

人工知能を応用した 整形外科における生体内での 関節運動計測に関する研究

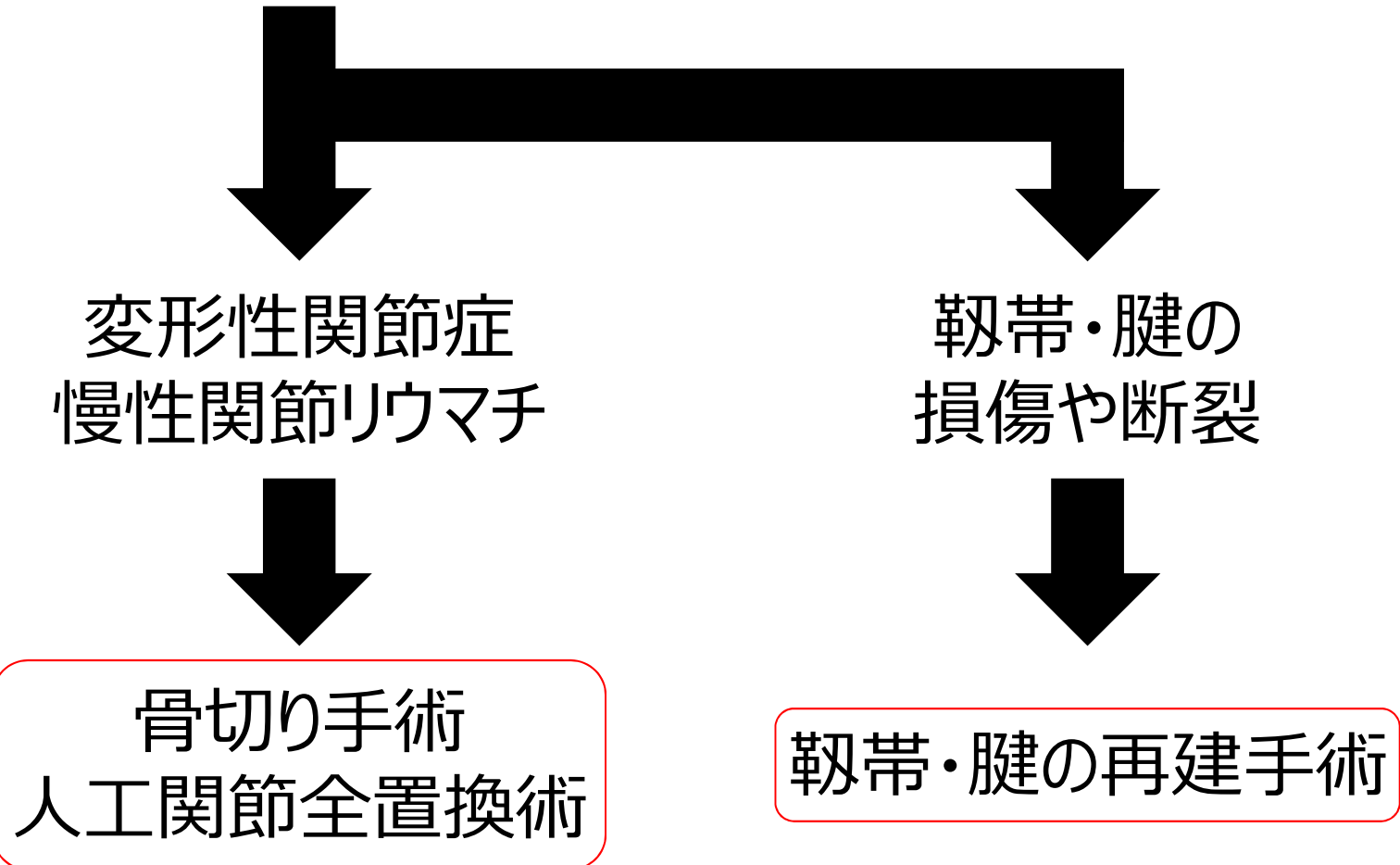
北九州工業高等専門学校
生産デザイン工学科
機械創造システムコース

池部怜

Background

整形外科における関節手術

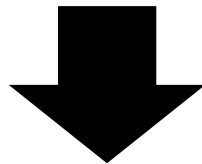
関節の複雑な6自由度運動，体重などからの負荷
加齢による疲労，スポーツ・事故による外傷



Background

整形外科領域における課題

- 健常関節のキネマティクスの解明
- 種々の関節疾患の発生メカニズムの解明
- 荷重下での関節運動による定量的な術後評価
- 術後の脱臼などの合併症防止のための術前計画
- インプラント（人工関節）の摩耗・破損の防止



