



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월28일
(11) 등록번호 10-1720781
(24) 등록일자 2017년03월22일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 7/18 (2006.01) G06K 9/00 (2006.01)
G08B 13/196 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H04N 7/188 (2013.01)
G06K 9/00335 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-0182934
(22) 출원일자 2015년12월21일
심사청구일자 2015년12월21일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
KR1020090121309 A
KR1020130056170 A
KR1020150112713 A</p> | <p>(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)</p> <p>(72) 발명자
이성환
서울특별시 강남구 언주로30길 13, B동 2506호 (도곡동, 대림아크로빌)
이동규
서울특별시 구로구 개봉로20길 6, 126동 1001호 (개봉동, 현대아파트1단지)</p> <p>(74) 대리인
특허법인엠에이피에스</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 9 항

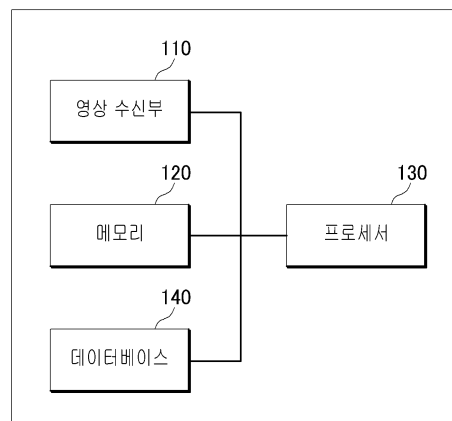
심사관 : 박재학

(54) 발명의 명칭 객체에 대한 이상 행동 예측 장치 및 이를 이용한 이상 행동 예측 방법

(57) 요약

본 발명은 객체에 대한 이상 행동 예측 장치 및 이를 이용한 이상 행동 예측 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 객체에 대한 이상 행동 예측 장치는 영상 수신부, 정상 행동 모델을 저장하는 데이터베이스, 객체에 대한 이상 행동 예측 프로그램이 저장된 메모리 및 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함한다. 이때, 프로세서는 프로그램의 실행에 따라, 영상 수신부를 통하여 입력된 영상 데이터로부터 대상 객체를 인식하고, 인식된 대상 객체 및 기생성된 정상 행동 모델에 기초하여 영상 데이터로부터 대상 객체의 이상 행동을 예측하되, 정상 행동 모델은 행동 모델을 생성하기 위하여 수집된 복수의 영상 데이터로부터 추출된 객체의 단위 행동 및 이동 궤적에 기초하여 생성된 후, 데이터베이스에 저장된 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06K 9/00624 (2013.01)

G08B 13/19606 (2013.01)

H04N 5/23219 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415140028

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 로봇산업융합핵심기술개발

연구과제명 인식센서융합 기반 실환경하에서 임의의 사용자 30명에 대해 인식률 99%에 근접하는 사용자의 신원과 행위 및 위치 정보 인식 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 한국과학기술연구원

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711026656

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발

연구과제명 (딥뷰-4세부) 예지형 시각 지능 원천 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 포항공과대학교 산학협력단

연구기간 2015.03.01 ~ 2016.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

객체에 대한 이상 행동 예측 장치에 있어서,

영상 수신부,

정상 행동 모델을 저장하는 데이터베이스,

상기 객체에 대한 이상 행동 예측 프로그램이 저장된 메모리 및

상기 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 프로그램의 실행에 따라, 상기 영상 수신부를 통하여 입력된 영상 데이터로부터 대상 객체를 인식하고,

상기 영상 데이터를 복수의 영역으로 분할하며, 상기 분할된 영역에서 유의미한 행동을 나타내는 단위 행동을 추출하고,

기생성된 정상 행동 모델을 이용하여, 각 단위 행동 간의 친이 확률 및 발생 확률을 기초로 이상 행동이 발생할 확률을 수치화하며,

상기 수치화된 이상 행동 발생 확률이 일정 수준 이상이면, 상기 대상 객체의 이상 행동이 발생할 것으로 예측 하되,

상기 정상 행동 모델은 상기 행동 모델을 생성하기 위하여 수집된 복수의 영상 데이터로부터 추출된 객체의 단위 행동 및 이동 궤적에 기초하여 생성된 후, 상기 데이터베이스에 저장된 것인, 객체에 대한 행동 예측 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 영상 데이터의 픽셀값의 강도 및 변화율을 기초로, 전경 영상 및 객체 영상을 추출하고, 상기 영상 데이터 내에서 상기 대상 객체를 나타내는 픽셀을 포함하는 관심 영역을 설정하는 것인, 객체에 대한 행동 예측 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 수집된 복수의 영상 데이터 중 어느 하나의 영상 데이터에 대하여, 하나 이상의 객체를 인식하여 정상 행동 모델을 생성하는 것인,

객체에 대한 행동 예측 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 프로세서는

미리 정해진 시간 단위로 상기 객체의 행동을 인식하여, 상기 인식된 행동을 하나의 의미를 가지는 단위 행동으로 분류하고, 상기 객체의 이동 궤적을 군집화하여, 상기 영상 데이터를 복수의 영역으로 분할하며, 상기 분할된 영역 간의 친이 확률 및 상기 분할된 각각의 영역에서 발생 가능한 상기 단위 행동의 종류 및 확률을 산출하여, 상기 정상 행동 모델을 생성하는 것인,

