

センサネットワークによる乳牛個体管理の実証試験

An examination of milk cows management by sensor network

今西 孝也*¹

Koya IMANISHI

毛利 謙作*¹

Kensaku MOHRI

川原 尚人*²

Naoto KAWAHARA

*¹高知県工業技術センター

Kochi Prefectural Industrial Technology Center

*²高知県畜産試験場

Kochi Prefectural Livestock Experiment Station

For large scale milk cow farmers, we developed a system to monitor and record the behavior of milk cows through the sensor network that consists of radio nodes with a 3 dimensions accelerometer. The system judges posture and discovers sexual excitement by algorithm from the acceleration.

1. はじめに

国内の酪農家戸数は減少しているが (H8:40, 300 戸 H16: 27, 950 戸), 飼養規模は増加傾向にある (H8:46 頭/戸 H16: 58 頭/戸). 飼養方法も中小規模 (30 頭程度) の 1 頭毎の繋ぎ飼いから数百頭規模の飼養が可能なる群管理 (図 1) に移行しつつある. この方式の問題点は, 酪農経営の最も重要な要素 1 つである発情発見等の個体管理が少人数では極めて困難なことである.

そのため, 全国の酪農家から, 低価格かつ高精度の発情発見システムが要望されており, 歩数計を使ったシステムが既に実用化されている [1] が, 精度及び価格面から広く普及するには至っていない.

これまで, 高知県工業技術センターと高知県畜産試験場では共同で乳牛の行動から発情発見, 行動監視の方式について検討を行ってきた [2]. 本研究では, 発情発見支援のため, 加速度センサを実装した小型の無線端末 [3] を複数の牛に取り付け, 個々の牛の行動をネットワーク経由でモニタリング, 記録するシステムを開発し, 乳牛個体管理を実現することを目的とし, 実証実験を実施した.



図 1: 大規模酪農家の牛舎 (群管理)

2. 実験環境

フリーバーン方式の試験施設で 1 年間馴致した供卵用ホルスタイン種 4 頭を高知県畜産試験場の試験施設 (実験牛舎) で飼育実験を行った. 試験施設の見取図を図 2 に示す. 開発したシステムは, 乳牛に取り付ける小型無線端末, 小型無線端末から送られてくる乳牛の状態を受信し PC (個体管理端末) に転送するアクセスポイント, 小型無線端末を監視・管理する PC に分かれている. 小型無線端末とアクセスポイントは微弱無線規格 (3 m 離れて 500 μ V の電界強度) の強度, 周波数は 303.2 MHz, 変調方式は ASK 方式にて通信をおこなう. アクセスポイントは試験施設である牛舎の四隅の柱上にそれぞれ設置した.

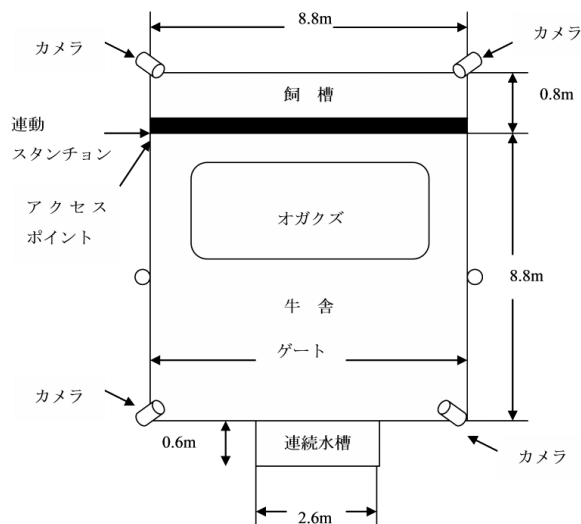


図 2: 試験施設の見取り図

2.1 小型無線端末

乳牛に取り付ける小型無線端末は, 加速度センサモジュールと無線モジュールで構成されているワイマチック製の端末を使用した. 3 軸加速度センサ等を実装した基板と通信を行う基板の 2 枚があり, それらと単 3 電池 2 本を, 専用に設計したケースに収納し, バンドを通して牛の前足首に取り付けている (図 3). 加速度センサモジュールは CPU に Microchip 社の

