

足裏圧力センサだけで、 体の姿勢を検知する技術

会津大学

コンピュータ理工学部

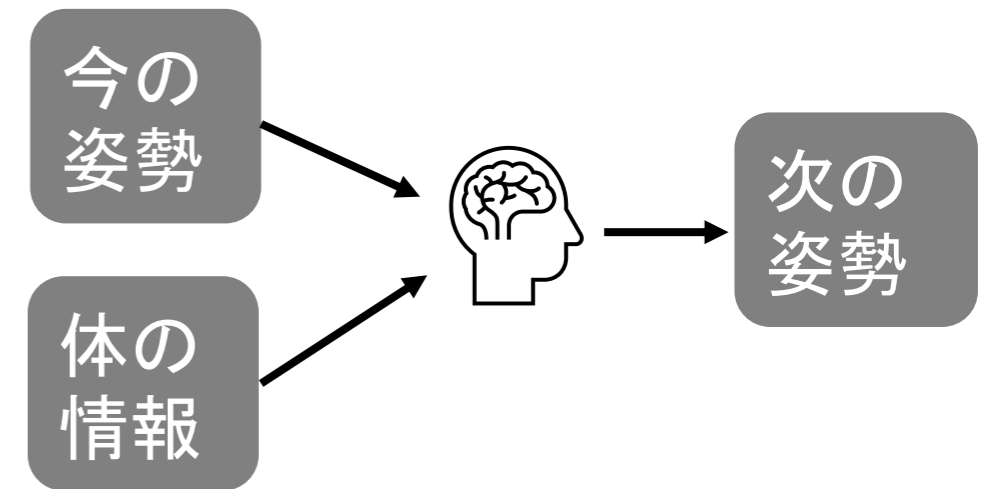
コンピュータ理工学科

教授 荊 雷

2026年1月20日

なぜ「姿勢」が大事？

- 姿勢は、体と脳の“基準状態”を反映
 - 姿勢は、体の情報をもとに脳が判断し、調整し続けた結果
 - だから、姿勢から、脳と体の情報を分析手段がリハビリやスポーツなど多分野に利用
- でも
 - 自分の姿勢は意外とわからない

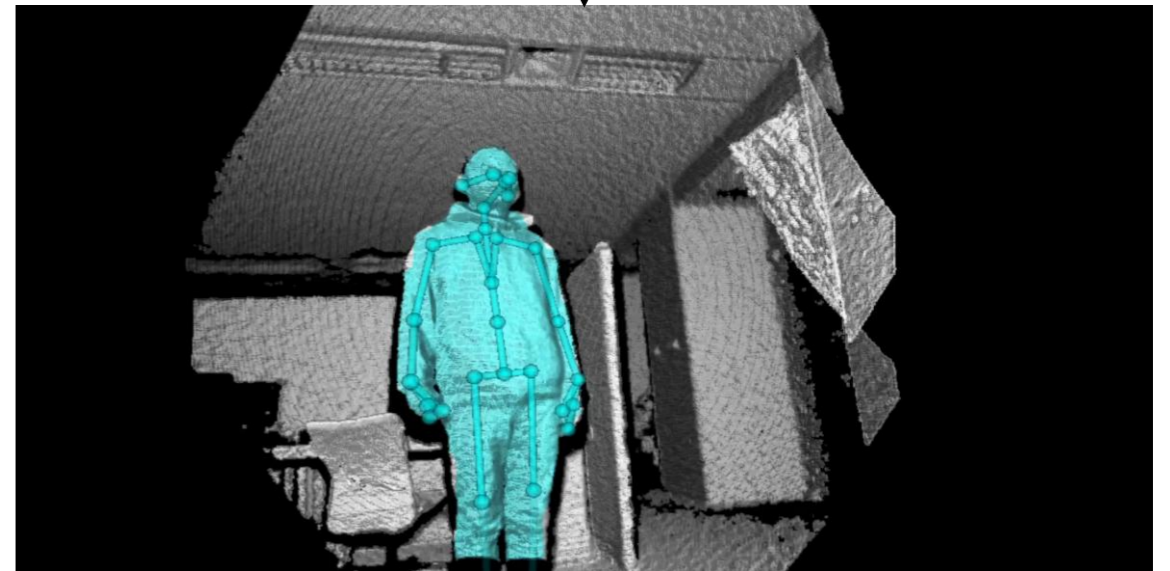


従来姿勢計測技術とその問題点(1/4)

- **カメラ方式**
 - プライバシーの問題
 - 死角問題
- **体にセンサをたくさん付ける方式**
 - 面倒
 - 日常生活では使いにくい
- **モーションキャプチャスタジオ**
 - 病院や研究室限定



