(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0063770
(43) 공개일자 2025년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61D 17/00 (2006.01) *A01K 29/00* (2006.01)
G06N 20/10 (2019.01)
(52) CPC특허분류
A61D 17/002 (2013.01)
A01K 29/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0153424
(22) 출원일자 2024년11월01일
심사청구일자 2024년11월01일
(30) 우선권주장
1020230148825 2023년11월01일 대한민국(KR)

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
장홍희
경상남도 진주시 공단로 30, 104동 2001호
김홍수
경상남도 산청군 신등면 신차로 857-10
김현세
경상남도 진주시 진주역로73번길 33, 105동 904호
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 17 항

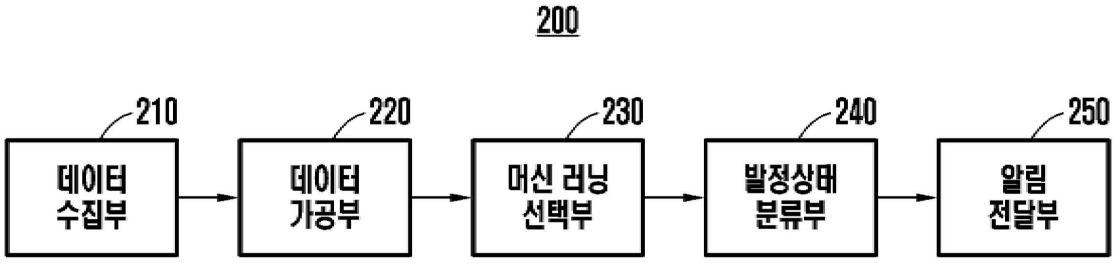
(54) 발명의 명칭 **머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따른 머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치는 감지 대상인 번식우에 장착된 센서로부터 특정 시간 단위 동안 상기 감지 대상의 움직임 여부에 따른 활동정보를 수집하는 데이터 수집부, 상기 수집된 활동정보에서 상기 특정 시간 단위를

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 시간 단위 내 상기 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출하는 데이터 가공부, 상기 특정 시간 단위에 대하여 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 발정 상태 및 비발정 상태를 구분하기 위한 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 머신 러닝 선택부, 상기 특정 시간 단위에 기반하여 상기 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택된 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 상기 산출된 복수의 제2 독립변수에 기반한 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 발정상태 분류부 및 상기 분류된 어느 하나의 상태에 기반하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 전달하는 알림 전달부를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류
G06N 20/10 (2021.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

감지 대상인 번식우에 장착된 센서로부터 특정 시간 단위 동안 상기 감지 대상의 움직임 여부에 따른 활동정보를 수집하는 데이터 수집부;

상기 수집된 활동정보에서 상기 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 시간 단위 내 상기 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출하는 데이터 가공부;

상기 특정 시간 단위에 대하여 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 발정 상태 및 비발정 상태를 구분하기 위한 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 머신 러닝 선택부;

상기 특정 시간 단위에 기반하여 상기 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택된 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 상기 산출된 복수의 제2 독립변수에 기반한 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 발정상태 분류부; 및

상기 분류된 어느 하나의 상태에 기반하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 전달하는 알림 전달부를 포함하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 머신 러닝 선택부는 상기 번식우와 관련하여 발정우의 활동정보와 비발정우의 활동정보에서 상기 특정 시간 단위을 포함하는 복수의 시간 단위에서 한시간 단위마다 산출된 제1 독립변수와 제2 독립변수를 복수의 머신 러닝 모델에 적용하여 상기 발정 상태 및 상기 비발정 상태에 대한 분류율에 대하여 상기 복수의 머신 러닝 모델을 사전 학습하고, 상기 특정 시간 단위에 대하여 상기 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율이 상대적으로 높은 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 머신 러닝 선택부는 상기 특정 시간 단위가 9시간 단위인 경우에 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 상기 나이브 베이즈 분류 모델로 선택하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 발정상태 분류부는 상기 맞춤형 머신 러닝 모델이 상기 나이브 베이즈 분류 모델인 경우, 상기 복수의 제2 독립변수를 상기 나이브 베이즈 분류 모델에 적용하여 ROC(Receiver Operating Characteristics) 곡선의 AUC(Area Under The Curve)와 정밀도-재현율 곡선의 AUC를 대조한 정확도 분석 과정, 상기 나이브 베이즈 분류 모델의 혼동행렬을 이용하여 비발정을 비발정으로 분류하는 제1 분류, 발정을 발정으로 분류하는 제2 분류, 비발정을 발정으로 분류하는 제3 분류, 발정을 비발정으로 분류하는 제4 분류로 분류하는 나이브 베이즈 분류의 혼동행렬 분석 과정 및 상기 복수의 제2 독립변수의 특징별 평균 및 분산의 산출에 기반한 나이브 베이즈 분류의 확률 분석 과정 중 적어도 하나의 분석과정에 기반하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태로 중 어느 하나의 상태로 분류하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 활동정보는 상기 센서에 기반하여 번식우 몸통의 전후 방향에 해당하는 X축, 상기 번식우 몸통의 상하 방향에 해당하는 Y축 및 상기 번식우 몸통의 좌우 방향에 해당하는 Z축에 대한 가속도 정보에 기반한 가속도 정보, 배뇨 횟수 정보, 승가 허용 여부 정보, 보행 수 변화 정보, 활동량 정보, 먹이통 방문 횟수 정보, 축사 내 동선 정보 및 울부짖음 횟수 정보 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 데이터 가공부는 상기 번식우의 움직임 여부에 따라 상기 X축, 상기 Y축 및 상기 Z축의 각각의 합과 전체의 합에 기반하여 한시간 단위 마다 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 단위 시간을 이루는 기간 동안에 누적 산출된 복수의 제1 독립변수를 변수별로 합하여 상기 복수의 제2 독립변수를 산출하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 데이터 가공부는 상기 번식우의 움직임 여부에 따라 상기 X축, 상기 Y축 및 상기 Z축의 각각에 대하여 1초 단위로 측정한 활동(Activity) 정보의 1시간 동안의 총수를 제3 독립변수로 가공하고, 상기 제3 독립변수의 평균을 제4 독립변수로 가공하며, 상기 제3 독립변수의 표준편차를 제5 독립변수로 가공하고, 상기 X축에 대한 측정 데이터의 표준편차를 제6 독립변수로 가공하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 발정상태 분류부는 상기 나이브 베이즈 분류 모델을 이용하여 상기 제3 독립변수, 상기 제4 독립변수, 상기 제5 독립변수 및 상기 제6 독립변수와 발정 여부를 나타내는 종속 변수에 기반하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 발정상태 분류부는 발정우의 통계적 정보와 비발정우의 통계적 정보를 이용하여 상기 나이브 베이즈 분류 모델에 기반하여 가우시안 분포의 나이브 베이즈 식을 구축하고, 조건부 확률 계산식을 적용하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 알림 전달부는 상기 분류된 어느 하나의 상태에 기반하여 발정시작시각에 관련된 상기 발정 감지 정보와 함께 상기 발정시작시각을 기준으로 결정된 수정적기기간에 대한 상기 수정 적기 정보를 관리자 단말로 전달하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치.

청구항 11

데이터 수집부에서, 감지 대상인 번식우에 장착된 센서로부터 특정 시간 단위 동안 상기 감지 대상의 움직임 여부에 따른 활동정보를 수집하는 단계;

데이터 가공부에서, 상기 수집된 활동정보에서 상기 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 시간 단위 내 상기 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출하는 단계;

머신 러닝 선택부에서, 상기 특정 시간 단위에 대하여 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 발정 상태 및 비발정 상태를 구분하기 위한 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 단계;

발정상태 분류부에서, 상기 특정 시간 단위에 기반하여 상기 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택된 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 상기 산출된 복수의 제2 독립변수에 기반한 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계; 및

알림 전달부에서, 상기 분류된 어느 하나의 상태에 기반하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 전달하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 단계는,

상기 번식우와 관련하여 발정우의 활동정보와 비발정우의 활동정보에서 상기 특정 시간 단위을 포함하는 복수의 시간 단위에서 한시간 단위마다 산출된 제1 독립변수와 제2 독립변수를 복수의 머신 러닝 모델에 적용하여 상기 발정 상태 및 상기 비발정 상태에 대한 분류율에 대하여 상기 복수의 머신 러닝 모델을 사전 학습하고, 상기 특정 시간 단위에 대하여 상기 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율이 상대적으로 높은 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 단계는,

상기 특정 시간 단위가 9시간 단위인 경우에 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 상기 나이브 베이즈 분류 모델로 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계는,

상기 맞춤형 머신 러닝 모델이 상기 나이브 베이즈 분류 모델인 경우, 상기 복수의 제2 독립변수를 상기 나이브 베이즈 분류 모델에 적용하여 ROC(Receiver Operating Characteristics) 곡선의 AUC(Area Under The Curve)와 정밀도-재현율 곡선의 AUC를 대조한 정확도 분석 과정, 상기 나이브 베이즈 분류 모델의 혼동행렬을 이용하여 비발정을 비발정으로 분류하는 제1 분류, 발정을 발정으로 분류하는 제2 분류, 비발정을 발정으로 분류하는 제3 분류, 발정을 비발정으로 분류하는 제4 분류로 분류하는 나이브 베이즈 분류의 혼동행렬 분석 과정 및 상기 복수의 제2 독립변수의 특징별 평균 및 분산의 산출에 기반한 나이브 베이즈 분류의 확률 분석 과정 중 적어도 하나의 분석과정에 기반하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태로 중 어느 하나의 상태로 분류하

는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 활동정보는 상기 센서에 기반하여 번식우 몸통의 전후 방향에 해당하는 X축, 상기 번식우 몸통의 상하 방향에 해당하는 Y축 및 상기 번식우 몸통의 좌우 방향에 해당하는 Z축에 대한 가속도 정보에 기반한 가속도 정보, 배뇨 횟수 정보, 승가 허용 여부 정보, 보행 수 변화 정보, 활동량 정보, 먹이통 방문 횟수 정보, 축사 내 동선 정보 및 울부짖음 횟수 정보 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 시간 단위 내 상기 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출하는 단계는,

상기 번식우의 움직임 여부에 따라 상기 X축, 상기 Y축 및 상기 Z축의 각각의 합과 전체의 합에 기반하여 한시간 단위 마다 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 단위 시간을 이루는 기간 동안에 누적 산출된 복수의 제1 독립변수를 변수별로 합하여 상기 복수의 제2 독립변수를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 수집된 활동정보에서 상기 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 시간 단위 내 상기 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출하는 단계는,

상기 번식우의 움직임 여부에 따라 상기 X축, 상기 Y축 및 상기 Z축의 각각에 대하여 1초 단위로 측정한 활동(Activity) 정보의 1시간 동안의 총수를 제3 독립변수로 가공하고, 상기 제3 독립변수의 평균을 제4 독립변수로 가공하며, 상기 제3 독립변수의 표준편차를 제5 독립변수로 가공하고, 상기 X축에 대한 측정 데이터의 표준편차를 제6 독립변수로 가공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 특정 시간 단위에 기반하여 상기 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택된 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 상기 산출된 복수의 제2 독립변수에 기반한 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계는,

상기 나이브 베이즈 분류 모델을 이용하여 상기 제3 독립변수, 상기 제4 독립변수, 상기 제5 독립변수 및 상기 제6 독립변수와 발정 여부를 나타내는 종속 변수에 기반하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계; 및

발정우의 통계적 정보와 비발정우의 통계적 정보를 이용하여 상기 나이브 베이즈 분류 모델에 기반하여 가우시안 분포의 나이브 베이즈 식을 구축하고, 조건부 확률 계산식을 적용하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법에 관한 것으로, 특정 시간 단위 동안 번식우의 활동정보를 수집하고, 특정 시간 단위에 대해 사전 학습된 머신 러닝 모델 기반 발정 상태 및 비발정 상태의 분류

율을 고려하여 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택 및 이용하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 생성 및 전달하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 축산 농가의 규모가 대형화됨에 따라 작업자가 관리해야 할 가축 마리 수의 증가로 인하여 가축의 세밀한 관리와 관찰이 어려운 실정이다.

[0003] 특히, 가축 중에서 한우를 예로 들면, 번식우 사양 관리의 가장 큰 비중을 차지하는 것은 발정의 적시 관찰과 적기 수정이다.

[0004] 가축 중에서 특히 소를 예로 들면, 번식우가 발정이 오게 되면, 발정 징후를 보이게 되는데, 발정 징후의 관찰이 번식우 사양 관리에 매우 중요하고, 발정이 온 번식우의 특징을 살펴볼 수 있다.

[0005] 한우의 발정 징후는 다른 소에게 승가를 허용하고, 활동량이 증가하면서 자주 울부짖음 행동을 한다.

[0006] 한우 암소의 발정주기는 평균 21일로써 한번 발정이 지나면 다시 발정이 올 때까지 21일 동안 기다려야 하고, 이로 인한 번식 간격이 길어질 수 밖에 없으므로 발정을 정확히 관찰해야 연간 산자수를 일정하게 유지할 수 있다.

[0007] 야간(00시에서 06시)에 발정이 43% 가량 집중되므로 관찰과 감지가 어려움이 존재한다.

[0008] 한우의 수정과 관련하여 번식우의 발정 지속시간은 평균 18시간 내지 20시간으로써 발정 개시 후 18시간 전후가 수정적기로 볼 수 있다.

[0009] 배란이 되는 시기는 발정이 종료된 후 약 8시간 내지 11시간이 소요되고, 배란된 난자가 수정능력을 보유하는 시간은 배란 후 약 5시간 내지 6시간으로 알려져 있다.

[0010] 육안으로 발정을 관찰하는 것은 발정이 시작되는 시간에 따라서 발정을 감지하기 어려울 뿐만 아니라 발정 시작 시각을 정확하게 판단하기 어려워 수정 적기를 정확하게 예측하기 힘들다.

[0011] 따라서, 인공지능(artificial intelligence, AI) 기술 등을 이용하여 발정 시의 감지 대상의 행동변화를 측정하여 발정과 발정시작시각을 감지한 후 이 발정시작시각을 기준으로 인공수정적기를 통보함으로써 관리자가 인공수정적기에 인공수정을 할 수 있도록 하는 시스템이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2023-0045953호, "가축의 발정감지용 되새김 및 운동량 측정장치"

(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2021-0153545호, "질병 관리 방법 및 이를 수행하기 위한 장치들"

(특허문헌 0003) 한국공개특허 제10-2023-0033068호, "축산 동물의 행동 패턴을 기반으로 한 스마트 축사 관리 시스템 및 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 특정 시간 단위에 대해 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택 및 이용하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 생성 및 전달하는 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 본 발명은 맞춤형 머신 러닝 모델을 이용하여 발정 시의 감지 대상의 행동변화를 측정하여 발정과 발정시작시각을 감지한 후 이 발정시작시각을 기준으로 인공수정적기를 통보함으로써 관리자가 인공수정적기에 인공수정을 할 수 있도록 지원하는 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0015] 본 발명은 발정우에 대한 활동정보와 비발정우에 대한 활동정보에 대한 데이터를 가공하여 다양한 머신 러닝 모델에 활용할 수 있는 복수의 독립변수를 산출하고, 산출된 복수의 독립변수를 활용하여 안정성과 정확도를 고려

하여 특정 시간 단위에 대하여 맞춤형 러닝 모델을 선택함에 따라 발정 상태와 비발정 상태의 분류에 최적의 성능을 발휘하는 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명의 일실시예에 따른 머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치는 감지 대상인 번식우에 장착된 센서로부터 특정 시간 단위 동안 상기 감지 대상의 움직임 여부에 따른 활동정보를 수집하는 데이터 수집부, 상기 수집된 활동정보에서 상기 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 시간 단위 내 상기 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출하는 데이터 가공부, 상기 특정 시간 단위에 대하여 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 발정 상태 및 비발정 상태를 구분하기 위한 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 머신 러닝 선택부, 상기 특정 시간 단위에 기반하여 상기 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택된 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 상기 산출된 복수의 제2 독립변수에 기반한 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 발정상태 분류부 및 상기 분류된 어느 하나의 상태에 기반하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 전달하는 알림 전달부를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 머신 러닝 선택부는 상기 번식우와 관련하여 발정우의 활동정보와 비발정우의 활동정보에서 상기 특정 시간 단위을 포함하는 복수의 시간 단위에서 한시간 단위마다 산출된 제1 독립변수와 제2 독립변수를 복수의 머신 러닝 모델에 적용하여 상기 발정 상태 및 상기 비발정 상태에 대한 분류율에 대하여 상기 복수의 머신 러닝 모델을 사전 학습하고, 상기 특정 시간 단위에 대하여 상기 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율이 상대적으로 높은 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택할 수 있다.

