

リザバーコンピューティングを用いた犬猫向けの非接触バイタルデータ 測定解析アプリの開発 ーリザバーを用いた時系列異常検知による呼吸パターン判定アプリー

1. 背景

犬猫の飼育時において、病気の早期発見には飼い主による日々の健康チェックが重要である。犬猫の健康状態をチェックする指標として呼吸数が挙げられる。特に肥大型心筋症などの心疾患では、症状が進行すると肺水腫を併発することがあり、この場合健康な犬猫に比べて呼吸数が増えることが知られている。また、日々の観察により、飼い主がペットの安静時の呼吸数を把握しておくことで、安静時の呼吸数から極端に増加あるいは減少する場合にペットの体調の異変に気がつくことができ、早期の動物病院への受診が可能となる。

犬猫向けの健康管理アプリは世の中に複数あるものの、いずれのアプリも犬猫へのセンサの取り付け、または接触を要するものである。センサの取り付けについては、首輪やハーネス型のものが普及している。家庭で飼育されているペットでは、大きな金銭的コストを払ってもこのようなサービスを利用する方はいるが、動物カフェや保護施設といった多頭飼育の環境では 1 匹ごとにあまり大きなコストをかけられないため、このようなサービスの利用が困難である。さらに犬猫との直接の接触が必要な場合には、人が直接接触するとき、犬猫が睡眠から覚醒したり興奮したりすることがあり、安静状態を維持して測定することができない。

2. 目的

本プロジェクトでは、比較的身近な端末で多くの人々が持っているスマートフォンを用いて、動画撮影のみを利用して非接触で健康チェック可能なアプリを開発することで、コストをかけずに簡便に安静時の犬猫の呼吸数を測定・解析する手法を提供する。本手法は、呼吸の時系列データ取得に用いる動画処理モジュールと呼吸パターンの学習・推論に用いるリザバーコンピューティングモジュールに基づく。このアプリの普及により、スマートフォン 1 つで犬猫の健康チェックが気軽にでき、飼育環境での人手不足や知識不足を補い、飼育環境を向上することを目的とする。さらには、獣医師不足といった社会問題の解決にも貢献することを期待する。

3. ソフトウェア開発内容

3.1 動画処理モジュールの開発

入力動画から呼吸の波形を取得する処理について説明する。処理手順は次の通りである。入力画像を位置合わせし、画角の中央部分をクロップする。Farneback Optical Flow でフレーム間の輝度の変化から速度ベクトルを取得する。取得した速度ベクトルについて任意の角度の動きを評価できるようにするために、速度ベクトルの大きさ(ノルム)を計算し、ピクセルごとに時系列に並べる。取得した速度ベクトルのノルム

の時系列データを移動平均してノイズを除去する。スマートフォンのカメラでは、カメラと測定対象の犬猫との距離を取得できないため、距離によって、取得した時系列データの振幅の大きさが異なる。当プロジェクトでは、距離による振幅の変化を除外するために、ピクセルごとの時系列データに Z-Score 正規化を適用する。

取得した速度ベクトルのノルムの時系列データから、よく動いている箇所に着目して、ROI(Region of Interests、関心領域)を決定する。各ピクセルの時系列データからパワースペクトルを計算し、周波数帯域 10/60 Hz~140/60 Hz でパワーの和を求める。各ピクセルでのパワーの和をマッピングした画像を作成し、ガウシアンブラーをかけてノイズ除去する。値が大きい上位 0.5% のピクセル位置を ROI とする。ROI 内での速度ベクトルのノルムの平均値を求めて、時系列で並べたものを、最終的な呼吸の時系列データとする。この呼吸の時系列データから、パワースペクトルを求めて、支配的な周波数を取得して 60 を掛けることで、1 分間あたりの呼吸数を求めることができる。本手法で求めた ROI と呼吸の時系列データの例を以下に示す。

