

赤外線ステレオ全方位カメラを用いた 複数人同時行動解析システム

岩手県立大学 研究・地域連携本部
プロジェクト研究員 今渕 貴志

令和3年2月16日

複数人同時行動解析が必要な場面

- AI関連技術を導入した人物の行動解析による業務効率の向上やスキル可視化が期待されている。
 - 病院における患者の行動モニタリングによる事故防止
 - 工場における従業員の安全管理
 - スポーツにおける選手のスキル向上
- ...等

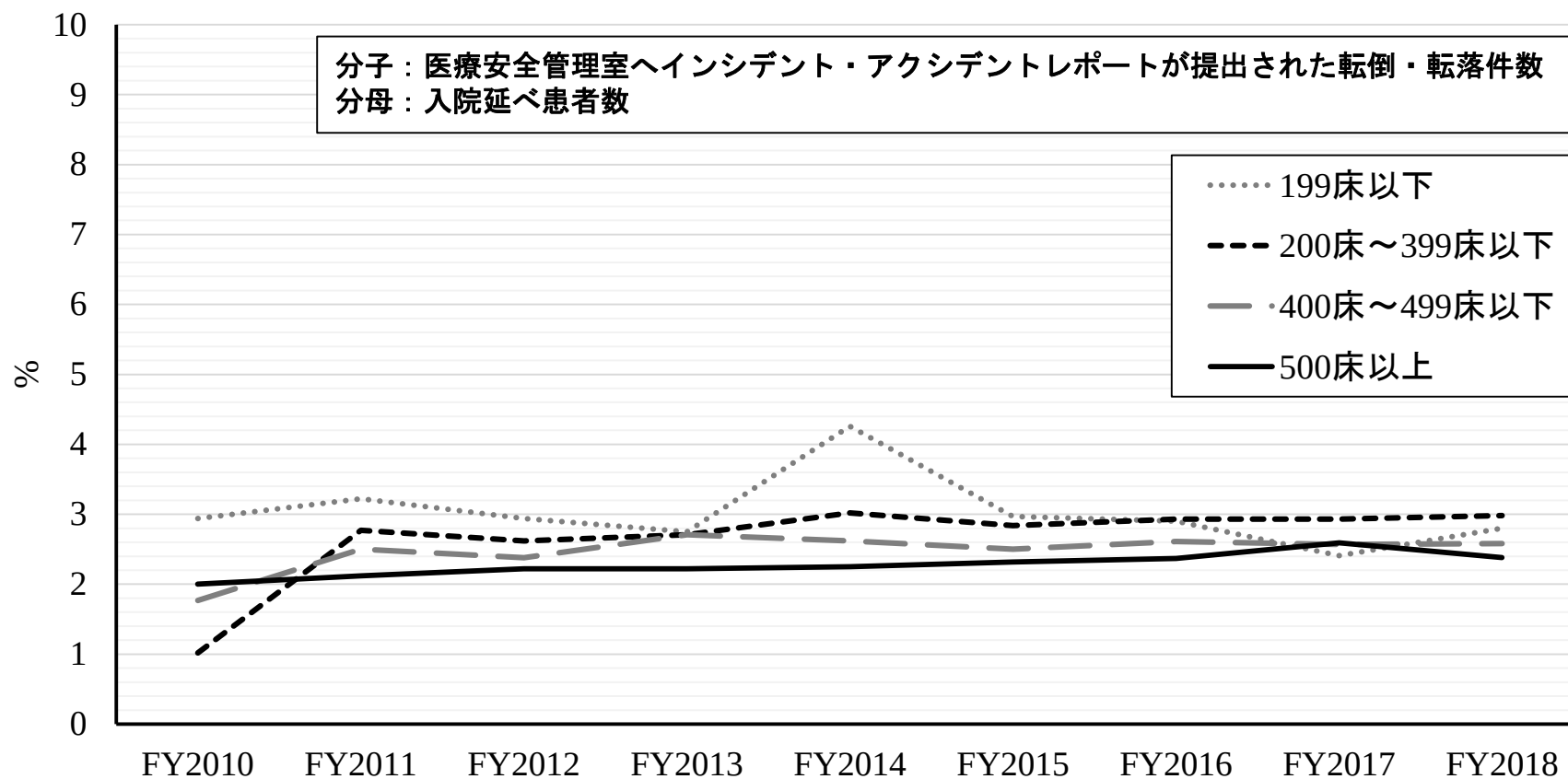
本発表では、病院におけるモニタリングに着目して提案内容を説明します。

病室における患者モニタリングについて

- 現在，医療現場は逼迫している。
 - 超少子高齢化社会による医療・介護サービスを必要とする患者の増加と医療・介護従事者の不足
 - 新型コロナウイルス感染拡大と医療従事者の疲弊
- 様々な医療現場を支援する技術適用が進む中、依然として認知症患者の徘徊、片麻痺患者や筋力が低下した患者の転倒・転落事故が起きている。

病室における患者モニタリングについて

入院患者の転倒・転落発生率の平均推移
 （一般社団法人日本病院会「2018年度QIプロジェクト結果報告」を元に作成）



病室における患者モニタリングについて

- 患者の転倒・転落事故を発見するための巡回、
 - 昼夜を通した24時間の看護巡回は医療従事者の負担
 - 深夜の看護巡回は、患者の眠りを妨げる要因となりうる
- 第5期科学技術基本計画 ”Society5.0” において、
 - 医療・介護において医療現場の情報をAI 技術により解析することが推進されており、医療現場におけるAI技術活用による前述の課題解決が望まれている