[0018] 상기 머신 러닝 선택부는 상기 특정 시간 단위가 9시간 단위인 경우에 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 상기 나이브 베이즈 분류 모델로 선택할 수 있다.

[0019] 상기 발정상태 분류부는 상기 맞춤형 머신 러닝 모델이 상기 나이브 베이즈 분류 모델인 경우, 상기 복수의 제2 독립변수를 상기 나이브 베이즈 분류 모델에 적용하여 ROC(Receiver Operating Characteristics) 곡선의 AUC(Area Under The Curve)와 정밀도-재현율 곡선의 AUC를 대조한 정확도 분석 과정, 상기 나이브 베이즈 분류 모델의 혼동행렬을 이용하여 비발정을 비발정으로 분류하는 제1 분류, 발정을 발정으로 분류하는 제2 분류, 비발정을 발정으로 분류하는 제3 분류, 발정을 비발정으로 분류하는 제4 분류로 분류하는 나이브 베이즈 분류의 혼동행렬 분석 과정 및 상기 복수의 제2 독립변수의 특징별 평균 및 분산의 산출에 기반한 나이브 베이즈 분류의 확률 분석 과정 중 적어도 하나의 분석과정에 기반하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태로 중 어느 하나의 상태로 분류할 수 있다.

[0020] 상기 활동정보는 상기 센서에 기반하여 번식우 몸통의 전후 방향에 해당하는 X축, 상기 번식우 몸통의 상하 방향에 해당하는 Y축 및 상기 번식우 몸통의 좌우 방향에 해당하는 Z축에 대한 가속도 정보에 기반한 가속도 정보, 배뇨 횟수 정보, 승가 허용 여부 정보, 보행 수 변화 정보, 활동량 정보, 먹이통 방문 횟수 정보, 축사 내 동선 정보 및 울부짖음 횟수 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 데이터 가공부는 상기 번식우의 움직임 여부에 따라 상기 X축, 상기 Y축 및 상기 Z축의 각각의 합과 전체의 합에 기반하여 한시간 단위 마다 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 단위 시간을 이루는 기간 동안에 누적 산출된 복수의 제1 독립변수를 변수별로 합하여 상기 복수의 제2 독립변수를 산출할 수 있다.

[0022] 상기 데이터 가공부는 상기 번식우의 움직임 여부에 따라 상기 X축, 상기 Y축 및 상기 Z축의 각각에 대하여 1초 단위로 측정한 활동(Activity) 정보의 1시간 동안의 총수를 제3 독립변수로 가공하고, 상기 제3 독립변수의 평균을 제4 독립변수로 가공하며, 상기 제3 독립변수의 표준편차를 제5 독립변수로 가공하고, 상기 X축에 대한 측정 데이터의 표준편차를 제6 독립변수로 가공할 수 있다.

[0023] 상기 발정상태 분류부는 상기 나이브 베이즈 분류 모델을 이용하여 상기 제3 독립변수, 상기 제4 독립변수, 상기 제5 독립변수 및 상기 제6 독립변수와 발정 여부를 나타내는 종속 변수에 기반하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류할 수 있다.

[0024] 상기 발정상태 분류부는 발정우의 통계적 정보와 비발정우의 통계적 정보를 이용하여 상기 나이브 베이즈 분류 모델에 기반하여 가우시안 분포의 나이브 베이즈 식을 구축하고, 조건부 확률 계산식을 적용하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류할 수 있다.

[0025] 상기 알림 전달부는 상기 분류된 어느 하나의 상태에 기반하여 발정시작시각에 관련된 상기 발정 감지 정보와

함께 상기 발정시작시각을 기준으로 결정된 수정적기기간에 대한 상기 수정 적기 정보를 관리자 단말로 전달할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일실시예에 따른 머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 데이터 수집부에서, 감지 대상인 번식우에 장착된 센서로부터 특정 시간 단위 동안 상기 감지 대상의 움직임 여부에 따른 활동정보를 수집하는 단계, 데이터 가공부에서, 상기 수집된 활동정보에서 상기 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 시간 단위 내 상기 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출하는 단계, 머신 러닝 선택부에서, 상기 특정 시간 단위에 대하여 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 발정 상태 및 비발정 상태를 구분하기 위한 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 단계, 발정상태 분류부에서, 상기 특정 시간 단위에 기반하여 상기 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택된 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 상기 산출된 복수의 제2 독립변수에 기반한 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계 및 알림 전달부에서, 상기 분류된 어느 하나의 상태에 기반하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 전달하는 단계를 포함할 수 있다.

[0027] 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 단계는, 상기 번식우와 관련하여 발정우의 활동정보와 비발정우의 활동정보에서 상기 특정 시간 단위을 포함하는 복수의 시간 단위에서 한시간 단위마다 산출된 제1 독립변수와 제2 독립변수를 복수의 머신 러닝 모델에 적용하여 상기 발정 상태 및 상기 비발정 상태에 대한 분류율에 대하여 상기 복수의 머신 러닝 모델을 사전 학습하고, 상기 특정 시간 단위에 대하여 상기 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율이 상대적으로 높은 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택하는 단계는, 상기 특정 시간 단위가 9시간 단위인 경우에 상기 맞춤형 머신 러닝 모델을 상기 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델로 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계는,

[0030] 상기 맞춤형 머신 러닝 모델이 상기 나이브 베이즈 분류 모델인 경우, 상기 복수의 제2 독립변수를 상기 나이브 베이즈 분류 모델에 적용하여 ROC(Receiver Operating Characteristics) 곡선의 AUC(Area Under The Curve)와 정밀도-재현율 곡선의 AUC를 대조한 정확도 분석 과정, 상기 나이브 베이즈 분류 모델의 혼동행렬을 이용하여 비발정을 비발정으로 분류하는 제1 분류, 발정을 발정으로 분류하는 제2 분류, 비발정을 발정으로 분류하는 제3 분류, 발정을 비발정으로 분류하는 제4 분류로 분류하는 나이브 베이즈 분류의 혼동행렬 분석 과정 및 상기 복수의 제2 독립변수의 특징별 평균 및 분산의 산출에 기반한 나이브 베이즈 분류의 확률 분석 과정 중 적어도 하나의 분석과정에 기반하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태로 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계를 포함할 수 있다.

[0031] 상기 활동정보는 상기 센서에 기반하여 번식우 몸통의 전후 방향에 해당하는 X축, 상기 번식우 몸통의 상하 방향에 해당하는 Y축 및 상기 번식우 몸통의 좌우 방향에 해당하는 Z축에 대한 가속도 정보에 기반한 가속도 정보, 배뇨 횟수 정보, 승가 허용 여부 정보, 보행 수 변화 정보, 활동량 정보, 먹이통 방문 횟수 정보, 축사 내 동선 정보 및 울부짖음 횟수 정보 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 시간 단위 내 상기 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출하는 단계는, 상기 번식우의 움직임 여부에 따라 상기 X축, 상기 Y축 및 상기 Z축의 각각의 합과 전체의 합에 기반하여 한시간 단위 마다 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 단위 시간을 이루는 기간 동안에 누적 산출된 복수의 제1 독립변수를 변수별로 합하여 상기 복수의 제2 독립변수를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 수집된 활동정보에서 상기 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 상기 특정 시간 단위 내 상기 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출하는 단계는, 상기 번식우의 움직임 여부에 따라 상기 X축, 상기 Y축 및 상기 Z축의 각각에 대하여 1초 단위로 측정한 활동(Activity) 정보의 1시간 동안의 총수를 제3 독립변수로 가공하고, 상기 제3 독립변수의 평균을 제4 독립변수로 가공하며, 상기 제3 독립변수의 표준편차를 제5 독립변수로 가공하고, 상기 X축에 대한 측정 데이터의 표준편차를 제6 독립변수로 가공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0033] 상기 특정 시간 단위에 기반하여 상기 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택된 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 상기 산출된 복수의 제2 독립변수에 기반한 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계는, 상기 나이브 베이즈 분류 모델을 이용하여 상기 제3 독립변수, 상기 제4 독립변수, 상기 제5 독립변수 및 상기 제6 독립변수와 발정 여부를 나타내는 종속 변수에

기반하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계 및 발정우의 통계적 정보와 비발정우의 통계적 정보를 이용하여 상기 나이브 베이즈 분류 모델에 기반하여 가우시안 분포의 나이브 베이즈 식을 구축하고, 조건부 확률 계산식을 적용하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0034] 본 발명은 특정 시간 단위에 대해 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택 및 이용하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 생성 및 전달하는 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0035] 본 발명은 맞춤형 머신 러닝 모델을 이용하여 발정 시의 감지 대상의 행동변화를 측정하여 발정과 발정시작시각을 감지한 후 이 발정시작시각을 기준으로 인공수정적기를 통보함으로써 관리자가 인공수정적기에 인공수정을 할 수 있도록 지원하는 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0036] 본 발명은 발정우에 대한 활동정보와 비발정우에 대한 활동정보에 대한 데이터를 가공하여 다양한 머신 러닝 모델에 활용할 수 있는 복수의 독립변수를 산출하고, 산출된 복수의 독립변수를 활용하여 안정성과 정확도를 고려하여 특정 시간 단위에 대하여 맞춤형 러닝 모델을 선택함에 따라 발정 상태와 비발정 상태의 분류에 최적의 성능을 발휘하는 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 시스템을 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치를 설명하는 도면이다.

도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 데이터 가공부에서 처리되는 데이터를 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법을 설명하는 도면이다.

도 5a 내지 도 8c는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 맞춤형 머신 러닝 모델의 선택 및 발정 상태 분류 방식을 설명하는 도면이다.

도 9a 및 도 9b는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 독립변수 선택을 위한 데이터 가공 구성을 설명하는 도면이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치가 이용하는 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델의 성능 평가를 설명하는 도면이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치가 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 도출하는 클래스 분류 결과를 설명하는 도면이다.

도 12 및 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법이 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 번식우의 발정 상태를 감지하는 절차를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.

[0039] 실시 예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0040] 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0041] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0042] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

[0043] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.

[0044] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.

[0045] "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.

[0046] 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.

[0047] 본 명세서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다.

[0048] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.

[0049] 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

[0050] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다.

[0051] 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다' 라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

[0052] 이하 사용되는 '..부', '..기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0054] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 시스템을 설명하는 도면이다.

[0055] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 시스템의 구성 요소를 예시한다.

[0056] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 시스템(100)은 센서(110), 서버(120) 및 관리자 단말(130)을 포함한다.

[0057] 본 발명의 일실시예에 따른 서버(120)는 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 해당된다.

[0058] 일례로, 센서(110)는 감지 대상인 번식우에 장착되고, 감지 대상의 활동정보를 수집하여 수집된 활동정보를 서버(120)로 전달한다.

[0059] 예를 들어, 활동정보는 번식우 몸통의 전후 방향에 해당하는 X축, 번식우 몸통의 상하 방향에 해당하는 Y축 및 번식우 몸통의 좌우 방향에 해당하는 Z축에 대한 가속도 정보에 기반한 가속도 정보, 배뇨 횟수 정보, 승가 허용 여부 정보, 보행 수 변화 정보, 활동량 정보, 먹이통 방문 횟수 정보, 축사 내 동선 정보 및 울부짖음 횟수 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0060] 본 발명의 일실시예에 따르면 서버(120)는 맞춤형 머신 러닝 모델을 이용하여 발정 시의 감지 대상의 행동변화를 측정하여 발정과 발정시작시각을 감지한 후 이 발정시작시각을 기준으로 인공수정적기를 통보함으로써 관리자가 인공수정적기에 인공수정을 할 수 있도록 지원하는 장치일 수 있다.

[0061] 본 발명의 일실시예에 따르면 서버(120)는 데이터를 수집하는 데이터 수집부를 포함할 수 있다.

[0062] 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 시스템(100)은 발정우에 대한 활동정보와 비발정우에 대한 활동정보에 대한 데이터를 가공하여 다양한 머신 러닝 모델에 활용할 수 있는 복수의 독립변수를 산출하고, 산출된 복수의 독립변수를 활용하여 안정성과 정확도를 고려하여 특정 시간 단위에 대하여 맞춤형 러닝 모델을 선택함에 따라 발정 상태와 비발정 상태의 분류에 최적의 성능을 발휘하는 머신 러닝 기반 번식우의

발정 감지 장치 및 방법을 제공하는 시스템일 수 있다.

[0063] 따라서, 본 발명은 발정우에 대한 활동정보와 비발정우에 대한 활동정보에 대한 데이터를 가공하여 다양한 머신 러닝 모델에 활용할 수 있는 복수의 독립변수를 산출하고, 산출된 복수의 독립변수를 활용하여 안정성과 정확도를 고려하여 특정 시간 단위에 대하여 맞춤형 러닝 모델을 선택함에 따라 발정 상태와 비발정 상태의 분류에 최적의 성능을 발휘하는 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0065] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치를 설명하는 도면이다.

[0066] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 구성 요소를 예시한다.

[0067] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치(200)는 데이터 수집부(210), 데이터 가공부(220), 머신 러닝 선택부(230), 발정상태 분류부(240) 및 알림 전달부(250)를 포함한다.

[0068] 데이터 수집부(210)는 감지 대상인 번식우에 장착된 센서로부터 특정 시간 단위 동안 감지 대상의 움직임 여부에 따른 활동정보를 수집할 수 있다.

[0069] 데이터 가공부(220)는 수집된 활동정보에서 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출한다.

[0070] 또한, 데이터 가공부(220)는 특정 시간 단위 내 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출할 수 있다.

[0071] 데이터 가공부(220)는 번식우의 움직임 여부에 따라 X축, Y축 및 Z축의 각각에 대하여 1초 단위로 측정한 활동(Activity) 정보의 1시간 동안의 총수를 제3 독립변수로 가공하고, 제3 독립변수의 평균을 제4 독립변수로 가공하며, 제3 독립변수의 표준편차를 제5 독립변수로 가공하고, X축에 대한 측정 데이터의 표준편차를 제6 독립변수로 가공할 수 있다.

[0072] 머신 러닝 선택부(230)는 특정 시간 단위에 대하여 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 발정 상태 및 비발정 상태를 구분하기 위한 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택할 수 있다.

[0073] 발정상태 분류부(240)는 특정 시간 단위에 기반하여 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택된 나이브 베이즈 분류 모델을 이용하여 산출된 복수의 제2 독립변수에 기반한 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류할 수 있다.