キネクトカメラの例



従来姿勢計測技術とその問題点(2/4)

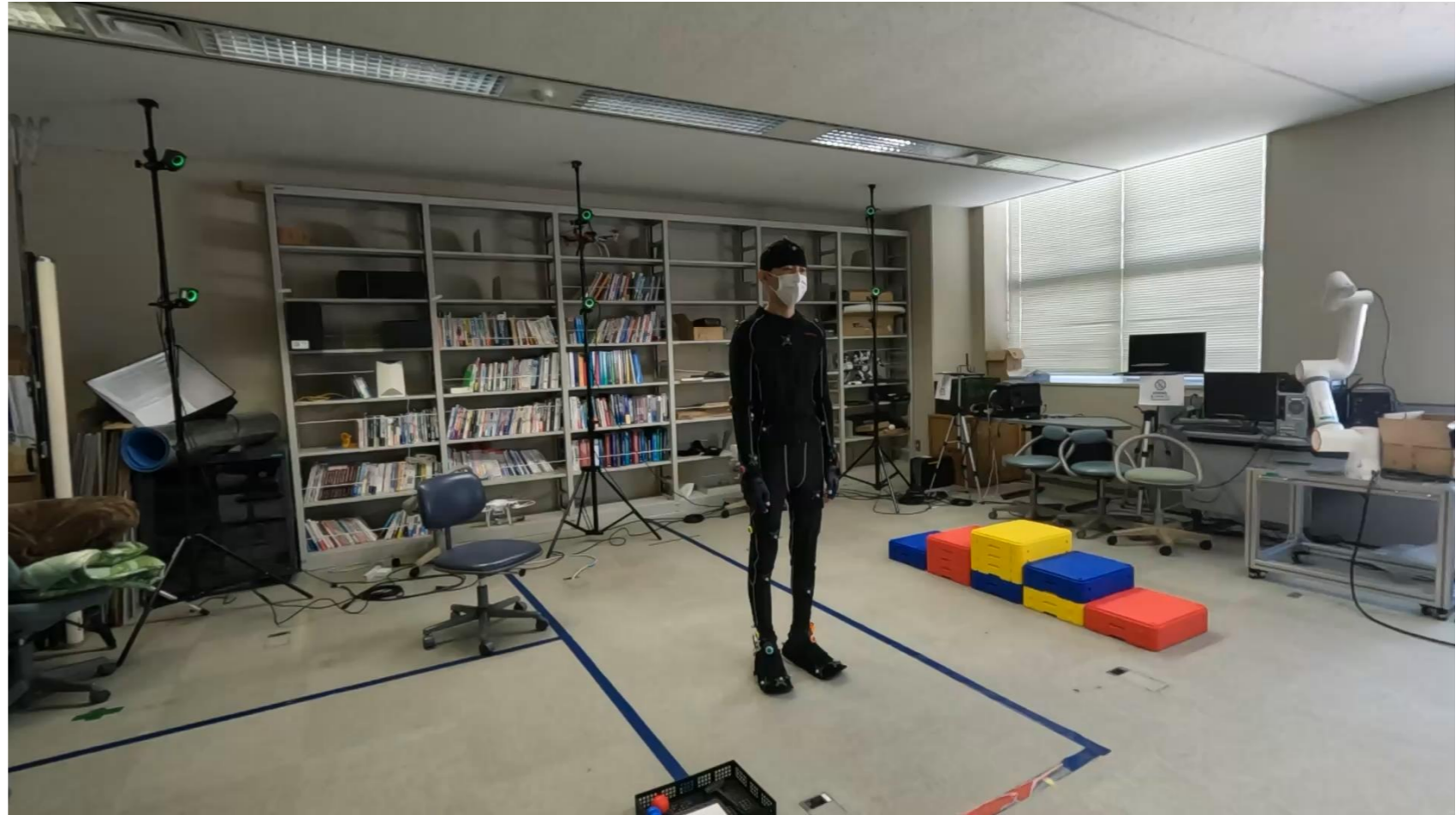
- **カメラ方式**
 - プライバシーの問題
 - 死角問題
- **体にセンサをたくさん付ける方式**
 - 面倒
 - 日常生活では使いにくい
- **モーションキャプチャスタジオ**
 - 病院や研究室限定



A社製品の例

従来姿勢計測技術とその問題点(3/4)

- カメラ方式
 - プライバシーの問題
 - 死角問題
- 体にセンサをたくさん付ける方式
 - 面倒
 - 日常生活では使いにくい
- モーションキャプチャスタジオ
 - 病院や研究室限定