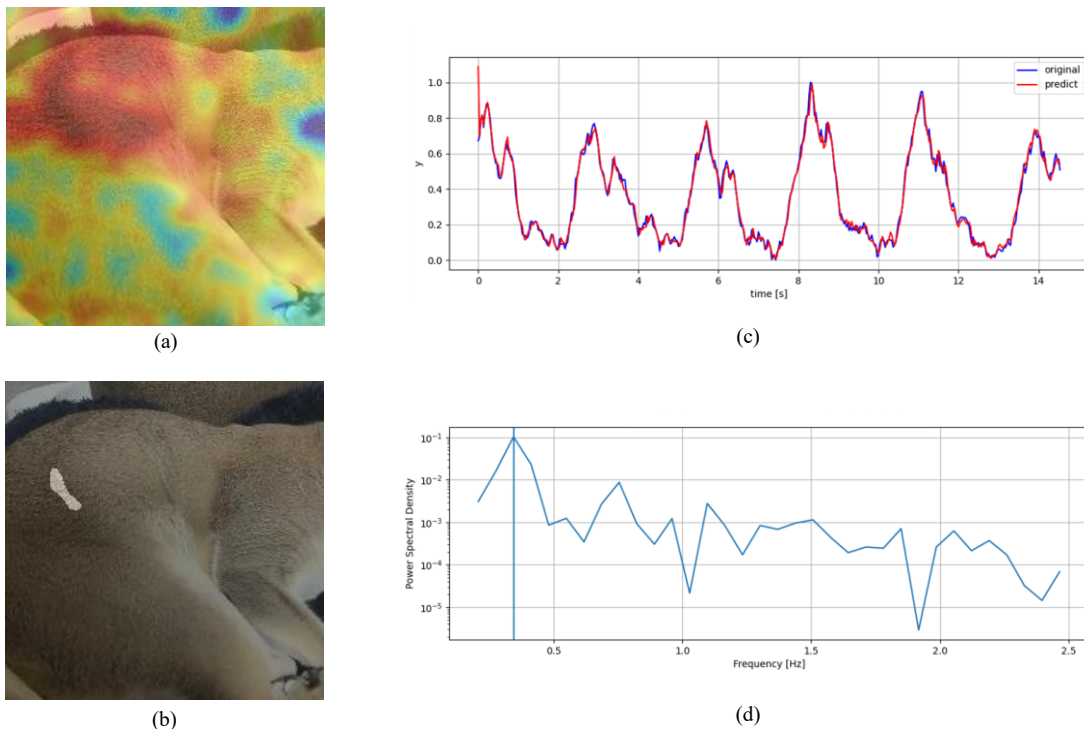


図 1. 例 (a)パワーの和のカラーマップ, (b)上位 0.5% の分布, (c)呼吸の時系列データ, (d)パワースペクトル

3.2 ESN モジュールの開発

呼吸パターンの異常検知に用いる時系列予測器には、ESN(リザーコンピューティングモデル)を使用する。ESN には、動画処理モジュールにて作成した呼吸の時系列データを入力する。入力動画は 15 秒間のデータとする。教師データは、時間方向に 1 ステップ先のデータを用いる。つまり、ESN を用いて 1 ステップ先の値を予測する時系列予測器を実装する。異常検知としては、15 秒間のデータ全体として評価するために、各時間ステップでの元データと予測結果の差の絶対値の平均値(平均絶

対誤差、Mean Absolute Error (MAE))で与えられる予測誤差を異常スコアとして用いた。疑似的に作成した一時的に呼吸の速度が2倍となる動画を、安静時に撮影した動画で訓練した時系列予測器へ入力した場合の結果を以下に示す。呼吸の速度が2倍となる区間において、予測誤差の増加を確認した。

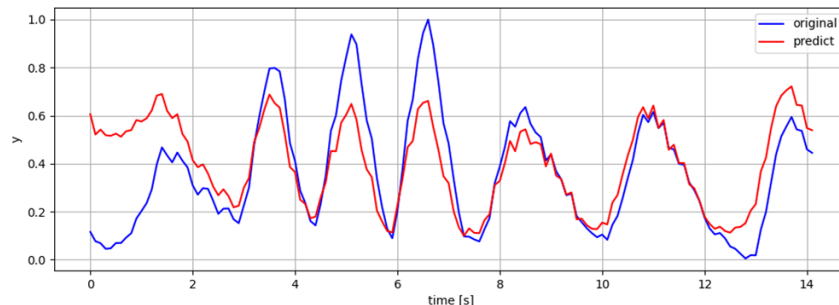


図 2. 速度 2 倍の区間を持つデータを FPS10 相当に間引いた場合の推論結果

また、入力データの FPS(Frames Per Second)や ESN のハイパーパラメータを調整することで、一時的な呼吸停止や呼吸の速度の低下区間でも予測誤差が増加することを確認した。

