

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6884368号
(P6884368)

(45) 発行日 令和3年6月9日(2021.6.9)

(24) 登録日 令和3年5月14日(2021.5.14)

(51) Int.Cl.

F I

AO 1 K 13/00 (2006.01)

AO 1 K 11/00 (2006.01)

AO 1 K 13/00 Z

AO 1 K 11/00 Z

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-248275 (P2016-248275)	(73) 特許権者	593202025
(22) 出願日	平成28年12月21日(2016.12.21)		株式会社エイビット
(65) 公開番号	特開2018-99098 (P2018-99098A)		東京都八王子市南町3番10号
(43) 公開日	平成30年6月28日(2018.6.28)	(74) 代理人	110001829
審査請求日	令和1年5月24日(2019.5.24)		特許業務法人開知国際特許事務所
		(72) 発明者	檜山 竹生
			東京都八王子市南町3-10 株式会社エイビット内
		審査官	大谷 純

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 家畜の放牧管理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

家畜ごとに、二つのデバイス1、2を設け、前記デバイス1には、家畜の行動を把握する行動把握センサと無線通信回路を設け、前記デバイス2には、家畜の生体情報を検出する生体情報センサと無線通信回路とID回路とを設け、家畜の放牧開始時に、前記デバイス1は、自己の家畜のデバイス2のID符号を認識しておき、前記デバイス1は、前記デバイス2からの生体情報とID符号を受信し、該ID符号が自己の家畜のID符号であることを確認し、前記行動把握センサと共に、無線中継局を介して家畜管理サーバへ送信し、該家畜管理サーバでは、個々の家畜の行動と生体情報を定期的に観察し、個々の家畜への健康・行動管理を行うとともに、個々の家畜に設けられる前記デバイス1と前記デバイス2間の無線通信で、デバイス2の送出電力およびデバイス1の受信感度は、デバイス1とデバイス2間の距離をもとに、デバイス1がデバイス2の情報のみを受信できるレベルに設定することを特徴とする家畜の放牧管理システム。

【請求項2】

前記デバイス1に設けられる行動把握センサは3次元加速度センサよりなり、該3次元加速度センサの出力波形より家畜の歩行中、横伏中、採食中を判断し、前記デバイス1は刺激ドライバを具備し、該刺激ドライバは、振動、音、音楽によるドライブ方法を有し、家畜の行動を指示するために好適なドライブ方法を学習しながら、前記ドライブ方法が家畜管理サーバにより指示され、前記デバイス1は複数のLEDを具備し、前記行動把握センサの出力に基づいて、家畜の行動が正常か異常かを判断し、正常状態、異常状態に応じ、

前記LEDの点灯色を変化させることを特徴とする請求項1の家畜の放牧管理システム。

【請求項3】

牧場内に複数の照明装置とスピーカを配置するとともに、デバイス1は、GPSセンサを具備し、該GPSセンサの情報から家畜の移動が必要と判断された時は、該GPSセンサの情報から得られる家畜の存在箇所の近傍にある照明装置とスピーカを点灯、発音させるとともに、移動しない家畜には、移動を要求する刺激を与えることを特徴とする請求項1の家畜の放牧管理システム。

【請求項4】

畜舎内に、無線通信回路を具備し家畜管理サーバと通信するデバイス3が設置され、家畜が畜舎内にいる時は前記デバイス1が取り外され、該デバイス3が複数の家畜から前記デバイス2のID符号を取得するに際し、取得したID符号を通知しながら、新しいID符号を順次を取得していくことを特徴とする請求項1の家畜の放牧管理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、牛、馬、やぎなどの家畜を放牧しながら飼育する牧場経営者が、放牧中の家畜の行動を監視するため家畜にセンサを取付け、センサ情報を無線通信手段によりサーバに集積・解析し、家畜の行動パターン分析や健康管理向上を図ろうとする技術分野に関するものである。

【背景技術】

【0002】

家畜の行動や健康管理に関する研究は、長年行われていて、人間と同じように仲良しグループが集団で行動することや、犬や猿に芸を仕込むように、訓練すれば（教育すれば）人間と同じようなことができるようになることなどが知られている。家畜に取付けたセンサで行動を観察する先行技術文献としては、特許文献1に示されるように、動物の足や首に振動検知器を取付け歩行量や採食量を推定する技術、特許文献2に示されるように家畜の集団行動を観察する技術が開示されている。近年、携帯電話の普及にみるように無線通信技術が発達していて、家畜の生態把握のために無線通信技術の活用は重要な手段であるが、牧場の多くは過疎地にあり公衆携帯電話のサービスエリア外であったり、電池寿命の長期化＝省電力化という課題も重要である。このため、使用する無線通信方式の選定とともに、家畜に取り付けるセンサの省電力化への工夫も、大きな課題となってきた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平10-213655

