

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6824199号
(P6824199)

(45) 発行日 令和3年2月3日 (2021. 2. 3)

(24) 登録日 令和3年1月14日 (2021. 1. 14)

(51) Int. Cl.	F I
A O 1 K 11/00 (2006. 01)	A O 1 K 11/00 E
G O 6 T 7/593 (2017. 01)	G O 6 T 7/593
G O 6 T 7/557 (2017. 01)	G O 6 T 7/557
G O 6 T 7/521 (2017. 01)	G O 6 T 7/521
G O 6 T 7/00 (2017. 01)	G O 6 T 7/00 3 O O F
請求項の数 18 (全 35 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2017-568210 (P2017-568210)	(73) 特許権者	515282083
(86) (22) 出願日	平成28年6月30日 (2016. 6. 30)		ヴァイキング ジェネティクス エフエム
(65) 公表番号	特表2018-520680 (P2018-520680A)		ベア
(43) 公表日	平成30年8月2日 (2018. 8. 2)		デンマーク国 デーコー 8960 ラナ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/065241		ース エスエー, ドラストルプ, エー
(87) 国際公開番号	W02017/001538		ベルトフトヴァイ 16
(87) 国際公開日	平成29年1月5日 (2017. 1. 5)	(74) 代理人	100078282
審査請求日	令和1年6月3日 (2019. 6. 3)		弁理士 山本 秀策
(31) 優先権主張番号	15174783.9	(74) 代理人	100113413
(32) 優先日	平成27年7月1日 (2015. 7. 1)		弁理士 森下 夏樹
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100181674
			弁理士 飯田 貴敏
		(74) 代理人	100181641
			弁理士 石川 大輔
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 背の画像に基づき個々の動物を識別するシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

既知の識別情報を有する家畜動物の個体群における個々の家畜動物の識別情報を判定するための方法であって、

予め選択された家畜動物の背の少なくとも1つの3D画像を取得するステップと、

前記少なくとも1つの3D画像からデータを抽出するステップであって、前記抽出されたデータは、前記予め選択された家畜動物の前記背の解剖学的構造および／または前記予め選択された家畜動物の前記背のトポロジに関連する、ステップと、

既知の識別情報を有する前記家畜動物の前記背の前記解剖学的構造および／または既知の識別情報を有する前記家畜動物の前記背のトポロジに対応する基準データと、前記抽出されたデータとを比較および／または照合し、これにより、前記予め選択された家畜動物を識別するステップであって、前記基準データは、前記家畜動物の個体群における家畜動物の各々の前記背の少なくとも1つの取得された基準3D画像から抽出され、識別された動物の前記背の少なくとも1つの基準3D画像は、少なくとも2週毎に取得される、ステップと

を含む、方法。

【請求項 2】

前記家畜動物は、畜牛、雌牛、乳牛、雄牛、子牛、豚 (p i g)、雌豚、去勢していない雄豚、去勢した雄豚、子豚 (p i g l e t)、馬、羊、山羊、鹿の群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記家畜動物の個体群は、畜牛、雌牛、乳牛、雄牛、子牛、豚（p i g）、雌豚、去勢していない雄豚、去勢した雄豚、子豚（p i g l e t）、馬、羊、山羊、鹿の群から選択される同じ品種の動物の個体群である、請求項 1 または請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記抽出されたデータおよび前記基準データは、前記家畜動物のトポグラフィックプロファイルの群から選択される値を含む、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5】

前記トポグラフィックプロファイルは、前記動物の高さ、前記動物の幅、前記動物の背骨に沿った等高線、前記背の長さ、前記動物の様々な高さの等高線のプロット、前記動物の異なる高さより上方の前記動物の体積、腔部の大きさ、腔部の深さ、前記動物における 2 つの予め選択された箇所間の距離の群から選択され、前記予め選択された箇所は、右の腰、左の腰、右肩、左肩、尾根、頸、（1）左のフォアリブ、（2）左のショートリブの端部、（3）左のフックの端部、（4）左のフック前部中点、（5）左のフック、（6）左のフック後部中点、（7）左のフック端部、（8）左寛、（9）左のピン、（10）左尾根のナディア、（11）左の尾根接合部、（12）尾、（13）右の尾根接合部、（14）右の尾根のナディア、（15）右のピン、（16）右寛、（17）右のフックの端部、（18）右のフック後部中点、（19）右のフック、（20）右のフック前部中点、（21）右のフックの端部、（22）右のショートリブの端部（23）の群から選択できる、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記抽出されたデータおよび前記基準データは、前記家畜動物の前記背の特性に関連する少なくとも 1 つの値を含む、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

家畜動物の前記少なくとも 1 つの基準 3 D 画像は、前記家畜動物に取り付けられた識別マーカールを読み取ることによって、前記家畜動物の前記識別情報を同時に判定することによって取得される、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 8】

前記 3 D 画像および／または前記基準 3 D 画像は、3 D 画像の複数のレイヤなどの前記家畜動物の前記背のトポグラフィック画像である、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の方法。

【請求項 9】

前記抽出されたデータおよび前記基準データは、前記 3 D 画像の複数のレイヤの領域の値を含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記抽出されたデータおよび前記基準データは、予め選択された距離に関連する値の少なくとも 1 つの群を含み、前記予め選択された距離は、予め選択された面に対して前記家畜動物を支持する地面または床からの距離であり、前記予め選択された距離は、70 c m ～ 180 c m である、請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の方法。

【請求項 11】

前記方法は、前記識別された予め選択された家畜動物の飼料の摂取を判定するステップをさらに含む、請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の方法。

【請求項 12】

既知の識別情報を有する家畜動物の個体群の中で個々の家畜動物の識別情報を判定するシステムであって、前記システムは、

予め選択された家畜動物の背の少なくとも 1 つの 3 D 画像を取得するように構成されている撮像システムと、

処理ユニットであって、

前記少なくとも 1 つの 3 D 画像からデータを抽出することであって、前記抽出されたデータは、前記予め選択された家畜動物の前記背の解剖学的構造および／または前記予め

10

20

30

40

50

選択された家畜動物の前記背のトポロジに関連する、ことと、

前記抽出されたデータと、既知の識別情報を有する前記家畜動物の各々の前記背の前記解剖学的構造および／または既知の識別情報を有する前記家畜動物の各々の前記背のトポロジに対応する基準データとを照合し、これにより、前記予め選択された家畜動物を識別することと

を行うように構成されている処理ユニットと

を含み、

前記基準データは、前記家畜動物の個体群における家畜動物の各々の前記背の少なくとも1つの取得された基準3D画像から抽出され、前記システムは、識別された動物の前記背の少なくとも1つの基準3D画像が少なくとも2週毎に取得されるように構成されている、システム。

10

【請求項13】

前記システムは、家畜動物の前記個体群内の家畜動物の1つまたは複数の基準3D画像を提供する基準撮像ユニットをさらに備え、

前記基準撮像ユニットは、

前記家畜動物に取り付けられた少なくとも1つの識別マーカを読み取ることなどにより、前記家畜動物の前記識別情報を判定するように構成されている少なくとも1つの識別情報判定装置と、

前記家畜動物の前記背の少なくとも1つの3D画像を取得するように構成されている少なくとも1つのカメラと

20

を含み、

前記システムは、前記少なくとも1つのカメラによって取得された前記少なくとも1つの3D画像に前記家畜動物の前記判定された識別情報を関連付け、前記少なくとも1つの画像を基準3D画像として記憶するようにさらに構成されている、請求項12に記載のシステム。

【請求項14】

前記撮像システムおよび／または前記基準撮像ユニットは、レンジカメラ、ステレオカメラ、タイム・オブ・フライトカメラの群から選択される1つまたは複数のカメラを含む、請求項12または請求項13に記載のシステム。

【請求項15】

30

前記レンジカメラは、深度センサおよび2Dカメラを含む、請求項14に記載のシステム。

【請求項16】

前記基準撮像ユニットは、前記家畜動物の前記識別情報が前記少なくとも1つの識別情報判定装置によって判定されたとき、前記家畜動物の前記背の少なくとも1つの3D画像を取得するように構成されている、請求項13または請求項14に記載のシステム。

【請求項17】

前記基準撮像ユニットは、前記家畜動物が前記識別情報判定装置の所定の距離内にある場合に、前記家畜動物の前記背の少なくとも1つの3D画像を取得すること、および／または、前記家畜動物の前記識別情報を判定することを行うように構成されている、請求項13～15のいずれかに記載のシステム。

40

【請求項18】

前記システムは、前記識別された予め選択された家畜動物の前にある給餌領域の3D画像などの画像を取得するように構成されている給餌領域撮像ユニットをさらに備える、請求項12～16のいずれかに記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、動物、特に畜牛及び雌牛の3D画像などの画像に基づいて個々の動物を識別

50

するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ブタ、畜牛及び雌牛などの家畜動物の個体の識別は、通常、耳のノッチ、耳標、頸用の鎖の数字標識などの非電子的な識別標識、及び最も一般的なものが、電子耳標、マイクロチップ、及び電子首輪を含む電子的な識別などのシステムによって行われる。これらのシステムの各々には利点と欠点があり、このシステムは、個々の動物に関連する他の情報を同時に自動的に収集しながら、群れの個体の識別のためだけにシステムを利用することができない。

【0003】

雌牛から牛乳を生産する場合、雌牛への飼料に費用の最大80%が費やされる。飼料摂取量を乳の生産及び雌牛の健康状態に対して最適化すれば、飼料だけでなく、薬または獣医師の支援に費やす経費を削減することができる。雌牛の健康 (health and wellness) は、雌牛が動き回って、それにより骨や筋肉を強化できるルースハウジングシステムで雌牛を飼うことによって増進できる。これらのルースハウジングシステムでは、飼料摂取量の推定値を個々の雌牛と相関させなければならないことから、各々の雌牛の飼料摂取量を判断することが困難である。

【0004】

WO95/28807 (「Three-dimensional phenotypic measuring system for animals」、Pheno Imaging Inc.) は、乳牛などの動物用の3次元表現型測定システムを記載している。このシステムは、レーザカメラからの多数の変調されたレーザ光ビームを利用して、動物の1平方インチあたり約100箇所を測定する。各レーザビームが、強度、水平、垂直及び深さの次元を測定し、システムは、測定値を組み合わせることにより、動物の非常に正確な3次元画像を構成する。システムは、動物の選択された箇所の測定値を組み合わせることによって、動物の立体構造用に所望の表現型の測定値を計算する。システムはその後、各動物の測定値を、後に利用するために、コンピュータのデータベースに記憶する。このシステムはまた、動物のマーキングの光強度画像を記憶し、他の記憶している画像と比較する。このシステムは、動物の側方の姿を撮り、動物を格付けするために利用される。システムは、それぞれの新しい動物についてデータバンクをスキャンして、同じ動物が複数回処理されることが確実にないようにすることができる。

【0005】

EP2027770 (「Method and apparatus for the automatic grading of condition of livestock」、Icerobotics Limited) は、動物の特性を格付けするための方法及び器具を記載している。動物を検出場所に導き、動物の背の画像を取込む。動物が検出場所にいるときに、動物の識別情報をさらに確立する。識別情報は、動物に位置する識別マークを読み取ることで判断する。画像の解析が、解剖学的箇所を識別し、その箇所における角度を判断する。次に、その角度を利用して、動物の特性に対して格付けを計算する。雌牛の背の画像から得た3つの解剖学的な箇所を判定された7つの角度を利用して、乳牛において体のスコア状態を自動的に判定するための実施形態を提示している。

【0006】

したがって、各動物に取り付けられた識別マークにアクセスすることができる場合は、個々の動物の識別が容易である。しかし、多くの動物は、ルースハウジングシステムで暮らしており、各動物の識別マークへのアクセスがいつでも可能であるわけではない。さらに、動物は野外に位置している場合がある。両方の状況において、識別マークにアクセスできない場合、個々の動物をモニタすることは不可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

10

20

30

40

50

【特許文献1】国際公開第95／28807号公報

【特許文献2】欧州特許出願公開第2027770号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ルースハウジングシステムの個々の動物を常にまたは頻繁にモニタすることができない場合、各動物の飼料摂取量を登録することは事実上不可能である。したがって、開示している本発明は、動物の背の自然な外観及び／またはトポロジから個々の動物の識別情報を判定する方法に関する。本発明者らは、各動物が、動物の背の自然な形態、外観、トポロジ及び／または輪郭に関連した独特の特徴を有することを認識した。本発明者らはさらに、動物の背の少なくとも一部を示す1つ以上の画像からこれらの特徴を抽出できることを認識した。同一の動物について、以前の、好ましくは実質的に最近の画像が存在する場合に、当該の動物の背の画像から、それらの画像を比較することで、例えば比較できる画像の対応する特徴を抽出することで、動物を識別することができることが、幸運な結果である。動物の背の画像を用いることにより、例えば納屋／小屋の天井に搭載されたカメラシステム、または無人機による空輪などの空輪カメラシステムに基づいて、上方から動物を識別してモニタすることが可能になる。空輪カメラシステムはさらに、野外の牧草地で動物を識別しモニタするために適用することができる。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

20

したがって、一実施形態では、本開示の方法は、

・未識別の動物などの動物の背の少なくとも一部の少なくとも1つの画像を取得するステップ、及び

・少なくとも1つの取得された画像からデータを抽出するステップであって、抽出されたデータは、例えば所定の特性が、動物の背の自然な外観、解剖学的構造、輪郭、及び／またはトポロジに関するステップ、を含む。

【0010】

画像（複数可）を解析し、それによって得られたデータを抽出すると、例えば、画像の所定の特性は、同じ動物の以前の（基準）画像の所定の特性と一致する場合、動物が識別できる。したがって、動物の背の解剖学的構造が各動物に固有であるため、限られた数の動物しかない動物の少なくとも群れまたは個体群において、同じ動物の2つ以上の画像間の対応を、確立することができる。以前の（基準）画像はさらに、動物の識別情報、例えば、その動物の識別マークに対応する動物の識別情報に関連付けることができる。したがって、例えば識別マークによって、また動物の背の1つ以上の所定の解剖学的特徴によって、一旦対応が動物の識別情報の間に確立されると、その動物は、その後、当該の動物の背の（少なくとも一部）を示す画像のみによって一意的に識別することができる。