3.3 スマートフォンアプリの開発

iOS アプリの開発において、UI および UI 操作時に実行されるロジックは、SwiftUI を用いて実装した。アプリ内でのデータの永続的な保存は、SwiftData を用いて実装した。本アプリの構成図を以下に示す。

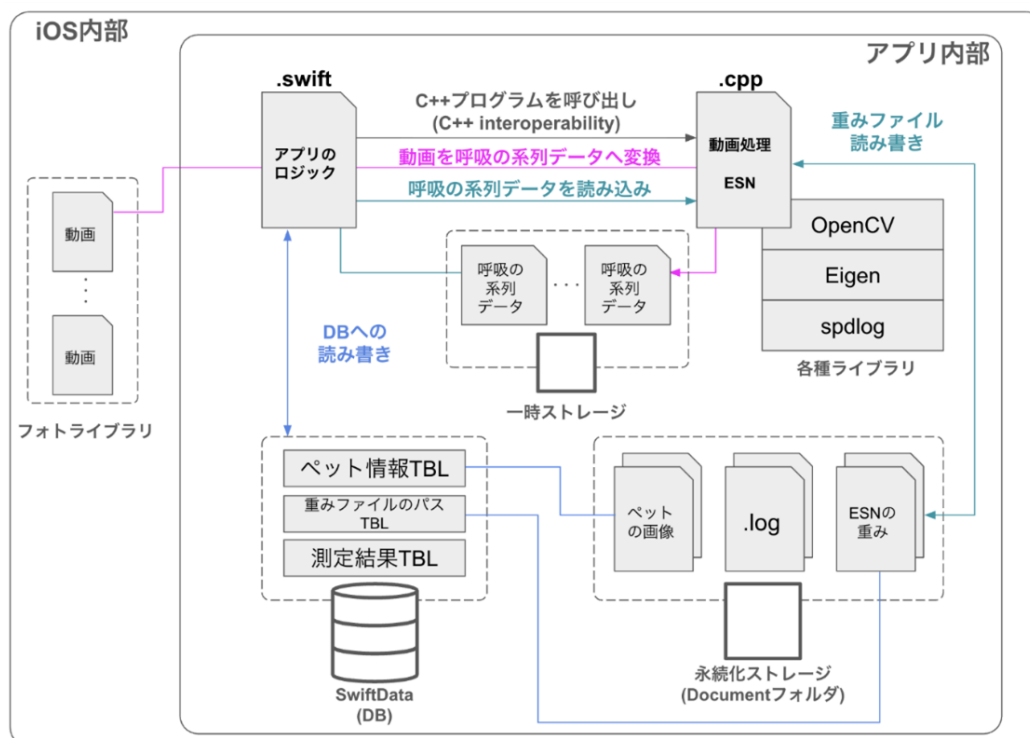


図 3. 開発したアプリの構成図

開発したアプリの使用方法はシンプルである。ペット情報を入力して保存する。次に犬猫の安静時の呼吸の様子を撮影した 15 秒程度の動画を ESN へ入力して訓練する。訓練が完了すると、画面上に 1 分間あたりに換算した呼吸数と訓練が完了した旨が表示される。2 回目以降の測定では、同様の手順で動画を読み込み、1 回目で訓練した ESN を用いて呼吸パターンの判定を行う。ペット情報、ESN の訓練済み重み、測定結果は、ペットごとに個別に管理できる。アプリの画面の一部を以下に示す。