객체에 대한 행동 예측 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

이상 행동 예측 장치의 객체에 대한 이상 행동 예측 방법에 있어서,

영상 데이터로부터 대상 객체를 인식하는 단계;

상기 영상 데이터를 복수의 영역으로 분할하는 단계;

상기 분할된 영역에서 유의미한 행동을 나타내는 단위 행동을 추출하는 단계;

기생성된 정상 행동 모델을 이용하여, 각 단위 행동 간의 천이 확률 및 발생 확률을 기초로 이상 행동이 발생할 확률을 수치화하는 단계; 및

상기 수치화된 이상 행동 발생 확률이 일정 수준 이상이면, 상기 대상 객체의 이상 행동이 발생할 것으로 예측하는 단계를 포함하되,

상기 정상 행동 모델은 행동 모델을 생성하기 위하여 수집된 복수의 영상 데이터로부터 추출된 객체의 단위 행동 및 이동 궤적에 기초하여 생성된 후, 데이터베이스에 저장된 것인, 객체에 대한 이상 행동 예측 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 대상 객체를 인식하는 단계는

상기 영상 데이터의 픽셀값의 강도 및 변화율을 기초로 전경 영상 및 객체 영상을 추출하고, 상기 영상 데이터 내에서 상기 대상 객체를 나타내는 픽셀을 포함하는 관심 영역을 설정하는 것인, 객체에 대한 이상 행동 예측 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 대상 객체를 인식하는 단계 이전에,

상기 수집된 복수의 영상 데이터 중 어느 하나의 영상 데이터에 대하여, 하나 이상의 객체를 인식하여, 정상 행동 모델을 생성하는 단계를 더 포함하는,

객체에 대한 이상 행동 예측 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 정상 행동 모델을 생성하는 단계는

미리 정해진 시간 단위로 상기 객체의 행동을 인식하는 단계;

상기 인식된 행동을 하나의 의미를 가지는 단위 행동으로 분류하는 단계;

상기 객체의 이동 궤적을 군집화 하여, 상기 영상 데이터를 복수의 영역으로 분할하고, 상기 분할된 영역 간의 천이 확률을 산출하는 단계; 및

상기 분할된 각각의 영역에서 발생 가능한 상기 단위 행동의 종류 및 확률을 산출하는 단계를 포함하는, 객체에 대한 이상 행동 예측 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 6 항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 컴퓨터 상에서 수행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 객체에 대한 이상 행동 예측 장치 및 이를 이용한 이상 행동 예측 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 CCTV 등을 이용한 감시 시스템의 중요성이 커지고 있다. 그러나 대다수의 CCTV 감시 시스템은 단순 모니터링 위주의 노동 집약적 환경을 벗어나지 못하고 있다. 이에 최근에는 보다 지능적이고 자율적인 상황인지가 가능한 지능형 감시 시스템의 개발이 요구되고 있다.

[0003] 지능형 감시 시스템의 대표적인 방법은 행동 분석에 기반을 둔 이상 행동 탐지 방법이다. 종래의 이상 행동 탐지 방법은 기수집된 정상 행동 및 이상 행동에 기초하여 학습되거나 미리 지정된 임계값을 기준으로 이상 행동을 판단한다. 예를 들어, 이상 행동 탐지 방법은 싸움, 넘어짐과 같은 이상 행동에 대한 임계값을 정하고, 정해진 임계값에 기초하여 이상 행동을 실시간으로 탐지할 수 있다.

[0004] 하지만 이러한 임계값에 기초한 종래의 이상 행동 탐지 방법은 실시간으로 수집된 데이터로부터 저수준(low-level)에서 추출된 색상 변화 및 밝기 변화 등의 특징(feature)을 이용하기 때문에, 장면 상에 존재하는 단편적인 정보만으로 행동을 판단한다는 단점이 있다.

[0005] 그러므로 이상 행동 탐지 방법은 고수준(high-level)의 특징인 문맥(context) 정보를 이용할 수 있다. 예를 들어, 문맥 정보를 이용한 이상 행동 탐지 방법에는 궤적 정보 기반의 행동 분석 방법이 있다. 궤적 정보 기반의 행동 분석 방법은 주로 교통 상황에서의 이상 행동을 인식하기 위하여 사용된다. 이러한 방법들은 주로 잠재 디리클레 할당(latent Dirichlet allocation; LDA)와 같은 토픽(topic) 모델 등을 사용한다. 그러나 궤적 정보 분석 방법은 실시간으로 이상 행동을 감지하기 어렵고, 사람의 행동의 특성을 제대로 반영하지 못하는 문제점이 있다.