30

【0011】

さらなる実施形態で、抽出されたデータは、識別された動物の背の少なくとも1つの基準画像から抽出された基準データと比較され、この場合識別された動物の識別情報の情報を少なくとも1つの基準画像に関連付けることができる。さらに、比較に基づいて、未識別の動物が識別された動物に対応するかどうかを判定することができる。抽出されたデータを基準データと比較し、未識別の動物が識別された動物に対応するかどうかを判定するステップは、一致が得られ未識別の動物が識別されるまで、複数の識別された動物の複数の基準画像について繰り返すことができる。抽出されたデータは、所定の（解剖学的な）特性のデータベースと照合または比較することもでき、データベースは、例えば区別される必要がある動物の個体群または群れにおける各動物の所定の特性を含み、所定の特性のセットは、既知の識別情報のあるまさに1つの動物に関連し得る。所定の特性のセットの間での一致が得られると、未識別の動物が識別される。

40

【0012】

50

本開示はさらに、既知の識別情報を有する動物の個体群における個々の動物の識別情報を判定するための方法であって、

- ・ 予め選択された動物の背の少なくとも1つの画像を取得するステップ、
 - ・ 予め選択された動物の背の解剖学的構造、自然な外観、及び／またはトポロジに関する当該の少なくとも1つの画像からデータを抽出するステップ、及び
 - ・ 既知の識別情報を有する動物の背の解剖学的構造、自然な外観、及び／またはトポロジに対応する基準データに対して当該の抽出されたデータを比較及び／または照合し、それにより、予め選択された動物を識別するステップ
- を含む方法に関する。

【0013】

10

したがって、本明細書に開示されたシステム及び方法は、動物の背の解剖学的構造に基づいて個々の動物を判定することができ、それによって、例えば、本明細書に記載の本発明を、例えば、WO2014/166498（「System for determining feed consumption of at least one animal」、Viking Genetics FMBA）に記載されているような飼料の摂取を判定するシステムと組み合わせることで、粗飼料の動物の摂取を推定することが可能になる。それにおいては、画像システムを利用して、各識別された動物によって摂取された飼料の量を、各識別された動物の前にある給餌領域の後続の画像での飼料の減少を判定することによって、評価する。

【0014】

20

本開示の識別方法では、動物は背の画像に基づいて区別できるため、動物は目に見える識別マークを必要としないことが可能であり得る。したがって、画像が最初にすべての動物の背から取得されると、その後、動物は各動物の背の異なる画像に基づいて互いに区別され、それによって識別することができる。

【0015】

以前の（基準）画像から得た抽出されたデータと、少なくとも1つの画像から得た抽出されたデータを比較することは、データを比較することができる任意の方法によって実行することができ、画像から直接抽出された任意のデータまたは画像を基に計算した任意のデータに基づいてよい。ベクトルを計算することができ、主成分分析のための主成分（PCスコア）などのスコアを判定することができ、これらを比較プロセスに含めることができ、及び／またはドット積などのさらなる計算を実行するために利用でき、この場合比較は計算された積から実行される。

30

【0016】

動物は、任意の動物種、種族または群であってよく、例えば、畜牛、雌牛、乳牛、雄牛、子牛、豚（pig）、雌豚、去勢していない雄豚、去勢した雄豚、子豚（piglet）、馬、羊、山羊、鹿の群から選択することができる。

【0017】

基準データは、動物の個体群中の各動物の背から取得する少なくとも1つの（基準）画像から抽出することができる。動物の基準画像は、当該の動物に取り付けられた識別マーカを読み取ることによって動物の識別情報を同時に判定することによって、得ることができる。

40

【0018】

- したがって、識別された動物の背の少なくとも1つの基準画像は、例えば、
- ・ 動物の識別番号を提供することであって、動物は識別された動物である、識別番号を提供すること、
 - ・ 識別された動物の背の少なくとも1つの画像を提供すること、及び
 - ・ 識別された動物の識別番号を、識別された動物の背の少なくとも1つの画像と共にデータベースに記憶することであって、画像は基準画像である、データベースに記憶すること
- により取得できる。

50

【0019】

識別された動物の背の少なくとも1つの基準画像は、毎日など頻繁に取得され得るが、識別する動物の種別から判定できる。乳牛を識別する際に、比較的短い時間間隔、例えば、1日か2日が重要になる可能性がある。

【0020】

この方法は、動物の背のトポグラフィック画像である画像及び基準画像に基づくことができ、そのような画像は、3D画像として取得することができる。

【0021】

本開示はまた、既知の識別情報を有する動物の個体群で個々の動物の識別情報を判定するための動物識別システムに関し、このシステムは、

- ・ 予め選択された動物の背の少なくとも1つの画像を取得するように構成された撮像システムと、

- ・ 処理ユニットであって、
 - 予め選択された動物の背の解剖学的構造、自然な外観、及び／またはトポロジに関する当該の少なくとも1つの画像からデータを抽出すること、及び

- 当該の抽出されたデータを、既知の識別情報を有する動物の各々の背の解剖学的構造、自然な外観、及び／またはトポロジに対応する基準データと照合し、それによって予め選択された動物を識別すること

のために構成される処理ユニットと

を含み得る。

【0022】

このシステムは、動物の個体群における動物の1つ以上の基準画像を提供するための基準撮像ユニットをさらに備えてもよく、当該の基準撮像ユニットは、

- 当該の動物に取り付けられた少なくとも1つの識別マーカを読み取ることなどにより、当該の動物の識別情報を判定するように構成された少なくとも1つの識別情報判定装置と、

- 当該の動物の背の少なくとも1つの（基準）画像を取得するように構成された少なくとも1つのカメラと

を含む。

【0023】

システムはさらに、動物の判定された識別情報を、当該のカメラ（複数可）によって取得された当該の少なくとも1つの画像と関連付け、場合によって当該の少なくとも1つの画像を基準画像として記憶するように構成することができる。

【0024】

したがって、画像取得の時点で、システムは動物の識別情報が分からないことがあるため、予め選択された動物は未識別であると見なすことができる。他方、予め選択された動物の識別情報は、以前に識別されており、予め選択された動物が画像取得直後に自動的に識別できるように、動物の解剖学的構造の特性を含む可能性がある基準データが存在しているため、それ自体は未知ではない。基準データは、予め選択された動物の1つまたは複数の以前の画像をベースに／予め選択された動物の1つまたは複数の以前の画像から抽出

【0025】

処理ユニットはコンピューティングデバイスの一部であってもよく、画像、抽出されたデータ、基準画像、及び／または基準データは、動物識別システムの一部であり得るデータベースと交換されてもよく、システムはデータベースにアクセスしてもよい。撮像システムは、1つ以上のカメラを備えてもよい。動物識別システムは、当該のカメラの少なくともいくつかは、動物の背を撮像することができるように、識別される動物の上方に位置するように配置されるよう構成できる。カメラは、固定された位置にあってもよいが、異なる領域を撮像するために視野を変え得るように構成してもよい。また、本開示の動物識別システムは、前に示したような空輪システムの一部であってもよい。

【0026】

動物識別システムのさらなる実施形態は、当該の動物の背の自然な外観及び／またはトポロジから個々の動物の識別情報を判定するためのシステムに関し、システムは、

- ・未識別の動物の背の少なくとも1つの画像を得るための少なくとも1つのカメラ、
- ・識別された動物の背の少なくとも1つの基準画像に関連するデータを記憶し、未識別の動物の背の少なくとも1つの画像に関連するデータを記憶するための少なくとも1つのデータベース、または少なくとも1つのデータベースへの許可、
- ・当該の少なくとも1つのカメラから当該のデータベースにデータを送信するためのデータ送信手段、及び
- ・当該のデータベースに接続された少なくとも1つの処理手段であって、未識別の動物からの当該の少なくとも1つの画像から抽出されたデータを、少なくとも1つの基準画像からの抽出データと比較するように構成され、当該の抽出されたデータが、動物の背の自然の外観及び／またはトポロジに関連し、またこの比較に基づいて、当該の未識別の動物が当該の識別された動物に対応するかどうかを判定する処理手段を含み得る。

10

【0027】

好ましくは、動物の背の得られた画像は3D画像であり、3D画像を提供することができる任意の適切なカメラシステムによって得ることができる。このようなシステムはレンジカメラ、ステレオカメラ、タイム・オブ・フライトカメラなどに基づいていてもよい。

【0028】

20

この方法及びシステムは、動物の識別情報を判定するためだけでなく、例えば、動物によって摂取される飼料の量を判定するために利用できる。摂食中の動物の前に置かれる飼料の画像は、飼料の摂取量を判定すべく、動物を識別するために本明細書に記載されているのと同様の方法によって、分析することができる。本発明は、個々の動物の飼料の摂取を判定し、そのような情報を、例えば当該の動物のファイルに関連して、データベースに保存することを可能にする。また、格付け用の状態または健康状態を、本明細書に記載のシステムでモニタし、またそのような情報を動物のファイルに保存して、飼料摂取のタイプと量を制御することによって、動物の成長に従うこと及び／またはその生産、例えば乳の生産を最適化することもできる。

【0029】

30

本明細書で開示されるシステムは、本明細書で開示された方法のいずれかを実行するように構成し得る。

例えば、本願は以下の項目を提供する。

(項目1)

既知の識別情報を有する動物の個体群における個々の動物の識別情報を判定するための方法であって、

予め選択された動物の背の少なくとも1つの画像を取得するステップと、

前記予め選択された動物の前記背の解剖学的構造及び／または前記背のトポロジに関する前記少なくとも1つの画像からデータを抽出するステップと、

既知の識別情報を有する前記動物の前記背の前記解剖学的構造及び／または前記背のトポロジに対応する基準データと、前記抽出されたデータを比較及び／または照合し、それにより、前記予め選択された動物を識別するステップと
を含む、前記方法。

40

(項目2)

前記動物が、家畜動物の群、及び／または畜牛、雌牛、乳牛、雄牛、子牛、豚(pig)、雌豚、去勢していない雄豚、去勢した雄豚、子豚(piglet)、馬、羊、山羊、鹿の群から選択され、及び／または動物の前記個体群が、畜牛、雌牛、乳牛、雄牛、子牛、豚(pig)、雌豚、去勢していない雄豚、去勢した雄豚、子豚(piglet)、馬、羊、山羊、鹿の群から選択された同じ種別、品種及び種族の動物の個体群である、項目1に記載の方法。

50

(項目 3)

前記抽出されたデータ及び前記基準データは、前記動物のトポグラフィックプロファイルの群から選択された値を含む、先行項目のいずれかに記載の方法。

(項目 4)

前記トポグラフィックプロファイルが、前記動物の高さ、前記動物の幅、前記動物の背骨に沿った等高線、前記背の長さ、前記動物の様々な高さの等高線のプロット、前記動物の異なる高さより上方の前記動物の体積、腔部の大きさ、腔部の深さ、前記動物における2つの予め選択された箇所間の距離の群から選択され、前記予め選択された箇所が、右の腰、左の腰、右肩、左肩、尾根、頸、(1)左のフォアリブ、(2)左のショートリブの端部、(3)左のフックの端部、(4)左のフック前部中点、(5)左のフック、(6)左のフック後部中点、(7)左のフック端部、(8)左寛、(9)左のピン、(10)左尾根のナディア、(11)左の尾根接合部、(12)尾、(13)右の尾根接合部、(14)右の尾根のナディア、(15)右のピン、(16)右寛、(17)右のフックの端部、(18)右のフック後部中点、(19)右のフック、(20)右のフック前部中点、(21)右のフックの端部、(22)右のショートリブの端部(23)の群から選択できる、項目3に記載の方法。

10

(項目 5)

前記抽出されたデータ及び前記基準データは、少なくとも1つの特徴及び／または少なくとも1つの特徴ベクトルを含み、好ましくは前記動物の前記背の特性に関連付ける、先行項目のいずれかに記載の方法。

20

(項目 6)

前記基準データが、動物の前記個体群における前記動物の各々の前記背の取得した少なくとも1つの(基準)画像から抽出され、動物の前記少なくとも1つの基準画像は、好ましくは、前記動物に取り付けられた識別マーカを読み取ることによって、前記動物の前記識別情報を同時に判定することによって得られる、先行項目のいずれかに記載の方法。

(項目 7)

前記画像及び／または前記基準画像は、3D画像及び／または3D画像の複数のレイヤなど、前記動物の前記背のトポグラフィック画像である、先行項目のいずれかに記載の方法。

(項目 8)

前記抽出されたデータ及び前記基準データは、少なくとも1つの特徴及び／または前記3D画像の複数のレイヤの前記領域の値に基づいた少なくとも1つの特徴ベクトルを含む、先行項目7のいずれかに記載の方法。

30

(項目 9)

前記抽出されたデータ及び前記基準データは、前記動物を支持する地面または床からの距離から計算された予め選択された距離に対する少なくとも1つの特徴ベクトルを含み、前記予め選択された距離は、好ましくは70～180cmである、先行項目のいずれかに記載の方法。

(項目 10)

前記識別された予め選択された動物の飼料の摂取を判定するステップをさらに含む、先行項目のいずれかに記載の方法。

40

(項目 11)

既知の識別情報を有する動物の個体群の中で個々の動物の識別情報を判定するシステムであって、

予め選択された動物の背の少なくとも1つの画像を取得するように構成された撮像システムと、

処理ユニットであって、

前記予め選択された動物の前記背の解剖学的構造及び／または前記背のトポロジに関する前記少なくとも1つの画像からデータを抽出すること、及び

前記抽出されたデータを、既知の識別情報を有する前記動物の各々の前記背の前記解

50

剖学的構造及び／または前記背のトポロジに対応する基準データと照合し、それによって、前記予め選択された動物を識別すること

のために構成される処理ユニットと

を含む、前記システム。

(項目 1 2)

動物の前記個体群内の動物の 1 つまたは複数の基準画像を提供する基準撮像ユニットをさらに備え、前記基準撮像ユニットが、

前記前記動物に取り付けられた少なくとも 1 つの識別マーカースを読み取ることなどにより、前記動物の前記識別情報を判定するように構成された少なくとも 1 つの識別情報判定装置と、

前記動物の前記背の少なくとも 1 つの (基準) 画像を取得するように構成された少なくとも 1 つのカメラと

を含み、

さらに、前記カメラ (複数可) によって取得された前記少なくとも 1 つの画像と前記動物の前記判定された識別情報を関連させ、場合により前記少なくとも 1 つの画像を基準画像として記憶するように構成される、項目 1 1 に記載のシステム。

