 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법은

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 길고 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 연속적으로 배치되도록 설정되면, 상기 복수개의 카메라 센서가 상기 도로의 양측에서 배치되고, 서로 마주보는 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변이 상기 도로의 중앙에서 서로 매칭되고, 상기 센싱 영역의 측면이 상기 도로의 일측면에서 서로 교차되도록 상기 복수개의 카메라 센서가 배치되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서, 상기 도로의 중앙에서 서로 매칭되도록 상기 복수개의 카메라 센서가 배치되는 단계는 상기 복수개의 카메라 센서 중 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리가 수식

$$\alpha_{3i} = \frac{2zy + xWi - zWi}{y}$$

(여기서, α_{3i} 는 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리이다.)

에 의해 계산되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 복수개의 카메라 센서가 배치되는 단계는

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 이산적으로 배치되도록 설정된 경우, 계산된 상기 센싱 영역 비율에 따라 필요한 상기 복수개의 카메라 센서의 개수가 계산되는 단계; 및

상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 상기 계산된 개수의 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 중첩되지 않도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 서로 중첩되지 않도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계는

상기 도로의 일측에 배치되도록 설정된 상기 카메라 센서에 대응하는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변이 상기 도로의 타측면에 매칭되도록 설정되는 단계; 및

상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되는 상기 복수개의 카메라 센서 중 서로 도로의 맞은편에 배치되는 인접한 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역과 중첩되지 않고, 균등 간격으로 이산되어 배치되도록 상기 복수개의 카메라 센서의 위치가 조절되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 15

제14 항에 있어서, 상기 복수개의 카메라 센서의 위치가 조절되는 단계는

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 짧은지 판단되는 단계; 및

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 짧으면, 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 상기 복수개의 카메라 센서중 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리가 수식

$$\beta_{1i} = \alpha_{1i} + \frac{2(Li - S_i(2zy + xWi - zWi))}{S_i - 1}$$

(여기서, β_{1i} 는 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리, S_i 는 계산된 카메라 센서의 개수이다.)

에 의해 계산되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 16

제15 항에 있어서, 상기 복수개의 카메라 센서의 위치가 조절되는 단계는

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭과 같으면, 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 상기 복수개의 카메라 센서중 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리가 수식

$$\beta_{2i} = \alpha_{2i} + \frac{2(Li - S_i(x + z))}{S_i - 1}$$

(여기서, β_{2i} 는 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리이다.)

에 의해 계산되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 17

제16 항에 있어서, 상기 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법은

상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 길고 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 이산적으로 배치되도록 설정되면, 상기 복수개의 카메라 센서가 상기 도로의 양측에서 배치되고, 서로 마주보는 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변이 상기 도로의 중앙에서 서로 매칭되고, 상기 센싱 영역은 서로 중첩되지 않도록 배치되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 18

제17 항에 있어서, 상기 도로의 중앙에서 서로 매칭되고, 상기 센싱 영역은 서로 중첩되지 않도록 배치되는 단계는

상기 복수개의 카메라 센서 중 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리가 수식

$$\beta_{3i} = \alpha_{3i} + \frac{Li - \left(z + \left\lceil \frac{S_i}{2} \right\rceil \left(\frac{2zy + xW_i - zWi}{y} \right) \right)}{S_i - 1}$$

(여기서, β_{3i} 는 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 카메라 센서들의 거리이다.)

에 의해 계산되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 19

제18 항에 있어서, 상기 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법은

상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 상기 카메라 센서들의 거리가 상기 카메라 센서들의 센서 통신 반경보다 긴지 판단되는 단계;

상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 상기 카메라 센서들의 거리가 상기 카메라 센서들의 센서 통신 반경보다 길지 않으면, 상기 센싱 영역을 매칭함에 의해 계산된 상기 카메라 센서들의 거리에 따라 상기 복수개의 카메라 센서들이 배치되는 단계; 및

상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 상기 카메라 센서들의 거리가 상기 카메라 센서들의 센서 통신 반경보다 길면, 상기 센서 통신 반경에 따라 상기 복수개의 카메라 센서들이 배치되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법.

청구항 20

제4 항 내지 제19 항에 있어서, 상기 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법을 시뮬레이션하기 위한 프로그램 명령어가 기록된, 컴퓨터가 판독가능한 기록매체.

청구항 21

제4 항 내지 제19 항에 있어서, 상기 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법에 따라 배치되는 상기 복수개의 카메라 센서를 구비하는 무선 센서 네트워크 시스템.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 무선 센서 네트워크의 효율적인 센서 배치 방법, 이를 이용한 무선 센서 네트워크 시스템 및 이를 위한 기록 매체 관한 것으로 특히 도로 감시용 무선 센서 네트워크에서 사용자가 요구하는 이벤트 감지 성능을 보장할 수 있는 카메라 센서 배치 방법, 이를 이용한 무선 센서 네트워크 시스템 및 이를 위한 기록 매체에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network, WSN)는 컴퓨팅 능력과 무선통신 능력을 갖춘 무선 센서가 네트워크를 형성하고, 서로 간에 획득한 센싱 정보를 송수신하여 원격지에서 감시/제어의 용도로 활용할 수 있는 기술을 말한다. 최근 눈부신 기술 발전으로 더 작고 저렴한 가격의 무선 센서들이 널리 보급되면서 무선 센서 네트워크의 응용 분야가 다양해지고 있다. 이러한 상황에서 최근 카메라 센서 기반 도로 감시 네트워크에 대한 관

심이 증대되고 있으며, 이러한 센서 네트워크를 구축하기 위해 고려되어야 할 요소는 센서의 전력 소모 최소화 와 효율적인 센서의 배치, 그리고 Ad-hoc 네트워크 기술의 자가 구성 등이 있다. 이 중에서 특히 센서 배치는 카메라 센서 기반 도로 감시 네트워크의 영역이 점점 대규모화가 되어가면서 이벤트 전달 및 감지 성능을 보장 하면서 네트워크 구축비용(센서 개수)을 절감하는 문제로 중요한 의미를 가진다.

[0003] 이에 따라, 네트워크 구축비용을 절감하면서 이벤트 전달 및 감지 성능을 만족하도록 하는 센서 배치 기법들이 다양하게 연구되어 왔다.

[0004] 이러한 기존의 센서 배치 기법들 중에서는 센싱 영역을 최대화하기 위해서 이전에 배치된 센서의 정보를 기반으로 센서를 하나씩 배치시키면서 탐지 영역을 확장하는 방법을 제안되었다. 또한 다른 센서 배치 기법으로는 최적화 기법 중에 시뮬레이티드 어닐링(simulated annealing) 기법을 이용한 센서 재배치 기법이 제안되었다. 이러한 기존의 센서 배치 기법들에서 적용되는 각 센서의 센싱 영역은 일반적으로 디스크(Disk) 형태로 고려되며, 이를 기반으로 전체 영역에 대한 센서의 이벤트 전달 및 감지 성능을 만족하는 배치를 한다. 그러나 디스크 형태의 일반적인 센싱 영역은 카메라 특적인 상하 좌우 시야각 등을 고려해야하는 카메라 센서의 센싱 영역으로 적용하기 어렵고, 또한 도로 상황을 감지하는 센서 네트워크에서 전체 영역을 고려하는 기존의 배치 기법을 적용하기가 어렵다. 그러므로 카메라 센서의 특성을 고려한 센싱 영역의 도출이 필요하며, 도로 지역만을 고려한 센서 배치 기법이 필요한 실정이다. 특히 각 도로에 따라 이벤트 발생률이 서로 다르므로, 감시되는 도로의 모든 영역에서 100%의 이벤트 감지율로 이벤트를 감지하는 것은 비효율적이다. 따라서 사용자가 요구하는 이벤트 감지율로 도로를 감지하는 무선 센서 네트워크의 센서 배치 기술이 요구된다.