[0006] 이와 관련되어, 한국 공개특허공보 제10-2013-0056170호(발명의 명칭: "모션 시퀀스를 이용한 실시간 이상 행동 검출 방법 및 그 장치")는 사람의 행동을 구성하는 모션 시퀀스를 분석하여, 실시간으로 이상 행동을 검출하기 위한 실시간 이상 행동 검출 방법 방법 및 그 장치를 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 객체의 정상 행동을 분석하여 생성된 행동 모델에 기초하여, 객체의 이상 행동을 예측하는 객체에 대한 이상 행동 예측 장치 및 이를 이용한 이상 행동 예측 방법을 제공한다.

[0008] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 객체에 대한 이상 행동 예측 장치는 영상 수신부, 정상 행동 모델을 저장하는 데이터베이스, 객체에 대한 이상 행동 예측 프로그램이 저장된 메모리 및 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함한다. 이때, 프로세서는 프로그램의 실행에 따라, 영상 수신부를 통하여 입력된 영상 데이터로부터 대상 객체를 인식하고, 인식된 대상 객체 및 기생성된 정상 행동 모델에 기초하여 영상 데이터로부터 대상 객체의 이상 행동을 예측하되, 정상 행동 모델은 행동 모델을 생성하기 위하여 수집된 복수의 영상 데이터로부터 추출된 객체의 단위 행동 및 이동 궤적에 기초하여 생성된 후, 데이터베이스에 저장된 것이다.

[0010] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 이상 행동 예측 장치의 객체에 대한 이상 행동 예측 방법은 영상 데이터로부터 대상 객체를 인식하는 단계; 및 인식하는 단계를 통하여, 인식된 대상 객체 및 기생성된 정상 행동 모델에 기초하여, 영상 데이터로부터 대상 객체의 이상 행동을 예측하는 단계를 포함한다. 이때, 정상 행동 모델은 행동 모델을 생성하기 위하여 수집된 복수의 영상 데이터로부터 추출된 객체의 단위 행동 및 이동 궤적에 기초하여 생성된 후, 데이터베이스에 저장된 것이다.

발명의 효과

[0011] 본 발명은 객체의 정상 행동에 기초하여, 행동 모델을 생성하므로 이상 행동을 별도로 정의하지 않아도 다양한 이상 행동을 예측할 수 있다. 그리고 본 발명은 기생성된 행동 모델을 이용하므로, 효과적으로 실시간으로 이상 행동을 예측할 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 객체의 행동 및 궤적을 동시에 분석함으로써, 객체로부터 인식된 행동 자체가 정상인지 비정상인지 판단 가능하며, 객체의 이상 행동을 예측하는데 있어서, 정확성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 객체에 대한 이상 행동 예측 장치의 블록도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 객체의 이상 행동 예측 방법을 상세히 설명하기 위한 순서도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 행동 예측 장치의 정상 행동 모델을 생성하는 방법을 상세히 설명하기 위한 순서도이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 가우시안 혼합 모델 및 R-CNN 방법을 이용하여 검출된 객체 및 그 이동 궤적을 도시하고 있다.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 단위 행동을 추출하는 방법을 설명하기 위한 개념도이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상에서 대표 궤적을 추출하고 영상 데이터에서 장면을 분할하는 과정을 도시하는 도면이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 정상 행동 모델을 형성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 행동 발생을 예측하는 방법을 그래프로 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0015] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0016] 다음은 도 1 내지 도 8에 기초하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 객체에 대한 행동 예측 장치(100)를 설명한다.

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 객체에 대한 이상 행동 예측 장치(100)의 블록도이다.

[0018] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 행동 예측 장치(100)는 영상 수신부(110), 메모리(120), 데이터베이스(140) 및 프로세서(130)를 포함한다.

[0019] 영상 수신부(110)는 영상 데이터를 수신한다. 이때, 영상 수신부(110)는 이상 행동 예측 장치(100)와 연결된 카메라 또는 영상 센서를 통하여 실시간으로 생성된 영상 데이터를 수신하는 모듈일 수 있다. 또한, 영상 수신부(110)는 내장된 카메라 또는 영상 센서를 통하여, 실시간으로 영상 데이터를 수신하는 모듈일 수도 있다.

[0020] 메모리(120)는 객체의 이상 행동 예측 프로그램이 저장된다. 이때, 메모리(120)는 전원이 공급되지 않아도 저

장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치를 통칭하는 것이다.