(項目 1 3)

前記画像及び／または前記基準画像が 3 D 画像であり、及び／または、撮像システム及び／または前記基準撮像ユニットは、レンジカメラ、ステレオカメラ、タイム・オブ・フライトカメラの群から選択される 1 つまたは複数のカメラを含み、例えばレンジカメラは深度センサ及び R G B カメラなどの 2 D カメラを含む、先行項目 1 1 ～ 1 2 のいずれかに記載のシステム。

(項目 1 4)

前記基準撮像ユニットが、前記動物の前記識別情報が前記少なくとも 1 つの識別情報判定装置によって判定されたとき、動物の前記背の少なくとも 1 つの (基準) 画像を取得するように構成されており、及び／または

前記基準撮像ユニットは、前記動物が前記識別情報判定装置の所定の距離内にある場合に、動物の前記背の少なくとも 1 つの (基準) 画像を取得し、及び／または動物の前記識別情報を判定するように構成される、先行項目 1 2 ～ 1 3 のいずれかに記載のシステム。

(項目 1 5)

前記識別された予め選択された動物の前にある給餌領域の 3 D 画像などの画像を取得するように構成された給餌領域撮像ユニットをさらに備える、先行項目 1 1 ～ 1 4 のいずれかに記載のシステム。

【図面の簡単な説明】

【0 0 3 0】

【図 1】本発明のシステムが設置された牛舎にいる摂食中の雌牛を示す。

【図 2】雌牛の背の様々な予め選択された箇所の例を示す。

【図 3】動物の背、ここでは雌牛の背に関して確立された特徴の例を示す。

【図 4】2 頭の雌牛の背骨に沿った、高さプロファイルを示す。

【図 5】床面高さが 9 0 c m である体高の雌牛の一部の M e s a I m a g i n g による 3 D 再構成を示す。

【図 6】雌牛の背を示す。

【図 7】分析に利用できるいくつかのデータ／特徴の表示を伴う図 6 の雌牛の背を示す。

【図 8】床面 9 0 c m の体高である雌牛の一部から得た再スケーリングされたデータに基づく領域判定を示す。

【図 9】2 頭の雌牛の所定の高さにおける異なる厚さプロファイル及び高さプロファイルを示す。データは再スケーリングされている。

【図 1 0】2 頭の雌牛の所定の高さにおける異なる厚さプロファイル及び高さプロファイルを示す。データは再スケーリングされている。

【図 1 1】雌牛の垂直高さプロファイルを示す。

【図 1 2】深層学習システムなどのニューラルネットワークに基づいた雌牛の判定を示す。

【発明を実施するための形態】

【0031】

本発明の態様は、上記のように動物の背の自然な外観及び／またはトポロジから個々の動物の識別情報を判定する方法に関する。（未識別の）動物の少なくとも1つの画像から抽出されたデータを、少なくとも1つの基準画像から抽出された基準データと比較する場合、比較するデータは、動物の背の対応する特徴から得られる。比較するデータは、動物の背の特徴から抽出される。このような特徴は、動物の背の自然な外観及び／またはトポロジに基づく。自然な特徴は、本明細書に記載された任意の特徴、ならびに引っ掻き傷、傷痕などの皮膚の任意の目印を含むことができる。好ましくは、自然の特徴は、人間によって動物に適用される恒久的なID標識、例えば凍結烙印、焼き印または入れ墨により適用される烙印や識別番号などを含まない。

10

【0032】

動物の識別情報は、例えば個体群、地域、国、及び／または世界規模において、動物を一意に識別するために利用される識別番号、名前またはコードであってもよい。したがって、「識別される（識別された）動物」は、識別情報を有する動物である。

【0033】

本明細書で利用するような「未識別の動物」は、特定の時点で、識別情報が動物の背の画像と関連性がない動物を意味し、この場合識別情報は動物の識別番号であってもよい。未識別の動物は、好ましくは、識別される動物の個体群に属する動物、例えば識別番号を有する各動物であり、この個体群は、例えば、雌牛、畜牛、または本明細書の他の箇所に記載されている他の動物の群れであってもよい。本明細書に記載の方法及びシステムを利用する場合、動物は、識別される動物と未識別の動物との間で状態が変化し、非常に短い時間で再び戻ることができる。動物の状態の変化は、動物が牧場や小屋を歩き、動物の背の少なくとも1つの新しい画像が得られたときに起こり得る。この少なくとも1つの画像から抽出されたデータが、少なくとも1つの基準画像から抽出されたデータと比較され、一致が見出されると、動物は、未識別の状態から識別された状態に変わる。したがって、未識別の動物を、識別すべき動物と称してもよい。

20

【0034】

未識別の動物の画像は、好ましくは、画像を取得すると同時に動物のID標識を明白に登録することが容易でないまたは不可能でない場所で得られる。そのような場所は、電子的なID標識からIDを登録できるアンテナまでの距離が離れ過ぎていて登録できない牧草地、及び／または非電子的なID標識が離れ過ぎていてため撮像手段で見ることができない牧草地、及び／または動物にある標識の位置によりID標識を見ることが不可能になっている牧草地であり得る。場所はまた、動物が互いに接近し過ぎていて、動物のIDを登録するのと実質的に同時に撮影される動物の背の画像に確実に関連付け得る個々のIDを、登録できない所でもよい。そのような場所はまた、牧草地やルースハウジングシステム、例えば雌牛用のルースハウジングシステム、例えばルースハウジングシステムの雌牛用の給餌場であってもよい。

30

40

【0035】

本明細書において「未識別の動物の背」または「識別された動物の背」として利用されるような「動物の背」という用語は、脊柱を含む動物の解剖学的部分、すなわち背側（dorsum）を示す。したがって、本明細書で利用されるような「動物の背」という用語は、動物の後部（hind）または後ろ（rear）、例えば動物の背後の片側から見えるような、その後足を含む雌牛の部分を示すことを意図するのではない。したがって、少なくとも1つの画像及び少なくとも1つの基準画像は、動物の上方から、例えば上方から直接、または動物の上方のある角度から得られる。動物の上方から撮られた画像及び基準画像は、背と共に動物の頭や頸も含めてよく、これらの動物の部分はまた、画像を少なくとも1つの基準画像と比較するために利用され得る。

50

【0036】

本発明は、動物の背を独自の解剖学的特徴として利用できるという認識に基づいている。したがって、背の少なくとも一部の1つまたは複数の画像を取得し、背の解剖学的構造及び／またはトポロジに関するデータを抽出することによって、動物は以前基準にした特徴と比較することにより識別することができる。したがって、本明細書で利用されるような動物の背の画像は、背の解剖学的構造及び／またはトポロジの関連特性が画像から抽出できるように、十分な情報を含むべきである。そのため、一実施形態では、脊柱の少なくとも一部が画像に含まれる。さらなる実施形態では、動物の背の画像は、尾根から少なくとも頸が始まる場所まで沿う脊柱を含む。頸の始まり（背から動物の頭に向かって見る）は、動物の胴体と、体の厚さが動物の最も幅の広い所定の部分よりも薄い頭との間の位置である「頸のポイント」で画定してもよく、雌牛と畜牛の場合、「頸のポイント」は、頸が動物の最も広い幅の38%未満である所にし得る。雌牛の「頸のポイント」は、雌牛の背に沿って描かれる曲線の左端の点を含む領域として図7に示されている。また、好ましくは、少なくとも1つの肩甲骨（scapula）の位置が、動物の背の画像を得るときに含まれる。

10

【0037】

また、動物の背の画像は、動物の少なくとも1つの側の少なくとも上側10cm、15cm、20cmを含むことが好ましく、この距離は、最高点から脊柱に沿って及び下方へと計算され、これにより、脊柱と仮想上の下側のライン、例えば脊柱の15cm下は、同様の輪郭を有する（平行である）。雌牛／畜牛の場合、背の画像は、尾根から頸までの少なくとも脊柱、及び雌牛／畜牛の少なくとも一方の側にある脊柱の15cm下を含むのが好ましい。

20

【0038】

動物の背の少なくとも1つの画像を取得する場合、理想的な状況は、動物の実質的に真上の少なくとも1つの画像を取得することであり、画像は、脊柱と、上から見える脊柱の両側の領域とを含むことができる。しかし、実用上の理由から、例えば小屋にいる各動物を真上から撮像できる撮像システムを利用するのは実行不可能なことがある。実際の実施において、脊柱の一方の側の領域（その一部）は、例えば、撮像システムを対応する動物に対して十分に高くないように配置している場合、画像（複数可）の視野のより高い位置にある脊柱によって、部分的にまたは完全にブロックされることがある。

30

【0039】

したがって、脊柱の両側からのデータを含まないような角度から画像が得られる動物の背の少なくとも1つの画像を取得する場合、または脊柱の一方の側の一部のデータが欠損している場合、欠損データは、脊柱の一方の側からの対応するデータを脊柱の他方の側にミラーリングして、動物の背のデータのセット全体を得るように計算することができる。このような「データセット全体」は、本明細書で利用される「画像」という用語として理解されるべきであり、すなわち、「画像」は、データをミラーリングすることなく得られた画像から得られたデータであってもよく、何らかのデータをミラーリングして得られた画像から得られたデータであってもよい。実際には、脊柱および動物の左側などの一方の側だけの領域を含む動物の画像を得ることができ、この画像は、本明細書に記載されているように動物の識別を判定するために画像（すなわちデータセット全体）を使用する前に、動物の左側から右側へデータをミラーリングすることによって「データセット全体」に変えてもよい。動物の背の一方の側から動物の背の他方の側へのデータのミラーリングは、取得された任意の画像、例えば開始位置が脊柱の長手方向の位置である±90°未満の角度で得られた画像に対して実行してもよい。

40

【0040】

データのミラーリングのステップは、脊柱の他方の側からの対応するデータをミラーリングすることによって欠落した情報が得られるように、データの処理が欠落した情報を登録するときに、実行してもよい。

【0041】

50

十分な情報が画像に含まれていれば、ミラーリングは必要ではなく、動物を識別するために、画像から背の解剖学的及び／またはトポロジ的特性に関する十分なデータを抽出することができる。

【0042】

画像から得られたデータは、頸及び／または頭に関連するデータも含むことができる。しかし、そのようなデータは、動物の識別情報を判定するため以外の目的、例えば、鼻の位置を判定するために利用できる。鼻の位置を判定する場合、これは動物が摂食中であるという事実や、動物がその場所で摂食しているという事実に対応させることができ、そのような情報は飼料の摂取を判定する情報に相関させることができる。したがって、このことは、摂食中の動物の鼻を識別することによって、飼料の摂取を判定することができる事実上の飼料桶の位置を識別することに対応する。

10

【0043】

「画像を比較する」という用語は、画像から抽出されたデータを比較するものとして理解されるべきである。

【0044】

動物の基準画像において、画像に示される動物の識別情報は既知である。

【0045】

識別された動物などの動物の背の1つ以上の基準画像は、少なくとも1か月に1回、例えば少なくとも3週毎、例えば少なくとも2週毎、または少なくとも1週間に1回得ることができる。好ましくは、基準画像は、少なくとも週に2回、例えば、少なくとも週に3回、例えば少なくとも週に4回、例えば、少なくとも週に5回取得する。好ましくは、動物の少なくとも1つの基準画像は少なくとも1日おきに取得し、より好ましくは動物の少なくとも1つの基準画像は少なくとも1日1回、例えば1日2回、例えば1日3回取得する。

20

【0046】

動物の背の少なくとも1つの基準画像を取得する間隔の判定のために、背の自然な外観及び／またはトポロジの可能な変化を考慮するべきである。後続の基準画像を得るまでの間隔は、個々の動物の背の外観及び／またはトポロジの変化を登録するのに十分短く、背の画像に基づいて動物を依然として識別することができるべきである。乳牛では、基準画像を得る時間間隔は、肥育牛の場合よりも短いことが好ましい。また、基準画像を得る時間間隔を判定する際には、未識別の動物を識別する目的を考慮する必要がある。そのような目的は、本明細書の他の箇所に記載されており、例えば、生理的状态、身長、健康、適応度などの情報に対する要求が関連し得る。

30

【0047】

動物の基準画像は、基準画像を取得する間の判定間隔であれば、1日に少なくとも1回は動物が通過しなければならないことが分かっている場所で得ることができる。そのような場所は、動物が乳牛の群である場合には、搾乳区域の入口または出口にあることができる。また、基準画像を得るための場所は、水桶、私設車道、飲み物ステーション、または動物が毎日または頻繁に通過する可能性の特に高い他の場所であってもよい。

【0048】

40

適切な時間及び最も長い許容可能な時間、すなわち、単一の動物の2つの基準画像を得る間隔は、動物の特性により判定してもよく、これらの特性は、種族、品種、年齢、成熟度、健康などであり得る。また間隔は、動物を制御する目的及び動物を特定する目的により決定できる。動物を制御する目的は、乳、肉、子（例えば子豚）または精液の産生のためであっても、他の目的のため、例えば動物園における保護または公開、または競技用、例えば競馬と障害飛越での利用などであってもよい。動物を飼うための各々の目的は、背の外観または背のトポロジを含む動物の形状に、異なるように及び異なる速度で影響を及ぼす可能性がある。乳の生産のために飼育されている動物は、負のエネルギーバランスを有することがあり、通常、搾乳中の期間にかなり急速に細くなり、そのため基準画像の取得間隔を短くすることが推奨される。一方で、肉生産用に飼育されている動物は、大きさ

50

が増すことで乳牛ほど速く背の外観とトポロジが変わらないとはいえ、肉生産用に飼育されている動物に対し、1ヶ月に1回、または2週間に1回基準画像を得ることのみ必要な場合がある。健康などの他の要因もまた、動物の背の外観の外観及び／またはトポロジに影響を及ぼし得る。

【0049】

動物の基準画像及び／または基準データは、動物の（背の）画像またはデータ、例えば動物の識別情報が既知である動物に対応する解剖学的特徴であり、すなわち、画像がデータベースに記憶される場合、動物の識別情報が画像に関連付けられ、画像に関連付けられたデータは、動物の識別情報についての情報を含む。

【0050】

実施形態では、動物の背の少なくとも1つの基準画像は、
・動物の識別番号を提供することであって、これにより動物が識別された動物とされる、識別番号を提供すること、及び
・識別された動物の背の少なくとも1つの画像を取得すること
によって得られる。