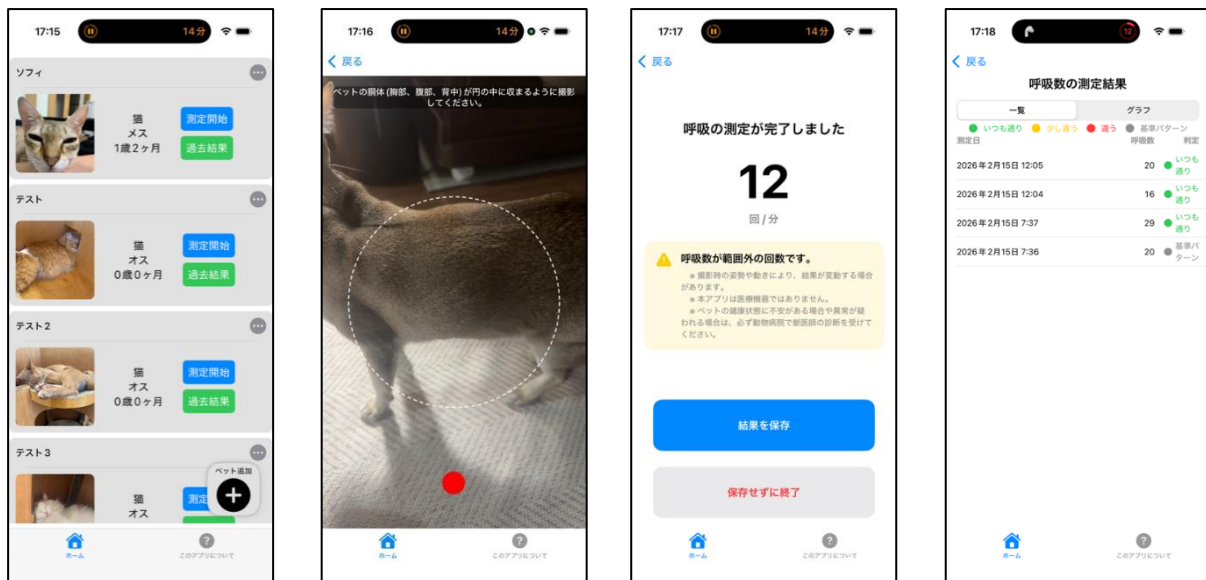


図 4. アプリの画面の一部

4. 新規性・優位性

- 動画撮影のみを利用して非接触で健康チェック可能なアプリを開発することで、コストをかけずに簡便に安静時の犬猫の呼吸数を測定・解析できる。
- リザーコンピューティングの軽量学習の利点を活かして個別のペットのデータからモデル訓練を行うことにより、個別の健康状態に合った健康チェックを提供することができる。
- 全てをスマートフォン内で処理するため、オフライン環境で使用できる。

5. 期待されるユーザー価値と社会へのインパクト

本プロジェクトで開発したアプリを用いることで、スマートフォン1つでペットの健康状態を手軽にチェックできるようになった。

想定するユーザーとしては、家庭で飼育されているペットに加えて、動物カフェや保護施設で飼育されている犬猫も想定している。また、健康な犬猫だけではなく、既に疾患を持って治療中の犬猫に対しても、本アプリを利用することで、個別の健康状態に合った健康チェックを提供することができる。このような個別に特化した測定は、

ESN が軽量学習を可能としエッジコンピューティングに適しているというメリットを活かした実装であり、既存の汎用的なモデルでは実現が困難である。

本プロジェクトで開発したアプリが普及することにより、動物カフェや保護施設で飼育されている犬猫の健康チェックに活用することで、飼育環境での人手不足や知識不足を補うことができる。また、アプリを活用することで、犬猫の病気の早期発見に貢献し、動物病院への受診が遅れることを防ぐことができると期待される。このようなペットの健康状態をチェックできるアプリが普及することにより、獣医師の不足という社会課題の解決にもつながると見込まれる。

6. 氏名（所属）

澁田 謙太（株式会社インサイトテクノロジー プロダクト開発本部 開発部）

（参考）関連 URL

- ペット健康カメラアプリ - App Store <https://apps.apple.com/jp/app/ペット健康カメラ/id6758262470>
- ペット健康カメラサポートサイト <https://pet-health-camera.netlify.app/>