[0005]

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 사용자가 요구하는 이벤트 감지율로 도로 감시할 수 있는 무선 센서 네트워크를 위한 효율적인 카메라 센서의 배치 방법을 제공하는데 있다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 효율적으로 카메라 센서가 배치되는 무선 센서 네트워크 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 무선 센서 네트워크를 위한 효율적인 카메라 센서의 배치 방법은 복수개의 카메라 센서를 구비하는 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법에 있어서, 상기 무선 센서 네트워크 시스템이 감시하고자 하는 도로의 사고 발생율과 사용자가 요구하는 기준 이벤트 감지율이 획득되는 단계, 상기 복수개의 카메라 센서의 센서 스펙 파라미터와 제어 파라미터를 이용하여 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 계산되는 단계, 상기 도로의 폭과 길이가 계산되는 단계, 상기 도로에 대해 상기 기준 이벤트 감지율 이상의 이벤트 감지율로 상기 도로를 감지할 수 있는 센싱 영역 비율이 계산되는 단계, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 짧거나 같은지 판단되는 단계, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 짧거나 같으면, 상기 복수개의 카메라 센서가 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 단계, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 연속적으로 배치될지 판단되는 단계, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 연속적으로 배치되도록 설정된 경우, 계산된 상기 센싱 영역 비율에 따라 필요한 상기 복수개의 카메라 센서의 개수가 계산되는 단계, 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 상기 계산된 개수의 카메라 센서 중 서로 도로의 맞은편에 배치되는 인접한 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 계산되는 단계는 상기 복수개의 카메라 센서의 설치 조건을 설정되어 상기 제어 파라미터가 결정되는 단계, 및 상기 복수개의 카메라 센서에서 미리 제공되는 센서 스펙 파라미터와 결정된 상기 제어 파라미터를 이용하여 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 윗변 및 밑변 길이 및 높이가 계산되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 센서 스펙 파라미터는 상기 카메라 센서의 상하 시야각 및 좌우 시야각을 포함하고, 상기 제어 파라미터는 상기 카메라 센서가 설치되는 높이 및 위치각을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 윗변 및 밑변 길이 및 높이가 계산되는 단계는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 윗변 길이가 수식

$$x=h\sec(\xi)\tan\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

[0012]

[0013] (여기서, x는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 윗변 길이의 1/2 이며, ξ 는 제어 파라미터의 위치각이며, ?? 는 센서 스펙 파라미터의 좌우 시야각이다.)

[0014] 에 의해 계산되는 단계, 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변 길이가 수식

$$z=h\sec(\xi+\theta)\tan\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

[0015]

[0016] (여기서, z는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변 길이의 1/2 이며, θ 는 센서 스펙 파라미터의 상하 시야각이다.)

[0017] 에 의해 계산되는 단계, 및 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 수식

$$y=h\tan(\xi+\theta)-h\tan(\xi)$$

[0018]

[0019] (여기서, y는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이이다.)

[0020] 에 의해 계산되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 상기 목적을 달성하기 위한 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계는 상기 도로의 일측에 배치되도록 설정된 상기 카메라 센서에 대응하는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변이 상기 도로의 타측면에 매칭되도록 설정되는 단계, 및 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되는 상기 복수개의 카메라 센서 중 서로 도로의 맞은편에 배치되는 인접한 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 복수개의 카메라 센서의 위치가 조절되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 목적을 달성하기 위한 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법은 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 길고 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 연속적으로 배치되도록 설정되면, 상기 복수개의 카메라 센서가 상기 도로의 양측에서 배치되고, 서로 마주보는 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변이 상기 도로의 중앙에서 서로 매칭되고, 상기 센싱 영역의 측면이 상기 도로의 일측면에서 서로 교차되도록 상기 복수개의 카메라 센서가 배치되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기 목적을 달성하기 위한 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 측면이 서로 매칭되도록 상기 복수개의 카메라 센서가 배치되는 단계는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 이산적으로 배치되도록 설정된 경우, 계산된 상기 센싱 영역 비율에 따라 필요한 상기 복수개의 카메라 센서의 개수가 계산되는 단계, 및 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되도록 설정되는 상기 계산된 개수의 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 중첩되지 않도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 상기 목적을 달성하기 위한 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 서로 중첩되지 않도록 상기 계산된 개수의 카메라 센서가 배치되는 단계는 상기 도로의 일측에 배치되도록 설정된 상기 카메라 센서에 대응하는 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변이 상기 도로의 타측면에 매칭되도록 설정되는 단계, 및 상기 도로의 양측으로 지그재그 형태로 배치되는 상기 복수개의 카메라 센서 중 서로 도로의 맞은편에 배치되는 인접한 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역과 중첩되지 않고, 균등 간격으로 이산되어 배치되도록 상기 복수개의 카메라 센서의

위치가 조절되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 상기 목적을 달성하기 위한 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법은 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 높이가 상기 도로의 폭보다 길고 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역이 이산적으로 배치되도록 설정되면, 상기 복수개의 카메라 센서가 상기 도로의 양측에서 배치되고, 서로 마주보는 카메라 센서들의 상기 사다리꼴 형태의 센싱 영역의 밑변이 상기 도로의 중앙에서 서로 매칭되고, 상기 센싱 영역은 서로 중첩되지 않도록 배치되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 상기 목적을 달성하기 위한 무선 센서 네트워크 시스템의 카메라 센서 배치 방법은 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 상기 카메라 센서들의 거리가 상기 카메라 센서들의 센서 통신 반경보다 긴지 판단되는 단계, 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 상기 카메라 센서들의 거리가 상기 카메라 센서들의 센서 통신 반경보다 길지 않으면, 상기 센싱 영역을 매칭함에 의해 계산된 상기 카메라 센서들의 거리에 따라 상기 복수개의 카메라 센서들이 배치되는 단계, 및 상기 도로의 동일측에 인접하여 배치되는 상기 카메라 센서들의 거리가 상기 카메라 센서들의 센서 통신 반경보다 길면, 상기 센서 통신 반경에 따라 상기 복수개의 카메라 센서들이 배치되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0027] 따라서, 본 발명의 무선 센서 네트워크의 효율적 센서 배치 방법, 이를 이용한 무선 센서 네트워크 시스템 및 이를 위한 기록 매체는 도로 감시용 무선 센서 네트워크에서 도로의 특성 및 카메라 센서의 특성을 고려하고, 더불어 사용자가 요구하는 이벤트 감지율과 카메라 센서의 사다리꼴 형태의 유효 센싱 영역을 계산하고, 계산된 이벤트 감지율 및 유효 센싱 영역을 기초로 하여 카메라 센서를 배치하므로 주어진 도로 환경에 맞추어 최소의 비용으로 사용자가 요구하는 이벤트 감지 성능을 보장할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도1 은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법의 개념을 설명하기 위한 무선 센서 네트워크 시스템 모델을 나타내는 도면이다.