【0051】

識別された動物の識別番号及び識別された動物の背の少なくとも1つの画像は、その後、データベースと一緒に記憶でき、それによってこの画像は、基準画像となる。画像からデータを抽出して、識別された動物の基準データを提供することもでき、基準データを例えばデータベースに記憶することができる。実際の画像の代わりに基準データだけを記憶するのは、記憶スペースの面でより効率的である。

【0052】

動物の識別番号を提供することと、その動物の背の少なくとも1つの画像を提供することは、任意の順序で互いに同時にまたは直後に行うことができる。直後とは、60秒未満、例えば30秒未満、例えば15秒未満、例えば10秒未満、例えば5秒未満、例えば1秒未満、例えば0.5秒未満などを意味し得る。

【0053】

動物の識別番号が得られ、同じ動物の背の少なくとも1つの画像が得られ、これらが一緒に保存されると、これは識別された動物の基準画像となる。すなわち動物の識別及び外観、その背の解剖学的構造及び／またはトポロジは、既知であるか、少なくとも1つの画像からデータを取得及び処理するときに分かり、それらのデータを動物IDと一緒にデータベースに記憶することができる。動物の識別番号は、任意の既知の方法によって得ることができ、例えば電子耳標、首輪の中の電子標識、または皮膚の下のマイクロチップのような電子標識に基づく。また、非電子標識も可能である。

【0054】

動物の識別情報が得られたら、例えば識別情報判定装置によって、識別された動物の背の少なくとも1つの画像を提供するようにシステムをトリガすることができる。識別された動物の背の基準画像は、識別された動物の識別番号が提供された直後に取得されてもよい。基準画像及び／または動物のIDはまた、ID番号が人間によってシステムに入力される場合に手動で取得することができ、及び／または人間は、システムに入力されているかまたは入力されるべきID番号を有する動物の背の少なくとも1つの画像を得るためにカメラをトリガすることができる。

【0055】

原則として、本明細書に記載されるように、取得した動物の画像またはその抽出されたデータは基準画像となることができる。本明細書に開示された方法に従って画像内の動物の識別が行われたら、動物の画像と画像の動物の識別情報の間に関連性／関係性が存在するからである。

【0056】

新しい動物が個体群に入ると、例えば、新しい雌牛または畜牛が群れに加わると、その動物の背の少なくとも1つの基準画像が得られる。少なくとも1つの基準画像は、最初に

10

20

30

40

50

未知の動物の画像とみなされてよく、その画像とデータベース内の基準画像との間に一致が得られないことを確認するためにシステム内で検証してもよい。新しい動物の少なくとも1つの画像とデータベース内の基準画像との間に一致が見つかった場合、画像と基準画像を比較するために利用する特徴の数は、好ましくは、新しい動物の画像に基づいて一致が得られなくなるまで増やしてよい。その後、新しい動物の少なくとも1つの画像は、基準画像または基準画像の群とみなすことができる。動物毎に、複数の基準画像を記憶することができる。未識別の動物の少なくとも1つの画像を基準画像と比較する場合、各識別された動物について最新に得た基準画像と比較することのみを決めてもよく、そのような基準画像は、例えば各動物について得られた最新の2、3、4、5、6、7、8、9または10の基準画像であってもよく、動物が基準画像の記録に曝された最新の例えば2、3、4、5、6、7、8、9または10回に得られた基準画像から抽出されたデータの平均であってもよい。

10

【0057】

実際には、未識別の動物の少なくとも1つの画像の各々を、複数の動物の少なくとも1つの基準画像と比較してもよい。動物の識別情報は、この動物の複数の背の画像と、群れなどの複数の動物の基準画像とを比較することによって判定でき、識別情報は、大半の回に得られる基準画像と一致していると判定できる。例えば未識別の動物の10の画像を基準画像と比較し、これらの画像のうち8つが動物Aの少なくとも1つの基準画像と一致し、残りの2画像が動物Bの少なくとも1つの基準画像と一致する場合、その未識別の動物は動物Aであると判定できる。

20

【0058】

複数の識別された動物の少なくとも1つの基準画像と比較されるべき未識別の動物の背の画像の数は、少なくとも5、例えば少なくとも10、例えば少なくとも15、例えば少なくとも20、例えば少なくとも25、例えば少なくとも30、例えば少なくとも35、例えば少なくとも40、例えば少なくとも45、例えば少なくとも50、例えば少なくとも75、例えば少なくとも100であり得る。好ましくは、複数の識別された動物の少なくとも1つの基準画像と比較されるべき未識別の動物の背の画像の数は約5であり、例えば約10、例えば約15、例えば約20、より好ましくは約10、例えば約15である。

【0059】

画像及び基準画像は、両方が3D画像であるように、動物の背のトポロジ的画像であってもよい。3D画像は、3D画像のレイヤに変換することができ、ここで、画像及び基準画像は各々、動物のサイズ（長さ及び幅）及び動物の高さに対応するレイヤの数に対応する複数のピクセルを各々が含む3D画像の複数のレイヤであり得る。未識別の動物の識別情報を判定するとき、少なくとも1つの取得画像は、少なくとも1つの基準画像と比較するが、それは少なくとも1つの画像から得られた少なくとも1つの対応する特徴に関するデータを、少なくとも1つの基準画像から得られた少なくとも1つの対応する特徴に関するデータと比較することによる。

30

【0060】

少なくとも1つの画像を少なくとも1つの基準画像と比較するために利用される少なくとも1つの特徴は、当該の3次元画像の複数のレイヤの領域の値であってもよい。また、少なくとも1つの特徴は、動物のトポグラフィックプロファイル、動物の高さ、動物の幅、動物の背骨に沿った等高線または高さプロファイル、背の長さ、動物の様々な高さの等高線のプロット、腔部の大きさ、腔部の深さ、動物における2つの予め選択された箇所または特徴間の距離、動物の所定の箇所または特徴の間で判定される線の間の角度、予め選択された異なる点での垂直高さプロファイル（複数可）の群から選択される値であってもよい。画像から抽出されたデータの利用の例は、実施例2に記載されているが、これらのタイプのデータのうちの1つ以上は、本明細書で言及された他のいずれかのタイプのデータと共に、画像から直接抽出された、または画像から抽出されたデータから計算されたより多くのタイプのデータと共に利用でき、データのタイプ及び数は、動物の数及び群れの動物の種及び／または種族によって判定されてもよい。

40

50

【0061】

動物の高さは、背骨に沿った等高線の高さの平均であってもよいし、脚部の高さ、例えば脚部の高さの平均であっても、尾根の高さであってもよい。背の長さは、動物の高さ全体の90%の高さの長さ、例えば、最大高さ165cmの動物の場合、背の長さは148.5cmの高さで判定される。動物の幅は、2つの予め選択された箇所間の幅として判定できる。背骨に沿った等高線の長さは、頸から尾根までの距離として判定してもよい。垂直高さプロファイルは、背骨の長さに沿って判定することができる。動物の異なる高さについて等高線プロットを判定する場合、ある高さでの動物の背の領域は、例えば、166~170cmの高さの%、161~165cmの高さの%、156~160cmの高さの%、151~155cmの高さの%、146~150cmの高さの%などで、動物の領域群を得て判定する。記載された高さは、識別される動物の識別されるべき動物の実際の高さに起因して修正できる。等高線のプロットの例は、実施例2に示されている。

10

【0062】

動物の識別情報を判定するために、画像から得たデータを比較する場合、これは、動物の背の「マスク」と基準画像の動物の背の対応する「マスク」とを比較することによって、行うことができる。「マスク」は、動物の背と、場合によっては動物の頸及び頭とを含むこともできる。動物の背の「マスク」は、動物の背のトポロジを説明するデータであり、図5に示すように視覚化できる。

【0063】

予め選択された箇所は、右の腰、左の腰、右肩、左肩、尾根、頸、(1)左のフォアリブ(forerib)、(2)左のショートリブ(short rib)の端部、(3)左のフック(hook)の端部、(4)左のフック前部中点、(5)左のフック、(6)左のフック後部中点、(7)左のフック端部、(8)左寛、(9)左のピン(pin)、(10)左尾根のナディア(nadir)、(11)左の尾根接合部、(12)尾、(13)右の尾根接合部、(14)右の尾根のナディア、(15)右のピン、(16)右寛、(17)右のフックの端部、(18)右のフック後部中点、(19)右のフック、(20)右のフック前部中点、(21)右のフックの端部、(22)右のショートリブの端部、及び(23)右のフォアリブの群から選択できる。示された数字は、図2の数字に対応している。これらの箇所の位置及び／またはそれらの高さ、例えば床面から上方は、画像の比較用のデータそのものであってよいが、より好ましくは、これらの点は、互いの距離を計算するため、異なる箇所間の異なる線の間の角度を計算するため、長手方向及び／または垂直方向の高さプロファイルの位置を判定するためなどに利用される。

20

30

【0064】

少なくとも1つの画像を少なくとも1つの基準画像と比較するときに利用する特徴は、測定可能及び／または検出可能な任意の特徴であり得る。特徴は、動物の表現型の一部のような動物の自然な特徴であることが好ましいが、創傷及び／または瘢痕も特徴として利用できる。この特徴は、好ましくは、例えば、ID品種などの品種といった人間が動物に適用するマークではない。表現型の特徴は、上記の特徴を含み、皮膚の色、色の模様、腔部の位置、腔部の深さ及び／または腔部の領域でもあり得る。

【0065】

少なくとも1つの画像から得られた少なくとも1つの特徴またはデータを比較する場合、これは、未識別の動物の単一の特徴を識別された動物の対応する特徴と順次比較する連続的な識別手順として実行することができる。

40

【0066】

連続的な識別手順は、例えば未識別の動物の画像から得られた動物の高さなどの第1の特徴を、識別された動物の画像の対応する第1の特徴、すなわち基準画像からのものと比較し、それによって特徴を満たす識別された動物に遮断し(すなわち、第1の個体群に遮断)、その後未識別の動物の背の長さなどの第2の特徴に進み、これは遮断された個体群の識別された動物の第2の特徴と比較され、さらにこの個体群を、遮断された第2の個体群に遮断することであり得る。この手順は、未識別の動物と単一の識別された動物との一

50

致が得られるまで、他の特徴を用いて継続される。未識別の動物と単一の識別された動物との最終的な一致は、未識別の動物が識別された動物に対応し、それによって未識別の動物が識別されることを示す。

【0067】

画像と基準画像との比較は、少なくとも1つの画像から得られた特徴ベクトルを、少なくとも1つの基準画像から得られた対応する特徴ベクトルと比較することによって実行してもよい。特徴ベクトルは、本明細書に記載される特徴の少なくとも2つに基づくことができる。

【0068】

少なくとも1つの画像から得られた少なくとも1つの特徴またはデータを比較する場合、これは、この値が複数のデータから判定される各写真の値を計算することによって実行されてもよい。この値は、例えば実施例2に記載のように、ベクトル間のドット積であってもよい。

10

【0069】

動物の背の少なくとも1つの画像及び基準画像は、動物の上方0〜50度の角度内で取得することができ、ここで0は、動物の背の中央部上方向、例えば動物の背骨の上方にある直線方向である。好ましくは、角度は0°〜40°、より好ましくは0°〜30°である。

【0070】

0とは異なる角度内で少なくとも1つの画像及び／または少なくとも1つの基準画像を取得する場合、システムは画像内の変形に対して自動的に相関させることができ、及び／または少なくとも1つの画像の比較を、その動物に描かれた任意の線に関して測定された、実質的に同じ角度から得られた少なくとも1つの基準画像について、実行できる。実質的に同じ角度は±5°の偏差、例えば±4°、例えば±3°の偏差であってもよい。好ましくは±2°、最も好ましくは±1°の偏差である。

20

【0071】

未識別の動物の背の少なくとも1つの基準画像は、好ましくは、動物の背の少なくとも1つの基準画像を提供する基準撮像ユニットが網羅する領域内に存在する1頭の動物のみで得られる。

【0072】

トリガ機構は、基準撮像ユニットの近くに配置することができる。トリガ機構は、動物がトリガ機構を作動させているときに、機構が作動され、基準撮像ユニットに信号を送り、動物の背の少なくとも1つの画像を収集するように配置することができる。例えば、雌牛がゲートに接触するとトリガされるゲートに、検出器を取り付けることができる。

30

【0073】

未識別の動物の背の少なくとも1つの画像は、少なくとも1つの未識別の動物の背の画像を得るための撮像ユニットが網羅する領域内に存在する1つ以上の動物について、取得することができる。システムは、好ましくは、1つの画像において異なる動物を互いに区別することができる。すなわち、1つの画像が複数の動物を網羅している場合、これらの動物の各々を好ましくは識別することができる。

40

【0074】

本明細書に記載される方法は、任意の種類 of 動物を識別するために利用され得る。動物は、畜牛、雌牛、乳牛、雄牛、子牛、豚(pig)、雌豚、去勢していない雄豚、去勢した雄豚、子豚(piglet)、馬、羊、山羊、鹿の群から選択されることが好ましい。動物は、動物園、公園、または自然界に住む1つまたは複数の動物であってもよい。このような動物は、ゾウ、サル、キリン、カバ、サイ、オオカミ、キツネ、クマ、トラ、ライオン、チーター、パンダ、ヒョウ、バク、ラマ、ラクダ、トナカイ、オカピ、アンテロープ、ヌーであってもよい。

【0075】

動物を識別する方法は、識別された動物がまだ個体群の中にいるのか、死んでいる可能

50

性があるかを確認するために利用できる。この方法はまた、動物の健康を推定するために、またはW O 2 0 1 4 / 1 6 6 4 9 8に記載されているような少なくとも1つの動物の飼料摂取量を判定するシステムといった動物の飼料の摂取について推定するための他の方法と組み合わせるなど、本明細書に記載されるようなさらなる解析に利用できる。

【0076】

登録された健康状態は、以下のような異なる状態を評価するために利用され得る。

- ・動物の上方、すなわち動物の背、頸及び頭から得られた画像において検出可能な身体スコアリング要素を含む動物の生理的状态、

- ・動物の全体的な健康状態、

- ・生殖状態、すなわち、雌牛などの動物が精子を注入される／受精できる状態になっているかどうか、これは、飼料の摂取の減少などの摂食行動から予測され得る（動物が病気でないことが確かである良好な健康状態と組み合わせられる）、