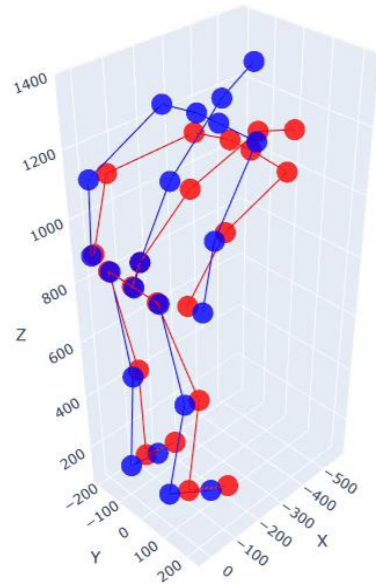


B社製品の例

従来姿勢計測技術とその問題点(4/4)

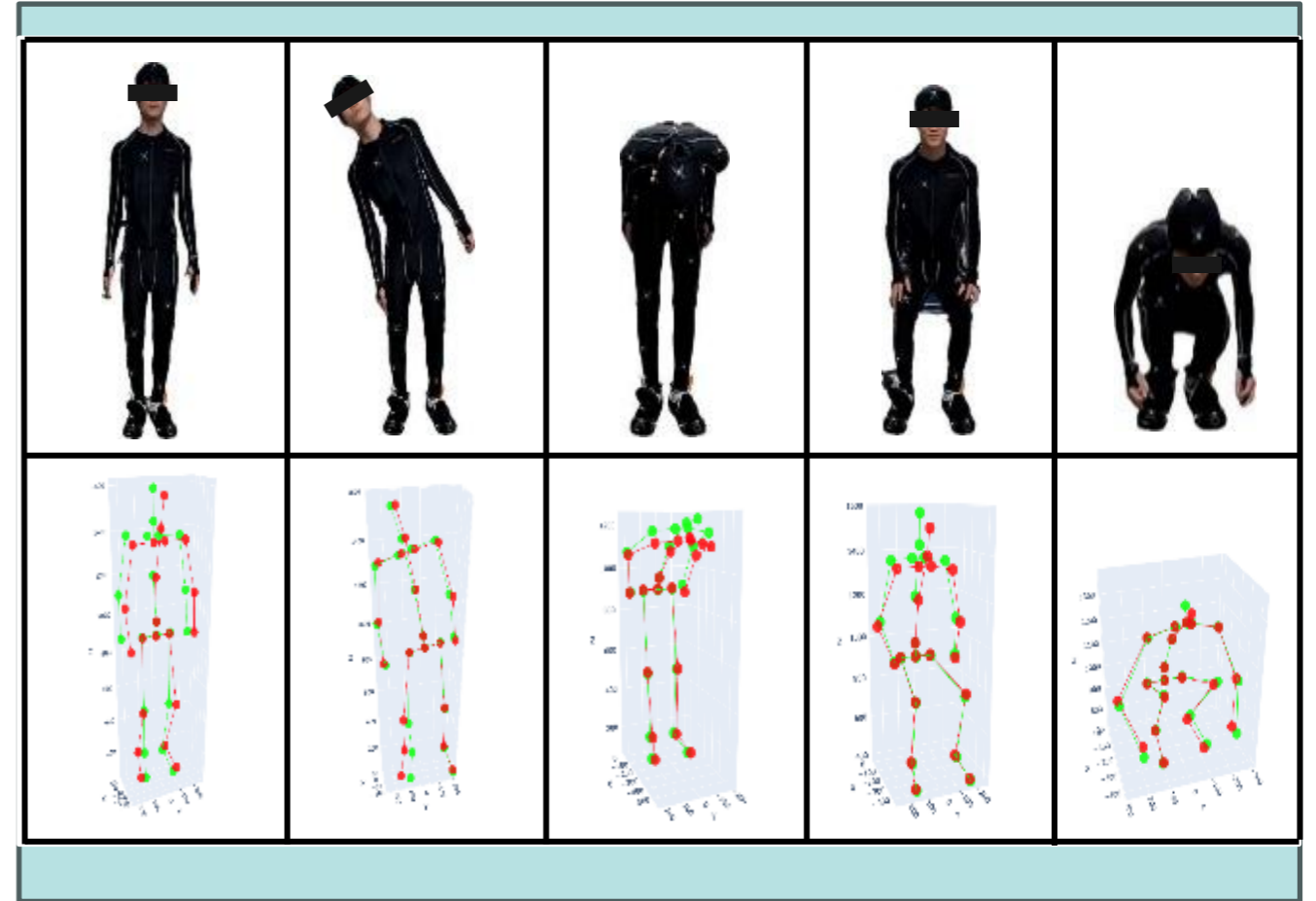
手法種別	主なセンサ	特徴/強み	精度	コスト	リアルタイム性	備考
ビジョン系	RGBカメラ	非装着、マルチ人対応	中～高	低	高	環境依存（光・遮蔽）、視界限定、プライバシー問題
IMU系	IMU（複数部位）	多関節計測可能、可搬性高	中	中～高	高	初期キャリブレーションとドリフト対策必要、拘束問題
モーキャプ	マーカ+カメラ群	非常に高精度な3D骨格	非常に高	非常に高	中（処理あり）	臨床・研究用途、動作自由度の制限あり
インソール型	圧力センサ+IMU	足元の情報から骨格推定	中～高	低	?（検証中）	本提案（特許出願済み） 以上の問題がなし