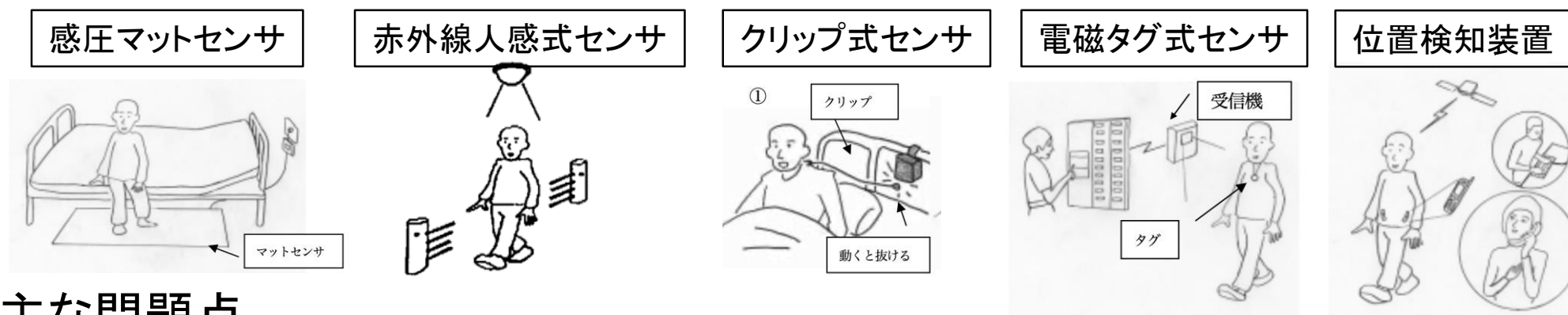
医療従事者の負担を減らし、患者のQOL (Quality of Life)
を高めることは医療の質の向上において重要

従来技術とその問題点

- 現場では、転倒・転落の防止・早期発見のために市販装置を導入しているが、多くの課題が存在する。
 - 感圧マットセンサ
 - 赤外線人感センサ
 - クリップ式センサ
 - 電磁タグ式センサ
 - 位置検知装置
 - 光学センサ
 - 光学センサ＋他のセンサの組み合わせ

従来技術とその問題点

・ 市販装置によるモニタリング



主な問題点

- 単一患者・単一行動に限られる
- 見舞い者や医療従事者を誤検知する
- 特定の狭い領域・方向しか検出できない
- 意図せずまたは意図的にセンサを避けたり取り外したりする
- 保持を拒否したりする
(患者に”拘束”の不快感を与える)

従来技術とその問題点

- 光学センサを使用したモニタリング

- カメラによる人物の認識・追跡
- アピアランスに基づく行動認識
- 他センサ(ソナー等)との組み合わせ

メリット

- 患者や見舞い者がセンサを意図的に動かすことが難しい
- 一度に複数の人を捉えることができる

主な問題点

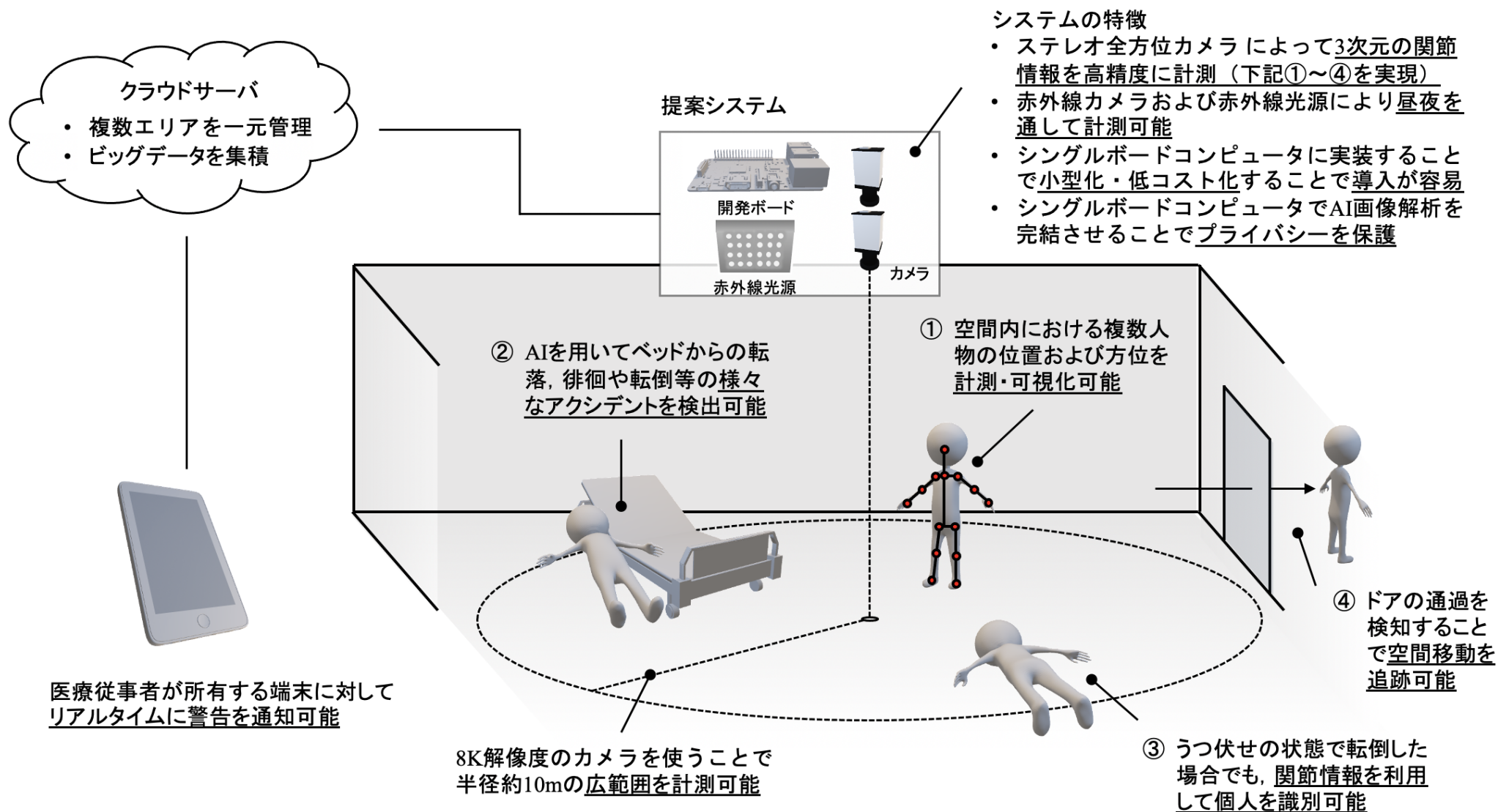
- 主に単一の人物のみに適応、患者以外を識別できない
- 計測範囲が狭い
- 手動の監視が必要な場合に匿名性の確保が難しい

