

2024 年度 未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当 PM

田中 邦裕（さくらインターネット株式会社 代表取締役社長）

2. クリエータ氏名

今野 佑星

（公立はこだて未来大学 システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科 情報システムコース）

川尻 千遥

（公立はこだて未来大学 システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科 情報システムコース）

吉田 海翔

（函館工業高等専門学校 生産システム工学専攻）

3. 委託金支払額

2,079,500 円

4. テーマ名

スマートフォンを活用して理想のデジタルペットを作成するためのプラットフォーム

5. 関連 Web サイト

なし

6. テーマ概要

本プロジェクトでは、ユーザが理想のデジタルペットを自由に作成し、長期的に愛着を持って育成できるプラットフォームを開発した。従来のデジタルペットは、あらかじめプログラムされた選択肢からペットの種類や性格を選ぶものが主流であり、ユーザが「自分だけのペット」をデザインすることは難しかった。また、高機能なペットロボットは非常に高価で、一般ユーザには手が届きにくいという課題もあった。

本プラットフォームは、スマートフォンをペットロボットの「頭脳」として活用することで、開発コストを抑えつつ、感情表現や反応動作を強化する点に大きな特徴がある。ユーザはスマートフォンにインストールされた専用アプリケーションを通じて、スマートフォンに宿るキャラクターの外見や表情パーツ、動作表現の一部を選択することで、自分だけのペットらしさを演出できるよう設計

されおり、ペットロボットの外観や動作は着せ替えパーツの組み合わせで自由に変更可能である。感情表現や行動の変化は、ユーザの操作やスマートフォンの振動検知などの入力に応じて変化し、確率的および時間減衰的に変動する設計となっている。

ユーザはアプリケーションのインタフェースを通じて、デジタルペットの外観、性格、行動パターン、感情モデルなどを自由に設定し、時間の経過とともに成長し、関係性が深まる体験ができる。さらに、スマートフォンのカメラ、センサ、マイクを活用することで、デジタルペットが現実世界の情報を感知し、よりリアルな反応を示すことも可能になった。

また、ペットロボットの基本構造はモジュール化されており、ユーザはパーツの組み合わせによってペットロボットの外観や動作を簡単に変更できる。これにより、「自分だけのオリジナルペット」を作成し、個性豊かなデジタルペットを育成することができる。

本プラットフォームは、ユーザの行動や関わり方に応じて、感情表現や挙動が変化する仕組みにより、関係性の変化を体感できるという、従来のデジタルペットにはない新しい体験を提供する。

7. 採択理由

ペットロボットというと、単体で動くものを想像しがちではあるが、スマートフォンを使って表情を出すことで、まるでペットロボットのように表現をするというアプローチは、スマートフォンが普及したいまだからこそその提案である。今やスマートフォンは多目的なデバイスとして、電話以外の利用用途の方が大きい、その中でもスマートフォン内のアプリから飛び出して、物理的なデバイスと組み合わせて利用されることも増えてきた。

本プロジェクトでは、単に機能性からアプローチしたわけではなく、可愛さ、愛らしさ、愛おしさなど、感情面からのアプローチをしているが、単体のロボットに比べるとより安価で複雑な感情表現を行えることから、既存のロボットの提案に比べても斬新である。このようなアイデアとクリエイティブにより、ペットロボットという分野における新たな表現方法を提案するものであり、技術的には未踏性は高くないが、それによって生まれる利用者の新しい感情表現を作ること自体には未踏性が高いと判断し、採択した。

8. 開発目標

本プロジェクトの開発目標は、スマートフォンに魂が宿るという世界観に基づき、デジタルペット「あにま」を中心とした新しいユーザ体験を実現するアプリケーションとロボットシステムを構築することである。「あにま」とは本プロジェクトで定義した、スマートフォンアプリケーション上で魂を宿したように振る舞うデジタルペットを指す造語である。ユーザがあにまをスマートフォン

上で日常的に観察・操作できるだけでなく、スマートフォンをロボットに接続することで、あにまが現実世界のロボットに「憑依」したように振る舞うインタラククションを実現することを目指した。

そのためにソフトウェア面では、Android アプリケーションとしてあにまの感情表現や動作、表情や動作のカスタマイズが可能な UI を実装するとともに、ユーザとの継続的な関わりを促すインタラククションを重視した設計を行う。