[0074] 발정상태 분류부(240)는 나이브 베이즈 분류 모델을 이용하여 제3 독립변수, 제4 독립변수, 제5 독립변수 및 제6 독립변수와 발정 여부를 나타내는 종속 변수에 기반하여 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류할 수 있다.

[0075] 발정상태 분류부(240)는 발정우의 통계적 정보와 비발정우의 통계적 정보를 이용하여 나이브 베이즈 분류 모델에 기반하여 가우시안 분포의 나이브 베이즈 식을 구축하고, 조건부 확률 계산식을 적용하여 상기 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류할 수 있다.

[0076] 알림 전달부(250)는 분류된 어느 하나의 상태에 기반하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 전달할 수 있다.

[0077] 머신 러닝 선택부(230)는 번식우와 관련하여 발정우의 활동정보와 비발정우의 활동정보에서 특정 시간 단위을 포함하는 복수의 시간 단위에서 한시간 단위마다 산출된 제1 독립변수와 제2 독립변수를 복수의 머신 러닝 모델에 적용하여 발정 상태 및 발정 상태에 대한 분류율에 대하여 복수의 머신 러닝 모델을 사전 학습한다.

[0078] 또한, 머신 러닝 선택부(230)는 특정 시간 단위에 대하여 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율이 상대적으로 높은 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택할 수 있다.

[0079] 머신 러닝 선택부(230)는 특정 시간 단위가 9시간 단위인 경우에 맞춤형 머신 러닝 모델을 나이브 베이즈 분류 모델로 선택할 수 있다.

[0080] 발정상태 분류부(240)는 맞춤형 머신 러닝 모델이 나이브 베이즈 분류 모델인 경우, 복수의 제2 독립변수를 나이브 베이즈 분류 모델에 적용하여 ROC(Receiver Operating Characteristics) 곡선의 AUC(Area Under The Curve)와 정밀도-재현율 곡선의 AUC를 대조한 정확도 분석 과정을 수행할 수 있다.

[0081] 발정상태 분류부(240)는 나이브 베이즈 분류 모델의 혼동행렬을 이용하여 비발정을 비발정으로 분류하는 제1 분

류, 발정을 발정으로 분류하는 제2 분류, 비발정을 발정으로 분류하는 제3 분류, 발정을 비발정으로 분류하는 제4 분류로 분류하는 나이브 베이즈 분류의 혼동행렬 분석 과정을 수행할 수 있다.

[0082] 발정상태 분류부(240)는 복수의 제2 독립변수의 특징별 평균 및 분산의 산출에 기반한 나이브 베이즈 분류의 확률 분석 과정을 수행할 수 있다.

[0083] 발정상태 분류부(240)는 나이브 베이즈 분류의 정확도 분석 과정, 나이브 베이즈 분류의 혼동행렬 분석 과정, 나이브 베이즈 분류의 확률 분석 과정을 수행하여 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태로 중 어느 하나의 상태로 분류할 수 있다.

[0084] 데이터 가공부(230)는 번식우의 움직임 여부에 따라 X축, Y축 및 Z축의 각각의 합과 전체의 합에 기반하여 한시간 단위 마다 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 특정 단위 시간을 이루는 기간 동안에 누적 산출된 복수의 제1 독립변수를 변수별로 합하여 복수의 제2 독립변수를 산출할 수 있다.

[0085] 알림 전달부(250)는 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류함에 기반하여 발정시작시각에 관련된 발정 감지 정보와 함께 발정시작시각을 기준으로 결정된 수정적기기간에 대한 수정 적기 정보를 관리자 단말로 전달할 수 있다.

[0086] 따라서, 본 발명은 특정 시간 단위에 대해 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 나이브 베이즈 분류 모델을 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택 및 이용하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 생성 및 전달하는 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0088] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 데이터 가공부에서 처리되는 데이터를 설명하는 도면이다.

[0089] 도 3a는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 데이터 가공부에서 처리되는 데이터 중 3축 가속도 센서 데이터를 설명한다.

[0090] 도 3a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 데이터 가공부는 3축 가속도 센서(300)로부터 수신된 3축 가속도 센서 데이터를 가공한다.

[0091] 3축 가속도 센서 데이터는 번식우 몸통의 전후 방향에 해당하는 X축, 번식우 몸통의 상하 방향에 해당하는 Y축 및 번식우 몸통의 좌우 방향에 해당하는 Z축에 대한 가속도 정보에 기반한 가속도 정보를 포함한다.

[0092] 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 데이터 가공부에서 처리되는 데이터 중 3축 가속도 센서 데이터의 형태를 설명한다.

[0093] 도 3b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 3축 가속도 센서 데이터의 형태(310) 센서 번호에 해당하는 센서가 감지 대상인 번식우의 번호에 해당하는 번식우로부터 시간(time)에 획득된 3축 가속도 센서 데이터를 움직임(311), X축(312), Y축(313) 및 Z축(314)으로 구분하고, X축의 합(312), Y축의 합(313) 및 Z축의 합(314)의 통합(315)을 나타낸다.

[0094] 움직임(311)은 움직임 여부에 따라 활동(activity)과 비활동(no activity)으로 분류한다.

[0095] X축의 합(312), Y축의 합(313) 및 Z축의 합(314)은 0 내지 255로 정리될 수 있다.

[0096] X축, Y축 및 Z축 의 통합(315)은 하기 수학식 1에 기반하여 정리될 수 있다.

[0098] [수학식 1]

[0099] $$\text{Accel_Total_}Sum = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

[0101] 수학식 1에서 X는 X축의 합(312)을 나타낼 수 있고, Y는 Y축의 합(313)을 나타낼 수 있으며, Z는 Z축의 합(314)을 나타낼 수 있다.

[0102] 도 3c는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 데이터 가공부에서 처리되는 데

이터 중 제1 독립 변수의 정리 결과를 예시한다.

[0103] 도 3c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 복수의 제1 독립 변수의 정리 결과(320)는 복수의 제1 독립 변수를 "a", "b", "c" 및 "d"로 예시한다.

[0104] 복수의 제1 독립 변수는 하기 수학식 2에 기반하여 산출될 수 있고, 구성은 도 3b에서 설명된 3축 가속도 센서 데이터의 형태(310)의 구성을 이용한다.

[0106] [수학식 2]

[0107] * a = Activity%_Sum = (L/3600)*100 * b = No Activity%_Sum = (M/3600)*100
* c = XYZ_Sum = N/3600 * d = STDEV_Sum = P

[0109] 수학식 2에서, L은 한 시간 동안에 포함되어 있는 3축 가속도 센서 데이터의 형태(310)의 움직임(311) 에서 "11/ Activity" 셀의 개수를 나타낼 수 있고, M은 한 시간 동안에 포함되어 있는 3축 가속도 센서 데이터의 형태(310)의 움직임(311) 에서 "01/ No Activity" 셀의 개수를 나타낼 수 있으며, N은 한 시간 동안에 포함되어 있는 센서 데이터의 형태(310)에서 X축의 합(312), Y축의 합(313) 및 Z축의 합(314)의 합계를 나타낼 수 있고, P는 한 시간 동안에 포함되어 있는 센서 데이터의 형태(310)에서 X축의 합(312), Y축의 합(313) 및 Z축의 표준 편차를 나타낼 수 있다.

[0110] 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 데이터 가공부에서 처리되는 데이터 중 제1 독립 변수의 정리 결과의 시간대 별 가공 결과를 예시한다.

[0111] 도 3d를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 복수의 제1 독립 변수의 정리 결과의 시간대 별 가공 결과(330)를 나타낸다.

[0112] 시간대 별 가공 결과(330)는 복수의 제1 독립 변수인 "a", "b", "c" 및 "d" 마다 얻어진 값을 시간대 별로 더한 결과로 산출된다.

[0113] 시간대 별 가공 결과(330)는 복수의 제2 독립 변수에 해당될 수 있다.

[0114] 예를 들어, 00시에 발정이 시작되고 측정된 시간 단위가 9시간 대인 경우에는 "A"는 00시부터 08시까지 데이터를 포함하는 각시간의 "a"에 해당하는 데이터의 합에 해당될 수 있다.

[0115] 예를 들어, 데이터 가공부는 00시 내지 08시 각각에서 복수의 제1 독립변수 중 하나인 독립변수 "a"의 총합인 제2 독립변수 "A"로 산출한다.

[0117] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법을 설명하는 도면이다.

[0118] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법이 나이브 베이즈 분류 모델을 사용하여 발정 상태를 분류 및 분류에 따른 알림 정보를 전달하는 절차를 예시한다.

[0119] 도 4를 참고하면, 단계(S401)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 특정 단위 시간 동안 감지 대상의 활동 정보를 수집한다.

[0120] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 감지 대상인 번식우에 장착된 센서로부터 특정 시간 단위 동안 감지 대상의 움직임 여부에 따른 활동정보를 수집할 수 있다.

[0121] 단계(S402)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 활동 정보에서 제1 및 제2 독립변수를 추출한다.

[0122] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 수집된 활동정보에서 특정 시간 단위를 구성하는 한시간 단위에서 복수의 제1 독립변수를 산출하고, 특정 시간 단위 내 산출된 복수의 제1 독립변수의 합계에 기반하여 복수의 제2 독립변수를 산출할 수 있다.

[0123] 단계(S403)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 특정 단위 시간에 따른 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택한다.

[0124] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 특정 시간 단위에 대하여 사전 학습된 발정 상태 및 비발정 상태의 분류율을 고려하여 발정 상태 및 비발정 상태를 구분하기 위한 맞춤형 머신 러닝 모델을 선택할 수 있다.

[0125] 단계(S404)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 나이브 베이즈 분류 모델을 이용하여 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류한다.

[0126] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 특정 시간 단위에 기반하여 맞춤형 머신 러닝 모델로 선택된 나이브 베이즈 분류 모델을 이용하여 산출된 복수의 제2 독립변수에 기반한 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류할 수 있다.

[0127] 단계(S405)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 발정 및 수정 적기 정보를 전달한다.

[0128] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 단계(S404)에서 분류된 어느 하나의 상태에 기반하여 발정 감지 정보 및 수정 적기 정보를 관리자 단말로 전달할 수 있다.

[0130] 도 5a 내지 도 8c는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 맞춤형 머신 러닝 모델의 선택 및 발정 상태 분류 방식을 설명하는 도면이다.

[0131] 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 다양한 머신 러닝 모델들 중 맞춤형 머신 러닝 모델로 선형판별분석 모델을 선택하고, 선형판별분석 모델을 이용하여 발정 상태 분류하는 방식을 예시한다.

[0132] 도 5a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선택부(500)는 맞춤형 머신 러닝 모델로 선형판별분석 모델(501)을 선택한다.

[0133] 머신 러닝 선택부(500)는 최적의 시간대를 찾기 위해 6시간대, 7시간대, 8시간대, 9시간대 및 10시간대의 각각의 파라미터 별로 합친 하나의 값을 발정 데이터 및 비발정 데이터로 사용하여 다양한 머신 러닝 모델들에 대하여 정확도, 정밀도, 재현율 및 F1-점수를 기반으로 평가한다.

[0134] 머신 러닝 선택부(500)는 사전 학습에 기반하여 선형판별분석 모델(501)이 8시간대에서 평균 분류율이 85.48%, 9시간대에서 87.63%, 10시간대에서 86.02%임을 고려하여 9시간대에서 가장 높은 분류율을 보여주는 것을 확인하고, 특정 시간 단위가 9시간 단위인 경우에는 맞춤형 머신 러닝 모델로 선형판별분석 모델(501)을 선택한다.

[0135] 선형판별분석 모델(501)은 선을 그려 방정식을 유추하여 분류를 하는 형식이기 때문에 발정 상태 및 비발정 상태로 분리해서 결론을 도출하는데 적합한 머신 러닝 모델일 수 있다.

[0136] 도 5b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선택부가 맞춤형 머신 러닝 모델로 선형판별분석 모델을 선택한 이후, 발정상태 분류부가 선형계수 분석 과정을 수행하는 것을 각 시간대 별로 구분하여 예시한다.

[0137] 데이터(510)는 8시간대를 나타내고, 데이터(511)는 9시간대를 나타내며, 데이터(512)는 10시간대를 나타낸다.

[0138] 선형계수들 중에 b 계수가 양의 값으로 가장 크기 때문에 가장 많이 영향을 미치는 것으로 나타났으며, a와 d의 계수들은 양의 값으로 b 계수의 50% 정도의 크기로 나타낸다.

[0139] c 계수의 경우는 음의 값으로 크기가 가장 작게 나타났으나 a와 d의 값에 비하여 상대적으로 큰 점을 고려해볼 때 a 및 d와 비슷하게 영향을 미치는 것으로 판단한다.

[0140] 상술한 설명에서 소문자로 표기 했지만 상술한 선형계수는 제2 독립변수의 중요도 평가를 나타낼 수 있다.

[0141] 도 5c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선택부가 맞춤형 머신 러닝 모델로 선형판별분석 모델의 성능 평가와 관련하여 혼동행렬에 기반한 분석 과정에 대한 결과를 예시한다.

[0142] 데이터(520)는 8시간대를 나타내고, 데이터(521)는 9시간대를 나타내며, 데이터(522)는 10시간대를 나타낸다.

[0143] 데이터(520) 내지 데이터(521)는 선형판별분석 모델의 혼동행렬을 이용하여 비발정을 비발정으로 분류하는 제1 분류, 발정을 발정으로 분류하는 제2 분류, 비발정을 발정으로 분류하는 제3 분류, 발정을 비발정으로 분류하는

제4 분류로 분류하는 선형판별분석의 혼동행렬 분석 과정과 관련된다.

[0144] 제1 분류와 제2 분류는 정분류에 해당하고, 제3 분류와 제4 분류는 오분류에 해당될 수 있다.

[0145] 데이터(520)에서는 제1 분류가 82건 중 76건이고, 제2 분류가 104건 중 83건이고, 제3 분류가 82건 중 6건이며, 제4 분류가 104건 중 21건임을 확인할 수 있다.

[0146] 데이터(521)에서는 제1 분류가 82건 중 77건이고, 제2 분류가 104건 중 86건이고, 제3 분류가 82건 중 5건이며, 제4 분류가 104건 중 18건임을 확인할 수 있다.

[0147] 데이터(522)에서는 제1 분류가 82건 중 75건이고, 제2 분류가 104건 중 85건이고, 제3 분류가 82건 중 7건이며, 제4 분류가 104건 중 19건임을 확인할 수 있다.

[0148] 선형판별분석 모델은 9시간대에서 오류가 적은 최적의 분류 성능을 보여주는 것을 확인할 수 있다.

[0149] 도 5d를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선택부가 맞춤형 머신 러닝 모델로 선형판별분석 모델의 성능 평가와 관련하여 2차원 선형판별분석 투영(projection) 분석 과정 에 대한 결과를 예시한다.

[0150] 데이터(530)는 8시간대를 나타내고, 데이터(531)는 9시간대를 나타내며, 데이터(532)는 10시간대를 나타낸다.

[0151] 데이터(530)는 데이터 포인트를 통해 비발정 클래스와 발정 클래스로 구분하되 특정 데이터의 경우는 분리하지 못한다.

[0152] 데이터(532)는 데이터(530)에 대비하여 개선되어 보다 명확하게 구분한다.

[0153] 데이터(531)는 데이터(530) 및 데이터(532)에 대비하여 개선되어 보다 명확하게 구분한다.

[0154] 데이터(531)는 선형판별분석 모델이 9시간대에서 오류가 적은 최적의 분류 성능을 보여주는 것을 확인시켜준다.