提案システムについて

- 以上の問題点から、モニタリングシステムへの要求として、
 - 患者のQOL低下につながる心理的および身体的側面を抑制しない
 - 設置が容易で広範囲を一度に計測可能なハードウェアを用いる
 - 24時間をとおして患者の情報を計測できる
 - 特定の行動を検知して医療従事者へ通知する
 - 匿名性を確保した単純なデータのみ通信に利用する

赤外線ステレオ全方位カメラを用いた複数人同時
行動解析システムを提案

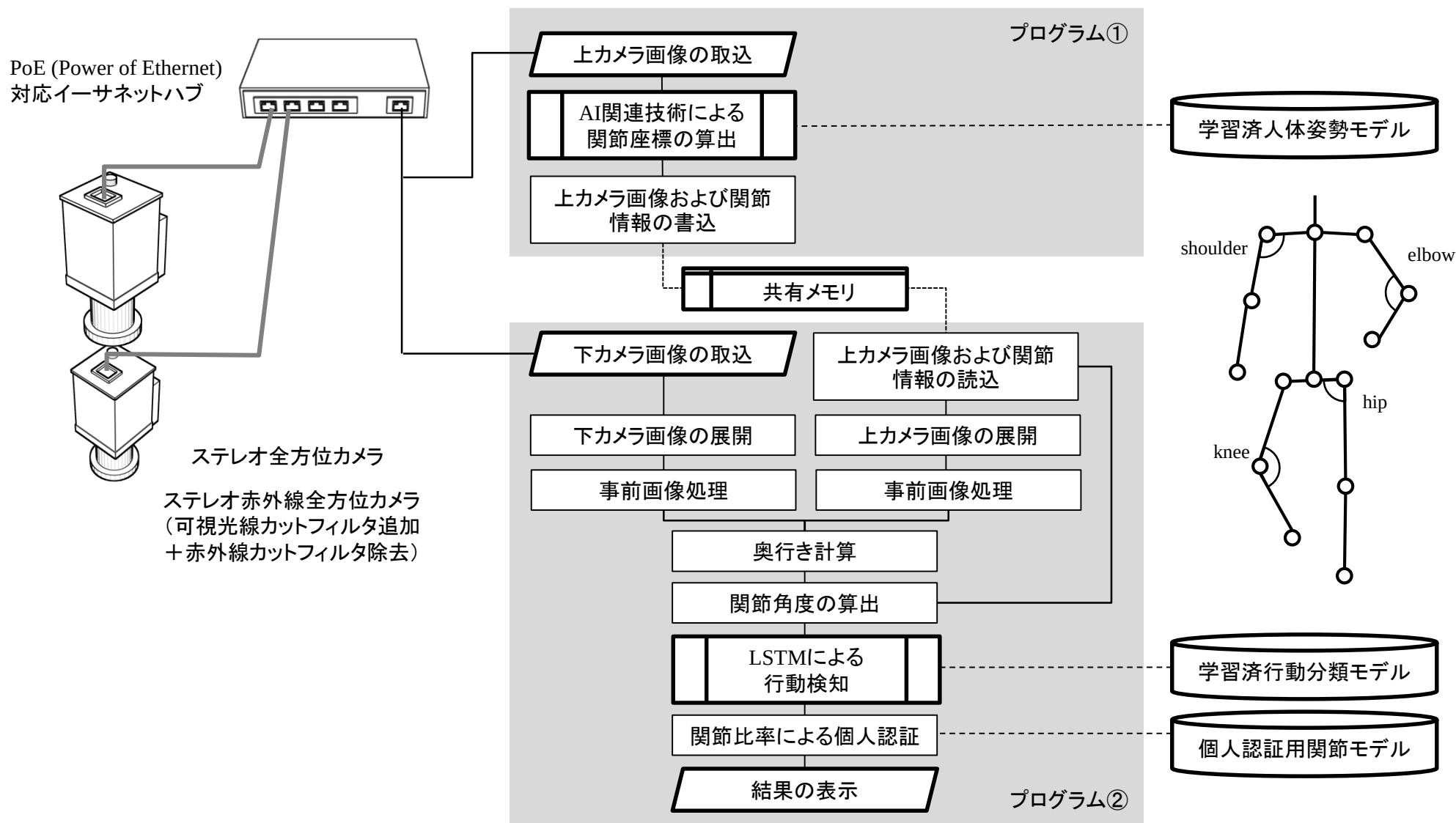