- ・摂食行動などの行動、例えばどのくらいの時間、動物が飼い葉桶にいるか（飼い葉桶は、ルースハウジングシステムにおいては動物が食べるために異なる場所を選ぶことができるような事実上の飼い葉桶であってもよい）、どれほどの時間、動物が実際に食べているか、どのくらいの頻度で動物が食べているか、摂食中に動物がどの程度食べるか、1日に動物がどれくらい食べるか、

- ・摂食量の減少及び／または摂食行動の変化などの病気の徴候。

【0077】

本発明の別の態様は、動物の背の外観及び／またはトポロジから個々の動物の識別情報を判定するためのシステムに関し、このシステムは、

- ・少なくとも1つの識別された動物の基準画像を提供するための基準撮像ユニットであって、

識別された動物の識別情報を判定するための少なくとも1つの識別情報判定装置と、

識別された動物の背の少なくとも1つの画像を得るための少なくとも1つのカメラと、

少なくとも1つの識別された動物の識別情報の少なくとも情報及び識別された動物の背の少なくとも1つの画像を記憶するための少なくとも1つのデータベースと、

識別情報判定装置及びカメラからデータベースにデータを送信するためのデータ送信手段と

を含む基準撮像ユニット、

- ・少なくとも1つの未識別の動物の背の少なくとも1つの画像を取得する撮像ユニットであって、撮像ユニットからデータベースにデータを送信するために、データベースに接続される撮像ユニット、及び

- ・未識別の動物からの少なくとも1つの画像を少なくとも1つの基準画像と比較するためのデータベースに接続され、この比較に基づいて、未識別の動物が識別された動物に対応するかどうかを判定する少なくとも1つの処理手段を含む。

【0078】

システムによって得られた画像は、3D画像であってもよく、また、基準画像は、3D画像、したがって基準3D画像であってもよい。

【0079】

システムの撮像ユニットは、少なくとも2つのカメラを備えることができる。これらの2つのカメラは、互いに任意の距離を置いて配置して、対象の領域を網羅することができる。好ましくは、少なくとも2つのカメラは、互いに15m以内、例えば10m以内、例えば5m以内という互いの距離で配置して、少なくとも1つの未識別の動物の背の各カメラによって少なくとも1つの画像を同時に取得し、この場合少なくとも2つのカメラが、カメラからデータベースへのデータの送信のためにデータベースに接続され、データベースは、少なくとも2つのカメラからの画像に基づいて動物の少なくとも1つの3D画像を構築する。

【0080】

基準撮像ユニット及び撮像ユニットの少なくとも1つのカメラは、各々がレンジカメラ、ステレオカメラ、タイム・オブ・フライトカメラの群から選択された1つまたは複数のカメラであってもよい。好ましくは、基準撮像ユニット及び撮像ユニットは、等しいタイプのカメラを含む。

【0081】

基準撮像ユニット及び／または撮像ユニットは、深度センサを備えた少なくとも1つのレンジカメラと、RGBカメラなどの2Dカメラとを備えてもよい。基準撮像ユニット及び／または撮像ユニットは、少なくともタイム・オブ・フライトカメラを備えることもできる。好ましくは、システムの基準撮像ユニット及び撮像ユニットは、トポグラフィ画像を取得するように構成される。

10

【0082】

動物が識別情報判定装置に近く、動物の識別情報が登録されている場合、基準撮像ユニットのカメラが作動して動物の背の画像を取得するようにシステムを設定することができる。他の場所で説明されているようなトリガ機構は、システムの一部であってもよい。

【0083】

システムはまた、ID標識を備えてもよい。そのようなID標識は、識別される動物に接続できる。ID標識は、ビジュアル及び／または電子的なID標識であってもよい。電子的なID標識は、電子耳標、及び／または首輪などの動物に取り付けられた電子的なID標識であってもよい。単一の動物に、少なくとも1つのビジュアルID標識及び／または少なくとも1つの電子的なID標識などの1つまたは複数のID標識でマークすることができる。例には、首輪の少なくとも1つの電子的なID標識と組み合わせた少なくとも1つのビジュアルID耳標がある。もう1つの例は、少なくとも1つの電子的な耳IDと組み合わせた少なくとも1つのビジュアルID耳標がある。

20

【0084】

システムはまた、ビジュアルID標識の画像を得るのに適したカメラなどの識別情報判定装置を備えてもよい。識別情報判定装置はまた、動物に位置する電子的な識別情報マーカに基づいて動物の識別情報を登録することができるIDリーダーを含むことができる。

【0085】

このシステムは、単一の動物の複数の基準画像を記憶できるデータベースを備える。データベースは、毎日の単一の動物の複数の基準画像を記憶することができる。そのような基準画像は、1日、2日、3日、4日、5日、6日、1週間またはそれより長い間隔の間に異なる時間間隔で取得することができる。動物の基準画像を取得する間の時間は、動物が識別情報判定装置の領域に入るたびにシステムが動物の識別情報を判定し、動物の背の少なくとも1つの基準画像を得るように決めてもよい。システムは、例えば動物の全生涯または動物がその場所で飼育されている時間、例えば、画像が得られる農場で、動物の基準画像及び／または他の画像を記憶することができる。画像は、より長い時間記憶することもでき、飼料の種類、飼養方法、育種の評価、例えば特定の交配の価値または特定の雄の動物の価値など、様々な目的の統計データとして利用できる。

30

【0086】

本明細書に記載のシステムはまた、健康状態及び病のリスクに関してなどで、個々の動物をモニタするために利用することもできる。このようなモニタは、例えば毎日観察される身体の任意の変化に基づいてもよく、または複数の日、例えば2日、3日またはそれ以上から得られたデータを比較することによってでもよい。システムは、個体群の各動物を自動的にモニタすることができ、登録された情報の変化に基づく特定の閾値をシステムに含めることができ、動物の体が指定された時間内で過度に変化したときにシステムが警報または情報の記録を作成するようにしてもよい。

40

【0087】

好ましくは、データベースは少なくとも1ヶ月間、例えば少なくとも2ヶ月間、例えば少なくとも半年、例えば少なくとも1年間、単一動物の少なくとも基準画像を記憶する。好ましくは、データベースは、例えば売られるか死去するかによって、その動物がもはや

50

動物の個体群内にいなくなり、もはや存在しなくなるまで、単一の動物の少なくとも基準画像を記憶する。

【0088】

システムは、これらの特徴を比較する前に、少なくとも1つの画像及び少なくとも1つの基準画像から特徴を選択し得る処理手段を含む。特徴の種類の例は、本明細書の他の箇所に記載されている。システムの処理手段は、少なくとも1つの画像からの特徴を、任意の既知の比較方法によって少なくとも1つの基準画像からの特徴と比較することができる。

【0089】

特徴を比較するために、処理手段は、地面または床から計算された予め選択された距離に対する動物の所定の特徴ベクトルを比較する方法を利用できる。少なくとも1つの画像からの少なくとも1つの特徴と、少なくとも1つの基準画像からの少なくとも1つの対応する特徴とを比較する場合、処理手段は、3D画像のレイヤの領域を判定し、比較することができる。そのような領域は、特徴ベクトルの一部であってもよく、例えば、少なくとも1つの画像を少なくとも1つの基準画像と連続的に比較するために、特徴を構成できる。

10

【0090】

画像から、すなわち未識別の動物の少なくとも1つの画像から特徴を確立する場合、またこれらの少なくとも1つの画像が実際には2つ以上の画像である場合、これらの画像は、20秒未満、例えば10秒未満、例えば5秒未満、例えば3秒未満、例えば2秒未満などの短い時間内に得てもよい。このような一連の画像では、特徴は単一の画像に基づいて確立されてもよく、または一連の2つ以上の画像に基づく平均であってもよい。

20

【0091】

基準画像、すなわち識別された動物の少なくとも1つの基準画像から特徴を確立する場合、これらの特徴は、一連の識別された動物の1つ以上の画像から、また未識別の動物の画像について記載したような方法で、確立され得る。

【0092】

予め選択された面の距離を有する層について、動物の層の領域を判定することができる。このように予め選択された面の距離は、所定の固定の箇所に対して、約8cm、例えば約7cm、例えば約5cm、例えば約4cm、例えば約3cmであってもよい。好ましくは、予め選択された面の距離は約5cmである。これにより、処理手段は、予め選択された面の距離、例えば5cmという互いの距離を有する水平面において、背の領域などの動物の領域の計算を行うことができる。このような層の領域は、少なくとも1つの画像を少なくとも1つの基準画像と比較するための特徴を構成することができる。

30

【0093】

層の領域はまた、予め選択された高さを上回る所の動物の割合を判定するために利用できる。予め選択された面の距離で判定され、予め選択された高さに対する割合として計算された動物の背の異なる領域は、少なくとも1つの画像を少なくとも1つの基準画像と比較するための特徴を構成することができる。例えば、予め選択された高さは地面から135cm上にあってもよく、この高さで動物の背の水平面の領域が計算される。予め選択された面の距離は5cmであってもよく、これらの高さ、すなわち、地上の高さより140cm、145cm、150cm、155cmなど上方での領域を求めることができる。これらの領域は、予め選択された高さ、すなわちこの例では135cmの領域に関して百分率に変換することができ、これらの百分率は、少なくとも1つの画像を少なくとも1つの基準画像と比較するための特徴を構成することができる。

40

【0094】

少なくとも1つの画像を少なくとも1つの基準画像と比較するときに利用される特徴を判定することは、上述の面の領域に基づくことができ、地面または床から計算された予め選択された距離に対して実行することができる。そのような予め選択された距離は、識別すべき動物の種、動物の種族、及び／または動物の種別の体高から選択することができる。

50

。例えば180cmという最大高さの動物の場合の予め選択された距離は、140～180cmとすることができ、予め選択された面の距離、例えば5cmと組み合わせることができ、動物の領域または動物の背を、140cm、145cm、150cm、155cm、160cm、165cm、170cm、175cm及び180cm地面の高さから上方の距離について、判定するようにする。そのような領域は、予め選択された高さ、例えば地面の高さから140cm上の領域の正確な数及び／または割合として利用でき、それによって少なくとも1つの画像と少なくとも1つの基準画像とを比較するための特徴として利用できる。

【0095】

異なる面の領域を判定する代わりに、面は、その地面の高さの上方にある動物の背の体積、すなわち動物の異なる高さから上方にある動物の体積を判定するための地面の高さであると仮定することができる。例えば地面の高さの120cm、125cm、130cm上方にある各々の面は、それ自体地面の高さを有してもよく、これらの地面の高さの各々について、その地面の高さより上方の体積を判定することができる。これらの体積の1つまたは複数は、少なくとも1つの画像と少なくとも1つの基準画像とを比較するための特徴として利用できる。面より上方の動物の背の体積を判定するための面は、識別される動物の種、種族、種別などの最大または平均の体高及び／または大きさから選択できる。

【0096】

群内の各雌牛が1日に1回以上通過する3Dカメラに対して、雌牛が良好に位置する場所で基準画像を取得することができる。この場所では、各雌牛のRFID標識が読み取られ、雌牛のIDと3D画像をペアにすることができる。時間と共に、すべての雌牛の背の画像を含む大きなライブラリが構築される。この画像ライブラリは、農場の他の場所で取得した雌牛の画像から雌牛を識別するために利用できる。ライブラリは、時間の経過と共に各々の雌牛の健康状態に沿うように利用することもできる。

【0097】

少なくとも1つの画像からの少なくとも1つの特徴を、少なくとも1つの基準画像からの少なくとも1つの対応する特徴と比較することによって動物の識別情報を判定する場合、動物の識別情報を判定するプロセスは、例えば、まず、画像及び基準画像から得られた大まかなまたは全体的な特徴を比較し、それによって全体的特徴を満たさない基準画像を分類することにより、連続的に基準画像を分類する。第2の比較は、画像及び基準画像から得られた他の全体的ではない及び／またはより特異的な特徴に基づいて実行してもよい。少なくとも1つの画像から得られた少なくとも1つの特徴の第3、第4などの比較は、少なくとも1つの画像と少なくとも1つの基準画像との間で一致が得られるまで、少なくとも1つの基準画像から得られた少なくとも1つの対応する特徴と比較でき、この場合少なくとも1つの基準画像は単一の動物の画像である。

【0098】

本明細書に記載しているような本発明に基づく動物の連続的な判定を実施する例は、少なくとも1つの画像で判定する特徴を、少なくとも1つの基準画像で判定する対応する特徴と比較することを含み得る。

第1の比較：動物の高さ（Q）、

第2の比較：皮膚の色模様（U）、

第3の比較：背の長さ（V）、

第4の比較：背骨に沿った等高線（W）、

第5の比較：2つの予め選択された箇所間の距離。例えば尻間の距離（X）、

第6の比較：腔部の位置及び／またはサイズ及び／または深さ（Y）、

第7の比較：動物の異なる面の等高線のプロットまたは面の領域（Z）、

第8の比較：動物の選択された面より上方の体積。

【0099】

動物の識別情報の連続的な判定を用いて記載している例は、任意の適切な特徴を含むことができ、未識別の動物の少なくとも1つの画像から得られたすべての検証された特徴が

10

20

30

40

50

、識別された動物の少なくとも1つの基準画像から得られた対応する特徴すべてに対応するまで任意の適切な順で実行しており、この場合識別された動物の少なくとも1つの基準画像が、複数の基準画像である場合、すべての基準画像は、同じ個体から得たものである。また、動物の識別情報を判定することは、特徴ベクトルを比較することによって行うことができる。上記の例では、連続的な判定における7つの比較を示すが、特徴は文字で示され、これらの文字の各々は、各々が異なる可能性を含む特徴群に対応することができる。例えば動物 Q_1 の高さは Q_2 とは異なる。したがって、特徴ベクトルは、各特徴群からの少なくとも1つの特徴を含むことができ、そのような特徴ベクトルを比較して、動物の識別情報を判定することができる。

【0100】

10

特徴ベクトルと未識別の動物を比較する例が〔Q、U、V、W、X、Y、Z〕の特徴ベクトルを有し、各特徴群内に2つの可能性しか存在しないと仮定すると、特徴ベクトルの比較は、以下に示すように実行できる。ここで、限定された数の可能な特徴の組み合わせのみが特徴ベクトルに示されている。