도2 는 도1 의 카메라 센서의 센싱 영역을 계산하는 방법을 설명하는 도면이다.

도3 은 도2 의 카메라 센서의 센싱 영역을 나타내는 도면이다.

도4 는 도로별 사고 감지율을 설명하기 위한 도면이다.

도5 내지 도7 은 도로 감시율에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법의 일 예를 나타내는 도면이다.

도8 내지 도10 은 도로 감시율에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법의 다른 예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0030] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0031] 명세서 전체에서, 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. 또한, 명세서에 기재된 “...부”, “...기”, “모듈”, “블록” 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0032] 도1 은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법의 개념을 설명하기 위한 무선 센서 네트워크 시스

템 모델을 나타내는 도면이다.

[0033] 본 발명은 도로 감시를 위한 무선 센서 네트워크 시스템의 효율적인 카메라 센서 배치 방법에 대한 발명이다. 따라서 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크 시스템을 모델링하기 위해서는 도로의 상태를 고려하여 카메라 센서의 배치를 모델링하여야 한다.

[0034] 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크는, 도1 에 도시된 바와 같이, 길이(Li)와 폭(Wi)로 주어진 도로(i)를 감시하는 무선 센서 네트워크로서 모델링될 수 있다. 이러한 무선 센서 네트워크에서 기본적으로 요구되는 사항은 이벤트 전달 및 감지 성능이 있다.

[0035] 이벤트 전달 성능은 이벤트를 감지한 소스 노드에 배치된 카메라 센서(예를 들면, CS1)가 직접 또는 주변의 다른 센서(예를 들면, CS2)를 통해 간접적으로 무선 센서 네트워크 내에서 외부 네트워크로 정보를 전달하는 싱크 노드(미도시)까지 정보를 전달 할 수 있는지에 대한 표현이다. 즉 이벤트 전달 성능은 무선 센서 네트워크 내의 복수개의 소스 노드 중 어떤 소스 노드에 배치된 카메라 센서라도 이벤트를 감지하면 해당 이벤트를 싱크 노드를 통해 외부 네트워크로 통신을 수행할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 이벤트를 감지한 카메라 센서(CS1)로부터 적어도 1개 이상의 인접한 카메라 센서(CS2)가 도로(i)에서의 센서 통신 반경(d_c) 내에 배치되어야 한다.

[0036] 그리고 이벤트 감지 성능은 감시되어야 하는 도로상에서 얼마나 많은 영역이 배치된 카메라 센서(CS1, CS2)의 센싱 가능 영역(SA1, SA2)으로 커버되는지 여부에 대한 표현이다. 즉 감시 되는 도로(R1, R2)에 대한 이벤트 감지 성능을 나타내는 센싱 영역 비율(X_i)은 도로의 감시되는 영역 전체 면적($L_i * W_i$)에 대한 카메라 센서(CS1, CS2)의 센싱 영역(SA1, SA2)의 비율로서 나타나며, 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 1

$$X_i = \frac{\sum SA_i}{L_i \times W_i}$$

[0037]

[0038] 그리고 각 도로의 사고 발생율(a_i)과 센싱 영역 비율(X_i)으로부터 무선 센서 네트워크의 이벤트 감지율(p_i)이 수학적 식 2와 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 2

$$p_i = X_i \times a_i$$

[0039]

[0040] 도4 에 도시된 바와 같이, 복수개의 도로(R1, R2)에 대한 평균 이벤트 감지율(P_i)은 각 도로별 이벤트 감지율(p_i)의 합으로 수학적 식 3과 같이 계산된다.

수학적 식 3

$$P = \sum_i (p_1, p_2, p_3, \dots, p_i)$$

[0041]

[0042] 사용자가 요구하는 이벤트 감지율로 도로를 감지할 수 있는 무선 센서 네트워크의 센서를 배치할 수 있도록 하

기 위해서는 카메라 센서의 센싱 영역(SA1, SA2)을 먼저 획득하고, 이후 도로(R1, R2)에서의 이벤트 감지 성능을 만족하는 카메라 센서(CS1, CS2)간의 간격을 도출하여, 센서 배치 시에 고려하여야 한다. 이벤트 감지율(p_i)은 카메라 센서(CS1, CS2)의 센싱 영역(SA1, SA2)과 함께 감시되는 도로(i)의 폭(W_i)과 길이(L_i)에 밀접한 연관이 있으므로, 카메라 센서의 센싱 영역(SA1, SA2)과 도로의 형태가 함께 고려되어야 한다.

[0043] 그리고 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크 시스템에서는 센서간의 성능 차이(센싱 영역(SA) 및 센서 통신 반경(d_c))는 없으며, 계층셀 구조를 고려하지 않는 것으로 가정하여 설명한다.

[0044] 도2 는 도1 의 카메라 센서의 센싱 영역을 계산하는 방법을 설명하는 도면이다.

[0045] 카메라 센서(CS1, CS2)는 기본적으로 카메라를 이용하여 구현되므로, 카메라 센서(CS1, CS2) 또한 카메라 특성인 상하 좌우 시야각 등을 고려하여 센싱 영역(Sensing Area, SA)이 결정되어야 한다. 상기한 바와 같이 카메라 센서(CS1, CS2)의 센싱 영역을 디스크 형태로 고려하는 경우에 상하 좌우 시야각에 의해 이벤트를 제대로 감지 할 수 없는 영역이 존재한다. 특히 본 발명의 무선 센서 네트워크 시스템은 도로를 감시하기 위한 용도이므로, 카메라 센서(CS1, CS2)에 의해 이벤트 감지 성능을 보장할 수 있는 영역을 도출할 필요가 있다. 또한 도로를 감시하기 위한 용도이므로, 카메라 센서(CS1, CS2)에 의해 감시되는 센싱 영역(SA)을 2차원의 센싱 영역으로 고려한다.

[0046] 카메라 센서(CS1, CS2)에 의해 감시되는 센싱 영역(SA)을 계산하기 위해서는, 먼저 센서 파라미터를 고려하여야 한다. 센서 파라미터는 카메라 센서(CS1, CS2)의 성능에 의해 결정되는 센서 스펙 파라미터와 카메라 센서(CS1, CS2)의 설치 시에 결정되는 제어 파라미터로 구분될 수 있다. 도2 에서 카메라 센서(CS1, CS2)의 성능에 의해 결정되는 센서 스펙 파라미터로는 카메라 센서의 상하 시야각(θ) 및 좌우 시야각(ϕ)이 있다. 그리고 카메라 센서(CS1, CS2)의 설치 시에 결정되는 제어 파라미터로는 센서의 높이(h)와 설치되는 센서의 위치각(ξ)이 있다.