提案システムについて



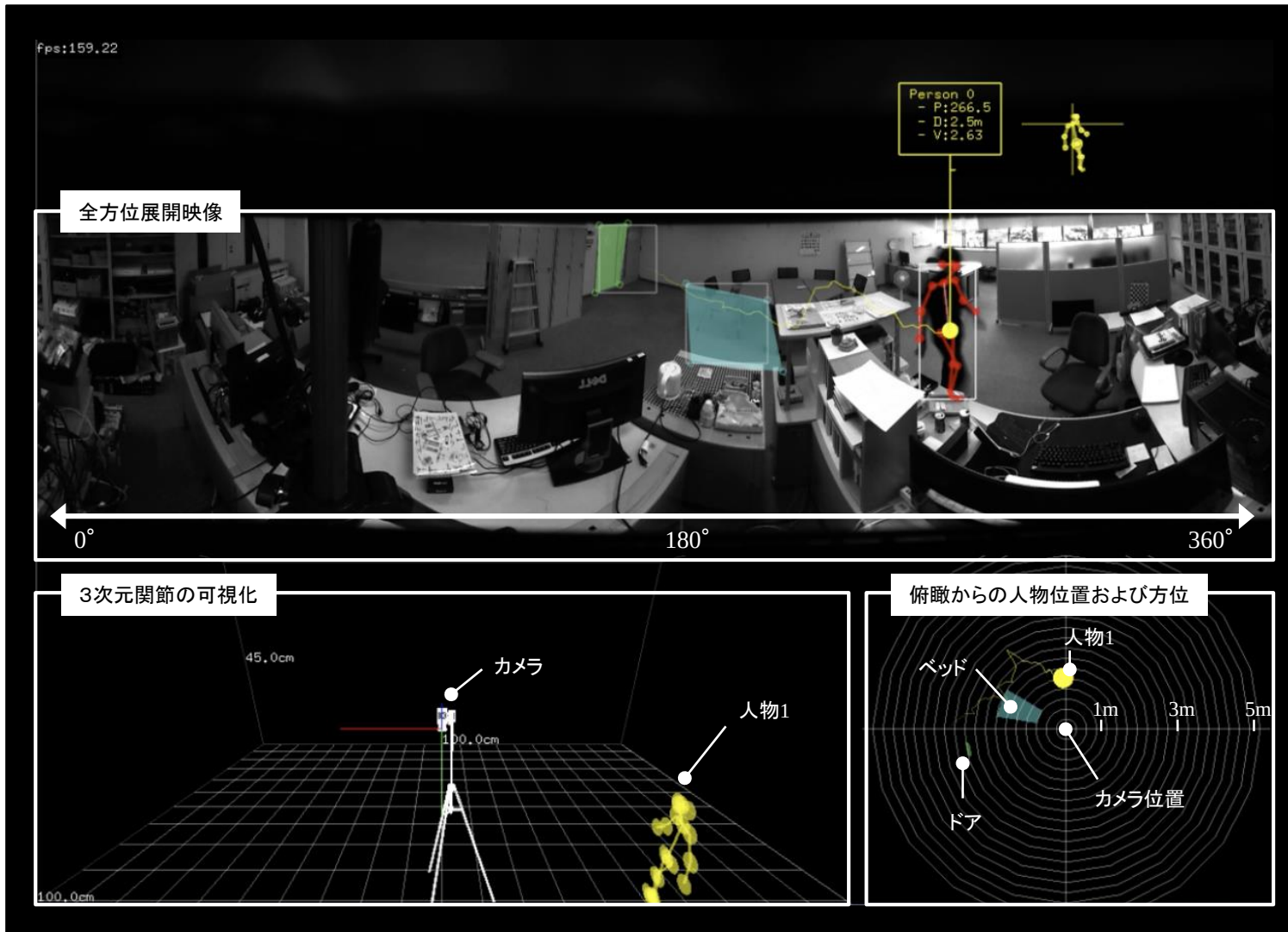
システムの特徴

- ステレオ全方位カメラによって3次元の関節情報を高精度に計測（下記①～④を実現）
- 赤外線カメラおよび赤外線光源により昼夜を通して計測可能
- シングルボードコンピュータに実装することで小型化・低コスト化することで導入が容易
- シングルボードコンピュータでAI画像解析を完結させることでプライバシーを保護