In vivo（生体内）における動態解析（関節運動の計測）が課題解決の研究の一つとして盛んに行われている

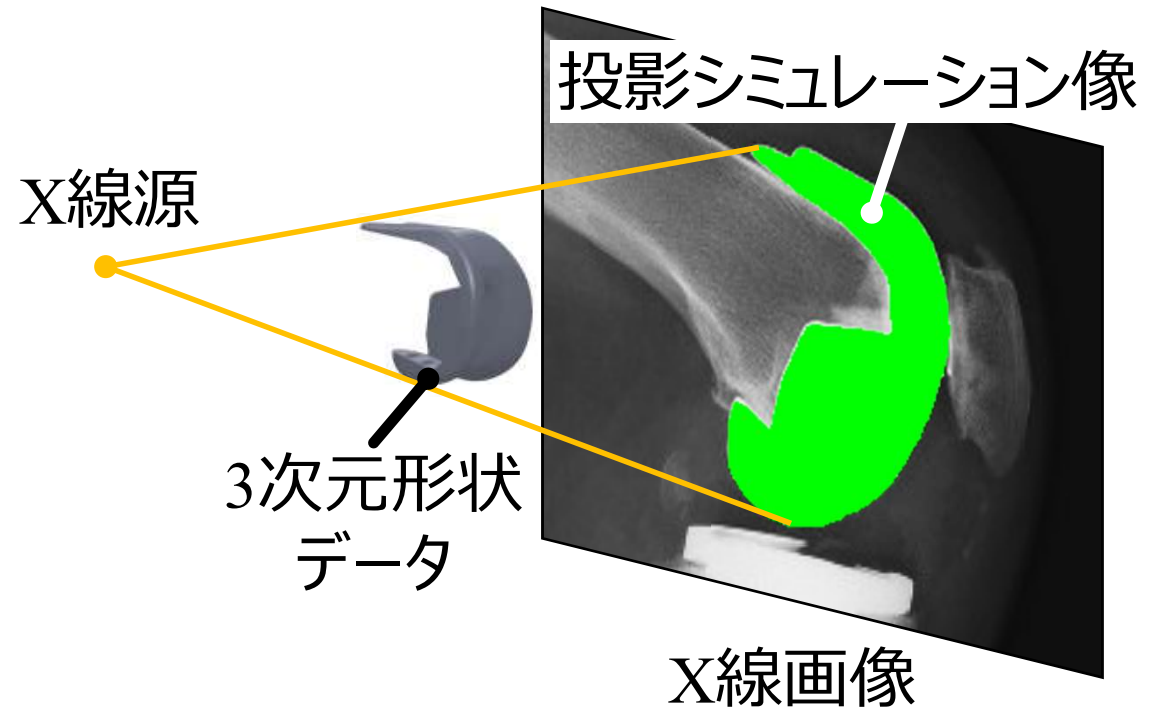
Background

2D-3Dレジストレーション法を応用した動態解析技術

FPDより得られた1方向X線動画像と投影シミュレーション像を重ね合わせることで、対象の空間位置・姿勢を計測する技術



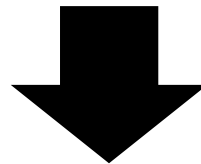
FPDおよび1方向X線動画像



Background

*In vivo*における関節の動態解析

- ✓ 関節の運動メカニズムの解明
- ✓ 手術介入前後の関節運動の定量的計測・評価
- ✓ インプラント設置角度などの術前計画
- ✓ 人工関節全置換術後の接触解析による摩耗・破損の予測
- ✓ インプラントのデザインの改良