[0155] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 다양한 머신 러닝 모델들 중 맞춤형 머신 러닝 모델로 발정 감지 분류식 모델을 선택하고, 발정 감지 분류식 모델을 이용하여 발정 상태 분류하는 방식을 예시한다.

[0156] 도 6을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선택부(600)는 맞춤형 머신 러닝 모델로 발정 감지 분류식 모델 (601)을 선택한다.

[0157] 머신 러닝 선택부(500)는 최적의 시간대를 찾기 위해 6시간대, 7시간대, 8시간대, 9시간대 및 10시간대의 각각의 파라미터 별로 합친 하나의 값을 발정 데이터 및 비발정 데이터로 사용하여 다양한 머신 러닝 모델들에 대하여 정확도, 정밀도, 재현율 및 F1-점수를 기반으로 평가한 후 발정 감지 분류식 모델(601)을 선택한다.

[0158] 발정 감지 분류식 모델(601)은 8시간대, 9시간대 및 10시간대에서 소 발정 감지 분류식을 산출한다.

[0159] 소 발정 감지 분류식에서 복수의 제1 독립변수에서 얻어진 값을 시간대별로 더한 값으로 복수의 제2 독립변수를 이용한다.

[0160] 예를 들어, 00시에 발정시작이다 하면 9시간대의 A 값은 00시 내지 08시까지의 데이터를 포함하는 각시간 9개의 a를 더한 값일 수 있다.

[0161] 분류식 모델은 특정 시간 단위에 대하여 미리 결정된 분류식에 복수의 제2 독립변수를 적용하여 계산된 값이 음의 값이면 감지 대상의 상태를 비발정 상태로 분류하고, 양의 값이면 감지 대상의 상태를 발정 상태로 분류하는데 이용될 수 있다.

[0162] 도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 다양한 머신 러닝 모델들 중 맞춤형 머신 러닝 모델로 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 선택하고, 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 발정 상태 분류하는 방식을 예시한다.

[0163] 도 7a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선택부(700)는 맞춤형 머신 러닝 모델로 나이브 베이즈 분류 모델(701)을 선택한다.

[0164] 머신 러닝 선택부(700)는 최적의 시간대를 찾기 위해 6시간대, 7시간대, 8시간대, 9시간대 및 10시간대의 각각의 파라미터 별로 합친 하나의 값을 발정 데이터 및 비발정 데이터로 사용하여 다양한 머신 러닝 모델들에 대하여 정확도, 정밀도, 재현율 및 F1-점수를 기반으로 평가한 후 나이브 베이즈 분류 모델(701)을 선택한다.

[0165] 나이브 베이즈 분류 모델(701)은 특성에 따라 분류하여 특성에 따라 필터링을 해서 발정 및 비발정으로 분리해서 결론을 도출한다.

[0166] 나이브 베이즈 분류 모델(701)은 각 특징과 범주에 대한 확률 값을 가지는데 확률은 동일하나 평균과 분산에 일부 차이가 존재한다.

[0167] 나이브 베이즈 분류 모델(701)은 복수의 제2 독립변수의 특징별 평균 및 분산의 산출에 기반한 나이브 베이즈 분류의 확률 분석 과정을 수행한다.

[0168] 나이브 베이즈 분류 모델(701)은 8시간 단위의 데이터에 대하여 클래스 확률에 비발정(negative) 클래스와 발정(positive) 클래스에 대한 특징 별 평균과 분산을 도출할 수 있다.

[0169] 특징별 평균이 비발정 클래스에 대하여 a: 147.74, b: 62.77, c: 522.07, d: 89.63일 수 있다.

[0170] 특징별 평균이 발정 클래스에 대하여 a: 320.11, b: 71.25, c: 963.30, d: 128.85일 수 있다.

[0171] 특징별 분산이 비발정 클래스에 대하여 a: 7097.53, b: 480.19, c: 45473.70, d: 722.16일 수 있다.

[0172] 특징별 분산이 비발정 클래스에 대하여 a: 14535.68, b: 318.91, c: 75872.32, d: 879.76일 수 있다.

[0173] 9시간 단위의 데이터에 대하여 클래스 확률에 비발정(negative) 클래스와 발정(positive) 클래스에 대한 특징별 평균과 분산을 도출할 수 있다.

[0174] 특징별 평균이 비발정 클래스에 대하여 a: 171.83, b: 71.21, c: 602.66, d: 102.95일 수 있다.

[0175] 특징별 평균이 발정 클래스에 대하여 a: 368.61, b: 78.42, c: 1100.27, d: 146.86일 수 있다.

[0176] 특징별 분산이 비발정 클래스에 대하여 a: 7442.98, b: 581.35, c: 50886.15, d: 765.17일 수 있다.

[0177] 특징별 분산이 비발정 클래스에 대하여 a: 16565.21, b: 388.44, c: 86268.00, d: 1073.45일 수 있다.

[0178] 10시간 단위의 데이터에 대하여 클래스 확률에 비발정(negative) 클래스와 발정(positive) 클래스에 대한 특징별 평균과 분산을 도출할 수 있다.

[0179] 특징별 평균이 비발정 클래스에 대하여 a: 193.10, b: 79.71, c: 676.42, d: 114.41일 수 있다.

[0180] 특징별 평균이 발정 클래스에 대하여 a: 416.12, b: 86.47, c: 1236.77, d: 164.38일 수 있다.

[0181] 특징별 분산이 비발정 클래스에 대하여 a: 8076.15, b: 701.09, c: 57506.94, d: 831.04일 수 있다.

[0182] 특징별 분산이 비발정 클래스에 대하여 a: 19234.00, b: 455.20, c: 100473.28, d: 1396.75일 수 있다.

[0183] 도 7b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선택부가 맞춤형 머신 러닝 모델로 나이브 베이즈 분류 모델을 선택한 이후, 발정상태 분류부가 나이브 베이즈 분류 모델의 정확도 분석 과정을 수행하는 것을 각 시간대 별로 구분하여 예시한다.

[0184] 데이터(710)는 8시간대를 나타내고, 데이터(711)는 9시간대를 나타내며, 데이터(712)는 10시간대를 나타낸다.

[0185] 데이터(710)는 ROC 곡선의 AUC가 0.9184이고, 정밀도-재현율 곡선의 AUC가 0.9385이다.

[0186] ROC 곡선의 AUC 모델이 0.9184로 랜덤 추측보다 높으며, 정밀도-재현율 곡선의 AUC 모델 또한 0.9385로 양성(발정) 클래스의 예측 성능이 뛰어남을 확인할 수 있다.

[0187] 데이터(711)는 ROC 곡선의 AUC가 0.9328이고, 정밀도-재현율 곡선의 AUC가 0.9498이다.

[0188] ROC 곡선의 AUC 모델이 0.9328로 랜덤 추측보다 높으며, 정밀도-재현율 곡선의 AUC 모델 또한 0.9498로 양성(발정) 클래스의 예측 성능이 8시간대 보다 높음을 확인할 수 있다.

[0189] 데이터(712)는 ROC 곡선의 AUC가 0.9418이고, 정밀도-재현율 곡선의 AUC가 0.9548이다.

[0190] ROC 곡선의 AUC 모델이 0.9418로 랜덤 추측보다 높으며, 정밀도-재현율 곡선의 AUC 모델 또한 0.9548로 양성(발정) 클래스의 예측 성능이 가장 높은 것을 확인할 수 있다.

[0191] 상대적으로, 데이터(711)에 해당하는 나이브 베이즈 분류기의 정확도가 높은 것을 확인할 수 있다.

[0192] 도 7c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선

택부가 맞춤형 머신 러닝 모델로 나이브 베이즈 분류 모델의 성능 평가와 관련하여 혼동행렬에 기반한 분석 과정에 대한 결과를 예시한다.

[0193] 데이터(720)는 8시간대를 나타내고, 데이터(721)는 9시간대를 나타내며, 데이터(722)는 10시간대를 나타낸다.

[0194] 데이터(720) 내지 데이터(721)는 나이브 베이즈 분류 모델의 혼동행렬을 이용하여 비발정을 비발정으로 분류하는 제1 분류, 발정을 발정으로 분류하는 제2 분류, 비발정을 발정으로 분류하는 제3 분류, 발정을 비발정으로 분류하는 제4 분류로 분류하는 나이브 베이즈 분류 모델의 혼동행렬 분석 과정과 관련된다.

[0195] 제1 분류와 제2 분류는 정분류에 해당하고, 제3 분류와 제4 분류는 오분류에 해당될 수 있다.

[0196] 데이터(720)에서는 제1 분류가 74건 중 65건이고, 제2 분류가 84건 중 69건이고, 제3 분류가 74건 중 9건이며, 제4 분류가 84건 중 15건임을 확인할 수 있다.

[0197] 데이터(721)에서는 제1 분류가 74건 중 67건이고, 제2 분류가 84건 중 71건이고, 제3 분류가 74건 중 7건이며, 제4 분류가 84건 중 13건임을 확인할 수 있다.

[0198] 데이터(722)에서는 제1 분류가 74건 중 68건이고, 제2 분류가 84건 중 70건이고, 제3 분류가 74건 중 6건이며, 제4 분류가 84건 중 14건임을 확인할 수 있다.

[0199] 나이브 베이즈 분류 모델은 8시간대가 정확도 0.8481이고, 9시간대가 0.8734이며, 10시간대가 0.8712로서 9시간대에서 오류가 적은 최적의 분류 성능을 보여주는 것을 확인할 수 있다.

[0200] 도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 다양한 머신 러닝 모델들 중 맞춤형 머신 러닝 모델로 랜덤 포레스트 모델을 선택하고, 랜덤 포레스트 모델을 이용하여 발정 상태 분류하는 방식을 예시한다.

[0201] 도 8a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선택부(800)는 맞춤형 머신 러닝 모델로 랜덤 포레스트 모델(801)을 선택한다.

[0202] 머신 러닝 선택부(800)는 최적의 시간대를 찾기 위해 6시간대, 7시간대, 8시간대, 9시간대 및 10시간대의 각각의 파라미터 별로 합친 하나의 값을 발정 데이터 및 비발정 데이터로 사용하여 다양한 머신 러닝 모델들에 대하여 정확도, 정밀도, 재현율 및 F1-점수를 기반으로 평가한 후 랜덤 포레스트 모델(801)을 선택한다.

[0203] 랜덤 포레스트 모델(801)은 가지가 뻗어 나가듯이 여러가지 방향으로 분류하는 방식이기 때문에 이상치 분류에 대하여 장점이 존재하고, 발정 또는 비발정 상태로 분리해서 결론을 도출하기에 적합하다.

[0204] 랜덤 포레스트 모델(801)은 하이퍼 파라미터를 "max_depth: None", "min_samples_leaf: 4", "min_samples_split: 5" 및 "n_estimators: 50"로 설정하고, 설정된 하이퍼 파라미터를 이용하여 발정 상태 및 비발정 상태를 분리할 수 있다.

[0205] 도 8b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선택부가 맞춤형 머신 러닝 모델로 랜덤 포레스트 모델을 선택한 이후, 발정상태 분류부가 랜덤 포레스트 모델의 정확도 분석 과정을 수행하는 것을 각 시간대 별로 구분하여 예시한다.

[0206] 데이터(810)는 8시간대를 나타내고, 데이터(811)는 9시간대를 나타내며, 데이터(812)는 10시간대를 나타낸다.

[0207] 데이터(810)는 ROC 곡선의 AUC가 0.9264이고, 정밀도-재현율 곡선의 AUC가 0.9396이다.

[0208] ROC 곡선의 AUC 모델이 0.9264로 랜덤 추측보다 높으며, 정밀도-재현율 곡선의 AUC 모델 또한 0.9396로 양성(발정) 클래스의 예측 성능이 뛰어남을 확인할 수 있다.

[0209] 데이터(811)는 ROC 곡선의 AUC가 0.9241이고, 정밀도-재현율 곡선의 AUC가 0.9367이다.

[0210] ROC 곡선의 AUC 모델이 0.9241로 랜덤 추측보다 높으며, 정밀도-재현율 곡선의 AUC 모델 또한 0.9394이다.

[0211] 데이터(812)는 ROC 곡선의 AUC가 0.9435이고, 정밀도-재현율 곡선의 AUC가 0.9574이다.

[0212] ROC 곡선의 AUC 모델이 0.9435로 랜덤 추측보다 높으며, 정밀도-재현율 곡선의 AUC 모델 또한 0.9574로 양성(발정) 클래스의 예측 성능이 가장 높은 것을 확인할 수 있다.

[0213] 상대적으로, 데이터(812)에 해당하는 랜덤 포레스트 모델의 정확도가 높은 것을 확인할 수 있다.

[0214] 도 8c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치에 포함된 머신 러닝 선

택부가 맞춤형 머신 러닝 모델로 랜덤 포레스트 모델의 성능 평가와 관련하여 혼동행렬에 기반한 분석 과정에 대한 결과를 예시한다.

[0215] 데이터(820)는 8시간대를 나타내고, 데이터(821)는 9시간대를 나타내며, 데이터(822)는 10시간대를 나타낸다.

[0216] 데이터(820) 내지 데이터(821)는 랜덤 포레스트 모델의 혼동행렬을 이용하여 비발정을 비발정으로 분류하는 제1 분류, 발정을 발정으로 분류하는 제2 분류, 비발정을 발정으로 분류하는 제3 분류, 발정을 비발정으로 분류하는 제4 분류로 분류하는 랜덤 포레스트 모델의 혼동행렬 분석 과정과 관련된다.

[0217] 제1 분류와 제2 분류는 정분류에 해당하고, 제3 분류와 제4 분류는 오분류에 해당될 수 있다.

[0218] 데이터(820)에서는 제1 분류가 74건 중 63건이고, 제2 분류가 84건 중 71건이고, 제3 분류가 74건 중 11건이며, 제4 분류가 84건 중 13건임을 확인할 수 있다.

[0219] 데이터(821)에서는 제1 분류가 74건 중 65건이고, 제2 분류가 84건 중 67건이고, 제3 분류가 74건 중 9건이며, 제4 분류가 84건 중 17건임을 확인할 수 있다.

[0220] 데이터(822)에서는 제1 분류가 74건 중 66건이고, 제2 분류가 84건 중 69건이고, 제3 분류가 74건 중 8건이며, 제4 분류가 84건 중 15건임을 확인할 수 있다.

[0221] 랜덤 포레스트 모델은 8시간대가 정확도 0.867이고, 9시간대가 0.844이며, 10시간대가 0.8734로서 10시간대에서 오류가 적은 최적의 분류 성능을 보여주는 것을 확인할 수 있다.

[0223] 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치의 독립변수 선택을 위한 데이터 가공 구성을 설명하는 도면이다.

[0224] 도 9a를 참고하면, 데이터 테이블(900)은 도 3a에 개시된 3축 가속도 센서 데이터를 통해 수집된 3축 가속도 센서 데이터의 가공한 형태를 예시한다.

[0225] 데이터 테이블(900)은 도 3b에 예시된 3축 가속도 센서 데이터의 형태(310)와 유사성이 존재한다.

[0226] 데이터 테이블(900)은 한 시간 단위의 독립 변수 선택을 위한 데이터 가공 결과를 나타낼 수 있다.

[0227] 데이터 테이블(900)은 시간 별로 구분되는 제1 항목(901), 제2 항목(902), 제3 항목(903) 및 제4 항목(904)으로 구성될 수 있다.

[0228] 제1 항목(901)은 1초 단위로 측정한 활동(Activity)의 1 시간 동안의 총수를 나타낼 수 있는 변수(SUM_Activity)와 관련된다.