未識別の動物について得られた特徴ベクトル：〔 Q_1 、 U_2 、 V_1 、 W_2 、 X_1 、 Y_2 、 Z_1 〕

識別された動物1号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_1 、 U_1 、 V_1 、 W_2 、 X_1 、 Y_2 、 Z_1 〕

識別された動物2号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_1 、 U_1 、 V_2 、 W_1 、 X_2 、 Y_1 、 Z_2 〕

20

識別された動物3号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_1 、 U_1 、 V_1 、 W_2 、 X_1 、 Y_2 、 Z_2 〕

識別された動物4号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_1 、 U_2 、 V_2 、 W_1 、 X_2 、 Y_1 、 Z_2 〕

識別された動物5号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_1 、 U_2 、 V_1 、 W_2 、 X_1 、 Y_2 、 Z_1 〕

識別された動物6号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_2 、 U_1 、 V_2 、 W_1 、 X_2 、 Y_1 、 Z_1 〕

識別された動物7号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_2 、 U_1 、 V_1 、 W_2 、 X_1 、 Y_2 、 Z_1 〕

30

識別された動物8号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_2 、 U_1 、 V_2 、 W_1 、 X_2 、 Y_1 、 Z_2 〕

識別された動物9号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_2 、 U_2 、 V_1 、 W_2 、 X_1 、 Y_2 、 Z_1 〕

識別された動物10号について得られた特徴ベクトル：〔 Q_2 、 U_2 、 V_2 、 W_1 、 X_2 、 Y_1 、 Z_2 〕

【0101】

特徴ベクトルを比較することにより、未識別の動物の特徴ベクトル間の一致のみが動物5号の特徴ベクトルに対応した場合、未識別の動物は動物5号であると結論付けることができる。特徴ベクトルに記載された特徴の連続的な比較を行うと、特徴Qに基づく第1の比較は、動物1号、2号、3号、4号及び5号に一致し、それらが次の比較のために利用される。特徴Uに基づく第2の比較は、動物4号及び5に一致し、特徴Vに基づくこれらの第3の比較は、動物5号のみと一致する。

40

【0102】

未識別の動物が本明細書に記載されているように識別される場合、本発明のシステムは、それ自体、識別された動物のための異なる種類の情報を得るために利用してもよく、このシステムは、本明細書に記載された方法に従って識別された、識別された動物の識別情報と共に記憶できるさらなる情報を提供するように拡張することもできる。

【0103】

この比較は、深層学習システムとして実装されたニューラルネットワークを用いて行う

50

こともできる。ニューラルネットワークと深層学習プロセスは、画像処理の技術分野の専門家に知られている。例えば、画像の雌牛及びその向きは、当技術分野でも知られているテンプレートマッチング法を用いて見出すことができる。未知の雌牛が画像に現れると、体高、色の模様、背の長さ、背骨の高さの輪郭、予め選択された箇所間の距離、腔部、様々な高さの領域及びそれらの領域上方の体積といった特徴が計算できる。次いで、群れの各々の雌牛から得た多数の基準画像について訓練された監修あり、または監修なしのニューラルネットワークを適用することができる。すると、訓練されたニューラルネットワークは、未知の雌牛と、すべての雌牛のライブラリ画像とを比較することによって、未知の雌牛を識別することができる。

【0104】

10

システムは、当該の動物の少なくとも1つの飼料の摂取を測定する手段を含むことができる。このような手段は、

- ・給餌領域の画像を提供する給餌領域撮像ユニットと、
 - ・各識別された動物の前にある給餌領域の後続の画像における飼料の減少を判定することによって、各識別された動物により摂食された飼料の量を評価するように構成された処理手段と
- を含むことができる。

【0105】

給餌領域の後続の画像において摂食量を比較することに基づいて、給餌領域における飼料の摂取または飼料の減少を判定するプロセスは、WO2014/166498（「System for determining feed consumption of at least one animal」、Viking Genetics FMB A）に記載されている。

20

【0106】

給餌領域撮像ユニットは、少なくとも1つの未識別の動物の背の少なくとも1つの画像を取得するための撮像ユニットであってもよく、撮像ユニットは、少なくとも1つの未識別の動物の背、ならびに給餌領域及び少なくとも1つの未識別の動物が給餌領域からの飼料を食べることができる場所の画像を取得する。好ましくは、少なくとも1つの画像は、この未識別の動物の前の給餌領域と共に、少なくとも1つの未識別の動物の背を、網羅する。

30

【0107】

システムは、同じ給餌領域の少なくとも2つの画像から飼料の摂取を判定することができ、飼料の減少は、少なくとも2つの画像から確立された給餌領域内の飼料の量の差として計算される。

【0108】

システムの撮像ユニットは、給餌領域の少なくとも一部を連続的に撮像するように構成することができる。所定の時点及び／または選択された時点で給餌領域を含む領域を撮像するように構成された撮像ユニットを有することも可能である。システムの少なくとも1つのカメラは、少なくとも1つの軸の周りで旋回可能であり、少なくとも1つのカメラを異なる方向に調整して、少なくとも1つの動物、または少なくとも1つの動物と少なくとも1つの動物の前の給餌領域の少なくとも1つの画像を取得することができる。

40

【0109】

システムはまた、少なくとも1つの動物、及び／または少なくとも1つの動物の前の給餌領域に対して少なくとも1つのカメラを位置決めするための少なくとも1つのカメラ用レール及び／またはカメラ用ワイヤを備えてもよい。レール及び／またはワイヤは、識別されるべき動物が留まる領域に吊り下げられてもよく、上方に伸張させてもよく、または屋内領域及び／または屋外領域であってもよい。

【0110】

システムはまた、少なくとも1つの無人機を含んでもよく、無人機は少なくとも1つのカメラに接続され、当該の無人機は少なくとも1つの動物の上を飛行して少なくとも1つ

50

のカメラが少なくとも1つの動物の少なくとも1つの写真を取得できるようにすることができる。無人機上の少なくとも1つのカメラは、固定されていても、旋回可能であってもよい。旋回可能なカメラは、動物の位置に関する情報を取得するカメラ位置付け手段からの入力により回転させることができる。動物の位置の情報は、動物の少なくとも1つの電子的なID標識からの信号に基づいてもよく、及び／または生きている動物を検出することができる赤外線カメラから得られた信号に基づいてもよい。

【0111】

無人機は、動物を保護する小屋または畜舎の内部で利用でき、ならびに／または、野外及び／もしくは囲いの中など、識別される動物を特定できる屋外の場所で利用できる。未識別の動物の画像を得るために無人機を利用でき、他の場合にはまた、少なくとも1つの電子的なID標識から動物の情報を得ることによって、動物の基準画像を得るために利用することもできる。本明細書に記載される本発明と共に外で利用する場合、無人機は、例えば、放牧システムでの乳牛の識別、動物の健康状態の判定のためなど、といった、異なる目的のために利用できる。

【0112】

図面の詳細な説明

図1は、本発明のシステムが設置された牛舎(1)にて摂食中の雌牛を示している。雌牛(3)の上方に取り付けられたカメラ(4)は、雌牛の後ろの画像を取得し、これらの画像をデータベース及び処理ユニット(6)に転送する。雌牛は耳標(5)などのID標識で標識されているが、雌牛が家畜小屋で歩いている場合、ID標識から雌牛を識別することができない場合がある。このシステムは、雌牛の背及び雌牛の前にある飼料(2)の画像を得るように構成することができる。得られた画像から、各々の雌牛を識別し、これらの各雌牛の飼料摂取量を推定することが可能である。

【0113】

図2は、雌牛の背の様々な予め選択された箇所の例を示す。このような予め選択された箇所は、異なる箇所間の長さ、異なる箇所間の線の角度など、さらなる情報を画像から抽出するために利用され得る。

【0114】

図3は、動物の背に関して確立されたデータまたは特徴の例を示しており、ここでは雌牛の背である。表示されるデータまたは機能は次の通りである。

- ・雌牛の最大高さの70%よりも高くに位置する雌牛の背の全領域(点線で示す大きな楕円)
- ・雌牛の最大高さの90%よりも高くに位置する雌牛の背の全領域(大きな楕円の中にある2つの小さな楕円)
- ・雌牛の最大高さの70%よりも高い所にある脊柱に沿ったプロファイルの長さ(頸部から尾根までの雌牛の長手方向に、点線で示している)
- ・雌牛の最大高さでの腰角の間の距離(雌牛の背の後ろにある小さな楕円を横切る太い垂直線で示している)
- ・雌牛の体長に沿った7つの場所などにある、雌牛の最大高さの70%より高い所の体の幅(大きな楕円の中に細い垂直線で示している)
- ・もしあれば、色の模様(図示せず)。

【0115】

図4は、1.6Mよりわずかに高い雌牛(図4A)と、約1.7Mである雌牛(図4B)の尾根(グラフの左の部分)から頸(グラフの右の部分)までに亘る2頭の雌牛の背骨に沿った高さプロファイルを示す。

【0116】

図5は、床面高さから90cm以上の高さを有する雌牛の一部のMesagingによる3D再構成を示す。

【0117】

図6は、雌牛の背を示す。

【0118】

図7は、分析に利用できるいくつかのデータ／特徴を示唆している図6の雌牛の背を示す。ステップ1～6は実施例2でさらに説明し、以下を表す。

- ・1：背骨の長さ、及び雌牛の背骨に沿った高さプロファイル、すなわち長手方向の高さプロファイル。
- ・2：床から90cmの所定の高さでの雌牛の等高線。
- ・3：80%分位の高さから8cmを引いた高さに対応する雌牛の高さよりも高い位置にあるピクセルの等高線の面。
- ・4：80%分位の高さから2cmを引いた高さに対応する雌牛の高さよりも高い位置にあるピクセルの等高線の面。
- ・5：左右の腰角と尾根の位置に基づいて作られた任意の三角形、例えば尾根の角度を判定することができる。
- ・6：雌牛の最も幅のある位置における雌牛の横方向の最大幅であり、この線に沿って高さプロファイル、すなわち、横方向の高さプロファイルが判定できる。

10

【0119】

図8は、床から90cm上の高さである雌牛の部分から得られた、再スケーリングされたデータに基づく領域判定を示す。グラフの下の領域（及び、例えば90cmライン上方）を判定することができる。

【0120】

図9及び図10は、2頭の雌牛の所定の高さにおける異なる厚さプロファイル及び高さプロファイルを示す。各図面において、データは100ピクセルに再スケーリングされ（＝X軸）、厚さがピクセルで測定されている（＝Y軸）か、床上方の高さがcmで測定されている（＝Y軸）。グラフの左端は頸の領域に対応し、グラフの右端は尾の領域に対応する。

20

- ・図9A及び図10A：床の高さより90cm上方で測定された雌牛の厚さプロファイル。各軸はピクセルを示す。
- ・図9B及び図10B：図7のステップ3で示された線に沿って、すなわち、80%の分位の高さから8cmを引いた所に対応する雌牛の高さで測定された雌牛の厚さプロファイル。
- ・図9C及び図10C：図7のステップ4で示された線に沿って、すなわち、80%の分位の高さから2cmを引いた所に対応する雌牛の高さで測定された雌牛の厚さプロファイル。
- ・図9D及び図10D：雌牛の背骨に沿った長手方向の高さプロファイル。X軸はピクセルを示し、Y軸は床からのcmを示す。

30

【0121】

図11は、雌牛が最も厚い位置での雌牛の横方向高さプロファイルを示す（床から90cm上方で測定）。データは40ピクセルに再スケーリングされる。X軸はピクセルを示し、Y軸は床からのcmを示す。

【0122】

図12は、深層学習システムなどのニューラルネットワークに基づいた雌牛の判定を示す。識別される雌牛由来のいくつかの特徴がシステムに入力され、推定及びランク付けがなされた異なる一致度の可能性を伴って、出力が得られる。

40

【実施例】

【0123】

実施例1

この方法は、背の画像に基づいて複数のジャージー及びホルスタインの雌牛を互いに判定／識別できるかどうかを検証することによって展開された。とあるデンマークの乳牛を有する農場に、雌牛の背の3次元画像を提供した。画像を得るためのシステムは、3Dカメラ（Swiss Ranger 4500、Mesa Imaging製、スイス、ほこり及び湿気のある部屋に適したIP 67カメラである）を含んでいた。3Dカメラと

50

並行して、2台のBaslerの白黒産業用カメラを取り付けた。カメラは、床面高さから4.5メートル上に取り付けた。カメラから雌牛の背の上部までの距離は、雌牛の高さに応じて約2.7～3メートルであった。雌牛の背の画像は、雌牛が搾乳場に向かう途中で、そして雌牛が1頭ずつ歩いていた位置で得られた。これにより、各画像において雌牛1頭のみである画像が得られた。得られた3D画像から、床面高さより148cm、153cm、158cm、165cm及び172cm上であるが、実施例2でさらに説明するように等高線のプロットを行った。表示された高さにおける各等高線プロット内の雌牛の背の領域を判定した。上記等高線のプロット内の領域に基づいて、16頭の雌牛が、識別情報を混乱させることなく容易に識別された。雌牛が画像から実際に識別できるかどうかを検証するこの実験では、雌牛はまた、各々の雌牛の背に描かれた異なる可視のマークによって識別された。これらのマークは、他の特徴に基づく識別が正しいことを確認するためにのみ利用した。

10

【0124】

図4は、動物を識別する際に利用できるさらなる特徴を示す。この図面は、背骨に沿った等高線を示している。背骨の位置が図7に示されている。

図4A：低い雌牛の背骨に沿った、雌牛の長手方向の高さプロファイル。

図4B：高い方の背骨に沿った、雌牛の長手方向の高さプロファイル。

【0125】

背骨の長さや背骨に沿った高さプロファイルの両方を、実施例2で説明するように、雌牛などの動物を識別する際の特徴として利用できる。実験では、各々の雌牛の約6の画像が、各々が曝されている間に約1秒で得られた。上で概説した各画像の分析及び各々の雌牛及び雌牛間の画像から得られたデータの比較は、異なる雌牛間よりも1頭の雌牛の画像について、はるかに少ない変動を明瞭に示した。