【特許文献2】特開2011-244736

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

家畜の生体情報（体温や脈拍）を監視しながら、放牧中の歩行量や採食量、睡眠時間（横伏せ時間）を把握し、随時、管理サーバへ無線送信し、管理サーバは、送信された情報を、家畜個体ごとの情報として編集加工して、家畜管理者へ届け、家畜管理者が家畜の健康状態などを最適に管理できるシステムの開発。

【課題を解決するための手段】

【0005】

個々の家畜に対し、二つの電子デバイスA、Bを取り付ける。デバイスAは家畜の耳や首、など太陽の当たる場所、デバイスBは生体情報を測定する場所におく。デバイスAはソーラパネルとGPSセンサ、無線回路、3次元加速度計、LED、刺激ドライバで構成する。デバイスBは、生体情報センサと無線回路で構成する。デバイスA、B間の距離は家畜1頭の範囲で短く、デバイスBからは小さい送出電力でデバイスAに生体情報を届ける。

【 0 0 0 6 】

デバイスAは、デバイスAで検知した家畜の歩行量などの行動情報や、デバイスBから受信した生体情報をGPS情報と共に随時、LPWA無線方式で、無線中継局を介して、管理サーバへ送る。管理サーバは、届けられた情報をもとに家畜個体ごとのその日の健康情報として編集・加工しデータベース化する。牧場経営者（＝飼育者）は、スマートフォンなどで管理サーバのデータを閲覧できるようにする。

【 0 0 0 7 】

デバイスAに設けたソーラパネルで、消耗した電池を補充でき、デバイスAは電池寿命を気にする必要がない。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 0 8 】

家畜の飼育者は、個々の家畜の健康状態を把握でき、畜舎（牛や馬などの家畜の舎）内での家畜への餌の与え方や、翌日の放牧グループの編成などに工夫ができ、工夫した効果の測定も随時把握できる。

【 0 0 0 9 】

また、家畜の行動を指示するため、家畜に与える最適な刺激方法を学習しながら、刺激方法が選択できるようになる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 本発明の全体構成を示す図である。

20

【 図 2 】 本発明の 3 次元加速度センサの出力波形を模式的に示すものである。

【 図 3 】 (a) 本発明のデバイスB、A、無線中継局と管理サーバ間の通信信号シーケンスを示す図であり、(b) 本発明のデバイスB、C、無線中継局と管理サーバ間の通信信号シーケンスを示す図である。

【 図 4 】 (a) 本発明による生体情報センサの構成を示し、(b) 本発明の生体情報センサで得られる家畜の体内を流れる電流波形を示す。

【 図 5 】 本発明による牧場の牛舎と放牧場との配置を模式的に示すものである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態について説明する。

30

【 0 0 1 2 】

実施する形態として、家畜をここでは牛を例にとって説明する。

【 0 0 1 3 】

図 5 は、牧場のレイアウトを模式的に示すものであり、牧場は、大きくは、放牧場BK、牛舎Z、充電エリアSよりなる。放牧場BKは、後記する牛の行動エリアを特定するため、碁盤目状にエリア番号が、A1、A2、・・・B1、C1・・・G1と名付けられている。また、放牧場BK内には適用な間隔で、図 5 の黒丸で示すL1、L2、L3で示す位置に、照明設備 2 やスピーカ 3（図 1 参照）が 100 メートル間隔とかに設けられている。なお、照明設備やスピーカと共に監視カメラが設置されてもよい。放牧場BKに隣接して牛舎Zがあり、牛舎Z内も、Z1、Z2、・・・とエリア化され、牛の一日の行動を観察し、放牧を終え、牛舎に戻ってきた牛を、どのエリアに戻すかを飼育者が判断する。牛舎Zの中には、太陽光をできるだけ沢山受けやすい場所Sがあり、Sは後記するデバイスAの置き場として利用する。

40

【 0 0 1 4 】

牧場の広さは、牧場によって異なるが、北海道の関谷牧場は 5 ヘクタール（＝ 50 キロメートル平方）の牧草地を利用しながら、2000 頭近くの牛を飼育している。牧場によっては、牛舎で飼育しているすべての牛を放牧可能とする広さの放牧場をもった牧場もあれば、放牧場の広さの都合で、飼育している牛の放牧をグループ編成して一日おきとかに交替させ放牧させる牧場もある。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明の全体構成を示す図であり、大きくは、管理サーバ 1、放牧場内照明設

50

備 2、放牧場内スピーカ 3、無線中継局 4、スマートフォン 5、デバイスA、デバイスBよりなる。

【 0 0 1 6 】

管理サーバ 1 は牧場内の牛舎内や飼育者の家庭内に置かれるパソコンでもよいが、データセンタのようなサーバ会社のサーバが、より望ましい。

【 0 0 1 7 】

牛の耳や首などにはデバイスAが取り付けられ、乳部には体温・脈拍を測定するためのデバイスBが張り付け固定されている。デバイスA、デバイスBは、各々 1 枚のプリント基板で構成され、プリント基板は、外部に露出する必要がある必要な個所（後記するソーラパネルや乳部に接触する電極）を除き、防水性の筐体カバーで覆われている。大きさは 5