インソールによる姿勢推定のデモ



青い骨格: 真値
赤い骨格: 推定値

- Real Joints
- Real Bone 0-1
- Real Bone 1-2
- Real Bone 2-3
- Real Bone 3-4
- Real Bone 5-6
- Real Bone 6-7
- Real Bone 7-8
- Real Bone 9-10
- Real Bone 10-11
- Real Bone 11-12
- Real Bone 5-9
- Real Bone 13-14
- Real Bone 14-15
- Real Bone 15-16
- Real Bone 17-18
- Real Bone 18-19
- Real Bone 19-20
- Real Bone 13-17
- Predicted Joints
- Pred Bone 0-1
- Pred Bone 1-2
- Pred Bone 2-3
- Pred Bone 3-4
- Pred Bone 5-6
- Pred Bone 6-7
- Pred Bone 7-8
- Pred Bone 9-10
- Pred Bone 10-11
- Pred Bone 11-12
- Pred Bone 5-9
- Pred Bone 13-14
- Pred Bone 14-15
- Pred Bone 15-16
- Pred Bone 17-18
- Pred Bone 18-19
- Pred Bone 19-20
- Pred Bone 13-17



Frame: 185



連続動きの例

連続動きのスナップショットの例

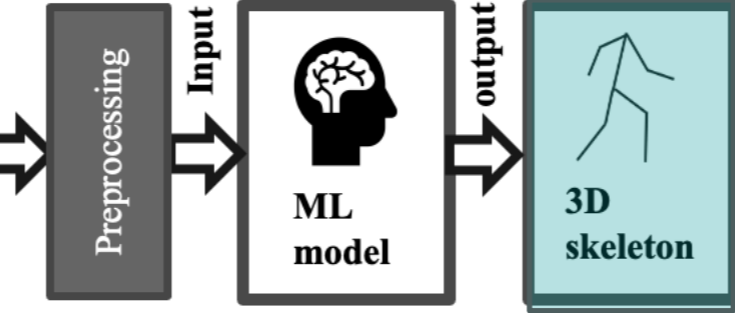
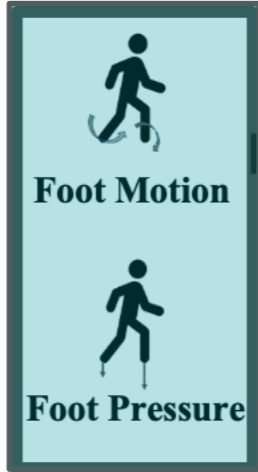
新技術の特徴・従来技術との比較

- **プライバシーに強い**
カメラ不要のため、映像由来のプライバシー問題を回避
- **安定した姿勢推定**
IMU+圧力センサ融合により、ドリフトを抑制し長時間安定
- **低コスト・高実用性**
e-テキスタイル圧力センサとIMUで、高価なカメラを代替
- **環境に依存しない**
照明・背景・設置条件の影響を受けない
- **安定した3D姿勢推定**
Transformer活用により、カメラなしでも3D推定が可能
- **日常利用しやすい**
ウェアラブルとして、リハビリ・介護・健康管理に適用可能