[0047] 상기한 센서 스펙 파라미터와 제어 파라미터에 의해 계산되는 센싱 영역(SA)은 사다리꼴 형태로 표현되고, 사다리꼴 형태의 센싱 영역(SA)의 윗변 길이($2x$), 밑변 길이($2z$) 및 높이(y) 또한 센서 스펙 파라미터와 제어 파라미터에 의해 계산될 수 있다.

[0048] 도3 은 도2 의 카메라 센서의 센싱 영역을 나타내는 도면으로, 도2 에서 설명한 센서 스펙 파라미터와 제어 파라미터에 의해 계산되는 사다리꼴 형태의 센싱 영역(SA)의 윗변 길이($2x$), 밑변 길이($2z$) 및 높이(y)에 대한 구체적인 계산 수식을 도시하였다.

[0049] 도3 에 도시된 바와 같이, 센싱 영역(SA)의 윗변 길이($2x$)의 1/2이 수학식 4와 같이 도출된다.

수학식 4

$$x = h \sec(\xi) \tan\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

[0050]

[0051] 즉, 윗변 길이($2x$)는 카메라 센서(CS1, CS2)의 좌우 시야각(ϕ) 및 카메라 센서(CS1, CS2)의 설치 위치각(ξ)에 의해 결정된다.

[0052] 그리고 밑변 길이($2z$)의 1/2이 수학식 5와 같이 도출된다.

수학식 5

$$z = h \sec(\xi + \theta) \tan\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

[0053]

[0054] 즉, 밑변 길이(2x)는 카메라 센서(CS1, CS2)의 상하 시야각(θ), 좌우 시야각(ϕ) 및 카메라 센서(CS1, CS2)의 설치 위치각(ξ)에 의해 결정된다.

[0055] 마지막으로 높이(y)는 수학식 6과 같이 계산된다.

수학식 6

$$y = h \tan(\xi + \theta) - h \tan(\xi)$$

[0056]

[0057] 즉, 높이(y)는 카메라 센서(CS1, CS2)의 상하 시야각(θ) 및 카메라 센서(CS1, CS2)의 설치 위치각(ξ)에 의해 결정된다.

[0058] 도3 에서 비센싱 영역(NSA)은 카메라 센서(CS1, CS2)의 상하 시야각(θ) 및 카메라 센서(CS1, CS2)의 설치 위치각(ξ)으로 인해 실제로 이벤트를 감지할 수 없는 유효하지 않은 센싱 영역으로 기존의 카메라 센서의 센싱 영역을 디스크 형태로 고려하는 경우에는 센싱 영역에 포함되는 영역이지만, 본 발명에서는 비센싱 영역(NSA)으로 구분된다. 비센싱 영역(NSA)은 카메라 센서가 배치되는 위치를 계산하기 위해 필요한 영역으로, 또한 도3 에 도시된 바와 같이 크기를 계산할 수 있으며, 본 발명에서는 별도로 설명하지 않는다.

[0059] 도3 에 도시된 센싱 영역(SA)은 결과적으로 하나의 카메라 센서(CS1, CS2)가 이벤트를 100% 감지할 수 있는 유효 센싱 영역을 나타낸다. 기존의 방식에 따라 센싱 영역을 디스크 형태로 고려하는 경우에는 디스크 형태의 센싱 영역 내에서 이벤트가 발생하더라도 카메라가 제대로 감지할 수 없는 경우가 발생하여 이벤트 감지 성능을 보장할 수 없었으나, 도3 에 도시된 바와 같이 계산된 사다리꼴 형태의 센싱 영역(SA)은 이벤트 감지 성능을 100% 보장할 수 있게 된다.

[0060] 도4 는 도로별 사고 감지율을 설명하기 위한 도면이다.

[0061] 도4 에서는 각각 무선 센서 네트워크의 복수개의 카메라 센서(CS)에 의해 감지되는 두 개의 도로(R1, R2)를 도시하고 있으며, 각각의 도로에 대한 사고 발생률은 이전 수집된 자료의 통계에 의해 알고 있는 것으로 가정한다. 예를 들어, 제1 도로(R1)의 사고 발생률(a_1)은 0.3이고, 제2 도로(R2)의 사고 발생률(a_2)은 0.7인 것으로 가정한다.

[0062] 그리고 무선 센서 네트워크의 복수개의 카메라 센서(CS) 중 제1 도로(R1)를 감시하는 카메라 센서(CS)들에 의한 센싱 영역 비율(X_1)은 제1 도로(R1) 전체 면적 대비 80%로서 0.8이고, 복수개의 카메라 센서(CS) 중 제2 도로(R2)를 감시하는 카메라 센서(CS)들에 의한 센싱 영역 비율(X_2) 또한 0.8 인것으로 가정한다.

[0063] 이 경우에 제1 도로(R1)에 대한 이벤트 감지율(p_1)은 수학식 2에 의해 $0.3 * 0.8 = 0.24$ 로 계산되고, 제2 도로(R2)에 대한 이벤트 감지율(p_2)은 $0.7 * 0.8 = 0.56$ 으로 계산된다. 그리고 제1 및 제2 도로(R1, R2)의 평균

이벤트 감지율(P_i)은 제1 도로($R1$)에 대한 이벤트 감지율(p_1)과 제2 도로($R2$)에 대한 이벤트 감지율(p_2)의 합이므로, $0.24 + 0.56 = 0.8$ 로서 계산될 수 있다.