アプリケーションは主に 2 つのモードで構成されており、ひとつはあにまが暮らす部屋をスマートフォン上でのぞき見る「ホーム画面」、もうひとつはスマートフォンをロボットに接続してあにまと物理的に触れ合う「コネクトモード」である。ホーム画面では、あにまの状態がスマートフォンのバッテリー残量などに応じて変化し、日常的にユーザがあにまに関わるきっかけを生むよう設計されている。一方のコネクトモードでは、シリアル通信によってロボットの各部を制御し、感情変化に応じてロボットが異なる動作を示すような実装を行う。

ハードウェア面では、スマートフォンとの接続を前提とした小型ロボットの設計・製作を進め、着脱可能なパーツや柔軟な電源・通信設計により、カスタマイズ性と実用性を両立させる。これらの開発を通じて、デジタルと現実の双方にあにまという存在がシームレスに現れる、新たなペットのあり方を技術的に実現することが本プロジェクトの目的である。

9. 進捗概要

本システムは Android スマートフォン上のアプリケーションを中心とし、Arduino UNO や M5Stamp S3 といったマイコンとシリアル通信することで、ロボットの耳や尻尾を動かすためのハードウェアを制御する構成となっている（図 1）。

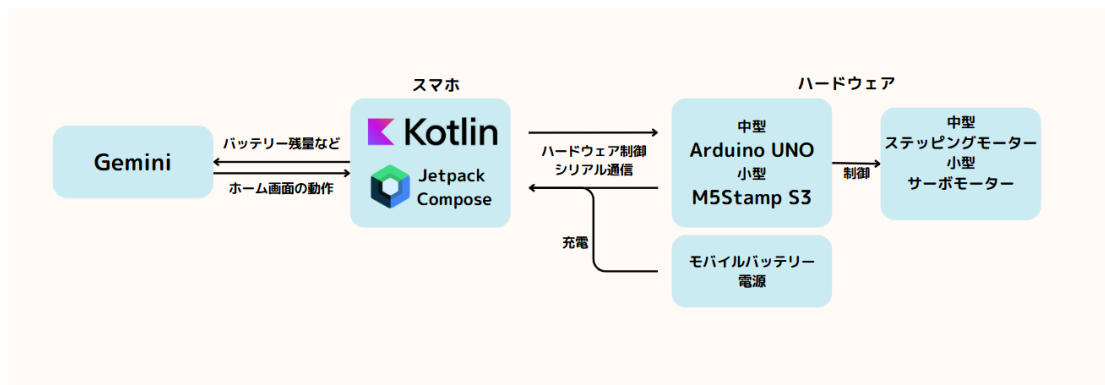


図 1：システム全体の構成図

本プロジェクトは、2023 年に新雪プログラムの支援を受けて開発を行った「現実と仮想空間を繋ぐデジタルペットプラットフォーム ANNECT の開発プロジェクト」を継続・発展させるものであり、プロジェクト開始時点でプロトタイプが存在していた。プロトタイプの段階では、ホーム画面にあにまが表示され、

まばたきをしたり、スクリーンのタップに反応して笑顔になったりする簡単なインタラクションを実現していた。また、ハードウェアとしてはステッピングモータを 3 つ搭載し、動物を模した耳や尻尾のパーツを動かす中型ロボットが製作されていた。スマートフォンをこのロボットに接続することで、モータを動作させ、現実世界においてあにまと触れ合う体験が可能であったが、当時はモータの動作が一定の速度で順転と逆転を繰り返す単純なものであった。

ソフトウェアは Android Studio を用いて開発され、言語は Kotlin、UI は Jetpack Compose で記述されている。本プロジェクトでは、プロトタイプのソフトウェアに対してさまざまな追加・改善が実施された。ホーム画面では、あにまの表情・動きに加えて絵文字が表示されるように改良され、これらはスマートフォンのバッテリー残量によって変化するようになっている。たとえば、バッテリー残量が少ないとベッドで眠る動きをし、残量が多いとおもちゃを持って跳ねる動きを行う。この動作は、バッテリー残量と、アプリケーション側で実装された表情と動きのリストを生成 AI「Gemini」に渡し、適切なものを選択するプロンプトを実行することで実現されている。これは動作にランダム性を持たせて、さまざまなあにまの様子をユーザに提示し、アプリケーションを開くきっかけにするためである。表情としては通常時の顔、笑顔、眠り顔、矢印のような目の表情、疲れた顔の 5 種類が実装されている。