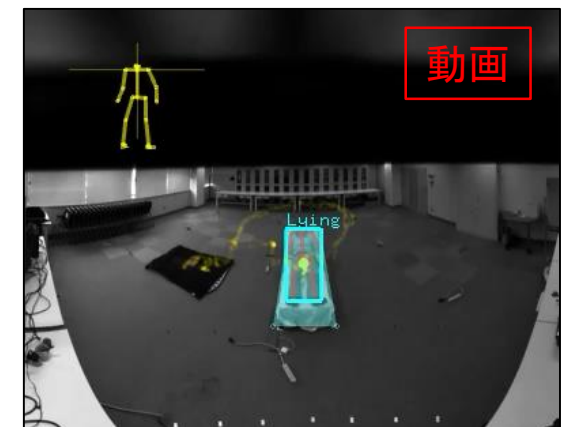
試作システムについて



試作システムについて

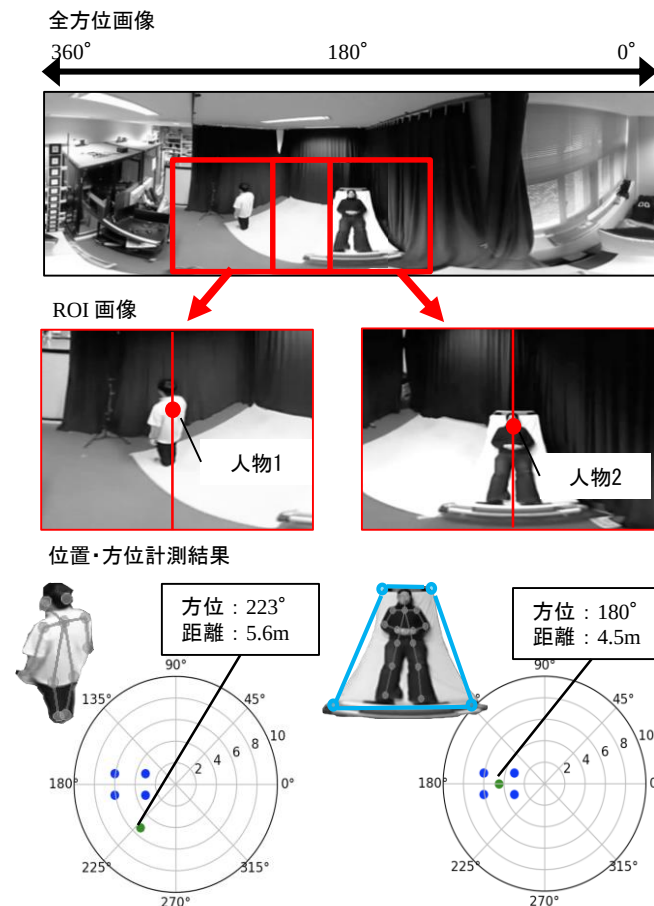
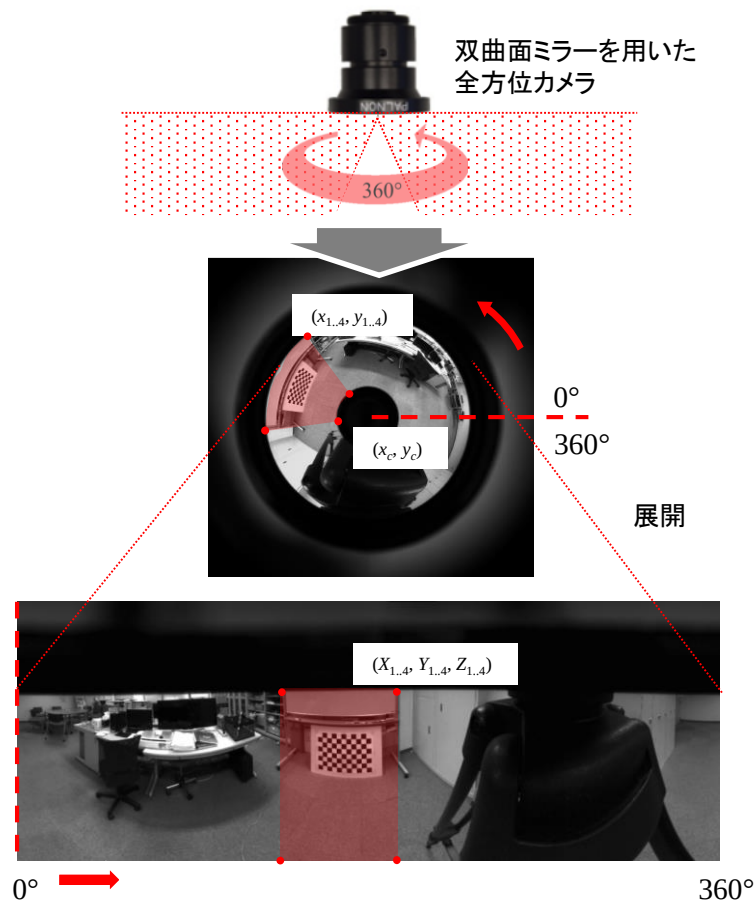


