

自己教師学習による 人間行動の識別方法

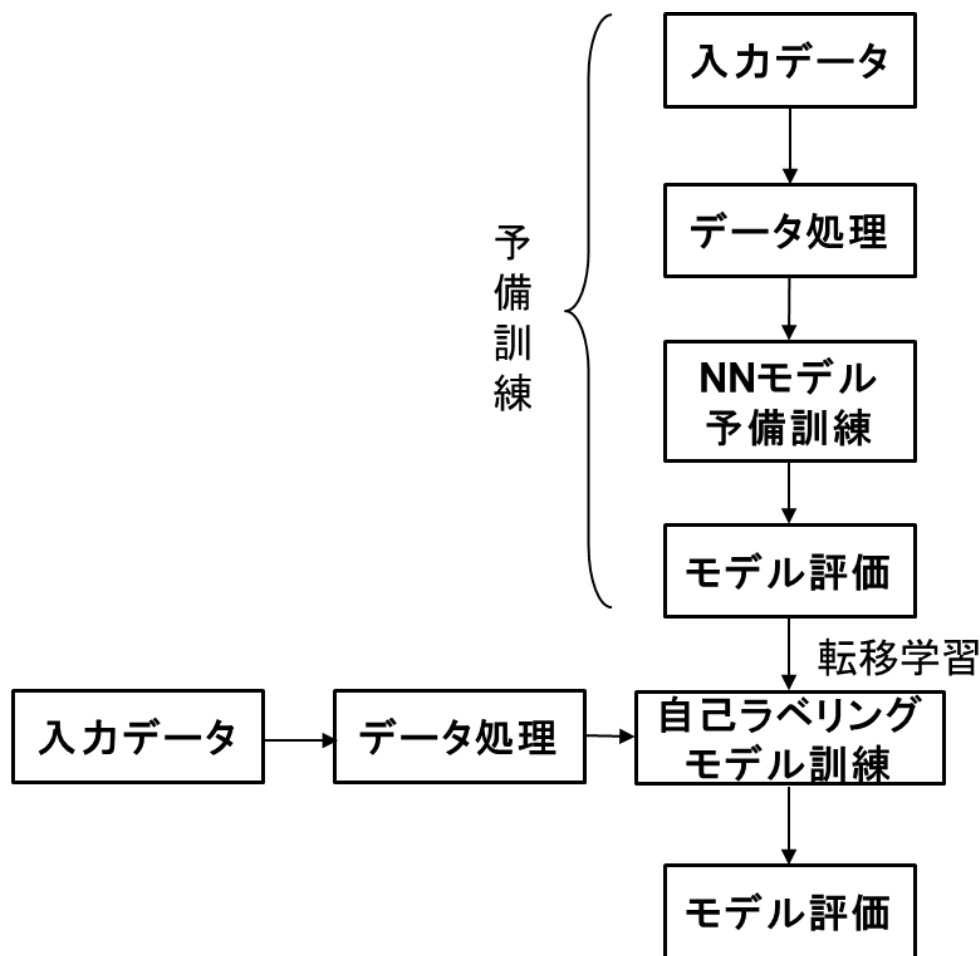
会津大学 情報システム学部門
教授 陳 文西

2024年12月12日(木) 10:30～10:55
JST東京本部別館1Fホール(市ヶ谷)

従来技術とその問題点

- 大規模なモデル構造のため、過学習しやすく、小型デバイスに実装しにくい。
- 正確なラベルを付ける必要があり、大量な行動データの収集とラベリング作業に時間がかかり、手順が煩雑で、実用性が低い。 特開2020-162765: 正解ラベル付きの複数（8個）の加速度センサデータでから人間の動作を識別する
- 個人別へのチューニングがなく、単一固定なモデルを用いると、汎化性能が低く、個人ごとに行動識別の精度はバラツキが大きく、安定した高性能が得られにくい。 特開2020-086023: 音声データを用いて特徴量を抽出して行動を識別する
- 特定場面やシナリオのみの応用に限定され、汎用性が乏しい。 特開2022-117766、特開2022-072444、特開2022-039704: 画像データを用いて行動を識別する