[0229] 제2 항목(902)은 제1 항목(901)과 관련하여 1 시간 동안의 합의 평균을 나타내는 변수(AV_SUM)와 관련된다.

[0230] 예를 들어, 1시간 동안의 합을 3600으로 나눠서 결정된 내용이 제2 항목(902)에 해당될 수 있다.

[0231] 제3 항목(903)은 1시간 동안의 가속도 합의 표준 편차를 나타낼 수 있는 변수(STD_SUM)와 관련된다.

[0232] 제4 항목(904)은 1시간 동안의 X의 표준 편차를 나타내는 변수(STD_X)와 관련된다.

[0233] 도 9b를 참고하면, 그래프(910), 그래프(911), 그래프(912) 및 그래프(913)는 독립 변수 선택에 활용되는 데이터 결과를 나타낸다.

[0234] 그래프(910), 그래프(911), 그래프(912) 및 그래프(913)에서는 도 9a에서 설명된 변수들이 발정 상태(O)와 비발정 상태(X)로 구분하는데 있어서 차이가 발생하는 것을 보여준다.

[0235] 그래프(910)는 변수(SUM_Activity)를 나타내고, 그래프(911)는 변수(STD_SUM)를 나타내며, 그래프(912)는 변수(AV_SUM)를 나타내고, 그래프(913)는 변수(STD_X)를 나타낼 수 있다.

[0236] 예를 들어, 변수(SUM_Activity)의 경우, 발정 상태(O) 그룹이 비발정 상태(X) 그룹에 비해 더 높은 활동 빈도를 보이는 경향이 있다,

[0237] 이는 발정 상태의 개체가 더 활발한 활동을 보인다는 것을 시사한다.

[0238] 마찬가지로, 변수(STD_SUM), 변수(AV_SUM) 및 변수(STD_X)도 두 그룹 사이의 차이를 나타낸다.

[0239] 따라서 이 변수들이 발정 상태를 판별하는 데 효과적일 수 있다고 판단하고 이들을 독립변수로 선택할 수 있다.

[0240] 변수(SUM_Activity), 변수(STD_SUM), 변수(AV_SUM) 및 변수(STD_X)는 독립 변수이고, 종속 변수는 타겟으로 발정 여부를 나타내는 변수이고, 발정 상태와 비발정 상태로 구분한다.

[0241] 데이터 가공부는 1초 단위로 측정한 활동(Activity) 정보의 1시간 동안의 총수를 제3 독립변수인 변수(SUM_Activity)로 가공한다.

[0242] 데이터 가공부는 제3 독립변수의 평균을 제4 독립변수인 변수(AV_SUM)로 가공한다.

[0243] 데이터 가공부는 제3 독립변수의 표준편차를 제5 독립변수인 변수(STD_SUM)로 가공한다.

[0244] 데이터 가공부는 X축에 대한 측정 데이터의 표준편차를 제6 독립변수인 변수(STD_X)로 가공한다.

[0246] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치가 이용하는 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델의 성능 평가를 설명하는 도면이다.

[0247] 도 10을 참고하면, 그래프(1000)는 테스트 데이터로 검정 결과를 나타낸다.

[0248] 데이터 중에 정상 범위를 벗어난 값을 찾아내고, 이를 정상 범위 안의 평균 값으로 바꿔준다.

[0249] 데이터 세트는 이상치를 처리한 후, 비발정우의 7108개 데이터와 발정우의 12487개 데이터를 사용하여 데이터 세트를 구성한다.

[0250] 나이브 베이즈 분류 모델은 발정 여부를 예측하기 위해 사용되는 머신러닝 알고리즘으로, 각 특성이 서로 독립적이라고 가정하여 조건부 확률 기반으로 계산한다.

[0251] 모델을 훈련하여 발정 상태인지 아닌지를 예측하고, 테스트 데이터를 사용하여 모델의 성능을 평가한 결과를 그래프(1000)로 나타낸다.

[0252] 정확도는 0.90이고, 분류는 비발정인데 비발정으로 판별(4010건 중 3659건(91.25%))하고, 발정인데 발정으로 판별(3397건 중 2996건(88.20%)로 분류된 결과이다.

[0253] 오분류는 비발정인데 발정으로 판별(4010건 중 351건(8.75%))이고, 발정인데 비발정으로 판별(3397건 중 401건(11.80%))이다.

[0254] 발정 상태와 비발정 상태에 대한 정밀도(Precision)가 0.90이고, 재현율(Recall)은 발정 상태에 대하여 0.91이고, 비발정 상태에 대하여 0.88이며, F1-Score는 발정 상태가 0.91이고, 비발정 상태가 0.89이고, 정확도는 90%이다.

[0255] 즉, 나이브 베이즈 분류 모델은 높은 정확도로 발정 상태와 비발정 상태를 구분한다.

[0257] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치가 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 도출하는 클래스 분류 결과를 설명하는 도면이다.

[0258] 도 11을 참고하면, 데이터(1100)는 한 시간 단위 클래스 분류 결과를 나타낸다.

[0259] 데이터(1100)는 나이브 베이즈 식 도출 및 이용하는 나이브 베이즈 분류 모델을 이용한 결과일 수 있다.

[0260] 하기 수학식 3은 가우시안 분포의 나이브 베이즈 식을 예시한다.

[0262] [수학식 3]

[0263]
$$\log p(C_k|\mathbf{x}) = \log p(C_k) - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\left(\log(2\pi\sigma_{ki}^2) + \frac{(x_i-\mu_{ki})^2}{\sigma_{ki}^2}\right)$$

[0265] 수학식 3에서는 평균과 분산을 이용하여 발정우의 통계적 정보와 비발정우의 통계적 정보를 산출하는데 활용된

다.

[0266] 평균과 분산은 변수(SUM_Activity), 변수(STD_SUM), 변수(AV_SUM) 및 변수(STD_X)에 대하여 고련된다.

[0267] 수학식 3은 변수(SUM_Activity), 변수(STD_SUM), 변수(AV_SUM) 및 변수(STD_X)에 대하여 사전확률로 계산하여 수식으로 만든다.

[0268] 정리하면, 나이브 베이즈 분류 모델은 독립 변수에 대한 평균과 분산을 고려하고, 사전확률로 계산한다.

[0269] 독립 변수에 대하여 발정우에 대한 발정 상태에 대한 평균, 분산 및 사전 확률에 대한 통계적 정보와 비발정우에 대한 발정 상태에 대한 평균, 분산 및 사전 확률에 대한 통계적 정보를 이용한다.

[0270] 또한, 나이브 베이즈 분류 모델은 독립변수를 가지고 있을 조건부 확률을 계산한다.

[0271] 비발정 일때의 조건부 확률 계산 결과는 하기 수학식 4와 같이 예시할 수 있다.

[0273] [수학식 4]

$$
\begin{aligned}
\log p(C_2|\mathbf{x}) = \log(0.45611294) \\
&- \frac{1}{2}\left[\log(2\pi \cdot 515862.826) + \frac{(x_1 - 924.99314982)^2}{515862.826}\right] \\
&- \frac{1}{2}\left[\log(2\pi \cdot 2495.80783) + \frac{(x_2 - 88.61388799)^2}{2495.80783}\right] \\
&- \frac{1}{2}\left[\log(2\pi \cdot 594.247824) + \frac{(x_3 - 34.8342323)^2}{594.247824}\right] \\
&- \frac{1}{2}\left[\log(2\pi \cdot 127.667363) + \frac{(x_4 - 21.5508898)^2}{127.667363}\right]
\end{aligned}
$$

[0274]

[0275] 발정 일때의 조건부 확률 계산 결과는 하기 수학식 5와 같이 예시할 수 있다.

[0277] [수학식 5]

$$
\begin{aligned}
\log p(C_1|\mathbf{x}) = \log(0.54388706) \\
&- \frac{1}{2}\left[\log(2\pi \cdot 313470.646) + \frac{(x_1 - 1957.43468085)^2}{313470.646}\right] \\
&- \frac{1}{2}\left[\log(2\pi \cdot 1279.04099) + \frac{(x_2 - 150.20872535)^2}{1279.04099}\right] \\
&- \frac{1}{2}\left[\log(2\pi \cdot 53.4534739) + \frac{(x_3 - 43.00994032)^2}{53.4534739}\right] \\
&- \frac{1}{2}\left[\log(2\pi \cdot 24.7609520) + \frac{(x_4 - 18.26643486)^2}{24.7609520}\right]
\end{aligned}
$$

[0278]

[0280] 수학식 4 및 5에서 x_1은 변수(SUM_Activity)를 나타낼 수 있고, x_2는 변수(AV_SUM)를 나타낼 수 있고, x_3은 변수(STD_X)를 나타낼 수 있으며, x_4는 변수(STD_SUM)는 나타낼 수 있으며, P(C)는 사전 확률을 나타낼 수 있다.

[0281] 조건부 확률 계산식을 이용한 클래스 결정에 대하여 데이터 입력에 대하여 조건부 확률 계산으로 클래스 결정에 기반하여 클래스를 정상 상태(O)와 비정상 상태(X) 중 어느 하나의 상태로 선택하여 데이터 그룹을 분류한다.

[0282] 데이터(1100)는 가우시안 분포의 나이브 베이즈 식과 조건부 확률 계산식을 이용하여 정상 상태(O)와 비정상 상태(X) 중 어느 하나의 상태로 선택하여 데이터 그룹을 분류한다.

[0283] 발정상태 분류부는 발정우의 통계적 정보와 비발정우의 통계적 정보를 이용하여 나이브 베이즈 분류 모델에 기반하여 가우시안 분포의 나이브 베이즈 식을 구축하고, 조건부 확률 계산식을 적용하여 감지 대상의 상태를 발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류할 수 있다.

[0285] 도 12 및 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법이 나이브 베이즈 분류(Naive Bayes Classifier) 모델을 이용하여 번식우의 발정 상태를 감지하는 절차를 설명하는 도면이다.

[0286] 도 12를 참고하면, 단계(S1201)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 데이터 측정 및 가공한다.

[0287] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 실시간 3축 가속도 값 데이터를 측정하여 한시간 단위로 4가지 변수(변수(SUM_Activity), 변수(STD_SUM), 변수(AV_SUM) 및 변수(STD_X))를 계산한다.

[0288] 단계(S1202)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 시간 단위 그룹 별 분석한다.

[0289] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 소의 데이터를 9시간 단위로 나누고, 특정 시간 대 데이터를 제외한다.

[0290] 예를 들어, 0시 내지 8시 그룹과, 1시 내지 9시 그룹으로 나누고, 특정 시간 대 데이터를 제외한다.

[0291] 일반적으로, 13시 내지 14시대에 활동량이 매우 많아서 발정으로 오분류하는 경우가 발생함에 따라 특정 시간대를 제외한다.

[0292] 단계(S1203)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 발정 상태 확인한다.

[0293] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 각 9시간대 그룹들을 검토하고, 그룹 내에서 소가 8시간 이상 연속적으로 분류되는 경우에 해당 그룹을 발정 상태로 판단한다.

[0294] 단계(S1204)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 발정 상태 감지 결과를 전달한다.

[0295] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 발정 시작 시각과 수정적기(발정시각시각 + 18시간에 대하여 + 및 - 4시간)을 알려서 발정 상태 감지 결과를 전달한다.

[0296] 도 13을 참고하면, 단계(S1301)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 활동정보를 수집 및 가공한다.

[0297] 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 3축 가속도 센서를 통해 개체의 활동정보를 수집하고, 수집된 활동 정보를 X 값, Y 값 및 Z 값을 수신하여 서버에 저장한다.

[0298] 단계(S1302)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 가공 데이터를 한시간 단위의 복수의 파라미터로 변경한다.

[0299] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 서버에 저장된 데이터를 한시간 단위의 4개의 파라미터로 변경한다.

[0300] 단계(S1303)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 복수의 파라미터 값에 대하여 나이브베이즈 분석을 이용하여 발정 상태를 탐지한다.

[0301] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 특정 값을 추출하여 만든 4개의 파라미터 값을 나이브베이즈 분석을 이용하여 발정 클래스 및 비발정 클래스로 분류한다.

[0302] 단계(S1304)에서 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 9시간 단위로 그룹을 나누어 발정이 지속되면 알림을 통해 통보한다.

[0303] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 머신 러닝 기반 번식우의 발정 감지 방법은 9시간 단위로 그룹을 나누어 발정이 지속되면 알림을 통해 발정 상태에 대한 탐지 결과를 발정 감지 결과로 전달한다.

[0305] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴

퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0306] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0307] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0308] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0309] 200: 머신러닝 기반 번식우의 발정 감지 장치