10

【 0 0 1 8 】

デバイスAは、牛の首や牛の耳に付けられている耳票の裏に張り付けられたり、首に巻き付けたりして牛に固定されるが、後記するように牛舎にいる時、デバイスAを取り外す牧場では、デバイスAは、一日単位で、取り外しが容易になるような固定法が採られる。

【 0 0 1 9 】

無線中継局 4 は、デバイスAや、後記するデバイスCとLPWA (Low Power Wide Area) 方式で無線通信する無線基地局のようなもので、デバイスA、デバイスBから得られる個々の牛の活動情報を管理サーバ 1 に中継する機能を持つ。無線中継局 4 と管理サーバ 1 との通信は無線である必要はなく、インターネット回線など公衆の有線通信回線が使用されても

20

【 0 0 2 0 】

無線中継局の数は牧場の広さにもよるが、牧場に必要無線中継局 4 が 1 台のときは牛舎など建物内に置かれる。本発明においては無線通信方式としてLPWA方式を用いるので、半径 10 キロメートル程度までは無線通信が可能であり、前記した北海道の関谷牧場の規模では、無線中継局 4 は、1 台でも良さそうである。牧場が広く複数の無線中継局 4 を必要とするときは、前記した放牧場内の照明設備 2 やスピーカ 3 の設置個所に、無線中継局 4 を設置してもよい。

【 0 0 2 1 】

スマートフォン 5（スマートフォン 5 は、スマートフォンでなく、タブレットやパソコンでもよいが、ここではスマートフォンとして説明する。）には、管理サーバ 1 にあるデータを閲覧したり、飼育者が牛に指令を出したりできるアプリケーションソフトウェアが搭載されていて、スマートフォン 5 からの指示・操作は管理サーバ 1、無線中継局 4 を経由しデバイスAやデバイスCに届く。

30

【 0 0 2 2 】

デバイスBは、図 1 に示すように、生体情報センサ 2 4、無線通信回路 1 3、電池 2 3、デバイスB ID回路 2 2 よりなる。

【 0 0 2 3 】

デバイスBの無線通信回路 1 3 と同じ無線通信回路 1 3 がデバイスA、デバイスCにも用いられる。無線通信回路 1 3 の内部は、図示しないが、アンテナとアンテナに電波を供給するパワーアンプ、アンテナで受信した電波を増幅する受信アンプ、さらに、後記する図 3 (a)、図 3 (b) に示す通信シーケンス、表 5 の通信信号を形成する通信制御回路よりなる。

40

【 0 0 2 4 】

デバイスBの生体情報センサ 2 4 で測定された体温や脈拍などの生体情報は、個々の牛に付与されるID符号（デバイスB ID回路 2 2）とともに無線通信回路 1 3 を用いてデバイスAに無線通信される。この生体情報の測定のタイミングは、図 3 (a) に示すようにデバイスAから指示される。

【 0 0 2 5 】

デバイスAの内部構成は、ソーラパネル 1 0、GPSセンサ 1 1、3 次元加速度センサ 1 2

50

、無線通信回路 13、LED14、刺激ドライバ 15、スイッチ 16、時計 17、行動メモリ 18、デバイスA ID回路、19、端子Tよりなる。

【0026】

デバイスAには、個々にID符号（デバイスA ID回路 19）が付与され、デバイスBで計測されデバイスAに届いた生体情報やデバイスA自身が検出した牛の行動情報をGPS情報とともに、デバイスA ID、デバイスB IDを付加して無線中継局 4 に届ける。

【0027】

デバイスAは牛が牛舎に戻ると、内蔵のソーラパネル 10 が太陽光を受け難くなるため、牛から外され、牛舎の中で日の入りから日没まで太陽光をできるだけ沢山受ける場所Sに置かれる。

10

【0028】

その時はデバイスAによる測定は一切不要になるので、GPSセンサ 11、3次元加速度センサ 12、無線通信回路 13、LED14、刺激ドライバ 15、行動メモリ 18、への給電は不要になり、スイッチ 16 の操作で給電を停止する。

【0029】

なお、放牧場の広さから牛舎で飼育している牛が全頭、毎日、放牧場に放牧される牧場では、飼育者の判断で、デバイスAを取り外すことをしないかもしれない。

【0030】

デバイスAにはソーラパネル 10 を設け、放牧中は太陽光を受けて蓄電され、その電源よりデバイスA内の各回路に給電される。端子Tは蓄電されている電池電圧を測定するためのものであるが、雨季など太陽光が少ないときには、端子Tより外部からの充電も可能である。