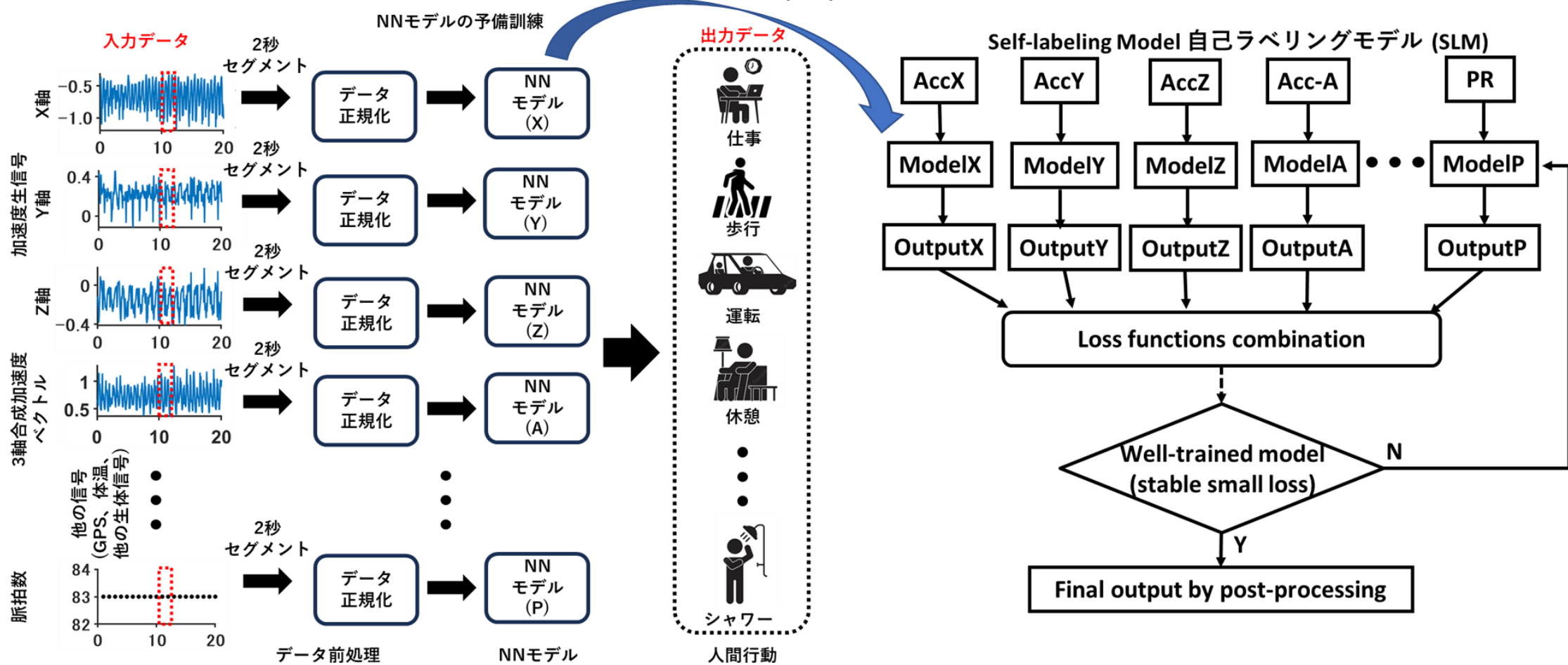
新技術の方法



- 少量のラベリングしたデータ
 - データ分割、正規化、整形
 - 畳み込み層とLSTMを用いてニューラルネットワークモデル構築
 - モデルを評価し、最適なモデルを選択する
 - 大量のUnlabelingデータを用い、予備訓練された子モデルを転移学習して、自己ラベリングモデルを構築する
- 特別なロス関数を用いて評価する

自己ラベリングモデル (SLM)

転移学習による自己ラベリングモデル (SLM) の初期化



人間行動識別の実例

検証結果

行動種類 ¹	データサイズ ²		正確度(%) ³
	予備訓練	自己ラベリング	
3	39,595	92,387	95.8±2.6
6	16,710	38,990	90.0±2.9
10	291,355	679,830	87.7±2.5

1. 3種類：仕事、歩行、運転

6種類：休憩、デスクワークPC、デスクワーク筆記、食事、シャワー、入浴

10種類：休憩、デスクワークPC、睡眠、食事、シャワー、トイレ、授業、歩行、家事、会議

2. 2秒のセグメントの数

3. 10-分割交差検証

新技術の特徴—1

1. 直交三軸の加速度信号とこれらの合成信号、脈拍数と体温を合わせて6種類の信号を利用し、複数種類の間行動を識別する。
2. 少量のラベリングしたデータを用いてNN子モデルを予備訓練する。
3. 予備訓練されたNN子モデルを初期モデルにして、自己ラベリングメカニズムおよび特別なロス関数を組み込んだ新しいモデルを構築し、大量な未ラベリングデータを用い、新しいモデルを個人別に訓練し、行動識別を行う。
4. 自己ラベリングメカニズムを組み込んだため、実際の使用時にデータを蓄積しながら、新しく訓練されたモデルを個人別に更にチューニングすることは可能となり、精度の一層向上に寄与する。