- [0021] 데이터베이스(140)는 영상 데이터로부터 추출된 특징 벡터, 특징 벡터로부터 추출된 복수의 단위 행동의 종류, 각각의 단위 행동이 전체 영상에서 나타날 확률값 및 영상의 각 영역에서 발생 가능한 단위 행동의 종류 등을 저장할 수 있다. 또한, 데이터베이스(140)는 생성된 행동 모델을 저장한다.
- [0022] 프로세서(130)는 영상 수신부(110)를 통하여 영상 데이터가 입력되면, 입력된 영상 데이터로부터 대상 객체를 인식한다. 명세서 전체에서 객체는 사람(human)으로 가정한다. 그러나 객체는 움직이는 동물이나 자동차 및 자전거와 같은 움직이는 객체일 수 있으며, 이에 한정된 것은 아니다.
- [0023] 프로세서(130)는 인식된 대상 객체 및 기생성된 정상 행동 모델에 기초하여 영상 데이터로부터 대상 객체의 이상 행동을 예측한다. 이때, 기생성된 정상 행동 모델은 정상 행동 모델을 생성하기 위하여 수집된 복수의 영상 데이터로부터 추출된 복수의 객체에 대한 정상 행동에 기초하여 생성된 후 데이터베이스(140)에 저장된 것이다.
- [0024] 구체적으로, 프로세서(130)는 행동 모델을 생성하기 위하여 복수의 영상 데이터를 수집할 수 있다. 이때, 복수의 영상 데이터는 정상 행동 모델을 생성하기 위하여 복수의 객체에 대해 수집된 것일 수 있다.
- [0025] 예를 들어, 프로세서(130)는 수집된 전체 영상 데이터 또는 수집된 영상 데이터로부터 객체를 인식하고, 인식된 객체의 단위 행동 및 대상 객체의 이동 궤적을 추적하여 정상 행동 모델을 생성할 수 있다.
- [0026] 구체적으로, 프로세서(130)는 인식된 객체가 어떤 움직임을 보이는지의 행동을 검출할 수 있다. 일례로, 연속적으로 스트리밍되는 입력 영상에서, t1 영상 프레임부터 t2 영상 프레임까지가 어떤 동작을 나타내는지 행동의 종류를 인식하여 특정 단위 행동으로 분류할 수 있다.
- [0027] 프로세서(130)는 복수의 영상 데이터를 수집한 이후, 수집된 영상 데이터에 대하여 객체를 인식하고 객체의 이동 궤적을 추적하여, 대표 궤적을 추출하고, 임의의 장소에서 나타나는 단위 행동의 누적 빈도수를 분석할 수 있다.
- [0028] 또한, 프로세서(130)는 영상 데이터를 복수의 공간으로 분할 하여, 분할된 영역 간의 차이 확률을 산출할 수 있다.
- [0029] 따라서, 프로세서(130)는 입력되는 복수의 영상 데이터에서 검출된 객체의 단위 행동 및 이동 궤적 등을 임의의 시간 동안 누적 분석 하여 정상 행동 모델을 생성하고, 이상 행동의 발생 여부를 예측할 수 있다.
- [0030] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 행동 예측 장치(100)는 디스플레이부(미도시됨) 또는 별도의 이상 행동 알람부(미도시됨)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 디스플레이부는 영상 수신부(110)를 통하여 수집된 영상 데이터를 실시간으로 재생하고, 이상 행동이 발생할 것으로 예측 되었을 때, 디스플레이의 화면을 통하여 시각적으로 경고할 수 있다. 또한, 별도의 음향 출력 장치를 통하여, 알람음을 출력함으로써, 청각적으로 이상 행동이 발생할 것으로 경고하는 것이 가능하다.
- [0031] 이하, 도 2 및 도 3을 참조하여, 이상 행동 예측 방법을 자세히 설명하도록 한다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 객체의 이상 행동 예측 방법을 상세히 설명하기 위한 순서도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 행동 예측 장치의 정상 행동 모델을 생성하는 방법을 상세히 설명하기 위한 순서도이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 객체의 이상 행동 예측 방법은 정상 행동 모델을 생성하는 단계(S100); 및 정상 행동 모델에 기초하여 이상 행동을 예측하는 단계(S200)를 포함할 수 있다.
- [0034] 이때, 정상 행동 모델을 생성하는 단계(S100)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 객체를 검출하여 관심 영역을 설정하는 단계(S110); 관심 영역에서 특징 벡터를 추출하는 단계(S120); 특징 벡터를 이용하여 객체의 행동을 분석하는 단계(S130); 객체의 움직임 궤적 정보를 분석하는 단계(S140) 및 정상 행동 모델을 생성하는 단계(S150)를 포함한다.
- [0035] 프로세서(130)는 영상 수신부(110)를 통하여, 복수의 영상 데이터(200)를 수신하면, 복수의 영상 데이터(200)에 포함된 각 프레임에 대하여 전경 영상 및 객체를 검출할 수 있다(S110).
- [0036] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 가우시안 혼합 모델 및 R-CNN 방법을 이용하여 검출된 객체 및 그 이동 궤적을 도시하고 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)는 픽셀 값의 강도 및 변화율을 이용하여 움직이지 않는 배경 화면에 대한 가우시안 혼합 모델 학습을 통해 전경 영상을 추출 하고, R-CNN 검출 방법을 이용하여 그림자 영역 및 조도 변화를 제외한 객체 영역을 추출할 수 있다. 이후, 전경 영상과 객체 영역의 조건부 합을 통해 도 4에 도시된 바와 같이, 관심 영역을 설정할 수 있다. 이때, 프로세서(130)는 연속적으로 입력되는 영상 프레임에 대하여 이전 프레임에서 설정된 관심 영역에 대한 정보를 이용할 수 있다.