連絡先: 今西 孝也, 高知県工業技術センター, 高知市布師田 3992-3, 088-846-1111, 088-845-9111

PIC18F2515 を使用し、3次元加速度センサ、リアルタイムクロック、EPROM、シリアルポートで構成され、乳牛の加速度データを一定周期ごとに取得し、データ処理を行う。

無線モジュールは、Microchip 社の PIC16F88 を使用し、シリアルポートで受信したデータは接続された無線モジュールに送られ、無線モジュールからアクセスポイントに無線送信される。

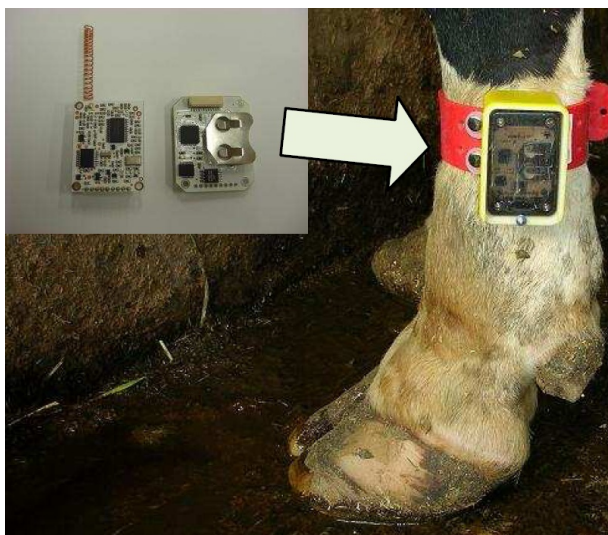


図 3: 乳牛に取り付けるた小型無線端末

2.2 アクセスポイント

アクセスポイントは、乳牛に取り付ける小型無線端末の無線モジュールと同じハードウェアであり、LAN にて PC に接続している。アクセスポイントで受信したデータは、RSSI 値と共に PC に送られる。RSSI 値はアクセスポイントがデータを受信したときの電波強度である。アクセスポイントとカメラを (図 4) に示す。



図 4: アクセスポイントとカメラ

2.3 PC (個体管理端末)

個体管理端末では、OS が WindowsXP の PC 上にて .NET Framework のアプリケーションプログラムとして、データ取得プログラム、データ表示プログラムが動作する。データ取得

プログラムは、小型無線端末から一定周期ごとに送られてくる乳牛の個体データを受け取り、CSV 形式でファイルに格納する。データ表示プログラムは取得した 3次元加速度データや RSSI をモニタ上にグラフィカルに表示する。

3. 発情発見方式

牛の 3次元加速度データの取得、乳牛の姿勢判定、データの確実な取得及び省電力化を行った。

3.1 提案アルゴリズム

下記の方針に従って、乳牛の 3次元加速度から発情を発見する方式を提案し実験を行った。

1. 乳牛の 3次元加速度を一定時間ごとに測定する。
2. 得られた乳牛の 3次元加速度について X,Y,Z 各軸を合成し、3次元加速度の大きさを計算する。
3. 計算した 3次元加速度の大きさの過去 10 回の平均と分散を求める。
4. 同時に現在の X 軸加速度より X 軸の角度が 60 度以上か以下かを求める。
5. 乳牛の姿勢の判定する。

静止状態では、常に重力が加速度計にかかっているため、加速度の大きさは 1G となる。過去 10 回の 3次元加速度の大きさ平均が 1G を超えていることは何らかの力が乳牛にかかり、乳牛は行動を始めたことを意味する。

過去 10 回の 3次元加速度の大きさの分散は、静止状態では 0G とみなすことができる。静止状態以外でも一定加速度がかり続けることは理論上はあり得るが、重力以外の力がはたつきつづけることは現実的ではない。3次元加速度の大きさの分散が大きいことは乳牛が多く行動したとみなし、小さいことは少なく行動したことを意味する。