新技術の特徴一2

5. 小規模なモデルのみで安定した高精度を達成し、モデルの汎化性、ロバスト性、過学習を改善する。
6. 小規模なモデルのため、組込み小型装置に実装しやすい。
7. 初期モデル訓練に必要なラベル付きデータは少量のみで済むので、手動によるラベリングの手間が減り、特に大規模なデータセットの場合、コストパフォーマンスとスケラビリティが向上する。
8. 自己ラベリングメカニズムと特別なロス関数を構築することで、常にモデルの個人別チューニングが可能となり、大量なデータのラベリングが不要のため、実用性を向上させ、識別精度を高めることができる。

新技術の特徴—3

9. 訓練または推定時に、可変長入力データに畳み込み演算を自動的に調整し、適用する。この柔軟性により、モデルはさまざまな入力の長さに対応し、データの長さに依存せず、意味のあるパターンに集中し、学習できるようになる。
10. 汎化性：複数のデータソースから多様な情報を取得・利用することにより、モデルの汎化性とさまざまな場面やシナリオの変化に対応して処理する能力に優れている。
11. ロバスト性：子モデルのペアワイズロスとクラス制約ロスは、バイアスを軽減し、出力の多様性を促進するのに役立つ。
12. 複数の子モデルが異なるタイプのデータに対して同じラベルを予測することで、過剰学習を防止し、異なるクラス間でより良いバランスが達成する。

想定される用途

- 日常生活への応用
 - 日常行動モニタリング
 - 長期的なライフログ記録
 - 生活習慣の把握と生活品質の評価
 - リハビリの進捗確認や証拠に基づくライフスタイル改善
- 高齢者の健康管理と支援
 - 加齢による行動変容の追跡
 - 転倒リスク予測
 - 社会的孤立の予防モニタリング
- スポーツや仕事のモニタリング
 - アスリートやフィットネス愛好家のパフォーマンス管理
 - 職場での作業追跡と安全管理

実用化に向けた課題

大規模データ収集プロトコルの設計

- 規定行動と自由行動をカバーするデータ収集が必要。
- 各年齢層や多様な生活習慣を考慮した多くの対象者のデータ収集が課題。

実装環境の整備

- ウェアラブルデバイスや各種IoTプラットフォームへの対応。
- 小型装置実装時の識別パフォーマンスの評価。

業界でのフィールド検証

- 介護施設や職場、スポーツ現場など、想定される利用環境での実証試験が必要。
- コスト・パフォーマンスの最適化、特に中小企業でも利用可能な価格帯への調整が求められる。

企業への期待

データ提供と協力

- 各産業分野から多様な実データの提供を受けることで、モデルの汎化性能を向上させる。
- 特に介護施設、スポーツ業界、ヘルスケア企業からの協力が重要。

共同開発への参画

- 技術の実用化に向けたプロトタイプ開発や製品化プロセスへの参加。
- ウェアラブルデバイスやIoTプラットフォームとの連携強化。

フィールド検証の実施

- 実際の業務や使用環境におけるフィールドテストの実施。
- 利用者からのフィードバック収集と改善提案の提供。

企業への貢献、PRポイント

コスト削減と効率化

- 少量のデータで高精度モデルを構築できるため、ラベリング作業の負担軽減と運用コスト削減を実現。
- 低消費電力設計により、エネルギーコスト削減と持続可能な運用をサポート。

製品価値の向上

- ウェアラブルデバイスやIoT製品の機能を大幅に向上させ、高精度行動認識機能を付加。
- プライバシー保護機能を備えた設計で、顧客の安心感を提供。

社会的課題の解決

- 健康モニタリングや介護支援、スポーツ科学分野での実用化を通じ、高齢化社会や健康増進に寄与。
- 長期ライフログ対応技術により、生活の質の向上と社会福祉の発展に貢献。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 学習プログラム、情報処理装置及び学習方法
- 出願番号 : 特願2024-057141
- 出願人 : 公立大学法人会津大学
- 発明者 : 陳 文西、李 天慧、
周 雪、 國分 虎海太

お問い合わせ先

会津大学

産学官連携コーディネーター 石橋 史朗

TEL 0242-37-2776

FAX 0242-37-2778

e-mail ubic-adm@ubic-u-aizu.jp