[0038] 이어서, 프로세서(130)는 영상 내의 객체의 픽셀을 포함하는 관심 영역에서 특징 벡터를 추출할 수 있다. 이때, 특징 벡터는 상술한 관심영역에서 특징점을 검출하고, 특징점의 픽셀 인텐시티(intensity)의 변화량을 검출하여 특징 벡터를 추출할 수 있다(S120).

[0039] 다음으로, 프로세서(130)는 특징 벡터를 이용하여 검출된 객체의 행동을 인식 및 추출할 수 있다. 이때, 검출된 행동은 하나의 의미를 가지는 단위 행동으로 분류될 수 있다.

[0040] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 단위 행동을 추출하는 방법을 설명하기 위한 개념도이다.

[0041] 도 5를 참조하면, 프로세서(130)는 실시간으로 입력되는 영상을 시간 축에 따라 균등하게 분할된 복수의 세그먼트(50)로 구분하고, 단계 (S110)에서 검출된 관심영역을 시간 변화에 따라 추적함으로써, 각각의 세그먼트에서 특징 벡터를 추출할 수 있다.

[0042] 이어서, 최적화 함수를 이용하여, 유의미한 행동을 나타내는 단위 행동을 추출 및 인식할 수 있다. 여기서, 하나의 단위 행동은 하나 이상의 연속적인 세그먼트로 표현될 수 있다.

[0043] 이때, 단위 행동을 추출하는 최적화 함수는 아래 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$F(S, Y) = \sum_{i=1}^m (\varphi(y_i | s_i) + \mu P(y_i | y_{i-1}, \dots, y_1))$$

[0045] 이후, 프로세서(130)는 특징 벡터가 임의의 영상에서 얼마나 자주 나타나는지의 여부를 시간에 따라 누적한 누적 빈도를 분석하여 데이터베이스(140)에 저장할 수 있다.

[0046] 다음으로, 객체의 움직임 궤적 정보를 분석하는 단계(S140)에서, 프로세서(130)는 전체 영상에서 객체가 움직이는 궤적을 누적하여 대표 궤적을 추출할 수 있다.

[0047] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상에서 대표 궤적을 추출하고 영상 데이터에서 장면을 분할하는 과정을 도시하는 도면이다.

[0048] 구체적으로, 프로세서(130)는 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 전체 영상에서 객체의 3차원 궤적 정보를 추출하여, 도 6의 (b)와 같이 군집화(clustering)한 후, 에너지 최소화(energy-minimization)와 같은 그래프 컷(graph cut) 알고리즘을 수행하여, 객체의 대표 궤적을 추출할 수 있다.

[0049] 더욱 상세하게, 프로세서(130)는 군집화를 수행하여 복수의 군집(cluster)을 추출할 수 있다. 이때, 군집화를 수행하여 추출된 복수의 군집에는 유사한 이동 경로를 통과하는 객체의 궤적들이 같은 군집에 포함될 수 있다. 그러므로 군집은 영상 데이터 내에 존재하는 이동 경로를 표현하는데 사용될 수 있다.

[0050] 이어서, 도 6의 (c)를 참조하면, 프로세서(130)는 군집화를 통하여 추출된 복수의 군집에 기초하여, 영상 데이터를 복수의 공간으로 분할하는 장면 분할을 수행할 수 있다. 이때, 프로세서(130)는 이진 공간 분할 기법, k-d 트리, R 트리, priority R 트리와 같은 트리 기반의 공간 분할 기법을 사용할 수 있다. 그리고 프로세서(130)는 공간 분할 기법에 기초하여 분할된 공간을 트리 형태로 나타낼 수 있다.

[0051] 예를 들어, k-d 트리에 기초하여 장면 분할을 수행하는 경우, 프로세서(130)는 미리 설정된 깊이(k)에 따라, 분할되는 공간의 크기와 분할되는 영역의 숫자를 결정할 수 있다. 이때, 미리 설정된 깊이는 이상 행동 예측 장치(100)의 관리자가 영상 데이터에 따라 경험적으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 미리 설정된 깊이는 3 ~ 5 사이의 정수가 될 수 있다.

[0052] 이진 공간 분할 기법에 기초하여, 장면 분할을 수행하는 경우, 프로세서(130)는 분할 이후 각각의 분할된 공간

에 포함된 영상 데이터의 분산이 동일하도록 2개의 영역으로 분할할 수 있다. 그리고 프로세서(130)는 미리 설정된 깊이만큼 트리가 생성될 때까지 분할 과정을 재귀적으로 반복할 수 있다.

[0053] 프로세서(130)는 분할 과정을 완료하고 나면, 트리 형태로 표현된 분할 공간의 중심을 연결하여 그래프(graph)로 표현할 수 있다. 그리고 프로세서(130)는 그래프로 표현된 분할된 공간 및 객체에 대한 궤적에 기초하여, 인접한 영역 사이의 천이 확률을 산출할 수 있다.

[0054] 마지막으로, 프로세서(130)는 트리 형태로 표현된 분할 공간의 영역 간의 천이 확률 및 각각의 영역에서 발생할 수 있는 단위 행동의 종류를 분석하여, 정상 행동 모델을 생성하여 데이터베이스에 저장할 수 있다(S150).