インソールによる姿勢推定手法の概要

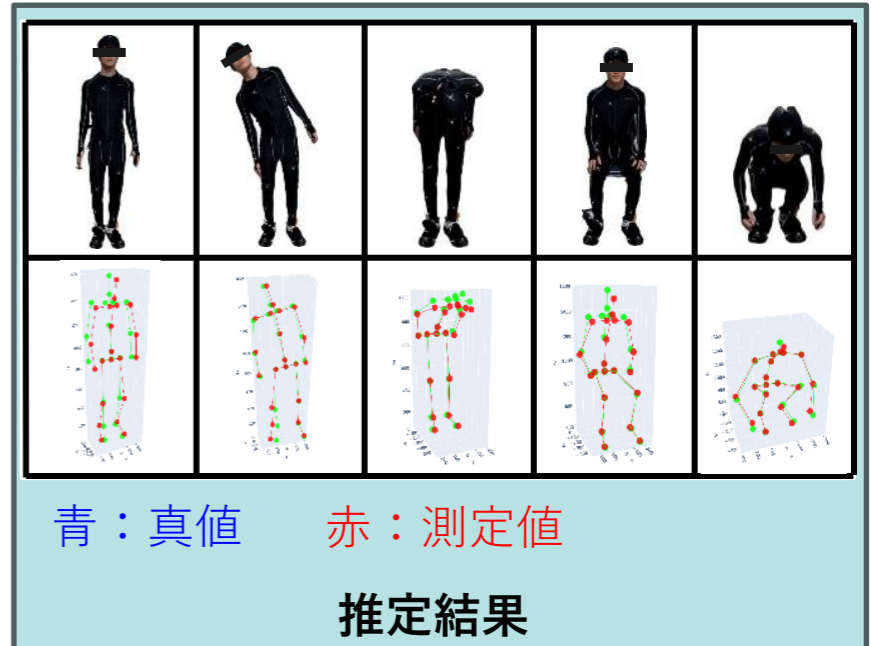
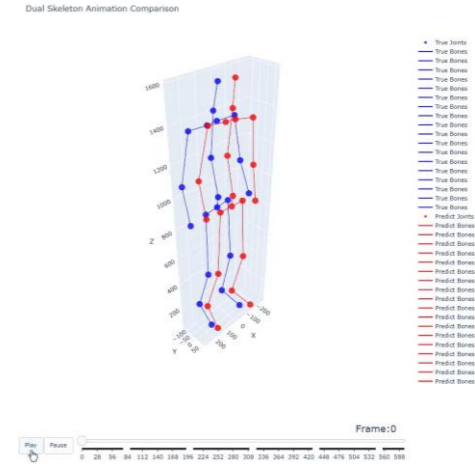