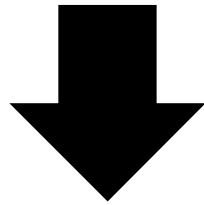


臨床医療のさらなる発展には、十分な症例数の動態解析例の蓄積が必要である。

Background

動態解析技術の問題点

1方向X線画像内のすべての範囲を操作し，空間位置・姿勢を推定すると膨大な時間がかかる



一部をマニュアルで行うことで
動態解析時間を短縮

ステップ1：オペレータがマニュアルで投影シミュレーション像を変化させ，対象と投影シミュレーション像をマッチングさせる

ステップ2：コンピュータが自動で投影シミュレーション像を変化させ，最終的な空間位置・姿勢を推定する

対象関節・対象動作の増加に伴い動態解析の需要が高まり，動態解析技術のさらなる高速化・自動化が求められている

Aim

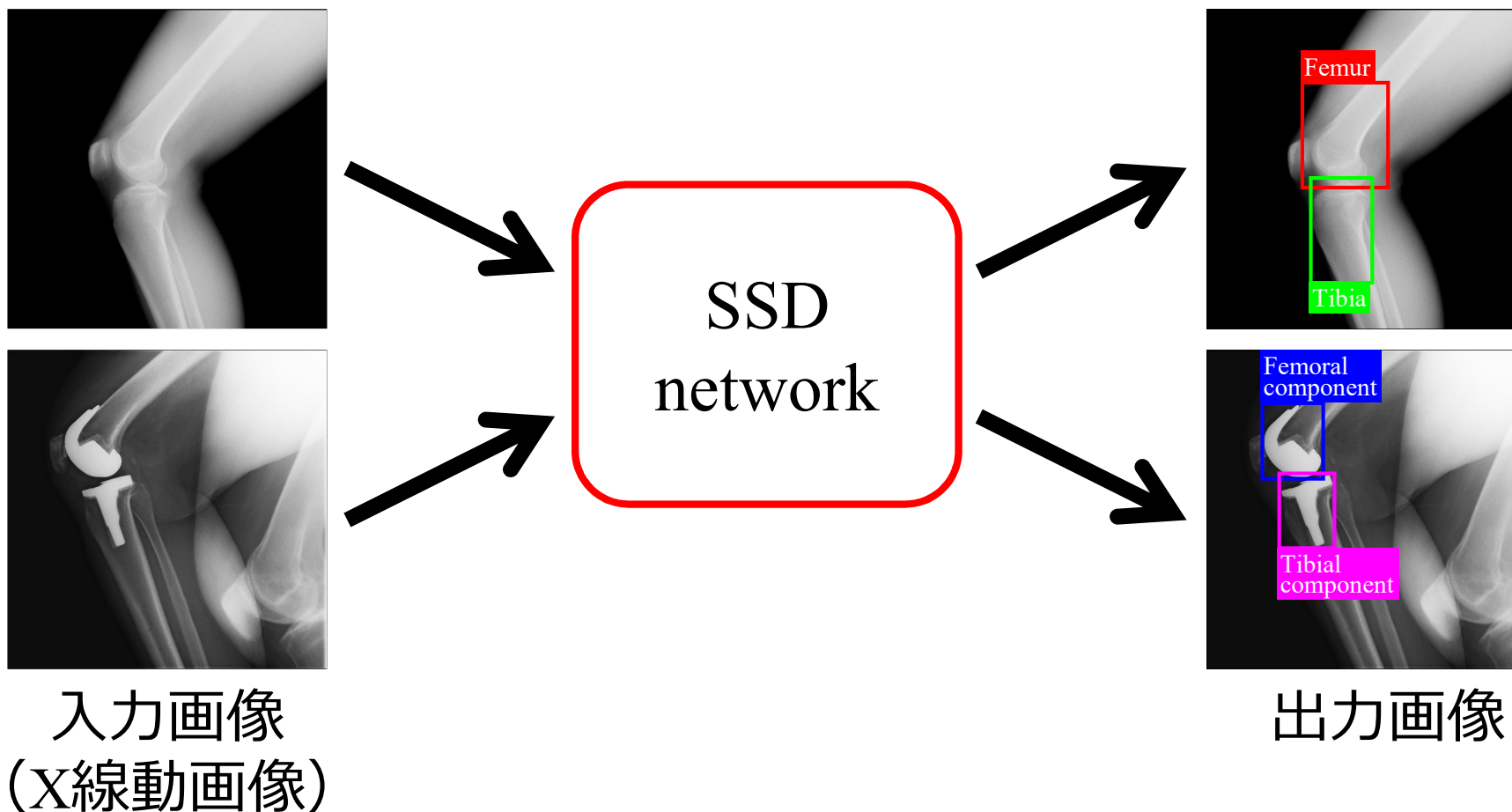
ステップ1（マニュアルでのマッチング）に人工知能を導入することで、自動化・高速化を可能とした動態解析技術を開発することを目的とする。
さらに、GPU処理による投影シミュレーション像の作成を行うことで動態解析の高速化を図る。

- ① SSD (Single Shot Multibox Detector) による対象の投影位置の検出
- ② CNN (Convolution Neural Network) による投影像からの対象の姿勢推定
- ③ GPU処理によるイメージマッチングの高速化

Method

SSDによるX線画像内の対象位置の検出

画像内にある複数の対象物に対して、対象の位置の検出と検出した対象の種類を識別するアルゴリズム



Method

CNNによる投影像からの対象の姿勢推定

投影像は3次元形状データに与える回転角度によって線形的に変化するため、回帰問題と捉えてCNNを用いて姿勢推定を行う。

屈曲角度 | 内転角度 | 内旋角度

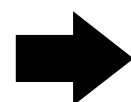
0度



0度



0度



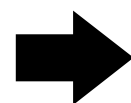
45度



10度



20度



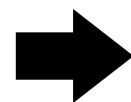
90度



20度



40度



入力画像
(SSDの検出画像)



CNN
network



出力

屈曲角度
内転角度
内旋角度

Expected results

人工知能による動態解析技術の高速化・自動化

動態解析の症例数の蓄積

- 臨床手術の術式の改善
- 臨床手術の定量的な術後評価
- インプラントのデザイン改良

リアルタイムでの動態解析の実現

- 関節疾患の経時的かつ詳細な診断
- 関節疾患の早期診断の支援技術
- 荷重下での動的な関節疾患の診断支援技術

健康寿命の増進や生活の質の改善につながると考えられる。