[0055] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 정상 행동 모델을 형성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0056] 도 7의 (a)를 참조하면, 프로세서(130)는 단계 (S130) 및 단계 (S140)를 통해 산출된 각각의 영역 간의 천이 확률 및 각각의 분할 영역에서 발생할 수 있는 단위 행동의 종류를 분석하여, 객체의 단위 행동 및 상태 변화의 순서를 모델링 할 수 있다.

[0057] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 일정 시간 동안 행동을 관찰하여 각각의 시간을 노드로 설정하고, 다이나믹 베이저안 네트워크(Dynamic Bayesian Network), 히든 마코브 모델(Hidden Markov Model), 마코브(Markov) 및 컨디셔널(Conditional) 랜덤 필드(RandomField)를 포함한 그래픽 모델(graphical model)을 사용하여 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이, 영상의 시작점부터 현재 시점까지 객체의 정상 행동을 모델링 할 수 있다.

[0058] 이어서, 다시 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 행동 예측 방법은 상술한 방법에 따라 정상 행동 모델을 생성한 후, 정상 행동 모델에 기초하여 이상 행동을 예측할 수 있다(S200).

[0059] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 행동 발생을 예측하는 방법을 그래프로 도시하고 있다.

[0060] 구체적으로, 프로세서(130)는 임의의 시간 동안 영상 데이터를 수집하여, 상술한 바와 같은 방법으로 도 8의 (a)와 같은 정상 모델을 생성한 후, 도 8의 (b)와 같이 개체의 행동 및 이동 궤적을 실시간으로 인식하여, 도 8의 (c)와 같이, 이상 행동의 발생을 예측할 수 있다.

[0061] 더욱 상세하게, 프로세서(130)는 상술한 단계 (S110) 및 단계(S120)와 마찬가지로 실시간으로 입력되는 영상 데이터에서 객체 및 특징 벡터를 추출하고, 각 분할된 공간에서 대상 객체의 단위 행동을 추출하여, 이상 행동의 발생 여부를 예측할 수 있다.

[0062] 이때, 프로세서(130)는 각 단위 행동의 발생 확률 및 각 단위 행동 간의 전이 확률을 이용하여, 미래에 이상 상황이 발생할 확률을 하나의 스코어(score)로 나타낼 수 있다.

[0063] 한편, 미래의 이상 행동이 발생 할 확률에 대한 이상 행동 스코어의 계산은 아래 수학적식 2와 같다.

수학적식 2

$$A^* = \sum_{j=t-\Delta t} (1-\psi_j) p_j s c_j, \quad \psi = \frac{cn}{cm}$$

[0064]

[0065] 여기서, ψ 는 전체 영상에서 특정 행동이 나타날 수 있는 비율을 나타내며, ψ 값은 수학적식 2에 도시된 바와 같이, 검출된 특정 단위 행동이 전체의 영상에서 총 몇 개의 노드로 나뉘어져 있는지 나누어 산출 할 수 있다. 여기서 노드란, 앞서 설명한 시간 분할 한 시퀀스를 말한다. 또한, 수학적식 2에서, P_j 는 단위 행동들 간에 나타날 수 있는 천이 확률을 나타내고, SC_j 는 궤적 행동들 간에 나타날 수 있는 천이 확률을 나타낸다. 즉, 수학적식 2의 이상 행동 스코어(anormally scope fuction)는 빈도수가 높은 패턴 행동에서 벗어났을 때, 값이 커지게 된다. 따라서, 프로세서(130)는 도 8에 도시된 바와 같이, 이상 행동 스코어 값이 미리 정해진 임계 수치 이상이 되었을 때, 이상 행동이 발생 할 것으로 예측할 수 있다.

[0066] 한편, 프로세서(130)는 각각의 단위 행동에 대한 프사이 값을 미리 계산하여 데이터베이스(140)에 저장할 수 있다.

[0067] 본 발명의 일 실시예에 따른 객체에 대한 이상 행동 예측 장치(100) 및 이를 이용한 이상 행동 예측 방법은 객

체의 정상 행동에 기초하여, 행동 모델을 생성하므로 이상 행동을 별도로 정의하지 않아도 다양한 이상 행동을 예측할 수 있다. 그리고 객체에 대한 행동 예측 장치(100) 및 이를 이용한 행동 예측 방법은 기생성된 행동 모델을 이용하므로, 효과적으로 실시간으로 이상 행동을 예측할 수 있다.

[0068] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 객체의 행동 및 궤적을 동시에 분석함으로써, 객체로부터 인식된 행동 자체가 정상인지 비정상인지 판단 가능하며, 객체의 이상 행동을 예측하는데 있어서, 정확성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0069] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

[0070] 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.