20

【0031】

デバイスAとデバイスBとの距離は牛一頭の範囲で短く、デバイスBの電波出力は小さく、省電力化が可能となり、電池寿命を5年から10年までに持たせることができる。

【0032】

また、デバイスAの無線通信回路 13 の受信感度は、同じ牛のデバイスBからの電波のみが受信可能になるよう最低限に設定しておく。牛は群をなして行動するので、仮に、近接する他の牛からの生体情報を受信したとしてもデバイスB IDを見ればわかるので、その時はその生体情報は無視すればよい。一方、デバイスAと無線中継局4との距離は、最大10キロメートルの時もあり、デバイスAの無線通信回路 13 の送出電力は、LPWA方式で許される範囲で大きい値に設定される。

30

【0033】

デバイスAには、牛の行動を把握するため 3次元加速度センサ 12 が取り付けられていて、牛の走行や、横たわり（横伏せ）を検出するとともに、採食時に耳や首が移動することを検知する。耳や首の移動量検知では、採食の検知能力が十分でないときは、図示しないが、採食センサを牛の口に近い鼻に付けることで、より正確な測定ができる。

【0034】

図2は、3次元加速度センサ 12 の出力波形を模式的に示すものである。

【0035】

図2には上と下に波形が示されていて上が加速度センサの水平方向の出力、下が垂直方向の出力である。さらに図2には、横方向に、(a)、(b)、(c)、(d)、(e)の表示があるが、(a)は牛が歩行中、(b)は採食中、(c)は歩行ではないが、ある場所にとどまって小さく歩行している、(d)は寝そべった時（横伏せ時）、(e)は寝そべった時から起立した時をしめす。dからeまでの時間が横伏せ時間になる。

40

【0036】

表1は、これらの状態をまとめたものである。

【0037】

【表 1】

牛の状態	図 2	水平方向出力	垂直方向出力
歩行中	a	大	無し
採食中	b	小	小
停止中	c	小	無
横伏せ	d	小	大 (プラス)
起立	e	小	大 (マイナス)

10

【 0 0 3 8 】

表 1 に示すこれらの行動は、前記したように、デバイス A の行動メモリ 1 8 に記録され、1 時間毎とかの予め決められた時間間隔で、無線通信回路 1 3 より無線中継局 4 を経由して管理サーバ 1 に届けられる。

【 0 0 3 9 】

行動メモリに記録される情報は、例えば、表 2 のようなものである。

【 0 0 4 0 】

【表 2】

時間	動作	放牧場内エリア
10:00~10:10	歩行	A1→B1
10:10~10:16	停止	B1
10:16~10:24	採食	B1
10:24~11:00	横伏せ	B1
11:00	体温、脈拍測定	B1

20

【 0 0 4 1 】

図 3 (a) は、デバイス B、デバイス A、無線中継局 4、管理サーバ 1 との間の通信信号シーケンスを示す。これらの通信信号は、信号種類を示す識別子と伝えたい情報を含む情報部で構成される。情報部の詳細は、表 5 で後記する。

30

【 0 0 4 2 】

牛が放牧を開始するときデバイス A を牛に装着し、デバイス A のスイッチ 1 6 を押すと、デバイス A の前記した給電を停止されていた各回路に電源が供給されるとともに、デバイス A はデバイス B にデバイス B ID の送信を要求する。デバイス B に固有のデバイス B ID がデバイス B の無線通信回路 1 3 より、デバイス A の無線通信回路 1 3 に届く。このときデバイス A は、自己のデバイス A ID (A ID) とデバイス B のデバイス B ID (B ID) を、A ID 信号として、無線中継局 4 に届け、これから放牧の始まる牛 (牛 ID 例: : 1 2 3 4) はデバイス A (デバイス ID 例: : 5 6 7 8) が放牧終了まで管理することを知らせる。この情報は管理サーバ 1 にも送られる。

40

【 0 0 4 3 】

放牧が始まると、牛の行動状況は、表 2 のように管理され、デバイス A の行動メモリ 1 8 に記録される。行動メモリ 1 8 に記録されている情報は、時計 1 7 により、例えば、1 時間単位で、無線中継局 4 を介して行動報告信号として管理サーバ 1 に届けられる。このとき、デバイス A はデバイス B に生体情報を要求し、得られた生体情報と GPS センサ 1 1 で検知された GPS 情報も前記した行動報告信号の一部として、同時に届けられる。

【 0 0 4 4 】

管理サーバ 1 には、放牧中の各牛の情報が届くが、届けられた情報は、各牛に対し、表

50

3のように管理される。

【 0 0 4 5 】

【表 3】

牛 ID	時間帯	歩行 時間	採食 時間	横伏 時間	停止 時間	体温	脈拍	放牧エリ ア	刺激 要求
1234	10～11	10	8	36	6	36	78	A→B	
									α
	11～12	30	3	15	12	36	80	B→C→D	
									なし
	日合計					集団行動			
4233									