精度：5種類動作
の平均誤差6.2cm
真値

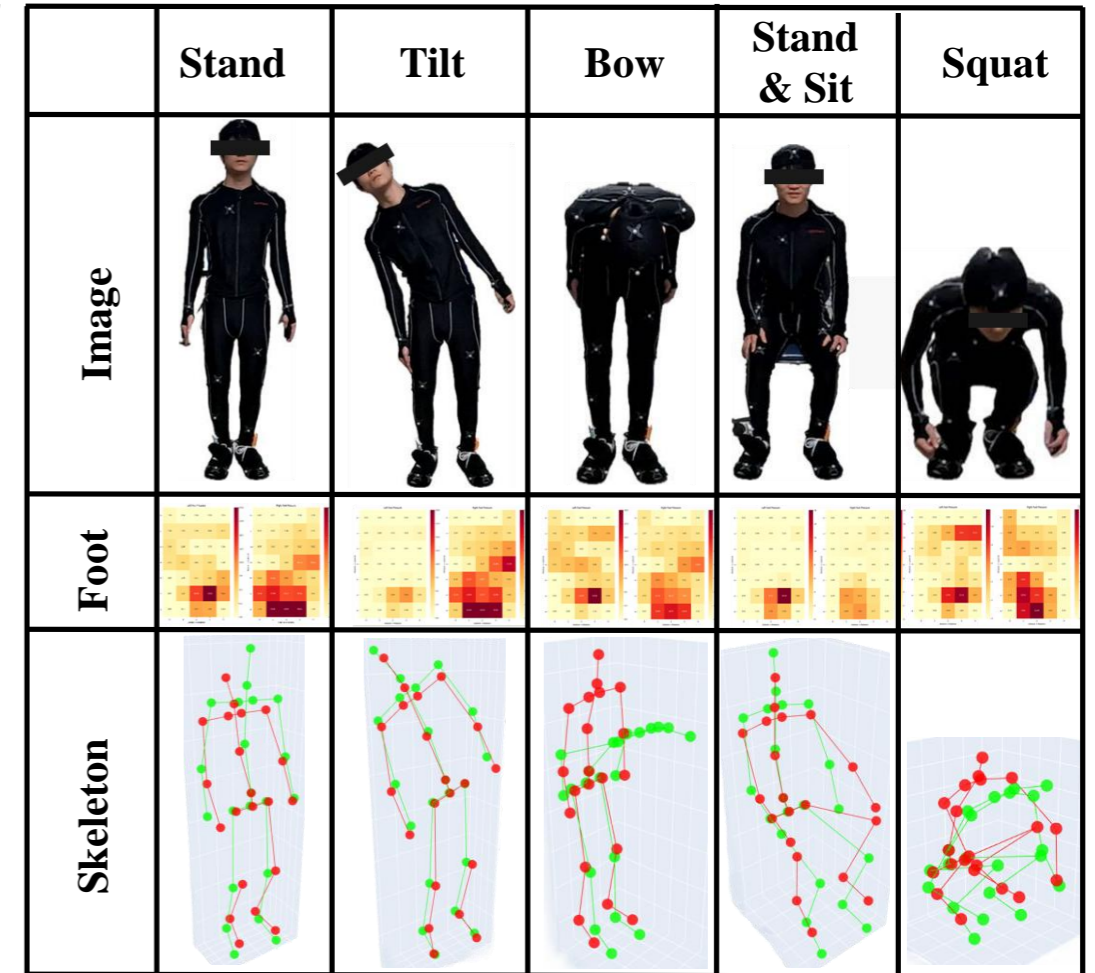
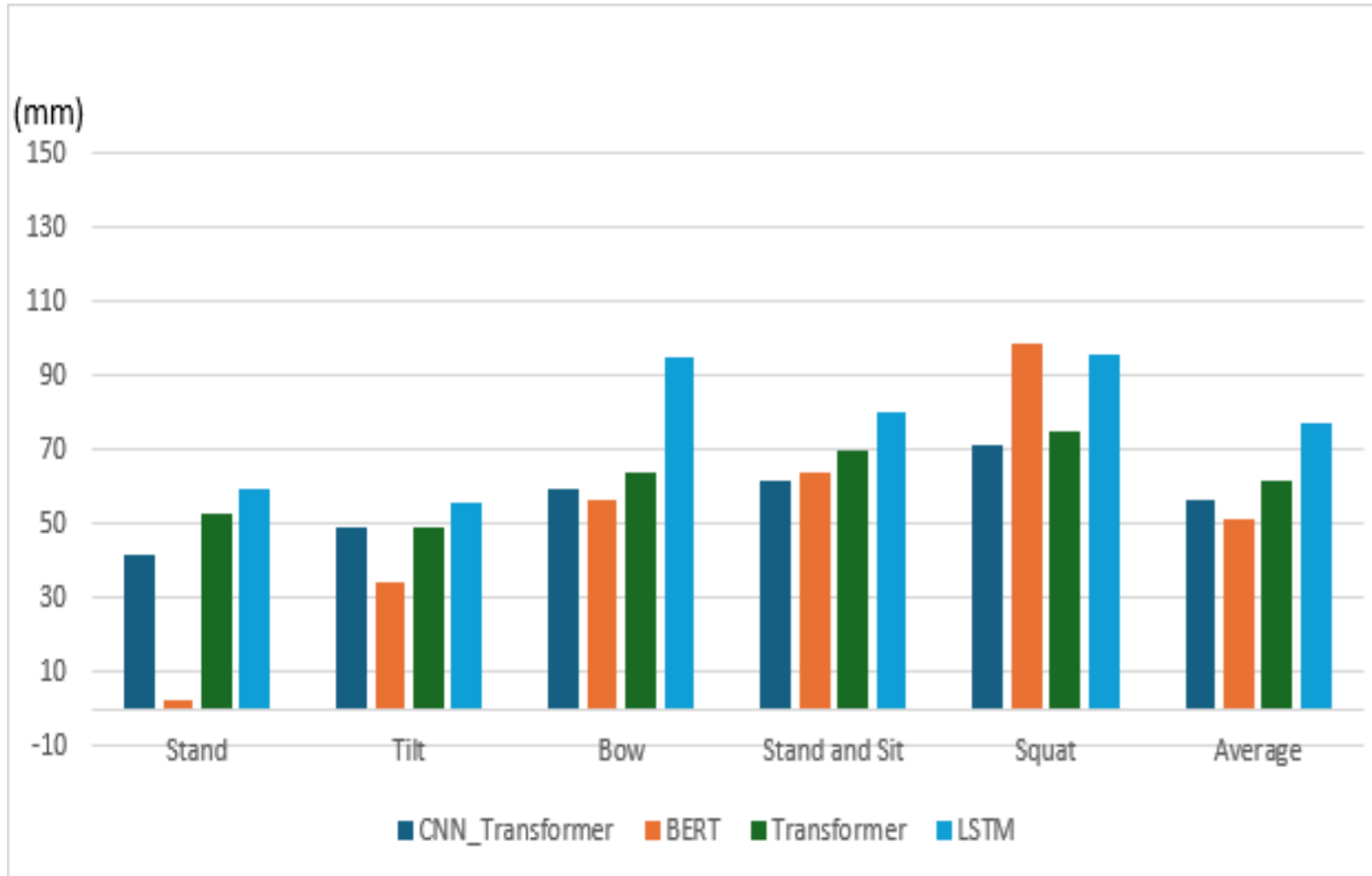