[0071] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

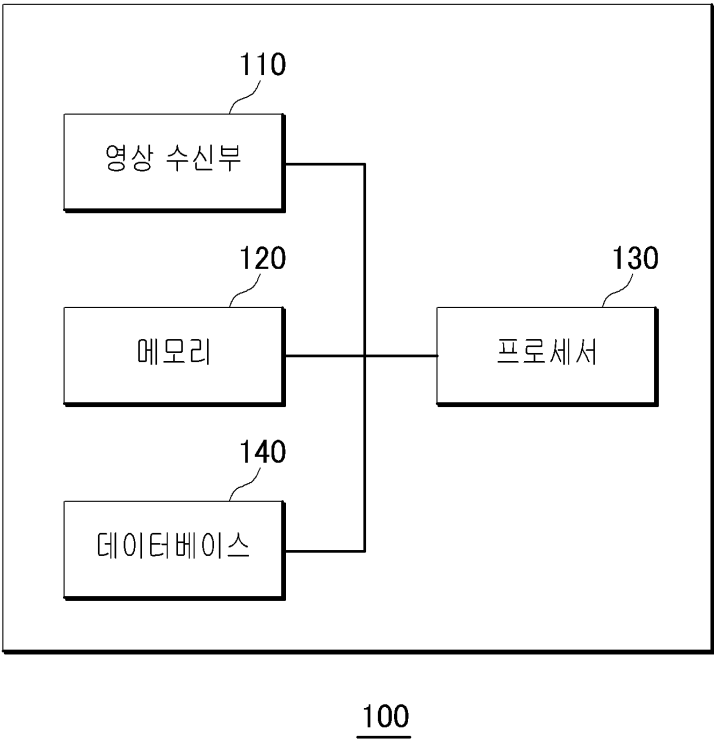
[0072] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

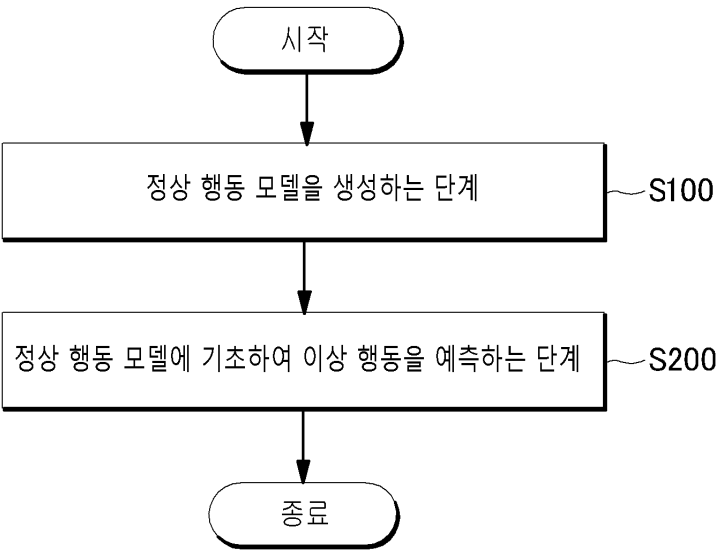
[0073] 100: 행동 탐지 장치
110: 영상 수신부
120: 메모리
130: 프로세서
140: 데이터베이스