【 0 0 4 6 】

表 3 において時間の単位は「分」である。放牧エリアにあるA,B,Cは牧場で決めている図 5 で示すエリア名である。夕刻になって牛が牛舎に戻ってきたことを検知するため、夕刻になると、デバイスAは情報送信を、GPS信号として、前記した 1 時間周期を、10 分間隔にするなど短くし、GPS情報のみを送信する。

【 0 0 4 7 】

管理サーバ 1 は、GPS情報が牛舎に接近したことで、放牧終了と判断するが、その時、放牧開始から放牧終了までの一日の合計が「日合計」として計算される。

【 0 0 4 8 】

日合計の中で体温、脈拍は合計に意味がないので、この箇所は、集団行動が正常か異常かを示している。牛の行動は人間と同じように仲良しグループで行動する習性があるが、仲良しグループであったものがある日突然何らかの理由で、いじめにあったりする。いじめにあうと集団行動を採らなくなるようになるが、一日に移動した放牧エリア情報を見て、同じグループと思われていた牛の変化を観察し、集団行動が異常かどうかを管理している。

【 0 0 4 9 】

日合計の情報にもとづき、各牛の一日の健康状態などを判断するが、判断には、「一日の行動に問題なし」、「よく食べたが歩行量（運動量）が不足」、「横伏せが多く、体調不良かもしれない」、「グループ活動に異変」とかがあろうが、その判断にもとづき、牛が牛舎に戻るとき（牛のGPS情報が牛舎に接近した時）LED 1 4 を点灯し、戻ってきた牛を観察している飼育者に知らせる。LED 1 4 には数色を用意し、前記判断に応じた色を点灯あるいは点滅する。飼育者はLED 1 4 の色を見て、牛舎のどこのエリアに牛を戻すかを定める。生体情報に関しては、この数値を超えると異常とかの範囲をあらかじめ設定しておき、異常と判断される数値の場合は、その都度、管理サーバ 1 は、飼育者のスマートフォン 5 に連絡する。

【 0 0 5 0 】

飼育者は、管理サーバ 1 で管理されている表 3 の管理情報を、飼育者のスマートフォン 5 を見て、採るべき行動（医療的な投薬や牛舎での食料提供法など）を判断する。

【 0 0 5 1 】

横伏時間が長く歩行時間の少ない牛には歩行を促すため、刺激要求信号を管理サーバ 1 に送る。デバイスAが刺激要求信号を受信すると、刺激ドライバを駆動する。刺激要求信号には、どのような刺激を与えるのかを示す刺激種類情報が含まれ、刺激ドライバは、例えば、携帯電話に使用されているような振動モータ（バイブレータ）であったり、ある特定の周波数成分を含んだ音であったり、音楽であったりするが、このような刺激種類に応

じて、牛は反応したりしなかったりするだろう。このような刺激種類は牛にとって何が好適かは不明なものであり、いろいろな刺激方法を試行して、牛がどう反応するのかを調査しながら、好適な方法を研究していくことが必要である。刺激方法についての調査・学習が進むと、新しい刺激種類も考えられよう。

【 0 0 5 2 】

表 3 の例では、10時から11時までの歩行時間が少ないので、刺激法（例えばパイププレート駆動）を指示し、その刺激が効き、11時から12時までの歩行時間が増したことを示している。

【 0 0 5 3 】

このように刺激法とその効果を管理しながら、最適な刺激法を探索していく必要がある。

【 0 0 5 4 】

さらに、体温が上昇した牛には放牧を止めて、牛舎に帰ることを要求したいが、その場合、人間と同じように音楽（例：夕焼け小焼け）を流し、牛がその音楽は「牛舎に帰れ」という意味だと理解できるよう訓練することも必要である。表 4 は、これらの刺激法の効果を管理するテーブルである。牛に対するいろいろな要求に対し、刺激法としての効果を、大、中、小、無、で管理して行くことで、より好適な方法が学習されていく。

【 0 0 5 5 】

【表 4】

	振動 1	振動 2	音楽 1	音楽 2	周波数 1	周波数 2
歩行要求	大	小	無	無	無	無
帰舎要求	中	中	大	無	中	無
採食要求	無	無	無	大	無	無

【 0 0 5 6 】

表 4 において、振動 1 は、3 秒オン 3 秒オフの振動周期で 30 秒の振動、振動 2 は 10 秒オン 10 秒オフの振動周期で 100 秒の振動とかであり、音楽 1 はジャズ、音楽 2 はクラシック、周波数 1 は、ある周波数成分の強い音、周波数 2 は、周波数 1 と異なる他の周波数成分の強い音である。このように刺激法に対応した牛への指示は、飼育者がスマートフォン 5 を見ながらその都度指示を行う。表 3 では 1 時間の行動を見て指示する例が示されているが、半日単位でもよい。またこのような試行錯誤的な学習を重ねた結果、「この場合には、こう刺激すればよい」ということが明確になったときは、管理サーバ 1 が自動的に刺激信号を送れるようになる。