- [0064] 도5 내지 도7 은 도로 감시율에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법의 일 예를 나타내는 도면으로, 연속 배치 방법을 나타낸다.
- [0065] 상기한 바와 같이, 이벤트 감지율(p_i)에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법은 카메라 센서의 센싱 영역(SA)과 더불어 도로의 폭(W_i) 및 길이(L_i)에 연관된다. 특히 센싱 영역(SA)의 높이(y)와 도로의 폭(W_i)의 사이의 상관관계에 따라 크게 3가지로 구분될 수 있다.
- [0066] 도로에서 발생하는 이벤트(즉 사고)를 사용자가 요구하는 이벤트 감지율로 감지할 수 있도록 하기 위해서는 무선 센서 네트워크 상의 복수개의 카메라 센서들에 의해 감시되는 센싱 영역이 도로상의 모든 영역에 대비하여 이벤트 감지율 이상이 되어야 한다. 그와 더불어, 최소의 센서 개수를 만족하기 위해서는 복수개의 카메라 센서들 각각의 센싱 영역이 최대한 서로 중첩되지 않도록 복수개의 카메라 센서들이 배치되어야 한다. 이러한 조건을 충족시키기 위한 센싱 영역(SA)과 도로의 형태 사이의 관계의 일예가 도5 내지 도7 에 도시된다.
- [0067] 도5 내지 도7 에서는 연속 배치 방법으로서 감시되는 도로의 전체 영역에서 일부 영역에 복수개의 카메라 센서 각각에 의한 센싱 영역(SA)이 연속적으로 배치되는 형태이다.
- [0068] 도5 는 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(W_i) 보다 길 경우($y > W_i$)를 나타내고, 도6 은 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(W_i)과 같은 경우($y = W_i$)를 나타내며, 도7 은 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(W_i) 보다 짧은 경우($y < W_i$)를 나타낸다.
- [0069] 먼저 도5 에 도시된, 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(W_i) 보다 길 경우($y > W_i$)를 고려한다. 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(W_i) 보다 길 경우에, 최소의 센서 개수로 이벤트 감지율(p_i)을 달성할 수 있도록 센싱 영역 비율(X_i)로 도로를 감시하기 위해서는 도5 에 도시된 바와 같이, 사다리꼴 센싱 영역(SA)의 밑변이 도로에서 카메라 센서가 설치되는 위치의 타측과 일치되도록 카메라 센서가 배치되어야 한다. 이렇게 카메라 센서의 센싱 영역(SA)의 밑변이 도로의 타측과 일치하는 경우에, 하나의 카메라 센서가 감시할 수 있는 도로상의 영역이 가장 넓게 설정된다. 그리고 도로의 타측에 배치되는 카메라 센서들은 센싱 영역(SA)의 일측과 일치되도록 카메라 센서가 배치되어야 하며, 도로의 일측에 배치되는 카메라 센서와 도로의 타측에 배치되는 카메라 센서는 서로 교대로 지그재그 형태로 배치된다. 또한 지그재그로 배치되는 카메라 센서들의 센싱 영역(SA)은 서로 중첩되지 않고, 도로 상에서 감시되지 않는 영역이 존재하지 않도록 배치된다. 즉 도로의 일측에 배치되는 카메라 센서의 센싱 영역(SA)에 의해 형성되는 사다리꼴의 측면과 도로의 타측에 카메라 센서의 센싱 영역(SA)에 의해 형성되는 사다리꼴의 측면이 서로 맞닿도록 도로의 양측에 카메라 센서가 배치된다.
- [0070] 이렇게 도4 에 도시된 바와 같이, 복수개의 카메라 센서가 배치될 때, 복수개의 카메라 센서들 중 서로 인접한 카메라 센서들 사이의 거리(α_{li})는 수학적 식 7와 같이 계산된다.

수학적 식 7

$$\alpha_{li} = 2z + \frac{2(z y + x W_i - z W_i)}{y}$$

- [0071]
- [0072] 여기서 인접한 카메라 센서들 사이의 거리(α_{li})는 도로에서 동일측면에 배치된 카메라 센서들 사이의 거리이다. 이는 사다리꼴 형태의 센싱 영역(SA)에 의해 도로에서 동일측면에 배치되는 카메라 센서까지의 거리가 도로의 반대측에 배치되는 카메라 센서까지의 거리보다 가깝기 때문이다.
- [0073] 그리고 도6 에 도시된 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(W_i)과 같은 경우($y = W_i$)를 고려하면, 센싱 영역

(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(Wi)과 같으므로, 센싱 영역(SA)의 윗변과 밑변이 각각 도로의 일측과 타측에 일치하게 배치될 수 있으며, 이 경우에 최소의 센서 개수로 도로 상에서 이벤트 감지율(p_i)을 달성할 수 있는 영역을 감시할 수 있다. 그리고 도5 와 마찬가지로 센싱 영역(SA)이 서로 중첩되지 않고, 도로 상에서 감시되지 않는 영역이 존재하지 않도록, 도로의 일측에 배치되는 카메라 센서와 도로의 타측에 배치되는 카메라 센서는 서로 교대로 지그재그 형태로 배치된다. 도6 에서도 도5 에서와 마찬가지로 도로의 일측에 배치되는 카메라 센서의 센싱 영역(SA)에 의해 형성되는 사다리꼴의 측면과 도로의 타측에 카메라 센서의 센싱 영역(SA)에 의해 형성되는 사다리꼴의 측면이 서로 매치되도록 도로의 양측에 카메라 센서가 배치된다.

[0074] 이렇게 도6 에 도시된 바와 같이, 복수개의 카메라 센서가 배치될 때, 복수개의 카메라 센서들 중 서로 인접한 카메라 센서들 사이의 거리(α_{2i})는 결국 센싱 영역(SA)의 윗변(2x)과 밑변(2z)의 길이의 합으로 표현되므로 수학적식 8과 같이 계산된다.

수학적식 8

$$\alpha_{2i} = 2z + 2x$$

[0075]

[0076] 수학적식8 에서도 인접한 카메라 센서들 사이의 거리(α_{2i})는 도로에서 동일측면에 배치된 카메라 센서들 사이의 거리이다.

[0077] 마지막으로 도7 에 도시된 바와 같이, 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(Wi) 보다 짧을 경우($y < Wi$)를 고려한다. 도7 에서는 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(Wi) 보다 짧기 때문에 하나의 카메라 센서로 도로의 반대측까지 유효하게 감시할 수가 없다. 따라서 도7 에서는 도로 양측의 카메라 센서들이 지그재그로 배치되지 않고, 서로 나란하게 마주보고 배치된다. 또한 서로 마주보는 카메라 센서들은 센싱 영역(SA)의 밑변이 도로의 가운데에서 서로 매치되도록 배치된다.

[0078] 또한 도5 및 도6 에서는 복수개의 카메라 센서의 센싱 영역(SA)이 서로 중첩되지 않도록 카메라 센서를 배치하였으나, 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(Wi) 보다 짧을 경우($y < Wi$)에 복수개의 카메라 센서의 센싱 영역(SA)이 서로 중첩되지 않도록 배치하면, 도로상에 감시되지 않는 영역이 존재하게 된다. 이에 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(Wi) 보다 짧을 경우($y < Wi$)에는 동일측면에 배치된 카메라 센서들의 사다리꼴 센싱 영역(SA)들의 측면이 도로의 동일측면에서 서로 교차하도록 배치되어야 한다.

[0079] 이렇게 도7 에 도시된 바와 같이, 복수개의 카메라 센서가 배치될 때, 복수개의 카메라 센서들 중 서로 인접한 카메라 센서들 사이의 거리(α_{3i})는 수학적식9 와같이 계산된다.

수학적식 9

$$\alpha_{3i} = \frac{2zy + xWi - zWi}{y}$$

[0080]

[0081] 수학적식9 에서도 인접한 카메라 센서들 사이의 거리(α_{3i})는 도로에서 동일측면에 배치된 카메라 센서들 사이의 거리이다.

[0082] 그리고 도7 과 달리 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(Wi) 보다 짧을 경우($y < Wi$)에도 서로 마주보는 카메

라 센서들을 지그재그로 배치할 수 있다.

[0083] 도5 내지 도7 에 도시된 조건 이외에 도로폭(Wi)이 두 개의 카메라 센서에 의해 형성되는 센싱 영역의 높이(y)의 합(2y)보다 큰 경우를 고려할 수도 있으나, 현실적으로 두 개의 카메라 센서에 의해 형성되는 센싱 영역의 높이(y)의 합(2y)보다 큰 폭을 갖는 도로는 거의 없다고 할 수 있으므로 본 발명에서는 배제한다.