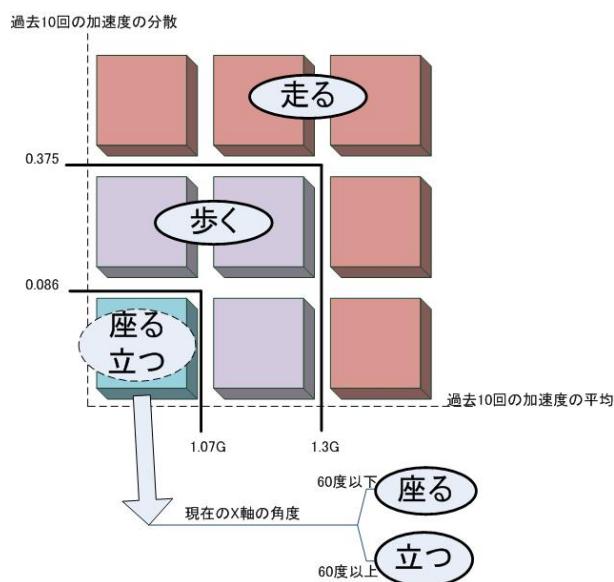


図 5: 姿勢判定方式

これらを踏まえ、乳牛の平均加速度または平均加速度の分散が大きいときは乳牛は走っており、乳牛の平均加速度が小

さいかつ平均加速度の分散が小さいときはほぼ静止しており、これら以外は乳牛は歩いているとした。さらに静止している場合、X軸の角度が60度以上だと乳牛は立って静止し、以下だと座って静止とした。

この姿勢判定方式により、乳牛の姿勢を「走る」「歩く」「座る」「立つ」の4つに分類し、これらの状態の一定時間に占める割合により、乳牛の行動の分析を行っている。(例：発情前はよく歩いたり、走ったりし、夜寝る時間においても歩いている。)この姿勢判定方式を図5に示す。

3.2 省電力

小型無線端末を長期間電池交換なしで稼働させるため、上記は判定アルゴリズムは乳牛に取り付ける小型無線端末に組み込み、行動管理に必要な状態データを、必要な時にのみ取得し、必要な時にのみ送信を行っている。

3.3 送信リトライ

小型無線端末は乳牛の足に取り付けているため、乳牛が足を曲げて座り、小型無線端末を乳牛の体で覆った場合、小型無線端末から無線送信されるデータはアクセスポイントで受信できない。そこで、リトライデータの送信の際、データの確実な取得のため乳牛の姿勢判定を見て、リトライデータをいつ送信するか判断を行っている。

4. 結果及び考察

牛の姿勢判定を行い、それを元に発情発見することとした。姿勢判定ソフトウェアを小型無線端末に組み込み、牛の1日の行動を把握、記録できるようになった。姿勢判定結果(図6)では、朝夕の給餌時間に立位時間が長い等が確認できる。

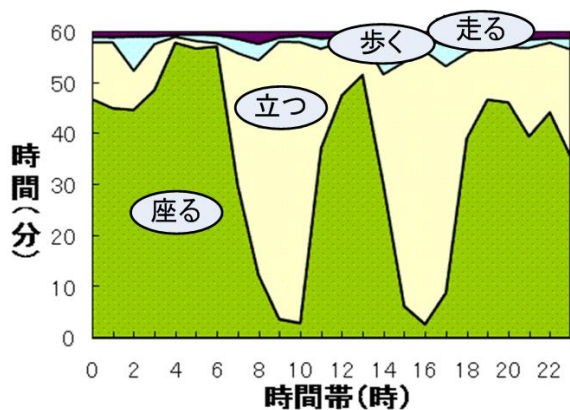


図 6: 姿勢判定結果

5. おわりに

姿勢判定アルゴリズムを提案し、それを小型無線端末に組み込み、連続稼働させた。それにより牛の行動データを蓄積した。牛舎での連続的な運用により、通信の安定化、端末装着方法の簡便化、耐久性向上等、実用化への課題を把握した。

今後の課題として、データの蓄積による判定精度の向上、通信の安定化、1年以上の連続稼働、判定結果をグラフィカルに表示するソフトウェアの開発、連続稼働に耐えうるケースの選定、発情発見率の向上が挙げられるさらに発展させ、家畜福祉(牛の快適性判定)への応用も考えてゆく。

参考文献

- [1] 株式会社コムテック, 発情発見装置「牛歩」, <http://www.example.com/>.
- [2] 毛利謙作 今西孝也 川原尚人, 乳牛の行動管理システムの開発, 高知県工業技術センター研究報告 No39 2008.
- [3] 産業技術総合研究所, プレスリリースコピキタス社会に向けた超小型ネットワーク・ノードを開発 2004.12.1, http://www.aist.go.jp/aist-j/press_release/pr2004/pr20041215/pr20041215.html.