20

【0126】

実施例2

ジャージー種族の乳牛を用いた別の実験で、識別方法をさらに検証した。雌牛の背の3D画像には、3D TOF（タイム・オブ・フライト）カメラ（Swiss Range r 4500、Mesa Imaging製、スイス）を含むシステムが提供された。また、2台のBaslerの白黒産業用カメラを利用した。3台のカメラをコンピュータに接続しており、画像の保存と分析が可能であった。3Dカメラを、搾乳場の入口の床面の上方3.2mに配置し、廊下の幅は約1mであった。雌牛がIDリーダを通過するたびに、廊下の壁には、耳標から信号を得るためのIDリーダを配置した。雌牛がIDリーダを通過するたびにトリガ信号がコンピュータに送信された。トリガ信号は、3つのカメラの各々からの1つの画像を、曝されている間に0.5秒間保存するようにコンピュータに促した。IDリーダはまた、耳標から得られた雌牛のIDも記憶しており、これらのIDは、雌牛の背の画像のみに基づいて、開発された識別方法を検証するためにのみ利用した。2台の白黒カメラは、雌牛や環境を見て、何か奇妙なことがあるかどうかを確認するための画像を取得するためにのみ利用していた。白黒カメラからの画像は識別プロセスには利用しなかった。

30

【0127】

40

図5は、床面高さから90cm上方の高さを有する雌牛の一部のMesa Imagingによる3D再構成である。雌牛の同じデータが図6の高さの3D等高線プロットに示されている。得られた各3D画像について、画像を異なるステップで分析してデータ及びPCAスコアを得、各々の雌牛のベクトルを計算した。図7は、雌牛の背のどこからデータが得られたかを示す。分析のステップを以下に記載し、図7に示す。

a) ステップ1：背骨に沿って雌牛の長手方向の高さプロファイルを計算する。「尾根」から「頸のポイント」までの背骨に沿った高さプロファイルを記述するために曲線を計算し、この測定におけるこれらの最終的な位置は、身体の厚さが雌牛の最も広い幅の38%未満である箇所により判定した。

b) ステップ2a（図7のステップ2として示される）：床から90cmの所定の高さに

50

ある雌牛の等高線を判定する。雌牛の等高線は、ステップ1の高さプロファイルと同じ長さ、すなわち「頸のポイント」から「尾根」まで判定された。この等高線内の領域は、ステップ2bでさらに説明するように、グラフ「高さ」の下の領域及び図8の90cm上方の領域として判定された。

c) ステップ2b—ステップ2aから得たデータのさらなる分析：90cm等高線内に位置する画像ピクセルの高さの分布。異なる分布が図8にグラフとして示されており、ここで90cmの等高線内のピクセルのすべてが、対応する雌牛の高さに従ってソートされ、これは90cm間の雌牛の高さと90cm超の所定の高さまたは雌牛の全体的な高さに対応するピクセルの百分率の関数として示されている。図8において、この分布または領域の判定は、グラフ「高さ」によって示される130cmの最大高さの雌牛について示され、ここで、グラフは、雌牛の特定の高さより低い床から90cmより上方のピクセルの百分率を示す。ピクセルの約40%（90cmより上方の範囲内）が120cm以下に位置していることがわかる。

d) ステップ2c—ステップ2bからのデータのさらなる分析：ステップ2bで判定されたような高さの分布から、80%の分位の高さが最大の雌牛の高さの80%として判定された。このグラフは「80%」として示す。雌牛の最大高さは、雌牛の最も高い位置を示す50ピクセルの値の平均として判定した。図8のデータの例では、最大高さは130cmであり、80%分位点は104cmである。グラフ「80%」の下の領域及び90cmを超える領域を判定した。

e) ステップ3：80%の分位の高さから8cmを引いた高さに対応する雌牛の高さよりも高い位置にあるピクセルの等高線の面の区切りの判定。この等高線内の領域が判定された。図8のデータの例では、等高線の面は、 $104\text{ cm} - 8\text{ cm} = 96\text{ cm}$ の雌牛の高さで判定している。領域は、グラフ「80%—8cm」より下で、90cmを超える領域として判定されている。

f) ステップ4：80%の分位の高さから8cmを引いた高さに対応する雌牛の高さよりも高い位置にあるピクセルの等高線の面の区切りの判定。この等高線内の領域が判定された。図8の日付の例では、等高線の面は、 $104\text{ cm} - 2\text{ cm} = 102\text{ cm}$ の雌牛の高さで判定している。領域は、グラフ「80%—2cm」より下で、90cmを超える領域として判定されている。

g) ステップ5：ステップ3で判定された等高線の面が最も広い画像の位置として定義された、腰角の外側部分の位置に対応する画像の点の判定。仮想か？任意の三角形が、ステップ1で判定された左右の腰角及び尾根の位置に基づいて作成され、この三角形において、尾根の角度ならびに左右の腰角の間の距離が判定された。

h) ステップ6：雌牛の横方向の最大幅及び雌牛が最も広い幅の位置を判定し、最大幅に沿った高さプロファイル、すなわち横方向高さプロファイルを計算する。

【0128】

データの分析

上記8項目で得られたデータを、統計解析を行うことができるデータに変換した。

ステップ2a（90cmの高さ）、ステップ2c（80%の分位の高さ）及びステップ4（80%の分位の高さから2cmを引いたもの）で判定された等高線の面を厚さプロファイルに変換した。このような厚さプロファイルは、雌牛の体長が異なるため、雌牛の間で異なる長さを有し、したがって、各々の雌牛の厚さプロファイルは、100ピクセルの固定長に再スケーリングされた。同様の方法で、ステップ1の長手方向の高さプロファイルを100ピクセルの固定長に再スケーリングした。ステップ6の横方向の高さプロファイルを40ピクセルの固定長に再スケーリングした。実際の雌牛の長さまたは幅及び長さ100（または40ピクセルが再スケーリングの寸法である場合は40）に基づく単純な比例計算として、再スケーリングが実施され、ここで長さ80cmの雌牛の値 Z_n は $(Z_n / 80) \times 100 = 1.25 Z_n$ に、 Z_m が115cmの雌牛用なら Z_m 値は $(Z_m / 115) \times 100 = 0.87 Z_m$ に再スケーリングされる。

【0129】

この段階での各画像のデータセット全体は、449の変数を含んでいた。

1. ステップ2aで説明したような、90cmの等高線内で判定した領域（1変数）
2. ステップ3で説明したような、80%分位の高さで区切られた等高線内で判定した領域（1変数）
3. ステップ4で説明したような、80%分位の高さから2cmを引いた所で区切られ輪郭線内で判定した領域（1変数）
4. 80%分位の高さ（1変数）
5. ステップ5に記載されているような、尾根から左右の腰角までの線の間の角度（1変数）
6. ステップ6で説明したような、最大幅（1変数）
7. ステップ2a（及びステップ1）に記載したような、90cmの雌牛の高さで判定された等高線の長さ（1変数）
8. ステップ3で説明したような、80%分位の高さで区切られた等高線の長さ（1変数）
9. ステップ4で説明したような、80%分位の高さから2cmを引いた所で区切られた等高線の長さ（1変数）
10. 100ピクセル（100変数）に縮小され、図9A及び10Aに示されている雌牛の体高90cmの厚さプロファイル
11. ステップ3で説明したような、100ピクセル（100変数）に再スケーリングされ、図9B及び10Bに示される、80%分位の高さで判定される雌牛の体高における厚さプロファイル。
12. ステップ4で説明したような、80%分位の高さから2cmを引いた高さで判定される雌牛の高さでの、100ピクセル（100変数）に再スケーリングし、図9C及び10Cに示す厚さプロファイル。
13. 100ピクセル（100変数）に再スケーリングし、図9D及び図10Dに示した、ステップ1で説明したような長手方向の高さプロファイル。
14. ステップ6で説明したように最大幅に沿い、40ピクセル（40変数）に再スケーリングし、図11に示した高さプロファイル。

【0130】

データをさらに圧縮するために、以下のデータの組み合わせの各データセット（特徴セット）について、6つのPCAモデル（PCA＝主成分分析）を最大15の主成分（PCスコア）で展開させた。変数は、上のリストを示す。

- a) 変数1～9（9つのPCスコア）
- b) 変数7+10（15のPCスコア）
- c) 変数8+11（15のPCスコア）
- d) 変数9+12（15のPCスコア）
- e) 変数10+13（15のPCスコア）
- f) 変数11+14（15のPCスコア）

【0131】

当業者は、主成分分析をいかに実行するかを知っており、これについてはさらには説明しない。

【0132】

曲線の元の長さは、PCスコアの計算に含まれており、それによって、個々の雌牛の体長の知識は維持されていた。

PCのスコアで、合計449の変数が85の変数に減少した。

【0133】

個々の雌牛の識別

数字のシーケンス、すなわち識別される雌牛のPCスコアを、群れの各雌牛の平均的な特徴PCと比較した。この雌牛の平均的な特徴PCが、群れの他の雌牛について計算された平均的な特徴PCに似ているよりも1頭の雌牛について計算された平均的な特徴PCに

10

20

30

40

50

似ている場合、雌牛が識別された。実際には、群れ内の各々の雌牛「k」についての各平均ベクトル $\overrightarrow{X_k}$ と未識別の雌牛、すなわち識別すべき雌牛についてのベクトル $\overrightarrow{X_u}$ との間にドット積を作成することによって計算を行った。

【数 1】

$$\cos(v_k) = \frac{\overrightarrow{X_k} \cdot \overrightarrow{X_u}}{|\overrightarrow{X_k}| |\overrightarrow{X_u}|}$$

式中

【化 1】

v_k

10

は 2 つのベクトル

【化 2】

$\overrightarrow{X_k}$ と $\overrightarrow{X_u}$

の間の角度であり、

【化 3】

$|\overrightarrow{X_k}|$ と $|\overrightarrow{X_u}|$

は各ベクトルの長さである。未識別の雌牛用のベクトルが小屋の雌牛用のベクトルに似ていれば、

20

【化 4】

$\cos(v_k)$

は +1（プラス 1）に近く、一方でこれらの 2 頭の雌牛が非常に異なる場合、

【化 5】

$\cos(v_k)$

は -1（マイナス 1）に近い。

【0 1 3 4】

30

示した解析モデルは非常に単純であり、過剰適合はほとんどない。このモデルは、各々の雌牛についてより多くの写真が得られるため、継続的に拡張し、改善することができる。また、不足している画像を特定し、それらを雌牛の識別または各々の雌牛の平均ベクトルの計算を拡張するときに利用することを避けることも簡単である。

【0 1 3 5】

上記の方法は、上記のリストの項目 a) に示した特徴の 9 つの主成分と上記のリストの項目 b) ～ f) に記載されている残りの各特徴に対する 15、14、13、12、11、10、9、8、7 または 6 の主成分を用いて検証した。最良の結果は、項目 a) の特徴について 9 点、項目 b) ～ f) の特徴の各々について 7 点を用いて得られた。

【0 1 3 6】

40

実施例 2 に記載した分析を、合計 27 頭の雌牛を表す各々の雌牛について 5 つ程度の画像、合計 137 枚の画像について実施した。1 頭の雌牛を表す画像は、1 日の異なる時間及び異なる日に得られた。項目 a) の特徴について 9 点を用い、上記リストの項目 b) ～ f) に示される特徴の各々について 7 点を利用した場合、137 の画像のうち 116 はすぐに正しい雌牛に正確に関連された。異なる日に得られたものの、各雌牛について得られた 5 ～ 6 の画像の平均を求めたとき、すべての雌牛の識別が正確であった。画像から得られるより多くの特徴、及び／または画像が得られる雌牛の複数の画像から得られる特徴に基づくよう分析を拡張することは、非常に短い時間間隔、例えば 0.1 ～ 1、例えば 0.5 秒で正しい識別が行われることを保証する。

【0 1 3 7】

50

さらなる詳細

1. 動物の背の自然な外観及び／またはトポロジから個々の前記動物の識別情報を判定する方法であって、

- ・未識別の動物の前記背の少なくとも1つの画像を取得すること、
- ・前記少なくとも1つの取得された画像からデータを抽出することであって、前記抽出されたデータは、前記動物の前記背の前記自然な外観及び／またはトポロジに関する、前記抽出すること、
- ・未識別の動物の少なくとも1つの画像から抽出された前記抽出されたデータを、識別された動物の背の少なくとも1つの基準画像から抽出された基準データと比較することであって、前記識別された動物の前記識別情報の情報が前記少なくとも1つの基準画像に関連している、前記比較すること、及び
- ・前記比較に基づいて、前記未識別の動物が前記識別された動物に対応するかどうかを判定することを含む、前記方法。

【0138】

2. 識別された動物の前記背の少なくとも1つの基準画像が少なくとも月に1回取得され、好ましくは、前記基準画像は少なくとも2日毎に取得され、より好ましくは、前記基準画像は少なくとも1日に1回取得され、及び／または前記動物は畜牛、雌牛、乳牛、雄牛、子牛、豚(pig)、雌豚、去勢していない雄豚、去勢した雄豚、子豚(piglet)、馬、羊、山羊、鹿の群から選択される、項目1に記載の方法。

【0139】

3. 識別された動物の前記背の前記少なくとも1つの基準画像が、
- ・動物の前記識別番号を提供することであって、前記動物は識別された動物である、前記提供すること、
 - ・前記識別された動物の前記背の少なくとも1つの画像を提供すること、及び
 - ・前記識別された動物の前記識別番号を、前記識別された動物の前記背の前記少なくとも1つの画像と共にデータベースに記憶することであって、前記画像は基準画像である、前記記憶すること、
- によって取得される、項目1～2のいずれかに記載の方法。

【0140】

4. 前記画像及び前記基準画像が前記動物の前記背のトポグラフィック画像、例えば3D画像など、例えば3D画像の複数のレイヤである、項目1～3のいずれかに記載の方法。

