

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名：田所 諭

プロジェクト名：ロボットインテリジェンス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

タフロボティクスビッグデータ解析

研究開発機関名：

東北大学

研究開発責任者

徳山 豪

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

- (1) センサデータのビッグデータ解析技術の開発とその現実データへの適用によるソリューション技術設計：

ビッグデータ解析に必要なデータ構造とアルゴリズムの開発、実装と実験を行う。また、少数のタグ付きデータから、予測や判断ができるように、順序保存カーネルなどを用いた分類手法を適用し、その効果を検証する。さらに動画処理技術に関して、現有技術に関する実験と画像認識の技術の開発を行い、実験を行う。また、FPGA試作機を用いて、高機能計算ロボティクスシステムへのアプリ移植の検討を行う。

- (2) タフロボティクスから提供されるビッグデータの解析：

サイバー救助犬（大野グループ）におけるデータの取得と構造化を行う。特徴分布が非定常な時系列データ列に対し特徴ベクトルを抽出するアルゴリズムを適用し、犬に装着したセンサから得られるデータを元に犬の行動や状態を自動的に分類する。そのために犬の行動アノテーションの機械学習に必要な学習データの作成を実施し、そこで得られた比較的少数の学習データから予測や判断ができるように、機械学習技術を適用する。さらにこれらを各種センサデータの値と動画を同期させ、犬の動作の意味をユーザに提示する GUI システムの試作を行う。そしてリアルタイム処理に必要なアルゴリズムの高機能化の解析を行う。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

- (1) 複数のセンサから得られた時系列データに対して高速に照合を行うために、マルチトラック文字列照合問題のアルゴリズムの高速化を行った。そのために通常の文字列に対する種々の照合手法をマルチトラック文字列へ拡張し、その速度を理論解析と計算機実験の両面から行った。またこれに関連して、複数のパターンを同時に照合するための照合オートマトンに対して、「パターンの追加や削除を動的に行えるアルゴリズムの開発に取り組んだ。」さらに、少数のタグ付きデータから予測や判断ができるように、半教師あり学習データの学習と、精度をあげるための AdaBoost の高速化に取り組んだ。一方、救助犬やロボットに装着した小型カメラの映像は、その動作による激しいブレのためにその後の動画解析が著しく困難であるため、この動画の手ぶれ補正に取り組んだ。既存の多種多様な手法をサーベイ・実装して、これらの動画像に適した方法や評価尺度を検証した。さらに、動画像の解析アルゴリズムを高速化するために FPGA 実装に取り組んだ。
- (2) 救助犬に装着したジャケットによって取得したセンサデータから救助犬の各時点での動作を推測するための基礎データとして、これまでに取得できたすべてのデータを動画像と照合させながら人手で「走る」「歩く」「止まる」「物体臭を嗅ぐ」「浮遊臭を嗅ぐ」「吠える」の 6 種類のタグを付与した。この時系列データから短時間フーリエ変換によって特徴ベクトルに変換し、それを XGBoost やランダムフォレスト等の機械学習アルゴリズムを用いて分類精度を評価した。そしてこの結果を動的に表示する GUI システムを設計し、その実装に取り組んだ。

2-2 成果

(1) マルチトラックデータに対する照合アルゴリズムに関して、実用的な観点からは Boyer-Moore 型や Horspool 型のようにパターンを末尾から照合させるタイプのものにトライというデータ構造を組み合わせたものが最も高速に動作することが確かめられた。また理論的な観点から、それぞれのアルゴリズムに対する実行時間の計算量を解析できた。複数のパターンに対する照合を行う Aho-Corasick オートマトンに対して、パターンの追加を行う際に既存のものよりも高速に更新ができるアルゴリズムを開発できた。半教師データからの学習については、データ空間におけるグラフ構造に着目することで、少数に対するラベル付けデータから大規模なデータを精度よく学習できることが検証できた。また学習の精度を向上させるための手法としてよく用いられる AdaBoost に対して、サンプリングするデータを工夫することによってキャッシュミスを減らすことで、精度を全く犠牲にすることなく計算速度が向上できることを実証した。

動画画像の手ぶれ補正に関して、既存手法を様々なデータに対して網羅的な評価を行った。その結果、既存技術だけでは十分ではないが、複数の手法の組合せによって精度の向上が見込めることが確認できた。

(2) 救助犬の行動分類に関しては、全体として 90%を越える精度で予測が可能であることが確かめられた (図 1)。データから予測器を作成するための学習時間は数時間から数日間の計算を要するが、いったん予測器が構築できてしまえば、通常のノート PC 程度の性能で流れてくるセンサデータに対して実時間で予測が行えることも確認できた。そしてこれらを GPS データによる位置表示と共に動的に提示するシステムのプロトタイプも作成できた (図 2)。

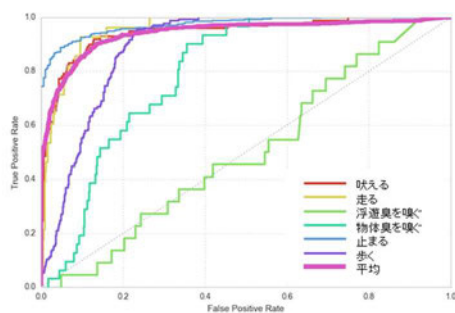


図 1 救助犬の行動分類の精度

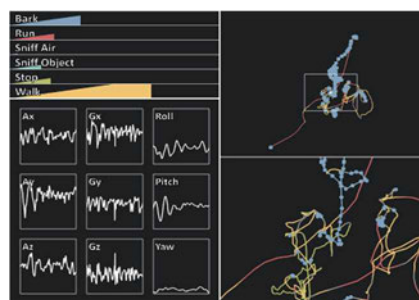


図 2 センサデータと行動分類の可視化

2-3 新たな課題など

救助犬の行動分類に関して、浮遊臭を嗅ぐ動作や物体を嗅ぐ動作については、現状のセンサ値だけからは正確な予測を行うことが困難であることが判明した。この問題に対して、救助犬の首の周りにつけたマイクロフォンアレイからの音響データを併用することを次年度に取り組むこととする。

3. アウトリーチ活動報告

該当なし