センサーから得た圧力分布、加速度、回転をMLモデルに入力し、3D骨格データを出力、可視化する。

処理フロー



提案手法の性能評価(1/2)

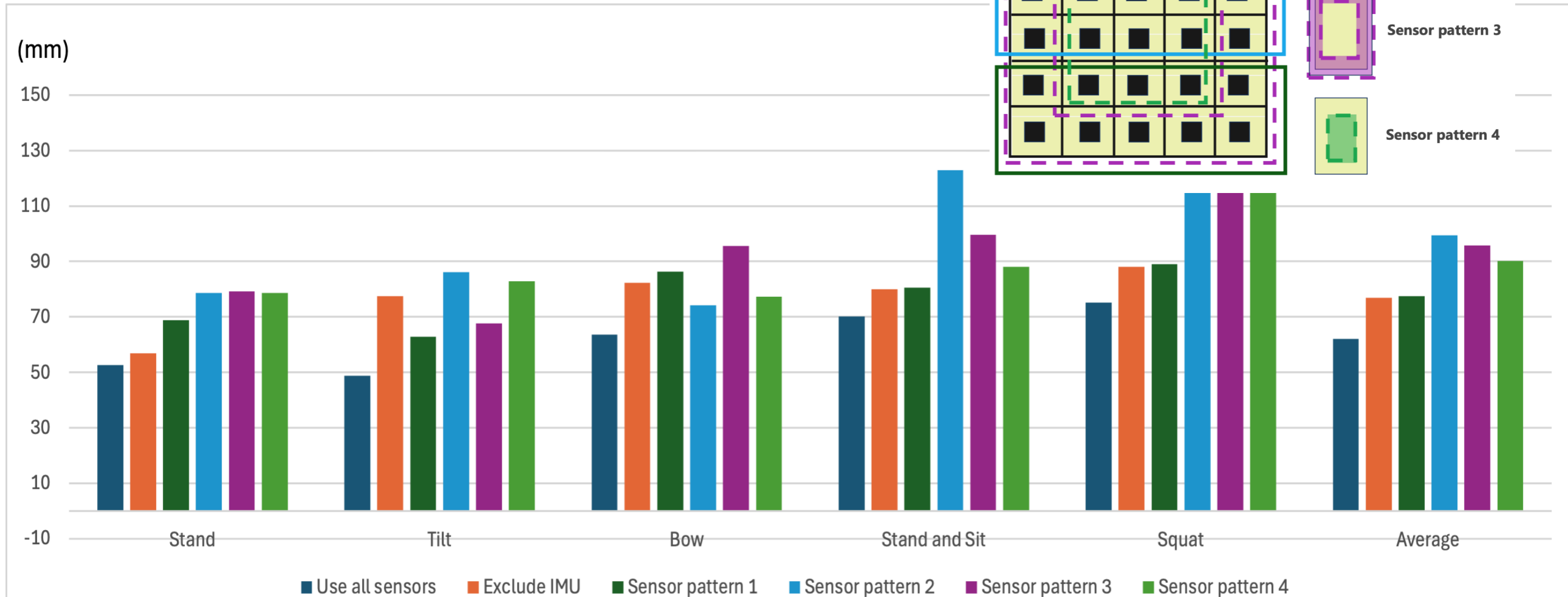
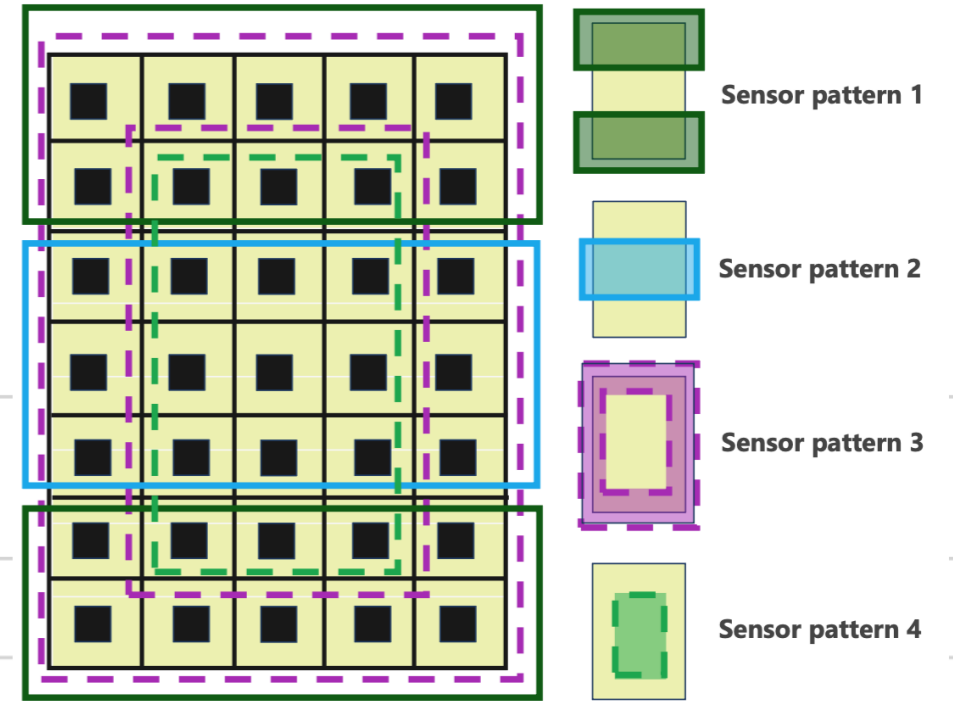