【0141】

5. 前記画像から抽出された抽出データと、前記基準画像から抽出された抽出データとを前記比較することは、前記基準画像から取得された少なくとも1つの特徴及び／または少なくとも1つの特徴ベクトルを、前記基準画像から得られた対応する特徴及び／または特徴ベクトルと比較することによって行われ、このような特徴及び／または特徴ベクトルは、前記3D画像の複数のレイヤの領域の値及び／または前記動物のトポグラフィックプロファイルの群から選択される値を含むかそれに基づいてよく、前記動物のトポグラフィックプロファイルは、例えば、前記動物の高さ、前記動物の幅、前記動物の背骨に沿った等高線、前記背の長さ、前記動物の様々な高さの等高線のプロット、前記動物の様々な高さより上方の前記動物の体積、腔部の大きさ、腔部の深さ、前記動物における2つの予め選択された箇所間の距離であり、前記予め選択された箇所は、右の腰、左の腰、右肩、左肩、尾根、頸、(1)左のフォアリブ、(2)左のショートリブの端部、(3)左のフックの端部、(4)左のフック前部中点、(5)左のフック、(6)左のフック後部中点、(7)左のフック端部、(8)左寛、(9)左のピン、(10)左尾根のナディア、(11)左の尾根接合部、(12)尾、(13)右の尾根接合部、(14)右の尾根のナディア、(15)右のピン、(16)右寛、(17)右のフックの端部、(18)右のフック後部中点、(19)右のフック、(20)右のフック前部中点、(21)右のフッ

10

20

30

40

50

クの端部、(22) 右のショートトリブの端部、及び(23) の群から選択できる、項目1～4のいずれかに記載の方法。

【0142】

6. 動物の背の自然な外観及び／またはトポロジから個々の前記動物の識別情報を判定するためのシステムであって、

・未識別の動物の前記背の少なくとも1つの画像を得るための少なくとも1つのカメラ

・識別された動物の前記背の少なくとも1つの基準画像に関連するデータを記憶し、未識別の動物の前記背の少なくとも1つの画像に関連するデータを記憶するための少なくとも1つのデータベース、または少なくとも1つのデータベースへの許可、

・前記少なくとも1つのカメラから前記データベースにデータを送信するためのデータ送信手段、

・前記データベースに接続された少なくとも1つの処理手段であって、未識別の動物からの前記少なくとも1つの画像から抽出されたデータを、少なくとも1つの基準画像からの抽出データと比較するように構成された処理手段であって、前記抽出されたデータは前記動物の前記背の前記自然な外観及び／またはトポロジに関連し、またこの比較に基づいて、前記未識別の動物が前記識別された動物に対応するかどうかを判定する、前記処理手段

を含む、前記システム。

【0143】

7. 動物の背の自然な外観及び／またはトポロジから個々の前記動物の識別情報を判定するシステムであって、

・少なくとも1つの識別された動物の基準画像を提供する基準撮像ユニットであって、

i. 前記識別された動物の前記識別情報を判定する少なくとも1つの識別情報判定装置と、

ii. 前記識別された動物の前記背の少なくとも1つの画像を得る少なくとも1つのカメラと、

iii. 少なくとも1つの識別された動物の少なくとも1つの識別情報、及び前記識別された動物の前記背の少なくとも1つの画像を記憶する少なくとも1つのデータベース、または少なくとも1つのデータベースへの許可と、

iv. 前記識別情報判定装置及び前記カメラからのデータを前記データベースに送信するデータ送信手段と

を含む、前記基準撮像ユニット、

・少なくとも1つの未識別の動物の前記背の少なくとも1つの画像を取得するように構成された撮像ユニットであって、前記撮像ユニットから前記データベースにデータを送信するために前記データベースに接続される、前記撮像ユニット、

・前記データベースに接続された少なくとも1つの処理手段であって、未識別の動物からの前記少なくとも1つの画像から抽出されたデータを、少なくとも1つの基準画像からの抽出データと比較し、前記抽出されたデータは前記動物の前記背の前記自然な外観及び／またはトポロジに関連し、またこの比較に基づいて、前記未識別の動物が前記識別された動物に対応するかどうかを判定するよう構成された、前記処理手段

を含む、前記システム。

【0144】

8. 前記画像が3D画像であり、前記基準画像が基準3D画像であり、及び／または前記基準撮像ユニット及び前記撮像ユニットの前記少なくとも1つのカメラが各々、レンジカメラ、ステレオカメラ、タイム・オブ・フライトカメラの群から選択される1つまたは複数のカメラであり、例えばレンジカメラは深度センサ及びRGBカメラなどの2Dカメラである、項目7に記載のシステム。

【0145】

9. 動物が前記識別情報判定装置に近接し、前記動物の前記識別情報が登録されている

場合に、前記基準撮像ユニットの前記カメラが作動して前記動物の背の画像を取得する、項目7～8のいずれかに記載のシステム。

【0146】

10. 前記データベースは、例えば単一の動物の複数の基準画像を毎日など、単一の動物の複数の基準画像を記憶する、項目7～9のいずれかに記載のシステム。

【0147】

11. 前記処理手段は、地面または床からの距離から計算された予め選択された距離について動物の特徴ベクトルを判定し、及び／または前記特徴ベクトルは、3D画像のレイヤの領域であり、及び／または前記予め選択された距離が70～180cmである、項目7～10のいずれかに記載のシステム。

10

【0148】

12. ・給餌領域の画像を提供する給餌領域撮像ユニットと、
・各識別された動物の前にある前記給餌領域の後続の画像における飼料の減少を判定することによって、各識別された動物により摂食された飼料の量を評価するように構成された処理手段

などの前記動物の少なくとも1つの飼料摂取を判定するための手段、をさらに含む、項目7～11のいずれかに記載のシステム。

【0149】

13. 前記給餌領域撮像ユニットは、少なくとも1つの未識別の動物の前記背の少なくとも1つの画像を取得する前記撮像ユニットであり、前記撮像ユニットが少なくとも1つの未識別の動物の前記背及び給餌領域の画像を取得する、項目12に記載のシステム。

20

【0150】

14. 飼料の摂取が同じ給餌領域の少なくとも2つの画像から判定され、飼料の減少が前記少なくとも2つの画像間の飼料の量の差として計算される、項目12～13のいずれかに記載のシステム。

【0151】

15. 前記撮像ユニットが、給餌領域の少なくとも一部を連続的に撮像するように構成されている、項目12～14のいずれかに記載のシステム。

【図 1】

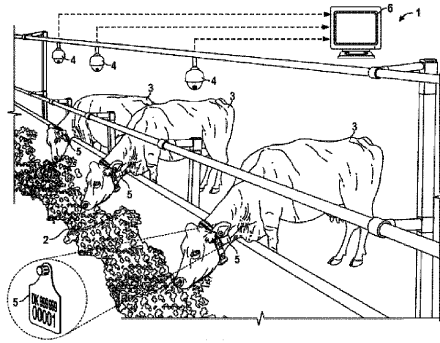


Fig. 1

【図 2】

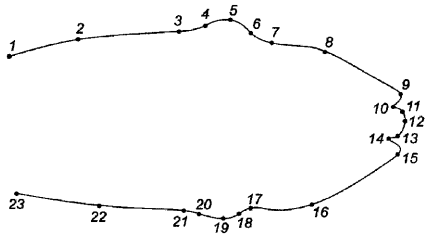
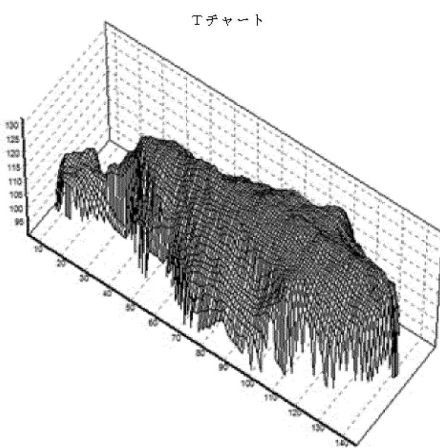


Fig. 2

【図 5】



【図 6】

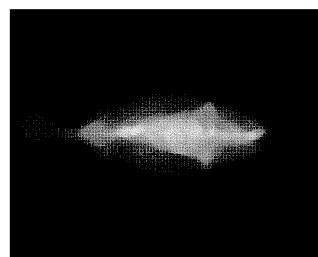


Fig 6

【図 3】

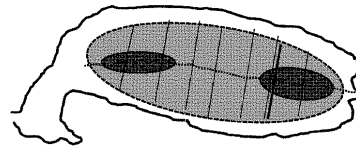


Fig. 3

【図 4 A】

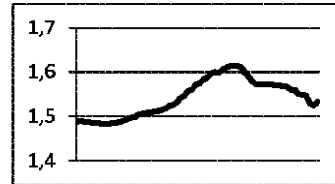


Fig. 4A

【図 4 B】

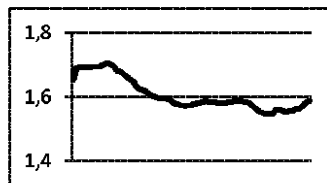
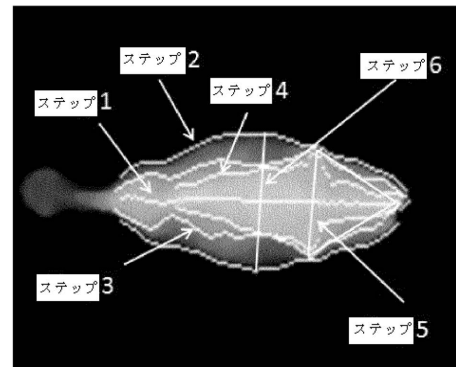
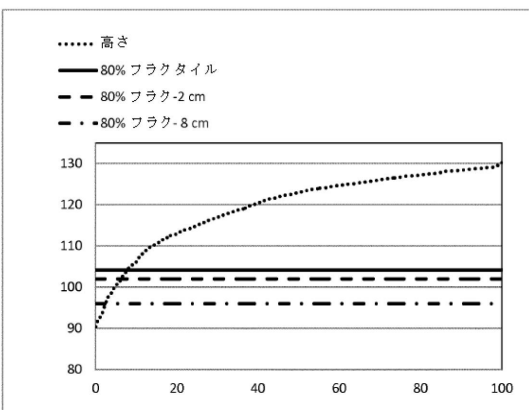


Fig. 4B

【図 7】



【図 8】



【図 9 A】

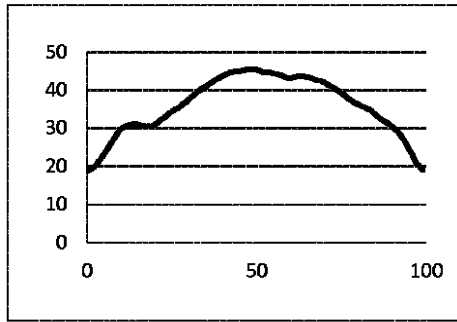


Fig 9A

【図 9 B】

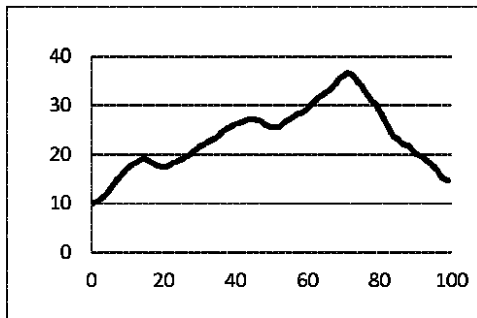


Fig. 9B

【図 10 B】

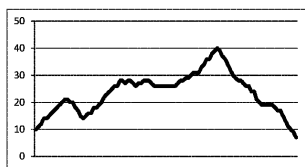


Fig 10B

【図 10 C】

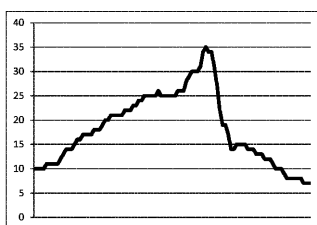


Fig 10C

【図 10 D】

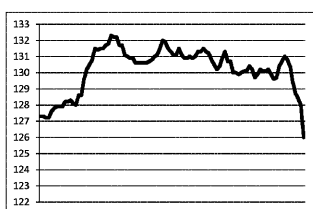


Fig 10D

【図 9 C】

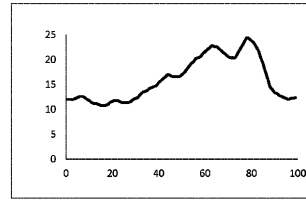


Fig 9C

【図 9 D】

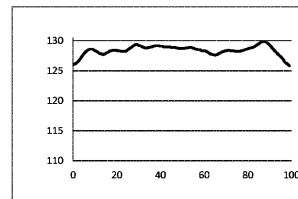


Fig 9D

【図 10 A】

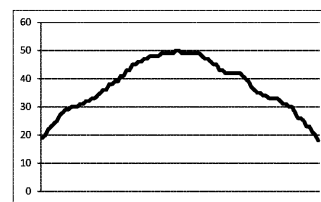


Fig 10A

【図 11】

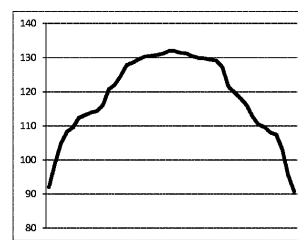
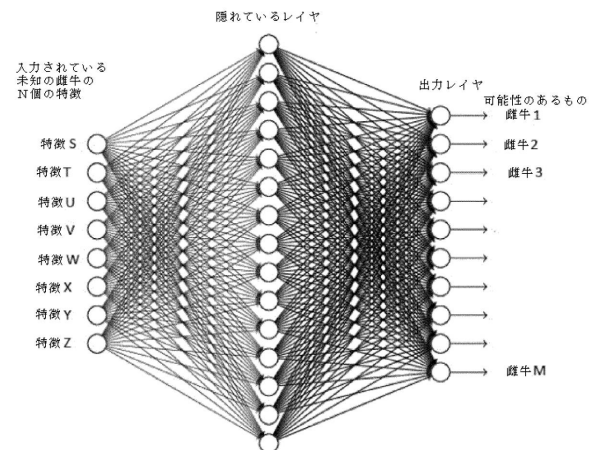


Fig 11

【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 T 7/00 C

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 ボアシェルセン, セーレン

デンマーク国 8 7 0 0 ホアセンス, エンスヴァイ 7 6

(72)発明者 ボアゴアド, クラオス

デンマーク国 4 1 3 0 ヴィビ エスヨド, ビルケデヴィエン 2 0

(72)発明者 ハンセン, ニールス ウォルセ

デンマーク国 4 3 2 0 ライラ, メルヴェイ 6

審査官 坂田 誠

(56)参考文献 米国特許出願公開第2016/0125276 (US, A1)

特開2015-173605 (JP, A)

国際公開第2014/166498 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 0 1 K 1 1 / 0 0

A 0 1 K 2 9 / 0 0

A 0 1 K 6 7 / 0 0