[0084] 결과적으로 도5 내지 도7 에서는 도로의 형태와 카메라 센서의 센싱 영역(SA)을 고려하여 최소의 카메라 센서의 개수로 이벤트 감지율(p_i)을 달성할 수 있는 카메라 센서 배치 방법을 도시하였다.

[0085] 연속 배치 방법에서 센싱 영역 비율(X_i)이 1이 되면, 복수개의 카메라 센서에 의한 센싱 영역이 도로 전체를 감지할 수 있으며, 도로의 모든 영역을 감지할 수 있게 된다.

[0086] 그리고 상기에서는 최대한 센싱 영역(SA)의 중첩 회피하면서 도로상의 모든 영역을 감시할 수 있도록, 카메라 센서를 배치하는 것으로 설명하였으나 현실에서 인접한 사다리꼴 센싱 영역(SA)의 측면이 정확히 일치되도록 카메라 센서를 설치하는 것은 매우 어렵다. 따라서 도5 및 도6 에서 서로 인접한 사다리꼴 센싱 영역(SA)이 측면측의 일부 영역(예를 들면, 1m)이 중첩되도록 카메라 센서들을 배치하여 도로상의 모든 영역을 감시할 수 있도록 할 수 있다. 마찬가지로, 도7 에서 도로의 중앙에서 센싱 영역(SA)의 밑변이 서로 일치하도록 도로의 양측에 카메라 센서를 나란하게 배치하기도 어려우므로 서로 마주보는 사다리꼴 센싱 영역(SA)이 밑변측 영역(예를 들면, 1m)이 중첩되도록 카메라 센서들을 배치 할 수 있다.

[0087] 그러나 도로의 형태에 대해 센싱 영역(SA)만을 고려하여 카메라 센서를 배치하는 경우에, 카메라 센서(CS2)들 사이의 거리가 센서 통신 반경(d_c)보다 멀게 될 수가 있다. 이 경우 인접한 카메라 센서를 통해 싱크 노드(미도시)까지 정보를 전달하는 이벤트 전달 성능이 문제가 된다. 따라서 최소의 카메라 센서의 개수로 도로상의 모든 영역을 감시할 수 있는 카메라 센서 배치 방법과 더불어 센서 통신 반경(d_c)을 고려하여야 한다.

[0088] 결과적으로 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법은 수학적식 10 과 같이 표현된다.

수학적식 10

$$D_c = \min(a_i, d_c)$$

[0089]

[0090] 수학적식10 에 표현된 바와 같이, 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법은 복수개의 카메라 센서 중 인접한 카메라 센서들 사이의 거리(D_c)를 카메라 센서의 개수를 최소화 할 수 있는 카메라 센서들 사이의 거리(a_{1i}, a_{2i}, a_{3i})와 센서 통신 반경(d_c) 중 작은 값으로 선택한다.

[0091] 도8 내지 도10 은 도로 감시율에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법의 다른 예를 나타내는 도면으로, 균일 배치 방법을 나타낸다.

[0092] 도5 내지 도7 에 도시된 연속 배치 방법에서는 비록 요구되는 이벤트 감지율(p_i)을 달성할 수 있도록 하면서 카메라 센서의 개수를 줄이도록 하였으나, 무선 감시 네트워크가 감시하고자 하는 도로의 영역이 일부 영역에 집중되어 있었다. 특히 도7 에서는 서로 인접한 카메라 센서에 의한 센싱 영역이 중첩되므로, 카메라 센서의 개수가 최소가 아닐 수 있다.

[0093] 이에 도8 내지 도10 에서는 요구되는 이벤트 감지율(p_i)을 달성할 수 있도록 복수개의 카메라 센서에 의한 센싱 영역 비율(X_i)을 유지하면서, 도로 전체의 길이(Li)에 따라 카메라 센서를 균일한 간격하게 배치한다.

[0094] 도5 내지 도7 과 마찬가지로, 도8 은 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(Wi) 보다 길 경우($y > Wi$)를 나타내고, 도9 는 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(Wi)과 같은 경우($y = Wi$)를 나타내며, 도10 은 센싱 영역(SA)의 높이(y)가 도로의 폭(Wi) 보다 짧을 경우($y < Wi$)를 나타낸다.

[0095] 도5 및 도7 과 같이, 도8 및 도9 에서 복수개의 카메라 센서 각각의 사다리꼴 형태의 센싱 영역(SA)은 최소의 센서 개수로 이벤트 감지율(p_i)을 달성할 수 있도록 사다리꼴의 밑변이 도로에서 카메라 센서가 설치되는 위치의 타측과 일치된다.

[0096] 그리고 이 경우, 도8 및 도9 의 무선 센서 네트워크에서 복수개의 카메라 센서들 중 서로 인접한 카메라 센서들 사이의 거리(β_{1i})는 각각 수학적 식 11 및 수학적 식 12와 같이 계산된다.

수학적 식 11

$$\beta_{1i} = \alpha_{1i} + \frac{2(Li - S_i(2zy + xWi - zWi))}{S_i - 1}$$

[0097]

수학적 식 12

$$\beta_{2i} = \alpha_{2i} + \frac{2(Li - S_i(x + z))}{S_i - 1}$$

[0098]

[0099] 로 계산된다.

[0100] 그리고 도10 에서도 도7 에서와 마찬가지로, 서로 마주보는 카메라 센서들은 센싱 영역(SA)의 밑변이 도로의 가운데에서 서로 매치되도록 배치된다. 다만 도7 과 달리 센싱 영역(SA)이 서로 중첩되지 않도록 배치된다.

[0101] 이 경우, 도10 의 무선 센서 네트워크에서 복수개의 카메라 센서들 중 서로 인접한 카메라 센서들 사이의 거리(β_{2i})는 수학적 식 13과 같이 계산된다.

수학적 식 13

$$\beta_{3i} = \alpha_{3i} + \frac{Li - \left(z + \left\lceil \frac{S_i}{2} \right\rceil \left(\frac{2zy + xW_i - zWi}{y} \right) \right)}{S_i - 1}$$

[0102]

[0103] 수학적 식 11 내지 13 에서 S_i 는 도로별 카메라 센서의 개수이다.

[0104] 본 발명은 도로 감시용 무선 센서 네트워크에서 사용자가 요구하는 이벤트 감지 성능을 보장할 수 있는 효율적 카메라 센서 배치 방법에 대한 발명이므로, 이이를 수학적으로 표현하면 수학적 식 14와 같이 표현된다.

수학식 14

$$\min \sum_i S_i$$

[0105]

[0106]

수학식 14는 결국 도로별 카메라 센서의 개수의 합의 최소값을 나타낸다. 그러나 상기한 바와 같이 본 발명에 서 무선 센서 네트워크는 사용자가 요구하는 이벤트 감지 성능을 보장할 수 있어야 하므로, 수학식 2를 참고하 여 도로별 이벤트 감지율(p_i)은 수학식 15와 같이 표현될 수 있다.