【 0 0 5 7 】

夕刻になり一日の放牧を終了しようとするとき（牛に牛舎へ帰ることを要求するとき）は、無線中継局 4 が放牧場内スピーカ 3 に音楽（例：夕焼け小焼け）を流すとともに、牛がいる牧場内エリアの照明 2 を点灯する。夕方になると勝手に帰舎する牛もいるだろうし、音楽を流しても動じない牛もいるだろう、動じない牛に対しては表 4 に示す帰舎要求のための刺激を与える。それでも戻らない牛の所在は GPS 情報で把握できるので、飼育者が、牛を連れ戻すなどの処置を行う。

【 0 0 5 8 】

また、戻らない牛の場所（放牧場内エリア）が特定できるので、そのエリアに近い照明設備 2 を点灯するとともにスピーカ 3 から音楽を流し、牛の移動を確認しながら、点灯する照明や、スピーカの発音を順次的に切り替え（例えば、L3 から L2 へと）牛舎へ導く方法も採れよう。

なお、上記の例では、牛舎に戻る例について説明したが、牛舎に限らず牛を移動させたい場所（例えば、落雷避難所や牛の一時休憩所）に、牛を移動させたいときも、この方法

は適用可能である。

【 0 0 5 9 】

放牧を終え、飼育者により牛舎の所定のエリアに戻された牛は、デバイスAが外され、デバイスAは前記したように太陽光を受けやすい場所Sに置かれる。牛舎にいるときは行動情報の把握は不要であるが、生体情報は、管理サーバ1が決めるタイミングで観察される。このため、デバイスAに替わるデバイスCが牛舎に設置されている。

【 0 0 6 0 】

デバイスCは、無線通信回路13とデバイスC ID回路31よりなるが、牛舎内に設置されるので商用電源が使用可能で、電池は必ずしも必要としない。

【 0 0 6 1 】

デバイスCで使用される無線通信回路13は、個々の牛からの生体情報を受信し、その情報を無線中継局4に届ける。無線通信回路13は受信感度を最大に設定し、複数の牛からの生体情報を受信できるようにしておく。

【 0 0 6 2 】

なお、牛舎の牛の数が多く、1台のデバイスCでは、電波出力の小さいデバイスBからの生体情報の受信が困難なときは、デバイスCを適宜複数個所に設置する。このとき、個々のデバイスCの管轄下にあるデバイスBの情報を管理サーバ1で管理しておくことが必要である。

【 0 0 6 3 】

このため、管理サーバ1は、放牧から戻った牛のすべてが牛舎に戻り、飼育者によって所定の牛舎エリアに配置された後、すべてのデバイスCに、「管轄下のデバイスBのID収集」を指示し、デバイスCの各々は、傘下にあるデバイスBのID情報を取得する。デバイスCは、取得されたデバイスBのID情報を、デバイスCのID情報とともに管理サーバ1に伝えることで、管理サーバ1は、個々の牛が、どのデバイスCの管轄下にあるのかを把握できる。上記した管理サーバ1から、デバイスCへのID情報収集の指示は、すべての牛が牛舎内の所定の位置への配列が終わる20時とかの時刻を管理サーバ1に設定しておくか、あるいは飼育者のスマートフォン5から管理サーバ1へ指示する方法でもよい。

【 0 0 6 4 】

このため図3(b)に示すように、管理サーバ1が無線中継局4に、「デバイスC ID収集」信号を送る。その後、無線中継局4は全てのデバイスCに「デバイスC ID収集」信号を転送する。個々のデバイスCは、「デバイスC ID収集」信号を受信したのち、デバイスBに「デバイスB ID要求」信号を送るが、どのデバイスBから返信が来るかは不明である。仮に10個のデバイスBからの返信を受けるとすると、同時に着信した返信信号は受信できないので、一つずつ受信することになる。そのため、デバイスBへ送るID要求信号は、少なくとも10回は送信することになる。ID要求信号は、情報部に、すでに受信できたデバイスBのID符号を挿入し、「このID符号の以外のデバイスBから返信してください」という意思を伝える。ID要求信号に対するデバイスBからの返信がなくなると、デバイスCは、「管轄下にあるデバイスBはそれまでだった」と判断し、受信できたデバイスBのID符号のすべてを、「自己の管轄下のデバイスBのリストです」として無線中継局4経由で管理サーバ1に届ける。