あにまの顔パーツは体・目・口・アクセサリーの 4 項目からなり、それぞれ自由に組み合わせが可能である。そのうち、ユーザに存在やかかわいさを訴えるうえで重要な役割を持つ目のパーツについては、すべて書き直しが行われた。以前はレイヤーが 1 つのみであったが、ユーザと視線を合わせる機能の追加に伴い、基準となる下のレイヤーと、きょろきょろと動く上のレイヤーの 2 つを持つ構成に変更された。目を追従する機能では、スマートフォン内蔵のカメラを使用して顔の方向を検出し、Google が提供する ML Kit の顔検出 API を用いて、画像内に含まれる顔の座標を取得する。API はスマートフォンに組み込まれており、オフラインで使用可能である。処理負荷を軽減するため、顔検出は 4 秒に 1 回の頻度で行われる。取得された顔の座標はカメラ座標であるため、スマートフォンの画面アスペクト比に合わせてスクリーン座標系に変換し、顔の矩形の中心とスクリーンの中心との角度および距離を算出し、目の動きに反映させる。全ての値に対して目が動くとき振動が発生するため、目の動く距離に関しては基準値以下の場合は切り捨てる処理も行われている。

ユーザがスマートフォンをロボットに接続して設定を終えた後、コネクトモードへ移行する際にはアニメーションが再生される（図 2）。画面に表示されたあにまをタップすると、あにまが拡大し、顔が画面の大部分を占めるようになってコネクトモードに遷移する。このアニメーションによって、スマートフォンとロボットの一体感が向上し、あにまがロボットに実際に乗り移ったように見える。



図 2：コネクトモードへの移行アニメーション

また、スマートフォンに内蔵された加速度センサを活用した振動検知機能も実装されており、ユーザによるスマートフォンへの衝撃や揺れを検知して、撫でられた・叩かれたを判定する。叩かれたと判断された場合は、あにまの顔がぐるぐる回転する演出が行われる。検知には 3 軸の加速度センサの値すべてにハイパスフィルタをかけ、急激な変化を読み取ることで実現されている。

コネクトモード内では、画面のタッチや振動検知によってあにまの感情が変化する。感情は通常、笑顔、リラックス、怒る、眠いの 5 種類があり、love, funny, sad, angry, relax という 5 種類のパラメータによって内部的に表現されている。これらのパラメータは、タップ回数や撫で・叩きの回数に応じて確率的に変動し、その確率もインタラクションの回数により変動する。また、感情パラメータの値は時間とともに減衰し、一定時間経過後には元の値の 80% になるように設計されている。

コネクトモードの実装においては、タッチスクリーン・カメラ・USB でのシリアル通信など多くの処理が同時に行われており、プロトタイプの実装ではそれぞれの処理が密結合になっていたため、視認性や拡張性に課題があった。これを解決するためにリファクタリングが行われ、目や口のパーツ、タップ判定などをコンポーネントとして分離し、親コンポーネントで呼び出す形式に変更された。USB シリアル通信クラスも、初期化時の不安定な挙動を解消するため、送信終了文字を送信し、動作ごとにバッファをクリアする処理を追加することで、通信の安定性が向上した。

ロボット制御プログラムは、USB シリアル通信で送られてくる感情とタッチ位置のデータをもとに動作を決定し、感情に応じた動作を行う。小型ロボットではサーボモータを使用しており、Tween ライブラリを用いて動作を作成した。中型ロボットの動作は独自に作成されたもので、動作の間にランダムな時間停止を挿入することで、毎回同じ動きにならないよう工夫されている。

現在アプリケーションには反映されていないが、あにまの顔を描く機能も存在しており、ユーザは目・口・アクセサリを自由に描くことができる。線の太さや色の選択が可能であり、パーツごとにシステムに保存される設計となっている。

ハードウェアは 3D プリンタで印刷された本体、マイコン、モータから構成されており、耳や尻尾の着せ替えパーツや、フェイクファーによる外装のカスタマ

イズが可能である。小型ロボットでは、耳の動作に FS0307 サーボモータを使用し、電源供給は USB Type-C 経由で行われる。内部には USB A 端子から 2 つの USB Type-C 端子が出ている 2 口同時充電可能な USB ケーブルを用いて、サーボモータとスマートフォンに同時に給電している。マイコンへの電力はスマートフォンから供給されるようになっており、スマートフォンを差し込んでいる状態でのみサーボモータが駆動する。サーボモータの設置角度については、0°、30°、45°で検討が行われ、最終的に感情表現の幅が最も広がる 45°が採用された。また、安全性とメンテナンス性を向上させるために、サーボモータ以外のパーツ取り付けにはネジを使用せず、ツメ構造で組み立て可能な設計が採用された。パーツのジョイント化によって、取り付けの安定性と着脱のしやすさが両立され、取り付け可能な向きも 45°ごとに配置されている。一部のパーツにはマジックテープを使用することで毛皮の張替えを可能とし、外装のさらなるカスタマイズ性を実現している。