推定結果の一例



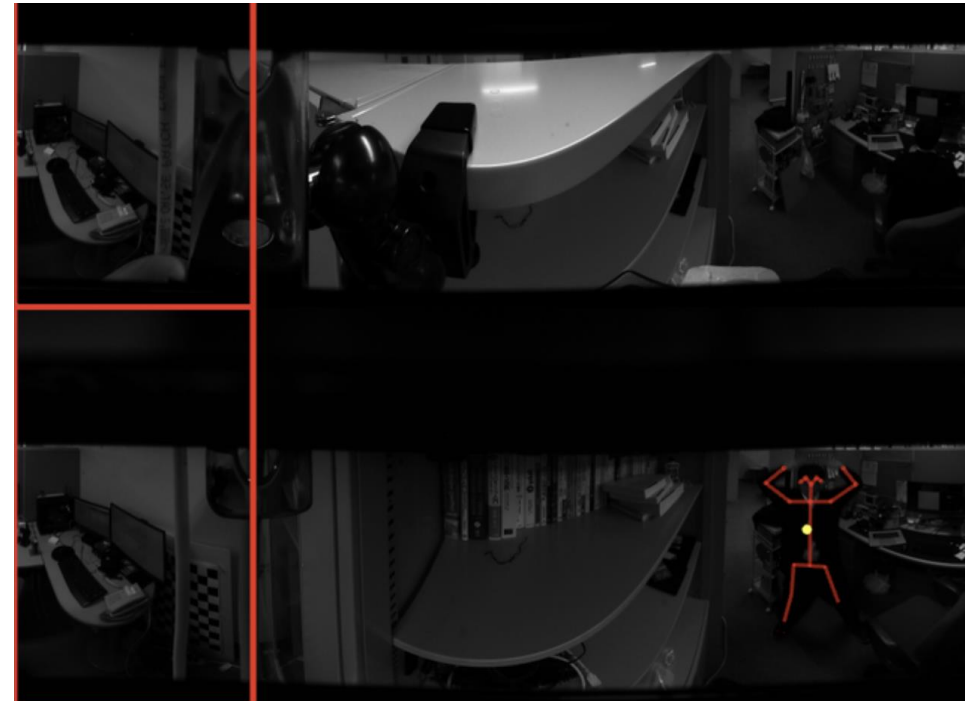
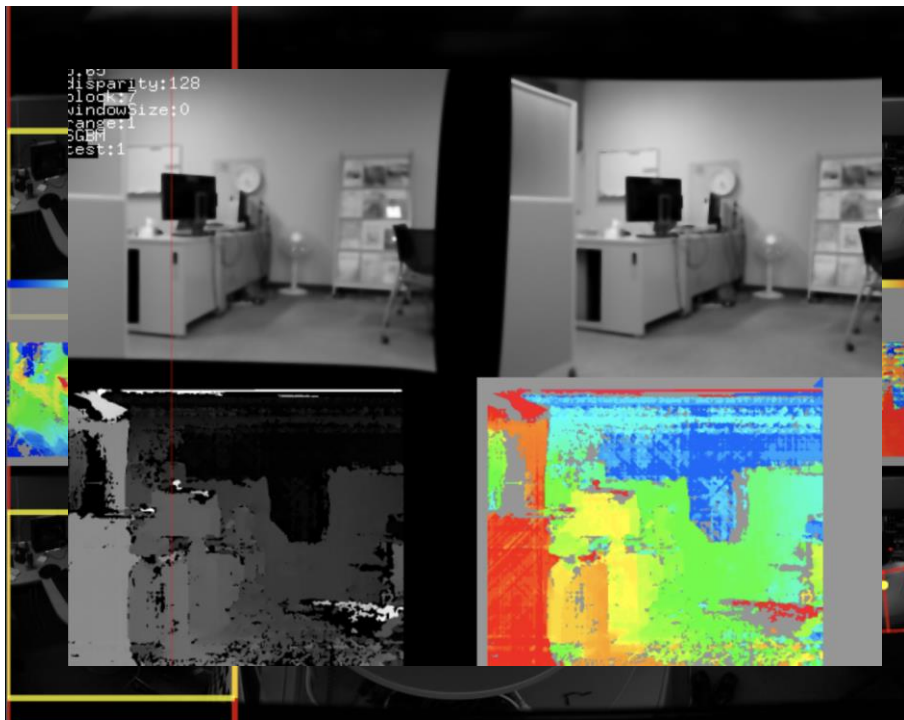
全方位カメラ画像の処理

- カメラ画像から人物の関節情報の取得



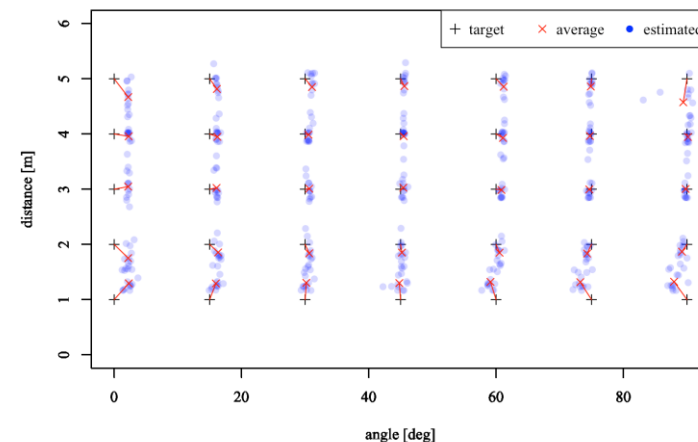
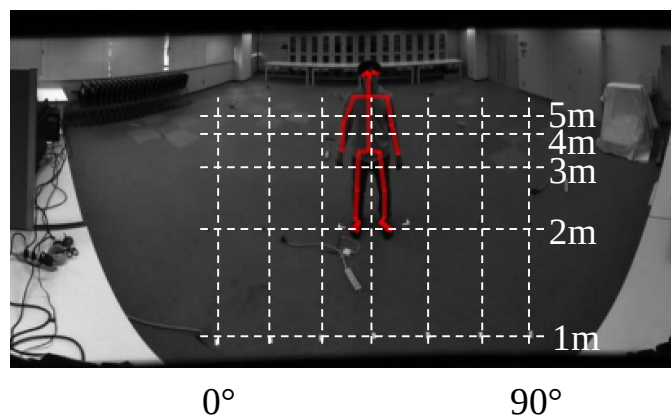
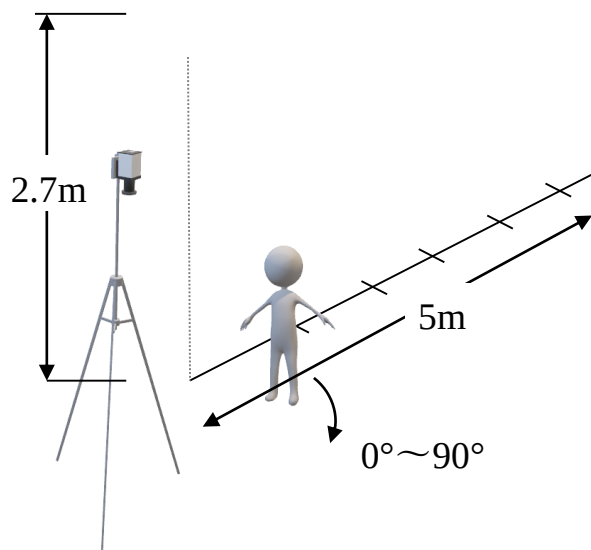
全方位カメラ画像の処理