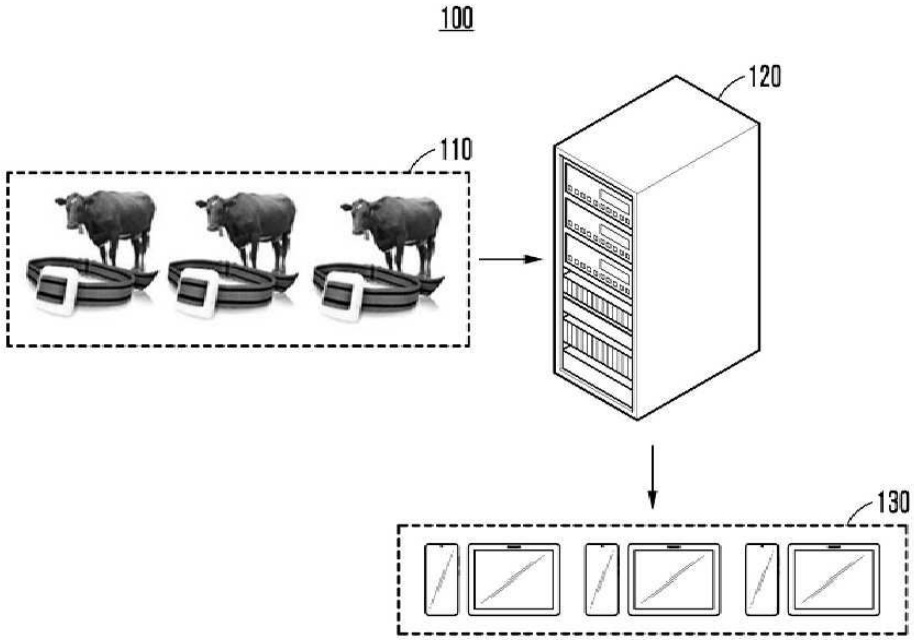
210: 데이터 수집부 220: 데이터 가공부

230: 머신 러닝 선택부 240: 발정상태 분류부

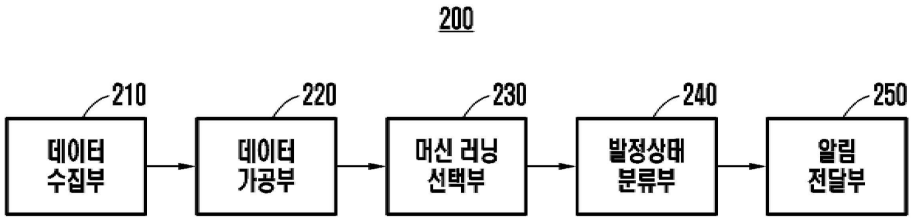
250: 알림 전달부

도면

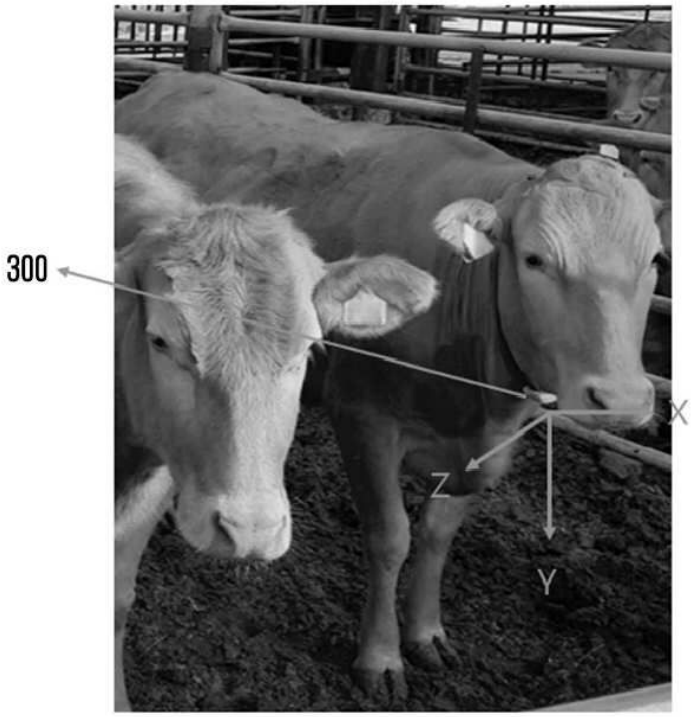
도면1


100
120
110
130

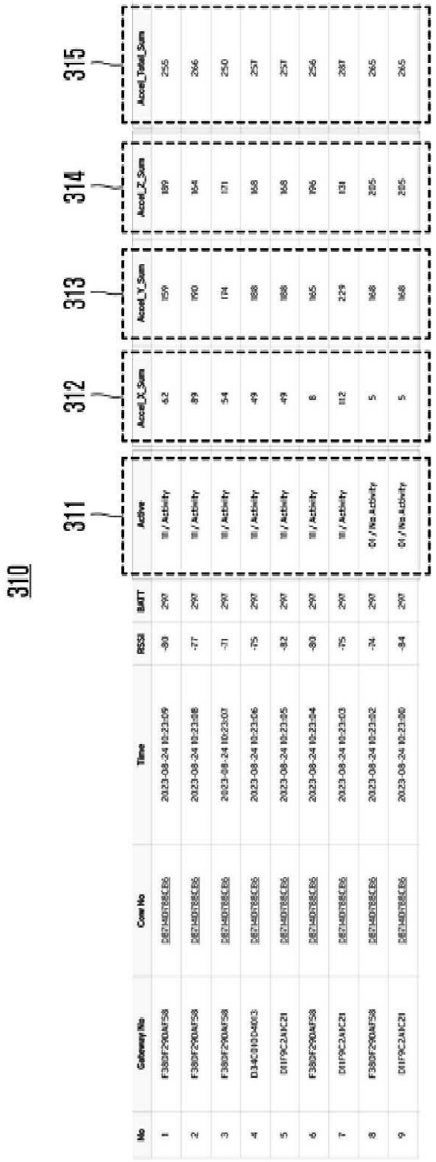
도면2


200
210
데이터 수집부
220
데이터 가공부
230
머신 러닝 선택부
240
발정상태 분류부
250
알림 전달부

도면3a



도면3b


310
311
312
313
314
315
No
Gateway No
Core No
Time
RSSI
BATT
Active
Accel_X_Sum
Accel_Y_Sum
Accel_Z_Sum
Accel_Total_Sum
1 F380F290AF58 2023-08-24 10:23:09 -80 297 In Activity 62 159 189 255
2 F380F290AF58 2023-08-24 10:23:08 -77 297 In Activity 89 160 164 266
3 F380F290AF58 2023-08-24 10:23:07 -71 297 In Activity 54 174 171 250
4 D34C0104003 2023-08-24 10:23:06 -75 297 In Activity 49 188 168 257
5 D11F9C2A1C21 2023-08-24 10:23:05 -82 297 In Activity 49 188 168 257
6 F380F290AF58 2023-08-24 10:23:04 -80 297 In Activity 6 165 196 256
7 D11F9C2A1C21 2023-08-24 10:23:03 -75 297 In Activity 112 229 131 287
8 F380F290AF58 2023-08-24 10:23:02 -74 297 Out / No Activity 5 168 195 265
9 D11F9C2A1C21 2023-08-24 10:23:00 -84 297 Out / No Activity 5 168 195 265

도면3c

320

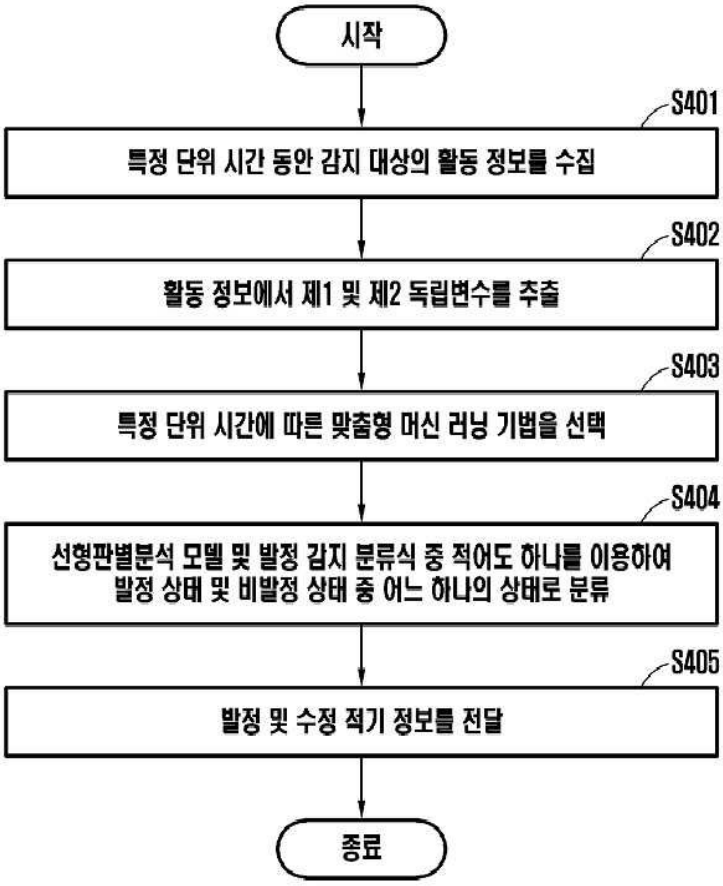
No	Gateway No	Cow No	Time	a	b	c	d
1	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	0	42.305557	8.5084877	125.405	21.395636
2	D11F9C2A1C21	806FB0C53AD7	1	4.3611112	14.565586	47.277222	3.9002547
3	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	2	6.2777777	10.368827	41.648335	8.1073971
4	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	3	1.25	10.645833	30.403889	3.6589909
5	D11F9C2A1C21	806FB0C53AD7	4	0.9166667	13.969908	38.103889	2.8013358
6	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	5	19.166666	12.115741	77.673889	16.325119
7	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	6	1.3888888	4.6496911	14.948055	3.6509168
8	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	7	7.1944447	5.2276235	30.829166	17.659134
9	E0F10EB0222A	806FB0C53AD7	8	13.888889	10.191358	59.490276	15.224212
10	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	9	2.25	11.506945	34.313889	3.326997
11	D11F9C2A1C21	806FB0C53AD7	10	10.027778	10.695216	51.59	11.376679
12	E711A8F666A3	806FB0C53AD7	11	29.25	10.3125	98.010834	14.14177
13	E711A8F666A3	806FB0C53AD7	12	23.194445	11.949846	87.133888	11.552959
14	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	13	16.833334	10.745371	68.429169	9.8678532
15	E0F10EB0222A	806FB0C53AD7	14	30.138889	4.9205246	86.768608	18.664419
16	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	15	40.611111	4.1836419	110.705	18.656773
17	D11F9C2A1C21	806FB0C53AD7	16	35.916668	4.9699078	100.43861	13.637446
18	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	17	42.583332	3.4328701	113.77805	22.895159
19	E0F10EB0222A	806FB0C53AD7	18	26.111111	6.3919754	80.205002	17.995159
20	F38DF29DAF58	806FB0C53AD7	19	17.194445	10.810957	69.402222	11.744655
21	D11F9C2A1C21	806FB0C53AD7	20	46.111111	6.0030866	128.96834	16.874592
22	D11F9C2A1C21	806FB0C53AD7	21	31.777779	11.216049	106.34583	13.991876
23	E0F10EB0222A	806FB0C53AD7	22	23.416666	12.289351	88.644447	20.188223
24	E0F10EB0222A	806FB0C53AD7	23	30.694445	9.435957	98.855278	13.347828

도면3d

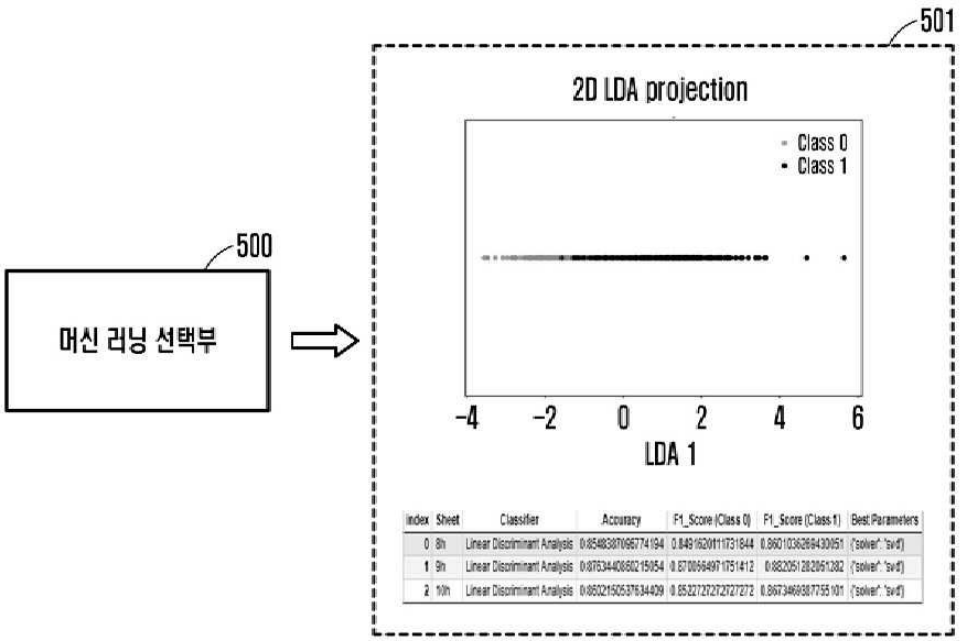
330

cow_row_data_70B950727766_Motionupdate_2023-08-04 2-20번 11시 발정									
24.388889	6.9552469	78.472778	18.638691		257.25	31.75694	721.7217	116.2039	6	
35.444443	9.6790123	113.15083	20.841185		297	35.77778	829.8425	133.4618	7	
49.611111	5.3503089	136.67	19.552801		357.2778	39.11883	987.1311	159.3077	8	
50.888889	2.5802469	133.15306	17.076077		412.8333	43.55093	1136.157	183.1601	9	2.442967
45	3.6944444	121.65195	20.570391		460.7778	51.38272	1274.688	202.1619	10	
51.916668	3.4976854	138.62306	19.524767							
39.75	4.0208335	108.12083	17.257921							
60.277779	3.3410494	157.2886	25.845865							
55.555557	4.4320989	149.02611	23.852423							
47.944443	7.8317904	138.53084	19.001774							
46.5	8.2361107	135.64555	18.040693							
55.166668	7.5324078	155.81305	18.377247							
61.944443	6.8873458	170.76805	18.532503							

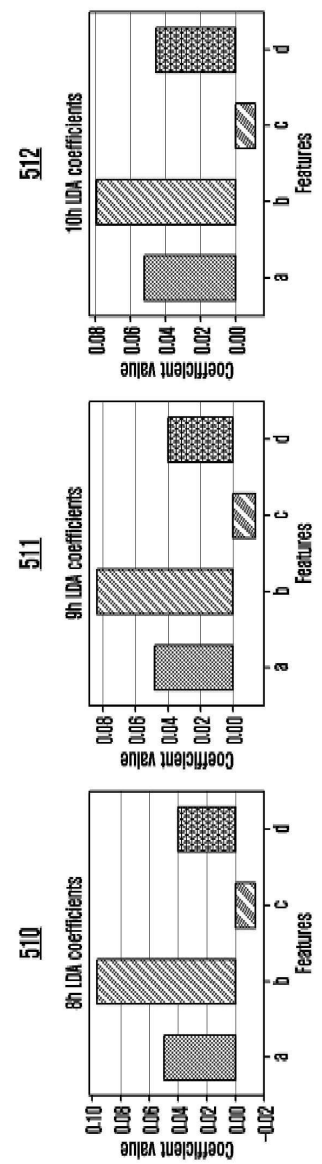
도면4


시작
S401
특정 단위 시간 동안 감지 대상의 활동 정보를 수집
S402
활동 정보에서 제1 및 제2 독립변수를 추출
S403
특정 단위 시간에 따른 맞춤형 머신 러닝 기법을 선택
S404
선형판별분석 모델 및 발정 감지 분류식 중 적어도 하나를 이용하여
발정 상태 및 비발정 상태 중 어느 하나의 상태로 분류
S405
발정 및 수정 적기 정보를 전달
종료

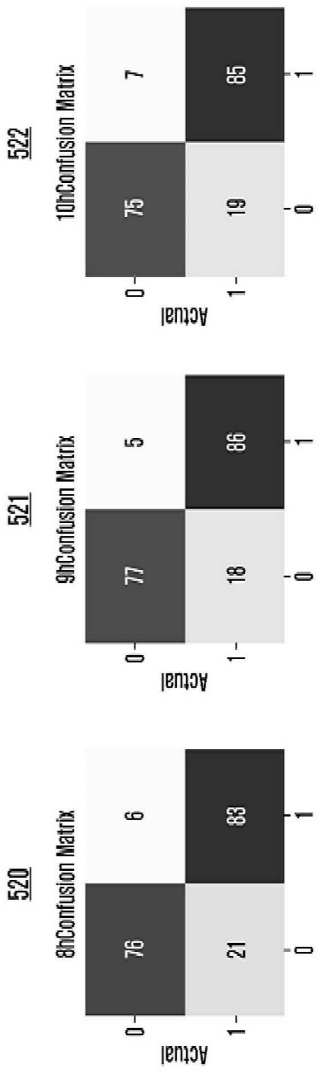
도면5a


500
머신 러닝 선택부
501
2D LDA projection
Class 0
Class 1
-4
-2
0
2
4
6
LDA 1
Index Sheet Classifier Accuracy F1_Score (Class 0) F1_Score (Class 1) Best Parameters
0 8h Linear Discriminant Analysis 0.8548387096774194 0.8491620111731844 0.8601036269430051 {'solver': 'svd'}
1 9h Linear Discriminant Analysis 0.8763440860215054 0.8700564971751412 0.8820512820512382 {'solver': 'svd'}
2 10h Linear Discriminant Analysis 0.8602150537634409 0.8522727272727272 0.8673469387755101 {'solver': 'svd'}