수학식 15

$$p_i = \frac{S_i}{S_{i(100\%)}} \times a_i \geq T_i$$

[0107]

[0108]

여기서 $S_{i(100)}$ 은 도로의 모든 영역이 감지될 때의 최소 센서 개수를 나타낸다. 연속 배치 방법에서 센싱 영역 비율(X_i)이 1이 되면, 복수개의 카메라 센서에 의한 센싱 영역이 도로 전체를 감지할 수 있으며, 도로의 모든 영역을 감지할 수 있게 된다. 즉, 이 때의 최소 센서의 개수가 $S_{i(100)}$ 이다. 그리고 수학식 15에서 T_i 는 해당 도로(R_i)에서 사용자에게 의해 요구되는 이벤트 감지율을 나타낸다.

수학식 16

$$P = \sum_i \left(\frac{S_i}{S_{i(100\%)}} \times a_i \right) \geq T_{total}$$

[0109]

[0110]

수학식 16은 수학식 15를 이용하여 수학식 3의 평균 이벤트 감지율(P)을 다르게 표현한 것이며, 여기서 T_{total} 감 시하고자하는 모든 도로에서 사용자에게 의해 요구되는 평균 이벤트 감지율을 나타낸다.

[0111]

상기에서는 도로의 형태와 카메라 센서의 센싱 영역(SA)에 의해 요구되는 이벤트 감지율을 획득할 수 있는 카메 라 센서의 개수 및 위치를 설정하였다. 그러나 획득된 카메라 센서들 사이의 거리($\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \alpha_{3i}, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}$)가 센서 통신 반경(d_c)보다 큰지 여부를 판별할 필요가 있다.

[0112]

획득된 카메라 센서들 사이의 거리($\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \alpha_{3i}, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}$)가 센서 통신 반경(d_c)보다 작거나 같으면, 카메라 센서들은 획득된 카메라 센서들 사이의 거리($\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \alpha_{3i}, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}$)에서 서로 통신을 수행할 수 있으므로, 매칭된 센싱 영역(SA)에 의해 획득된 카메라 센서들 사이의 거리($\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \alpha_{3i}, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}$)를 최종 카메라 센서들 사이의 거리(D_c)로 결정하여 카메라 센서들의 위치를 지정한다.

[0113]

그러나 획득된 카메라 센서들 사이의 거리($\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \alpha_{3i}, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}$)가 센서 통신 반경(d_c)보다 크면, 카메라 센서들은 획득된 카메라 센서들 사이의 거리($\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \alpha_{3i}, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}$)에서 서로 통신을 수행할

수 없으므로, 최종 카메라 센서들 사이의 거리(D_c)는 센서 통신 반경(d_c)으로 결정되어 카메라 센서들의 위치를 지정한다.

[0114] 상기한 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 센서 배치 방법을 이용하면, 감시하고자 하는 도로에서 발생하는 이벤트를 요구되는 이벤트 감지율 이상으로 감지할 수 있고, 이벤트 감지 성능과 이벤트 전달 성능을 모두 만족 하면서, 요구되는 카메라 센서들의 개수를 최소화 할 수 있다. 즉 무선 센서 네트워크에서 효율적으로 센서를 배치할 수 있다.

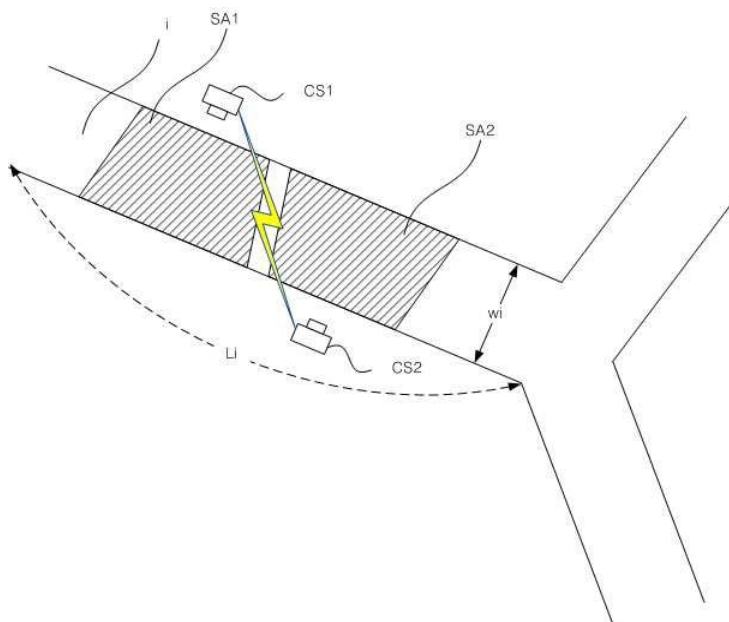
[0115] 본 발명에 따른 장치는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[0116] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

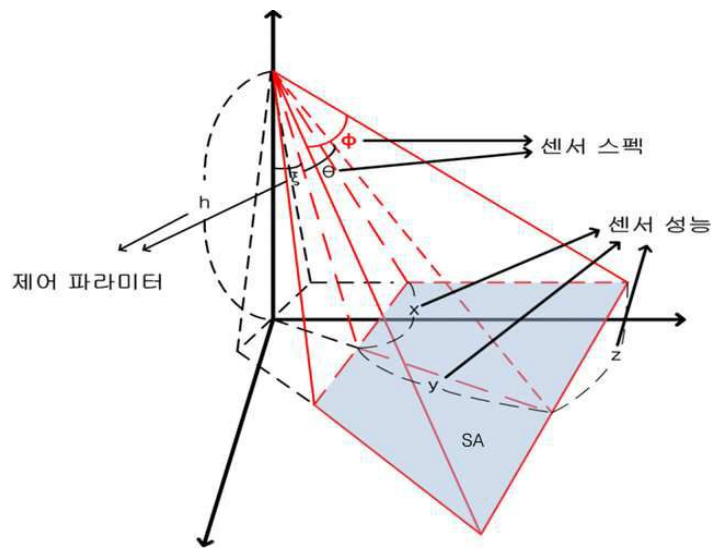
[0117] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