Red: pred, Green: true

四つの機械学習手法における平均誤差
CNN TS: 56.8mm, BERT: 51.1mm, TS: 62.6, LSTM: 72.2

提案手法の性能評価(2/2)

センサ数と位置が精度への影響



想定される用途

- **リハビリテーション／理学療法**

患者の姿勢や動作をリアルタイムに可視化し、リハビリ精度を向上。

- **スポーツパフォーマンス解析**

フォーム改善や負荷評価に役立つ3D動作データを取得。

- **健康モニタリング**

日常生活での姿勢・動きの異常を早期に検知。

- **作業現場のエルゴノミクス改善**

腰・関節への負荷を評価し、職場の安全性を向上。

- **転倒検知・高齢者見守り**

高齢者のリスク動作を検出し、事故を未然に防止。

- **VR／ゲームインタラクション**

自然な身体動作を入力として利用し、没入感を向上。

実用化に向けた課題

- **個人差への適応**
年齢・体型・姿勢癖・歩行様式の違いに強いモデルの最適化が必要。
- **エッジ実装とリアルタイム処理**
AIモデルのエッジ実装およびリアルタイム計測の性能評価
- **足底圧分布を計測するデバイスの実用化**
デバイスの小型化、及び耐久性の検証

社会実装への道筋

時期	取り組む課題	社会実装
基礎研究	<ul style="list-style-type: none">・E-Textile圧力センサ構造の設計が完了・IMU+圧力データによる姿勢推定手法の基礎を確立	プロトタイプ0号機を製作し、基本動作確認を完了
現在	<ul style="list-style-type: none">・実環境での姿勢推定が可能であることを実証・CoP検出精度の改善・個人差補正モデルの訓練	共同研究先(病院・工場)での小規模試用
1年後	<ul style="list-style-type: none">・エッジデバイスへの実装及びリアルタイム処理の検証が完了・8時間以上装着時の安定性・快適性改善	医療・工場現場でのデモンストレーション実施 JST・NEDO等の大型研究事業へ応募し開発資金を獲得
2年後	<ul style="list-style-type: none">・主要特性の評価(耐久性、温度依存性、長時間ドリフト評価)・ハードウェア・ソフトウェア一体型の量産版設計	試作サンプルを企業パートナーへ提供しPoC(概念実証)を実施
3年後	<ul style="list-style-type: none">・センサとモデルの性能向上	「カメラ不要の姿勢推定インソール」を家庭・医療・産業分野に広く展開

企業への期待

- **製品開発・量産に関する知見の提供**
センサ実装、信頼性評価、コスト設計、長期使用を見据えた品質管理
- **実用化・社会実装への主体的な関与**
研究成果を実際の製品・サービスとして社会に届ける視点と行動力本技術導入が有効な企業
- **新たな応用分野への共創意欲**
健康管理、転倒予防、リハビリ、作業支援などへの発展的展開

企業への貢献、PRポイント

- **カメラ不要、靴に入れるだけ**
プライバシーに配慮した次世代センシング
- **特許技術で差別化**
既存製品にない新しい付加価値を創出
- **AI解析でサービス化**
センサ製品からデータ活用ビジネスへ
- **多分野へ展開可能**
健康・転倒予防・リハビリ・作業支援

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 推定モデルプログラム及び姿勢推定システム
- 出願番号 : 特願2025-070908
- 出願人 : 会津大学
- 発明者 : 荊雷

産学連携の経歴

- 2016-2017年度 文房具関連企業と共同研究
- 2021-2025年度 NEDO若サポ事業に採択
- 2021-2023年度 繊維関連企業と共同研究
- 2023-2025年度 自動車関連企業と共同研究
- 2025-2026年度 スポーツ用品関連企業と共同研究

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