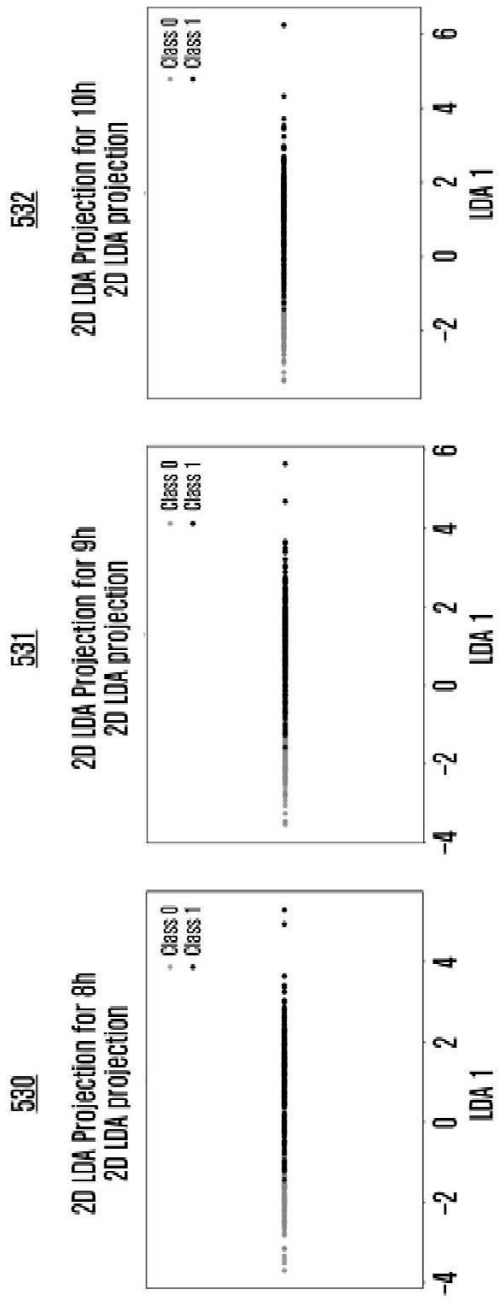
도면5b


510
8h LDA coefficients
Coefficient value
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
−0.02
a
b
c
d
Features
511
9h LDA coefficients
Coefficient value
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
a
b
c
d
Features
512
10h LDA coefficients
Coefficient value
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
a
b
c
d
Features

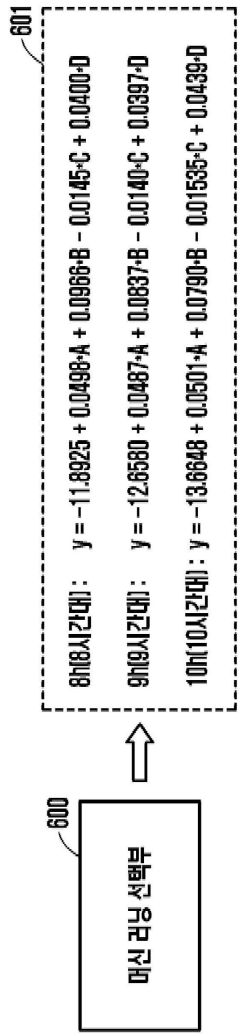
도면5c


520
8hConfusion Matrix
Actual
0
1
76
21
6
83
0
1
521
9hConfusion Matrix
Actual
0
1
77
18
5
86
0
1
522
10hConfusion Matrix
Actual
0
1
75
19
7
85
0
1

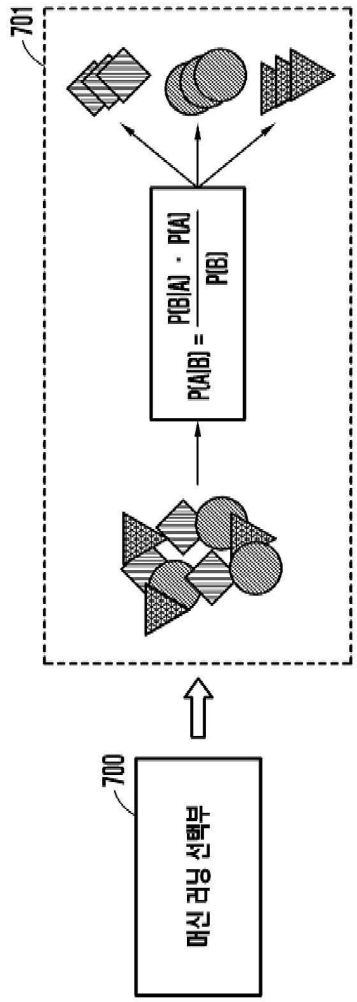
도면5d


530
2D LDA Projection for 8h
2D LDA projection
Class 0
Class 1
LDA 1
-4
-2
0
2
4
531
2D LDA Projection for 9h
2D LDA projection
Class 0
Class 1
LDA 1
-4
-2
0
2
4
6
532
2D LDA Projection for 10h
2D LDA projection
Class 0
Class 1
LDA 1
-2
0
2
4
6

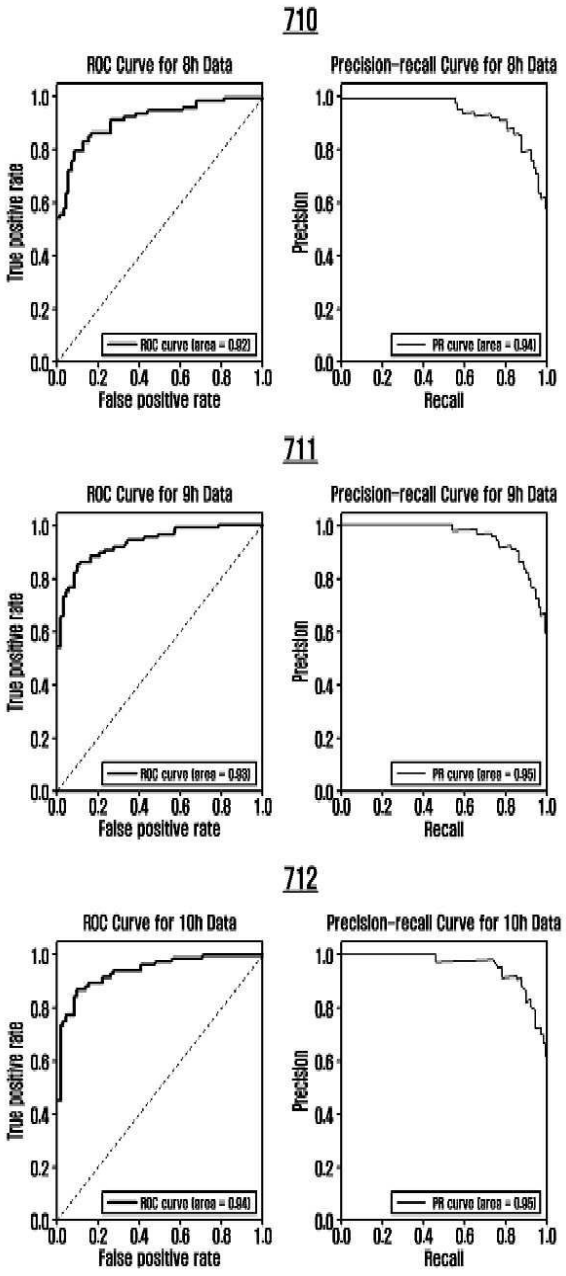
도면6


601
8h(8시간대) : y = -11.8925 + 0.0498*A + 0.0966*B - 0.0145*C + 0.0400*D
9h(9시간대) : y = -12.6580 + 0.0487*A + 0.0837*B - 0.0140*C + 0.0397*D
10h(10시간대) : y = -13.6648 + 0.0501*A + 0.0790*B - 0.01535*C + 0.0439*D
600
머신 러닝 선택부

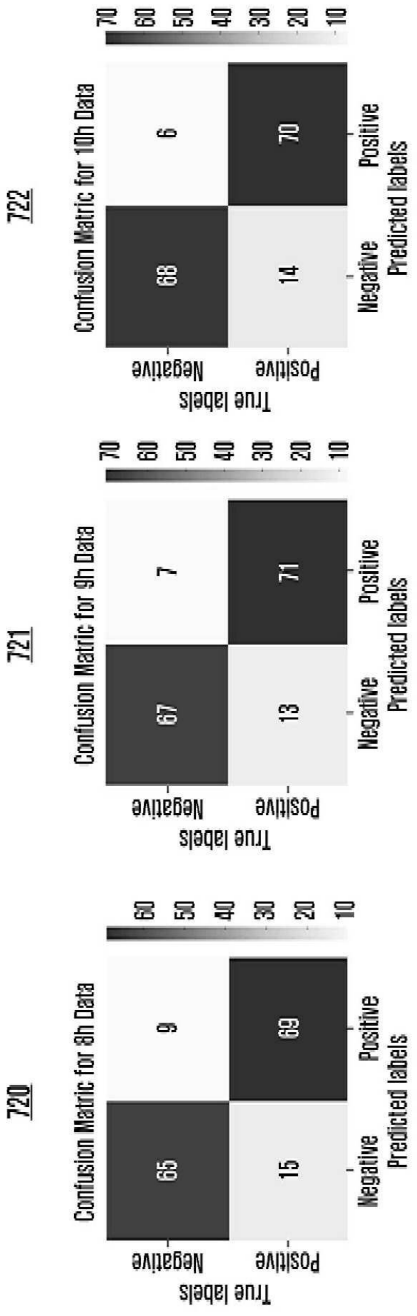
도면7a



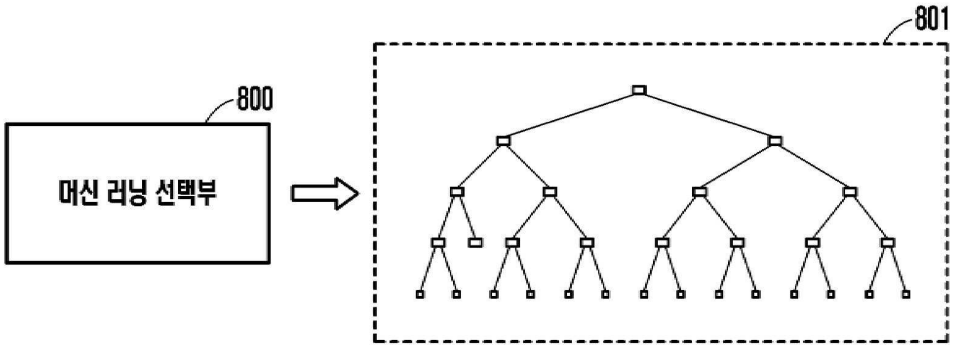
도면7b


710
ROC Curve for 8h Data
True positive rate
False positive rate
ROC curve (area = 0.92)
Precision-recall Curve for 8h Data
Precision
Recall
PR curve (area = 0.94)
711
ROC Curve for 9h Data
True positive rate
False positive rate
ROC curve (area = 0.93)
Precision-recall Curve for 9h Data
Precision
Recall
PR curve (area = 0.95)
712
ROC Curve for 10h Data
True positive rate
False positive rate
ROC curve (area = 0.94)
Precision-recall Curve for 10h Data
Precision
Recall
PR curve (area = 0.95)

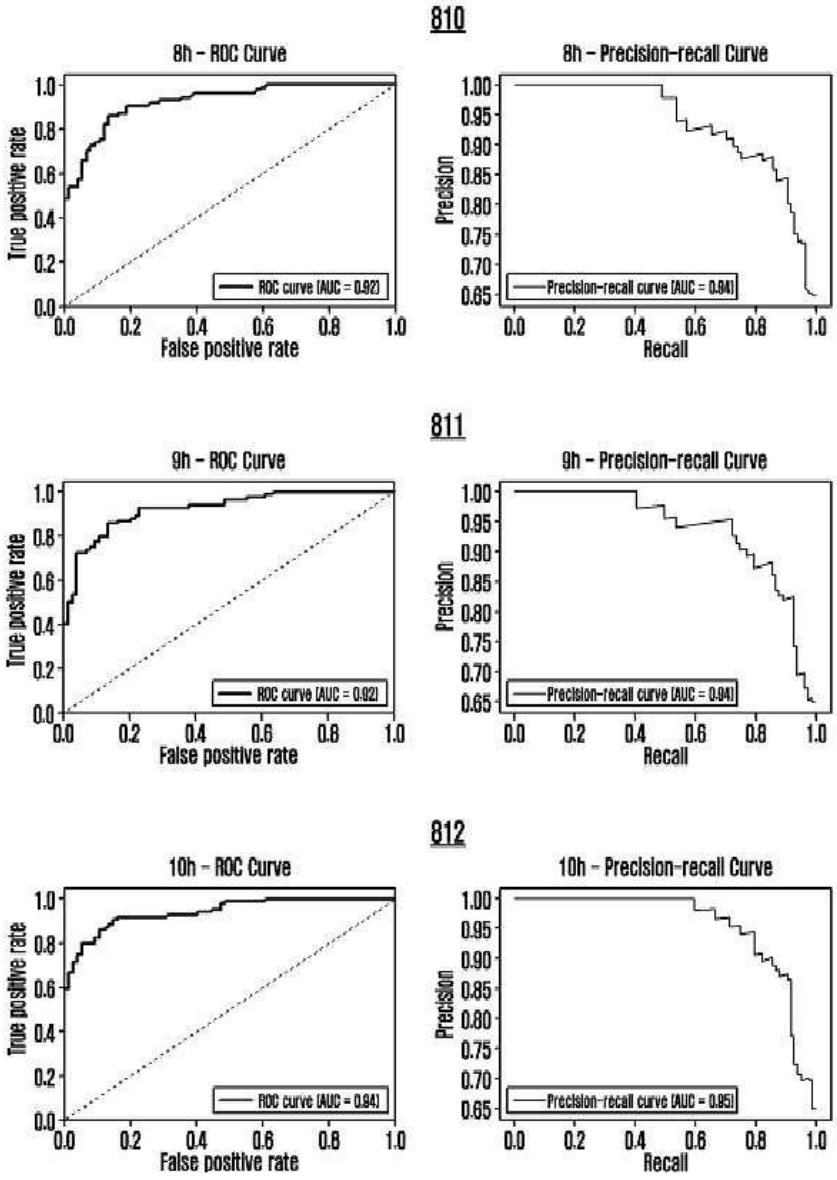
도면7c


720
Confusion Matric for 8h Data
True labels
Negative
Positive
Predicted labels
Negative
Positive
65
15
9
69
721
Confusion Matric for 9h Data
True labels
Negative
Positive
Predicted labels
Negative
Positive
67
13
7
71
722
Confusion Matric for 10h Data
True labels
Negative
Positive
Predicted labels
Negative
Positive
68
14
6
70