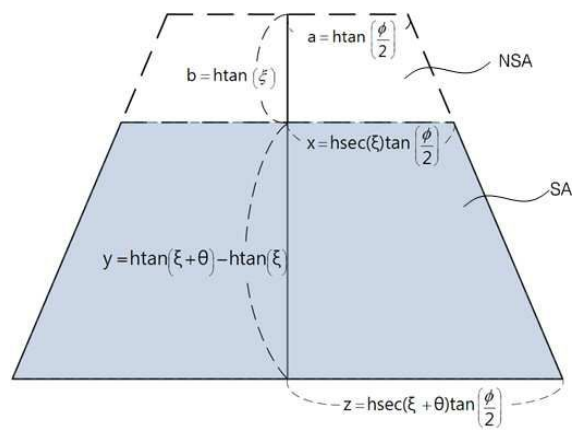
도면1



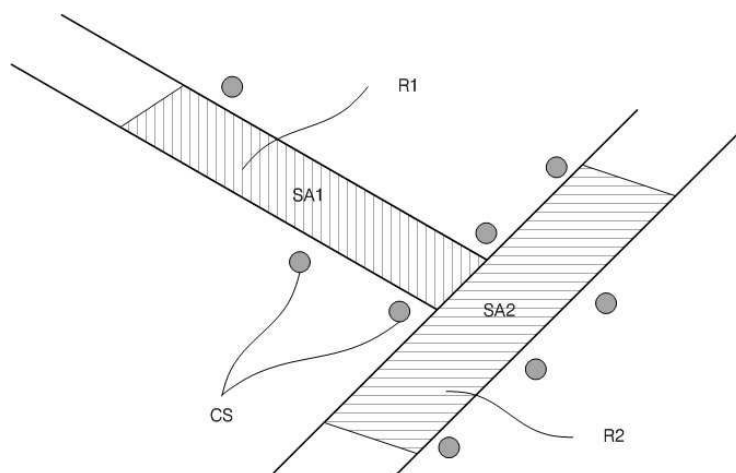
도면2



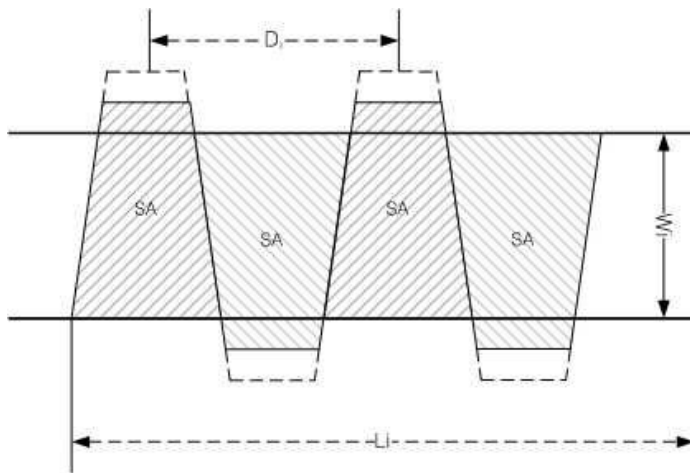
도면3



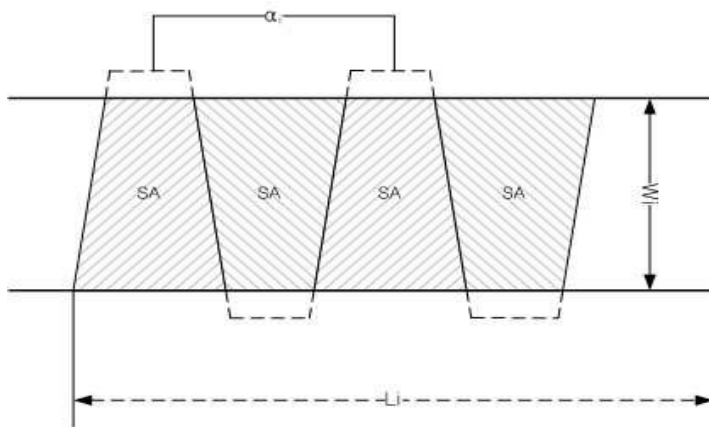
도면4



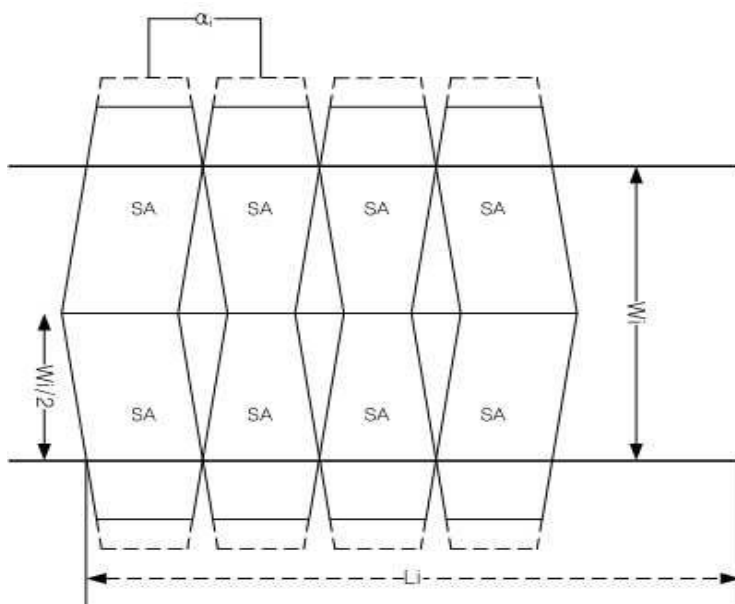
도면5



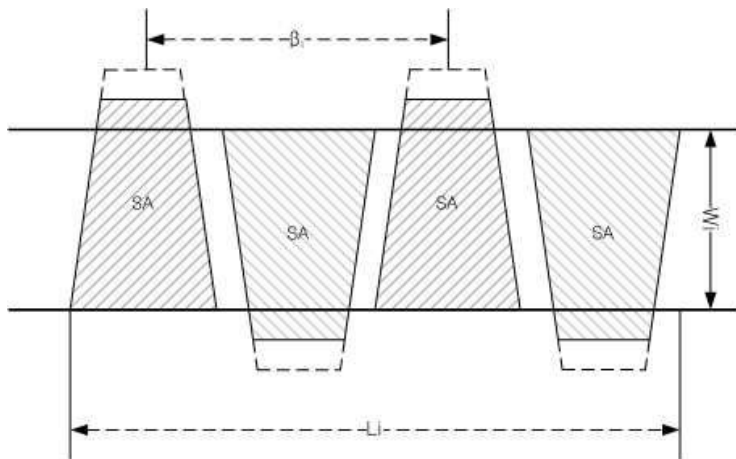
도면6



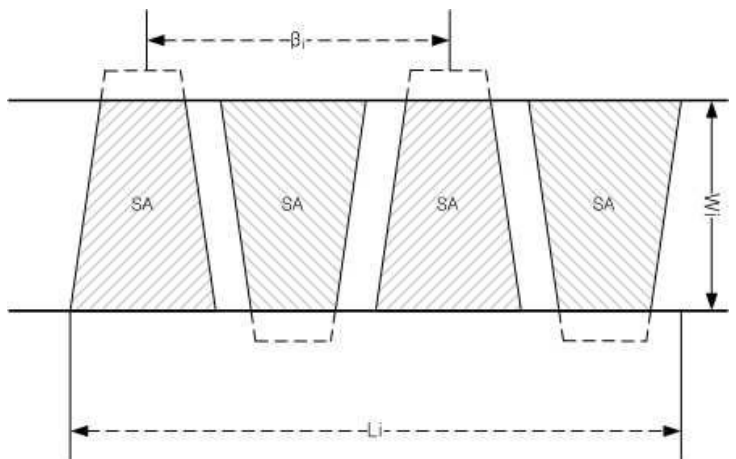
도면7



도면8



도면9



도면10