【 0 0 6 5 】

以後、管理サーバ1の指示により個々の牛に生体情報要求信号を送り、生体情報は、デバイスC、無線中継局4を介して管理サーバ1に届く。

【 0 0 6 6 】

各牛に対し、牛舎にいる時の生体情報観察は、半日に1回、あるいは3時間毎とかになるが、生体情報が異常と判断されれば1時間毎とかの周期になる。いずれにせよ測定周期は管理サーバ1が決め、そのタイミングで生体情報要求信号を送る。

【 0 0 6 7 】

表5は、図3に示す通信シーケンスで、使われる信号種類と、各信号には情報部がある

10

20

30

40

50

かないか、ある時はどんな情報が入るのか（伝送されるのか）について示す。

【 0 0 6 8 】

表 5 で、行動報告にある行動部には、表 3 に示す歩行時間、採食時間、横伏時間、停止時間、放牧エリアが入る。

【 0 0 6 9 】

【表 5】

信号種類	情報部	情報部にはいる情報
デバイス B ID 要求	なし	
デバイス B ID 返信	あり	B ID
デバイス B ID 返信 C	あり	受信できている B ID+B ID+B ID+・・・
A ID	あり	A ID+B ID
C ID	あり	C ID+B ID+B ID+B ID+・・・
生体情報要求	あり	A ID+B ID または C ID+B ID
生体情報返信	あり	体温+脈拍+B ID
行動報告	あり	GPS 値+行動（表 3 情報）+A ID+B ID
刺激要求	あり	刺激種類+A ID+B ID
デバイス C ID 収集	なし	
GPS	あり	GPS 値
帰舎要求	あり	A ID+B ID

【 0 0 7 0 】

図 4 は、デバイス B の生体情報センサ 2 4 の内部構成を示すものである。生体情報、ここでは体温と脈拍であるが、牛の体内に流れている電流を測定することで、生体情報を得る。

【 0 0 7 1 】

図 4 (a) は、それを説明する等価回路であり、牛の体内には、電流源 4 0 と牛の内部抵抗 4 1 があり、牛の乳部に接触した電極 4 2、4 3 から牛の内部抵抗 4 1 の 2 カ所間の電圧波形を、波形観測部 4 4 で測定する。電極 4 2、4 3 は、人間が心電図を計測するときに使用するものと同様なものである。人間の心電図と同様に、牛の体内に流れる電流は、図 4 (b) に示すようにパルス状になっていて、波形観測部 4 4 の電圧波形からパルスの周期を測定することで脈拍数換算部 4 6 が脈拍数を出力する。また、波形観測部 4 4 の電圧を測定し、体温換算部 4 5 が体温値を出力する。

【 0 0 7 2 】

生体情報センサ 2 4 はデバイス B 内の他の回路とともに、プリント基板に実装され、プリント基板に露出している電極 4 2、4 3 が牛の乳部に接触するようにプリント基板筐体全体が接着剤により乳部に張り付けられる。

【 0 0 7 3 】

以上、説明したように、本発明は、家畜を畜舎と放牧場で飼育する飼育者にとって、家畜を一頭ごとに毎日の活動状況を把握でき、家畜の健康管理をよりきめ細かく行えるものである。

【 0 0 7 4 】

また、家畜の習性を学習するための試行錯誤が臨機応変にでき、家畜をより人間の習性

に近いよう訓練でき、飼育管理の効率向上に寄与出来るものである。

【 0 0 7 5 】

さらに、家畜一頭ごとに、毎日の活動の記録が管理サーバ1にデータベース化されているので、家畜の一生の履歴情報が1時間単位で把握でき、トレーサビリティの向上に貢献できるし、家畜の行動を集団として特性化して観察できるなど、家畜の行動を研究するためのビッグデータとして活用できる。

【 0 0 7 6 】

上記の説明では、無線通信方式としてLPWAで説明したが、デバイスAと無線中継局間は、牧場が公衆携帯電話のサービスエリア内であれば、3Gや4Gの公衆携帯電話網を利用してもよい。デバイスBとデバイスA間は低消費電力が要求されるので、LPWA以外の特定小電力やブルーツースなどの無線方式もよいだろう。また、家畜の行動把握のために3次元加速度センサを用いる例を説明したが、3次元加速度センサを用いず、GPSセンサ情報を高さ情報を含めて詳細に観察することで、家畜の歩行中、横伏中、採食中を判断することは可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 7 】

家畜の健康管理がキメ細かく行われることが、家畜飼育ビジネスの経営効率が向上するとともに、ミルクなど家畜が生産する食品や食用肉のコスト削減に寄与する。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