- ステレオ全方位カメラから3次元(奥行き)情報の推定
- 関節情報へ奥行き情報の付与



カメラからの相対距離および方位

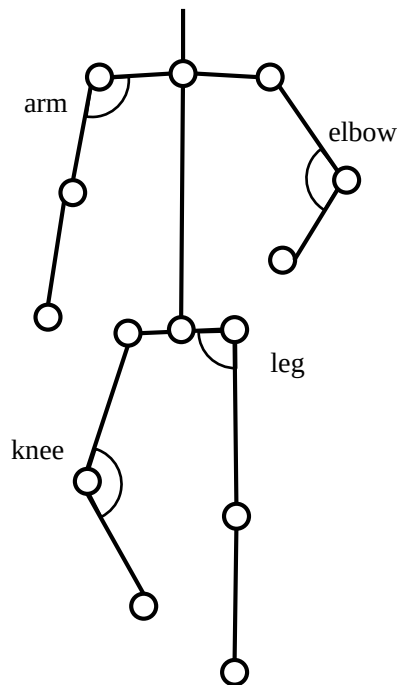
- 全方位カメラによる距離および方位推定精度の評価を実施
(距離1～5mの1m刻み、方位0～90° まで15° 刻み)
- 評価指標はRMSE (Root Mean Square Error)



方位 : 1.30°
距離 : 0.27m

関節の計算

- 2つの隣接する関節を用いて関節角度を計算



特定行動の推定

- LSTM (Long-Short Term Memory) を用いて、特定行動を学習・推定



起床, 離床, 転倒, 徘徊

4行動15人分の関節角度の変動(8関節角)+正解ラベル

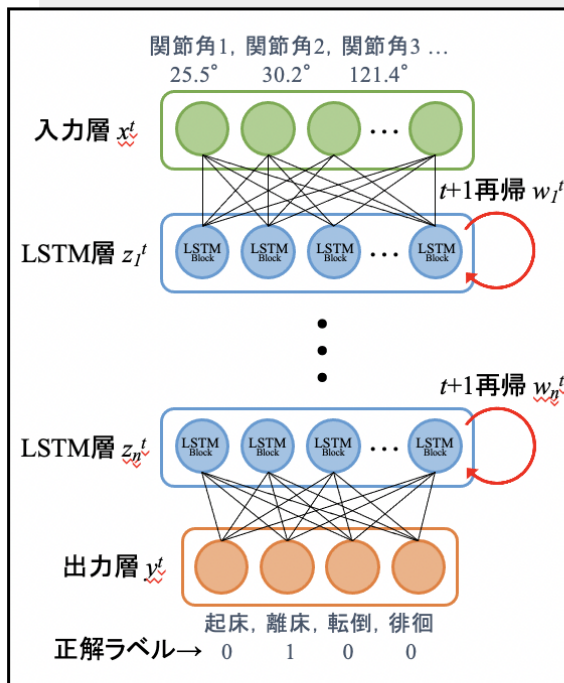
ノイズ除去処理

LSTM(1~n層)による学習

正解ラベルによる誤差の評価

学習済みモデルの出力

学習フェーズ



転倒

1行動1人分の関節角度の変動(8関節角)

ノイズ除去処理

学習済みモデルによる推定処理

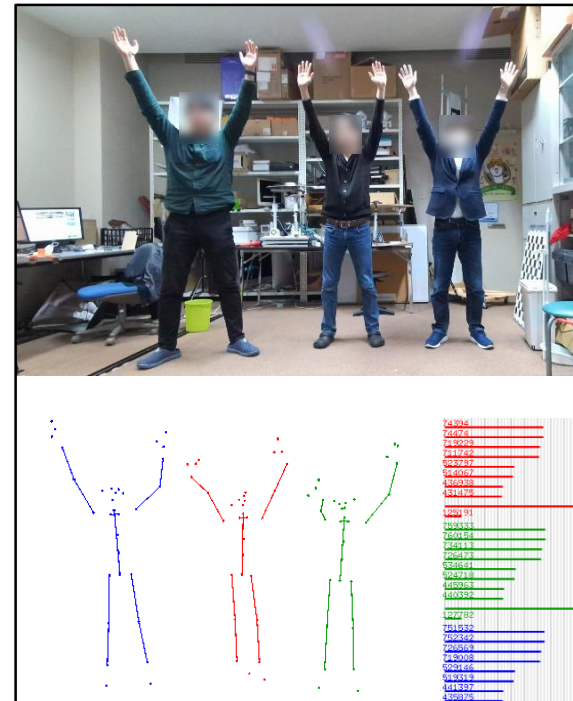
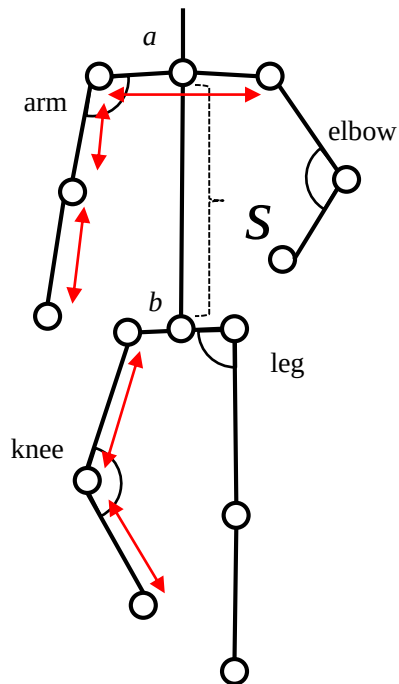
行動分類結果(信頼度が一番たかいものを採用)