도면

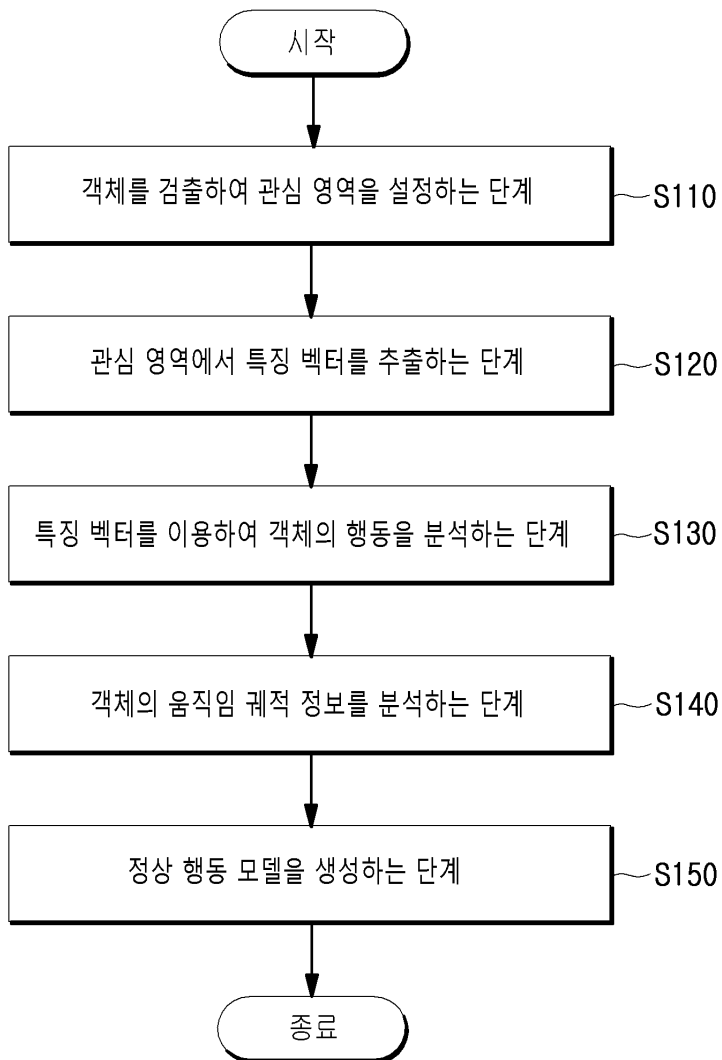
도면1



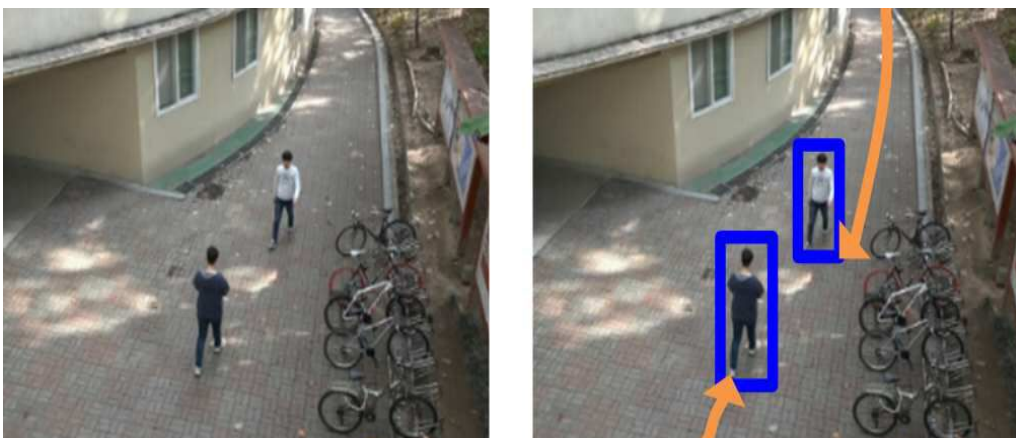
도면2



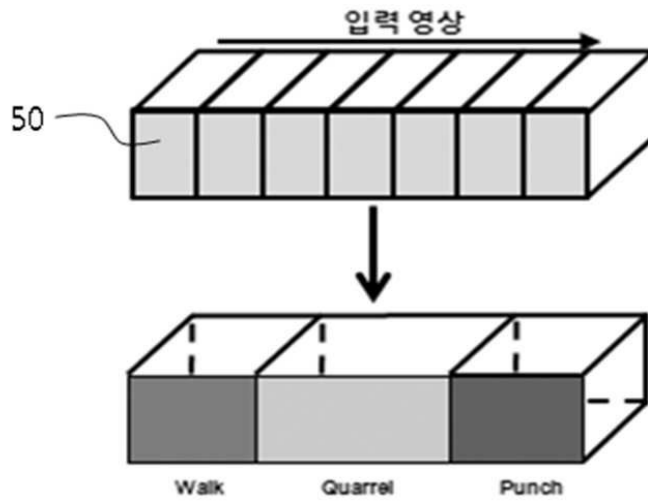
도면3



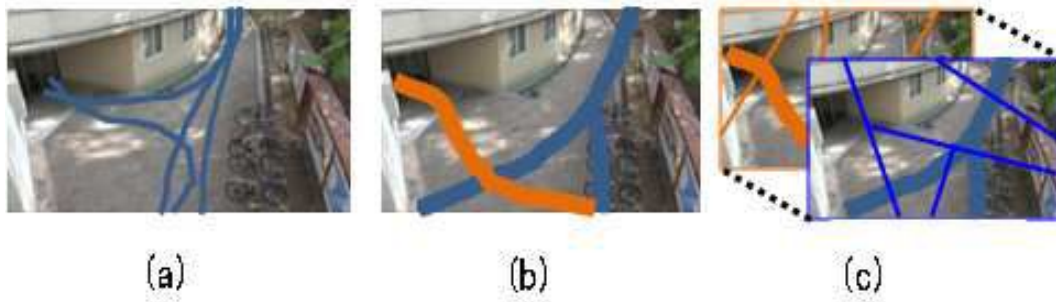
도면4



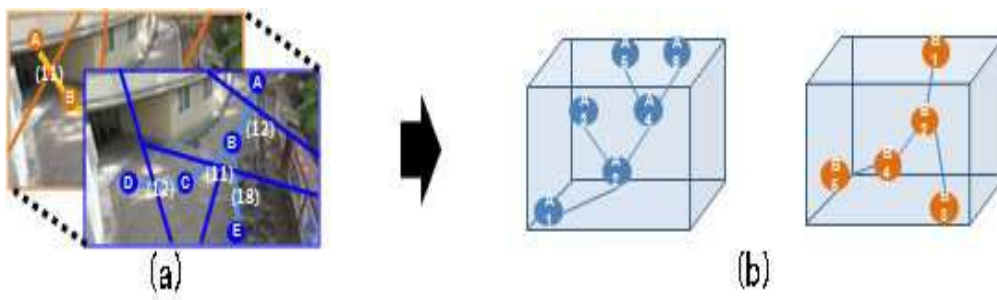
도면5



도면6



도면7



도면8