大型ロボットも製作されたが、耳のみが動作し、モータに角度センサを搭載しなかったために現状の角度が把握できず、また使用場面が限られサイズも大きいと、必要ないとの判断がなされた。

このように、本プロジェクトでは、あにまの表現力、反応性、拡張性の向上に重点を置き、ソフトウェアとハードウェアの両面から改良を進めた。今後、顔パーツ描画機能の公開などさらなる展開が期待される。

10. プロジェクト評価

本プロジェクトは、スマートフォンを活用してユーザの理想のデジタルペットを作成するためのプラットフォームを開発し、ソフトウェアとハードウェアの両面で、当初目標に対する到達度の高い成果を得た。ソフトウェア面では、ホーム画面の動作・表情の多様化、生成 AI「Gemini」による自動的な動作パターンの選択、ML Kit を活用したデジタルペットの目の追従機能、感情変化機能、振動検知機能の実装によるインタラクションの多様性と自然さを高め、ユーザとの継続的な関わりを促進する仕組みを実現した。コネクモードでは、ユーザがペットロボットと現実世界で触れ合う際の一体感を高めるアニメーションが追加され、密結合だったプロトタイプ の構造をリファクタリングして拡張性・保守性を向上させた。ハードウェア面では、小型・大型ロボットの製作、パーツのジョイント化、毛皮の張替え機能の導入によって、カスタマイズ性とメンテナンス性が強化された。特に小型ロボットは、ねじを極力使用しない設計や、サーボモータの角度調整など、細部まで工夫が施され、設計・実装両面において、表現力と製造コストのバランスを高水準で実現した。結果として、製造コストを約 5400 円に抑えながら、個別性の高いデジタルペット体験を実現可能とした点は、本プロジェクトの実装成果として特筆される。今後、iOS 対応や Bluetooth 通信の導入、さらなるカスタマイズパーツの拡充、量産化による価格の低廉化が計

画されており、デジタルペットプラットフォームとしての完成度がさらに高まることが期待される。

11. 今後の課題

本プロジェクトの今後の課題として、ソフトウェアとハードウェアの両面での改良が求められる。ソフトウェア面では、ホーム画面での動作パターンと疑似感情の種類が限られていることが課題である。ホーム画面での動作はバッテリー残量に応じた 5 種類に限定されており、より多様な行動パターンを自動生成する仕組みの導入が必要である。また、疑似感情は通常時、笑顔、怒る、リラックス、眠いの 5 種類のみであり、感情の階調を追加することで、ペットの感情表現の自然さと深みを向上させることが期待される。ハードウェア面では、中型ロボットのメンテナンス性の向上と小型ロボットの毛皮の固定方法の安定化が課題となっている。中型ロボットは肩掛けバッグの内部構造に機構を格納しているため、分解してメンテナンスする必要がある、内部機構の再設計と動力伝達の安定化が求められる。また、小型ロボットの毛皮の取り付けも固定方法の見直しにより、耐久性とメンテナンス性の向上が必要である。

将来的には、Android のみ対応しているアプリケーションを iOS にも対応させる必要がある、Bluetooth 通信の導入が検討されている。さらに、目や口、アクセサリなどのパーツの拡充によるカスタマイズ性の向上も重要である。感情モデルに階調を持たせることで、ペットの感情表現をより自然で親密なものにし、ユーザ体験の向上が期待できる。ハードウェア面では、安価なマイコンへの変更によるコスト削減、耐久性の検証と改善、安全性向上などの課題に取り組む必要がある。また、ユーザが写真からパーツの 3D データを生成できるシステムの開発により、より個別性の高いペットの作成が可能となる。

今後、製品化も検討したいとのことであるが、量産化を進めることで製造コストを抑え、幅広いユーザ層に手頃な価格で提供することが求められる。これらの課題を解決することで、プロジェクトの持続的な発展と社会的なインパクトの拡大が期待される。