起床 0.01
離床 0.10
転倒 0.85
徘徊 0.04

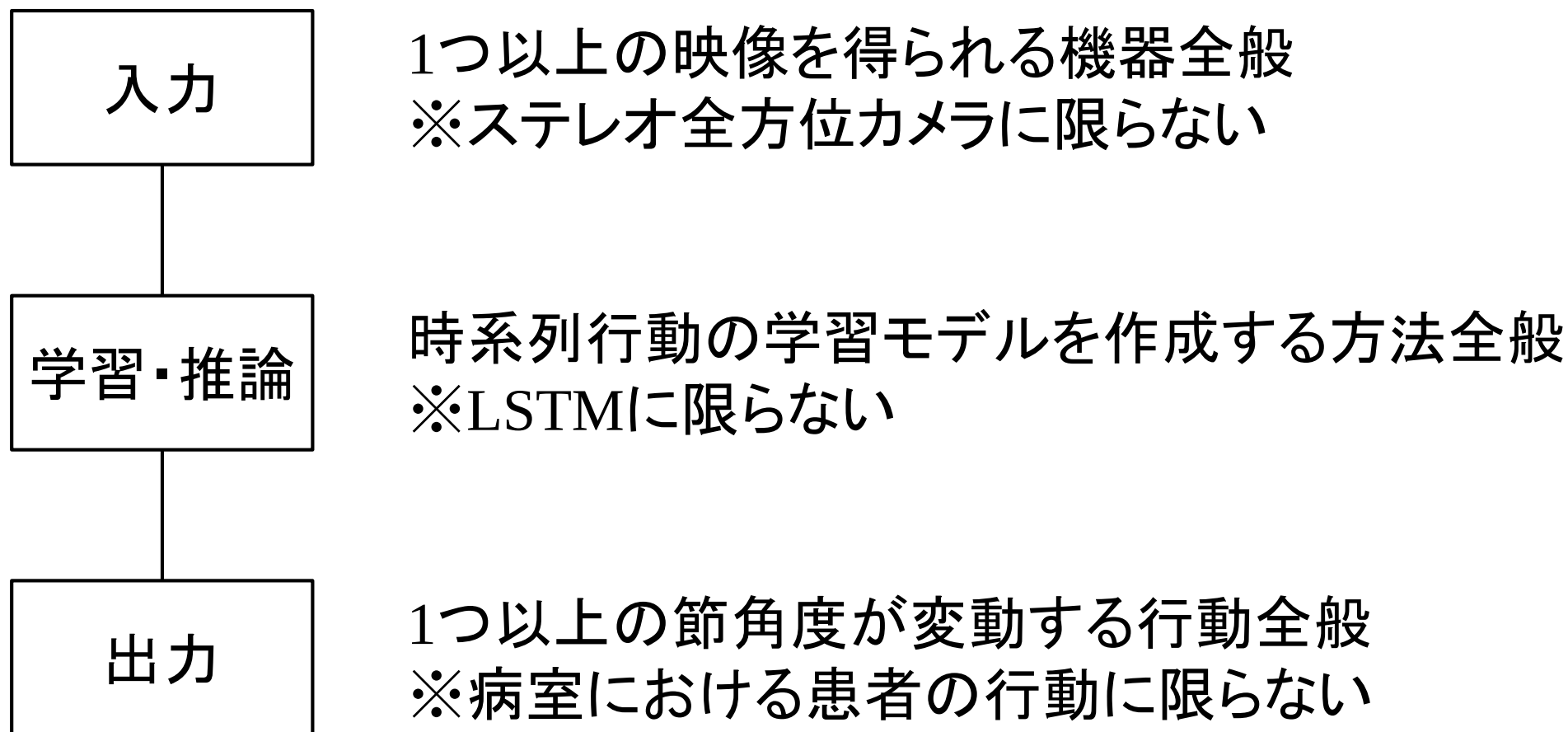
推定フェーズ

関節情報を用いた個人識別

- 関節のベースおよび各関節の長さを用いて比率を計算
- 比率の微細な違いから個人を識別



出願特許の範囲



新技術の特徴・従来技術との比較

- 提案システムにより、単一の装置で複数人同時・複数行動の同時検知が可能となる(学習次第で、様々な行動に適用可能)。
- 昼夜を通して無人でのモニタリングが可能となる。
- 見舞い者および医療従事者と患者を識別することで誤検知を回避可能となる。
- うつ伏せ転倒時など顔がわからない状況でも、個人を特定可能となる。

想定される用途

- 様々な分野における業務効率の向上
 - 病院における患者の行動モニタリングによる事故防止
 - 介護施設における高齢者の見守り
 - 工場における従業員の安全管理
- スキル可視化が主観で行われていた分野への応用
 - スポーツにおける選手のスキル
 - 伝統芸能などにおける初心者と熟練者の動きの違い
- その他
 - 防犯カメラによる不審者の行動検知

実用化に向けた課題

- 赤外線ステレオ全方位カメラによる3次元関節の可視化を行う試作システムを開発済み
- 検証の不十分さ
 - 大規模なデータによる精度検証
 - 関節による個人識別の精度評価
 - 実用環境に基づく条件によ性能評価
- 現場実装のためのハードウェア・ソフトウェアの改良
 - 処理の高速化
 - システム全体の小型化
 - 通知システムとの連携

企業への期待

- 提案システムにおけるハードウェア・ソフトウェア改良の検討と統合したシステムの開発
- 実運用環境によるシステム評価の実施協力・参画
- 製品サービス化・アプリケーション化・応用先の検討

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 行動推定システム、モデル学習システム、
行動推定方法、モデル学習方法、プログラム
- 出願番号 : 特願2020-107301
- 出願人 : 岩手県立大学
- 発明者 : 今渕貴志、村田嘉利、
プリマ・オキ・ディッキ・アルディアンシャー

お問い合わせ先

岩手県立大学

研究・地域連携本部 研究・地域連携室

TEL 019-694-3330

FAX 019-694-3331

e-mail re-coop@ml.iwate-pu.ac.jp