- 1 . 管理サーバ
- 2 . 放牧場内照明設備
- 3 . 放牧場内スピーカ
- 4 . 無線中継局
- 5 . スマートフォン
- 1 0 . ソーラパネル
- 1 1 . GPSセンサ
- 1 2 . 3次元加速度センサ
- 1 3 . 無線通信回路
- 1 4 . LED
- 1 5 . 刺激ドライバ
- 1 6 . スイッチ
- 1 7 . 時計
- 1 8 . 行動メモリ
- 1 9 . デバイスA ID符号
- T . ソーラ電池端子
- 2 2 . デバイスB ID符号
- 2 3 . 電池
- 2 4 . 生体情報センサ
- 3 1 . デバイスC ID符号
- 4 0 . 電流源
- 4 1 . 内部抵抗
- 4 2 . 電極
- 4 3 . 電極
- 4 4 . 波形観測部
- 4 5 . 体温換算部
- 4 6 . 脈拍数換算部

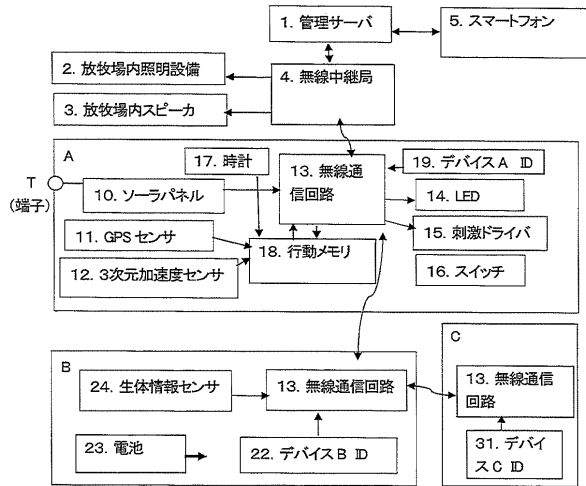
10

20

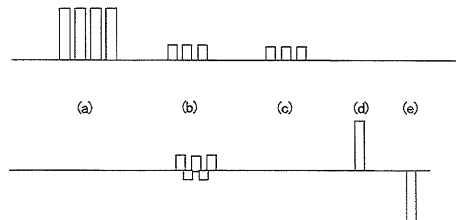
30

40

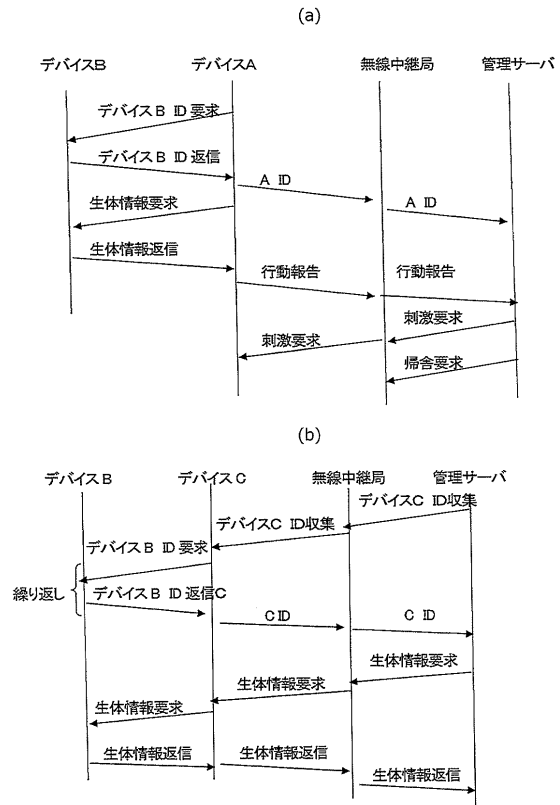
【図 1】



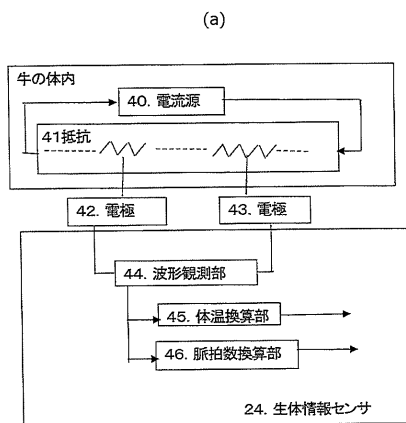
【図 2】



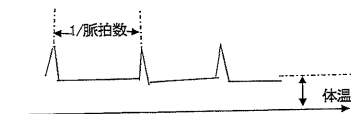
【図 3】



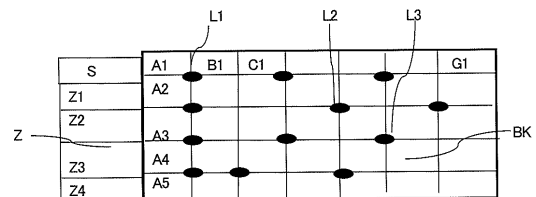
【図 4】



(b)



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-222519(JP,A)
特開2016-202388(JP,A)
国際公開第2013/145304(WO,A1)
特開2011-234668(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A01K 3/00、11/00、13/00、
29/00、67/00