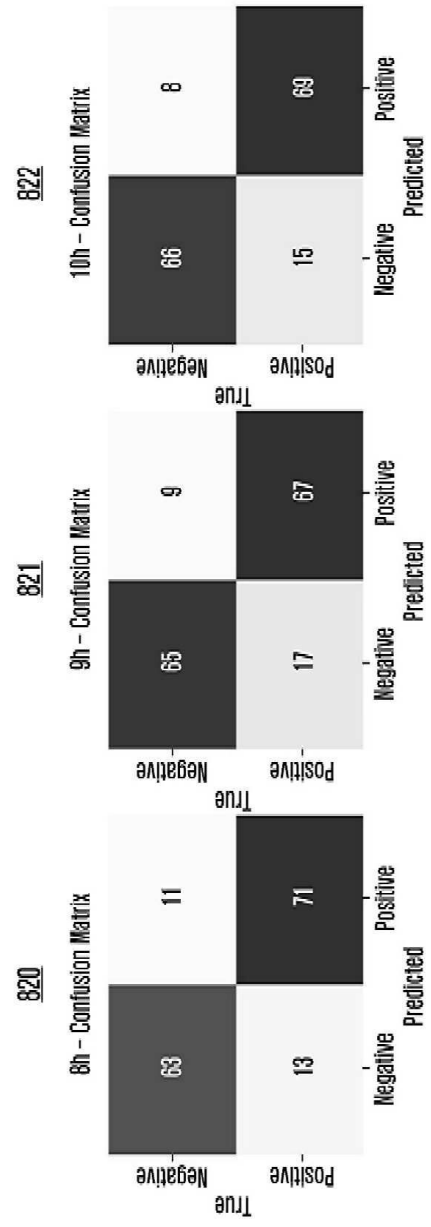
도면8a


800
머신 러닝 선택부
801

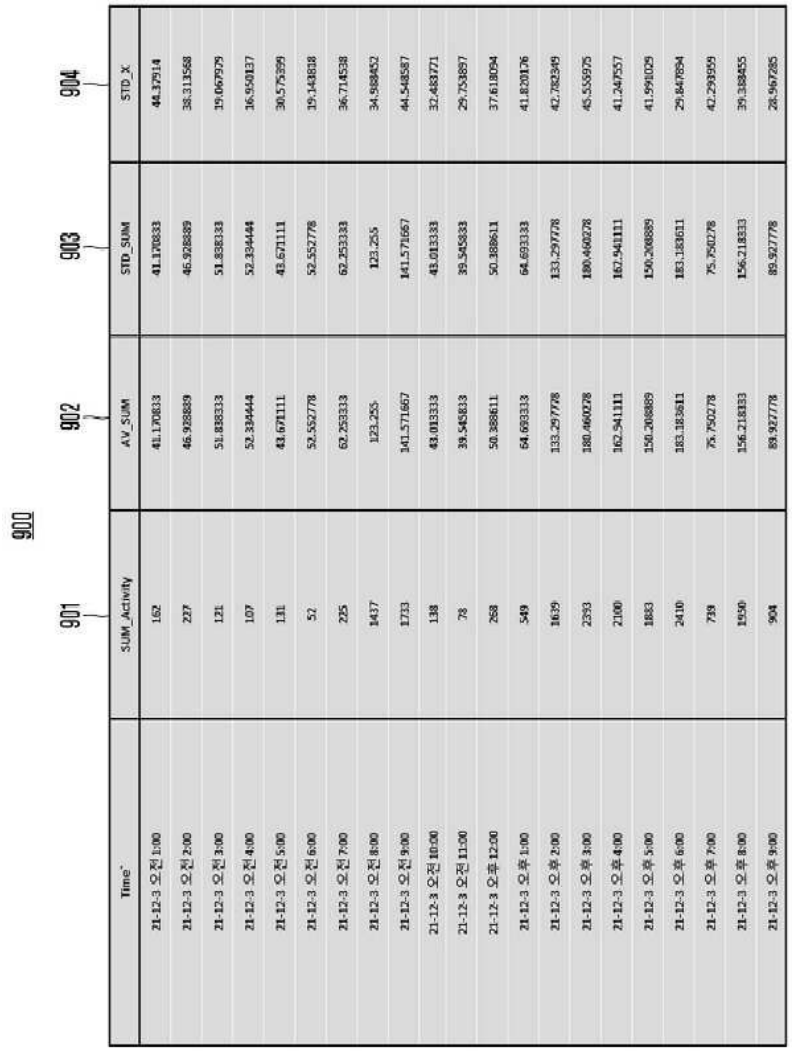
도면8b


810
8h - ROC Curve
True positive rate
False positive rate
ROC curve (AUC = 0.92)
8h - Precision-recall Curve
Precision
Recall
Precision-recall curve (AUC = 0.94)
811
9h - ROC Curve
True positive rate
False positive rate
ROC curve (AUC = 0.92)
9h - Precision-recall Curve
Precision
Recall
Precision-recall curve (AUC = 0.94)
812
10h - ROC Curve
True positive rate
False positive rate
ROC curve (AUC = 0.94)
10h - Precision-recall Curve
Precision
Recall
Precision-recall curve (AUC = 0.95)

도면8c

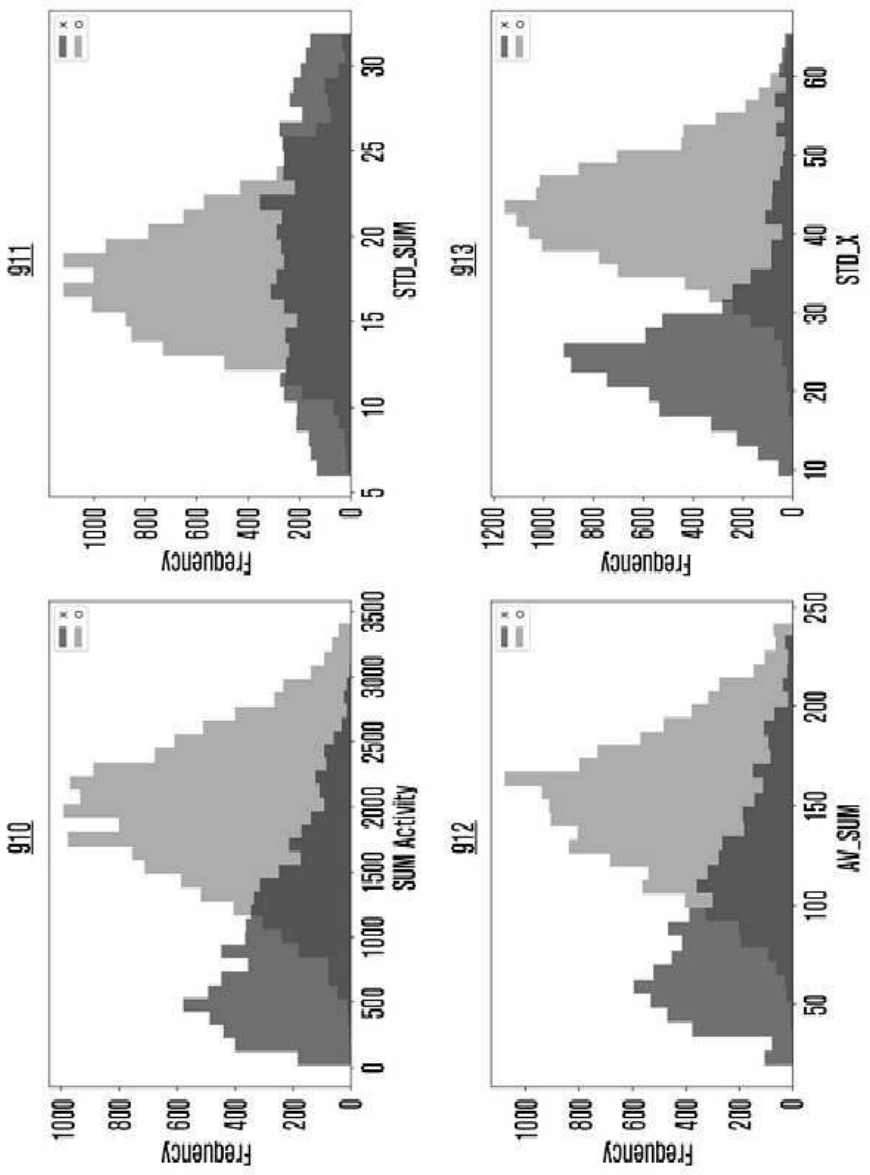

820
8h – Confusion Matrix
True
Negative
Positive
63
13
11
71
Negative
Positive
Predicted
821
9h – Confusion Matrix
True
Negative
Positive
65
17
9
67
Negative
Positive
Predicted
822
10h – Confusion Matrix
True
Negative
Positive
66
15
8
69
Negative
Positive
Predicted

도면9a

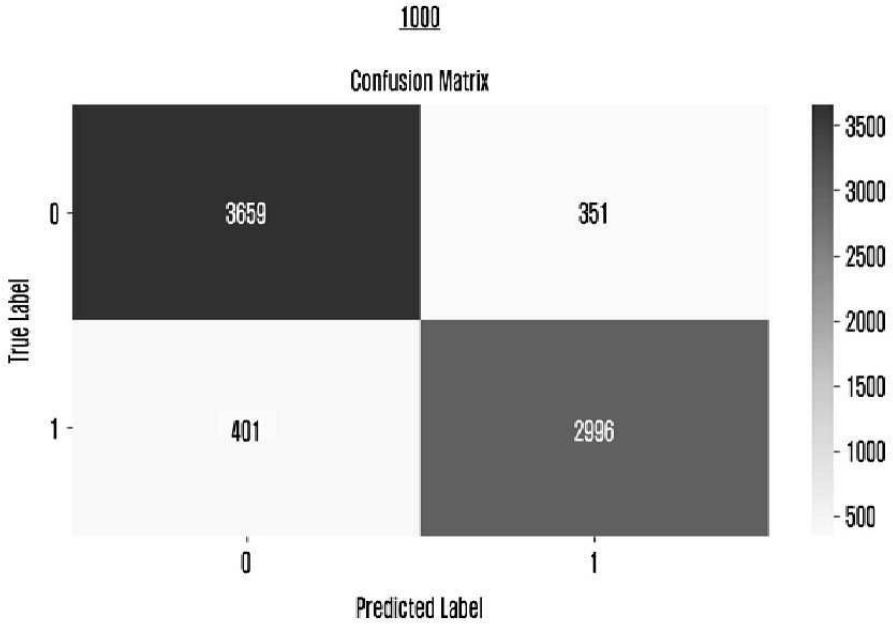


Time	SUM_Activity	AV_SUM	STD_SUM	STD_X
21-12-3 오전 1:00	162	41.170833	41.170833	44.37514
21-12-3 오전 2:00	227	46.928889	46.928889	38.313568
21-12-3 오전 3:00	121	51.838333	51.838333	19.667929
21-12-3 오전 4:00	107	52.334444	52.334444	16.950137
21-12-3 오전 5:00	131	43.671111	43.671111	30.576399
21-12-3 오전 6:00	52	52.552778	52.552778	19.143838
21-12-3 오전 7:00	225	62.253333	62.253333	36.714538
21-12-3 오전 8:00	1417	123.255	123.255	34.588452
21-12-3 오전 9:00	1733	141.571667	141.571667	44.548587
21-12-3 오전 10:00	138	43.013333	43.013333	32.483771
21-12-3 오전 11:00	78	39.545833	39.545833	29.753857
21-12-3 오후 12:00	268	50.388611	50.388611	37.618094
21-12-3 오후 1:00	549	64.693333	64.693333	41.820176
21-12-3 오후 2:00	1629	133.297778	133.297778	42.783349
21-12-3 오후 3:00	2393	180.460278	180.460278	45.559975
21-12-3 오후 4:00	2100	162.941111	162.941111	41.247557
21-12-3 오후 5:00	1883	150.208889	150.208889	41.991029
21-12-3 오후 6:00	2410	183.183611	183.183611	29.847894
21-12-3 오후 7:00	739	75.750278	75.750278	42.293959
21-12-3 오후 8:00	1930	156.218333	156.218333	39.388455
21-12-3 오후 9:00	904	89.927778	89.927778	28.967285

도면9b


911
910
913
912
Frequency
STD_SUM
SUM Activity
STD_X
AV_SUM
0
200
400
600
800
1000
1200
5
10
15
20
25
30
40
50
60
100
150
250
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500

도면10

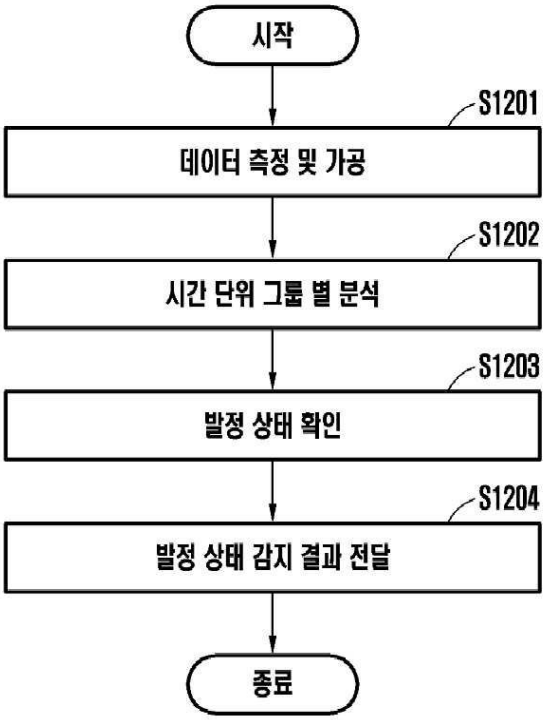

1000
Confusion Matrix
3659
351
401
2996
0
1
True Label
0
1
Predicted Label
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500

도면11

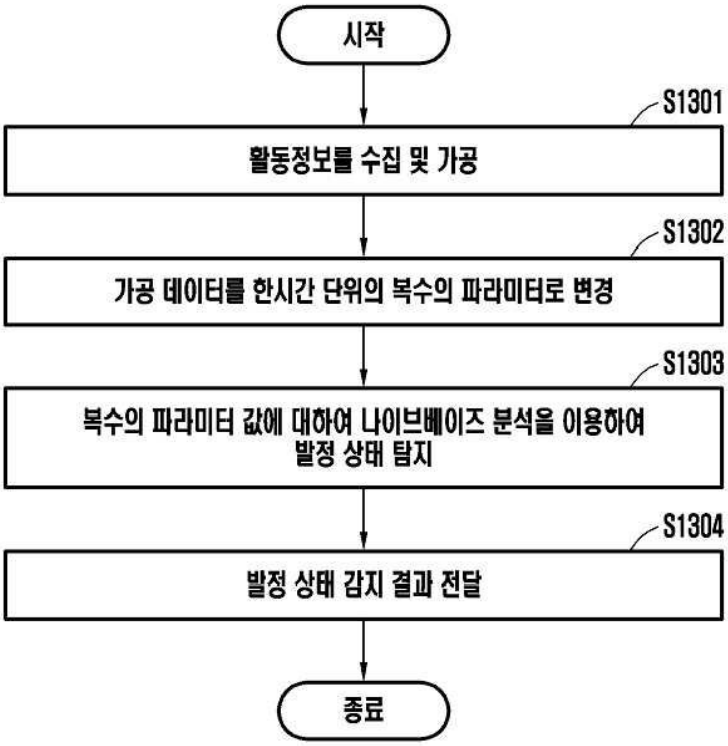
1100

Time	분류
21-12-3 오전 1:00	X
21-12-3 오전 2:00	X
21-12-3 오전 3:00	X
21-12-3 오전 4:00	X
21-12-3 오전 5:00	X
21-12-3 오전 6:00	X
21-12-3 오전 7:00	X
21-12-3 오전 8:00	O
21-12-3 오전 9:00	O
21-12-3 오전 10:00	X
21-12-3 오전 11:00	X
21-12-3 오후 12:00	X
21-12-3 오후 1:00	X
21-12-3 오후 2:00	X
21-12-3 오후 3:00	X
21-12-3 오후 4:00	O
21-12-3 오후 5:00	O
21-12-3 오후 6:00	O
21-12-3 오후 7:00	X
21-12-3 오후 8:00	O
21-12-3 오후 9:00	X

도면12


시작
S1201
데이터 측정 및 가공
S1202
시간 단위 그룹 별 분석
S1203
발정 상태 확인
S1204
발정 상태 감지 결과 전달
종료

도면13


시작
S1301
활동정보를 수집 및 가공
S1302
가공 데이터를 한시간 단위의 복수의 파라미터로 변경
S1303
복수의 파라미터 값에 대하여 나이브베이즈 분석을 이용하여
발정 상태 탐지
S1304
발정 상태 감지 결과 전달
종료