

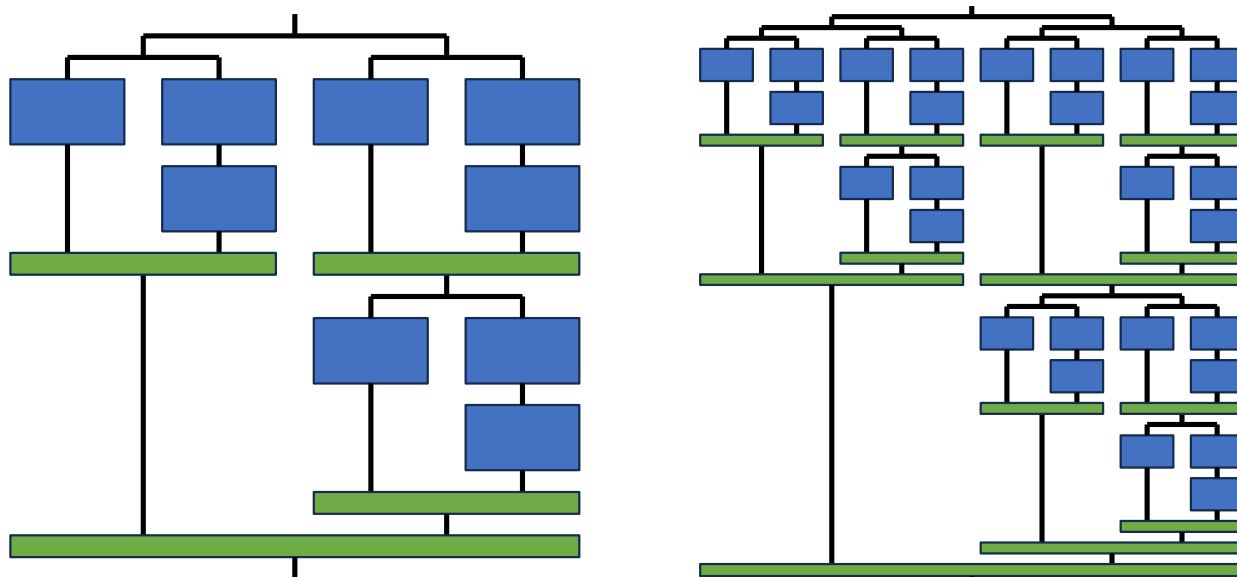
プロジェクト研究： 高精度パターン認識技術に関する研究

研究代表者：鎌田 清一郎

機械に様々なパターンを認識させる研究は、1950年代から行われ、確率統計などを応用してパターン間の近さ、距離、類似性を測ることをベースにして発展してきた。パターン認識技術の応用としては、1990年頃から人そのものに関する情報に着目したバイオメトリックス研究、自動運転を対象とした車外環境認識研究など、社会実装を経て実用化されている。しかし、人間のパターン認識能力は、機械では実現不可能なレベルにあり、人間の認識系の解明はサイエンスそして工学的に意義のある学問領域である。本研究は、人間の視覚情報処理レベルに少しでも近づけるための方法論を導くため、独自のパターン認識技術を確立しようとするものである。基礎研究のみならず、その応用として、バイオメトリックス個人認証、医用画像処理、リモートセンシング画像解析、テキスト解析、自動運転等を取り上げ、特徴抽出から認識系を計算機上にシミュレートすることを目的とする。

この目的を達成するため、深層学習をベースとした高精度なパターン認識アルゴリズムの確立と、その応用として画像、映像、3D点群、リモートセンシング画像など、様々なイメージメディア情報を対象とした画像認識システムの実現を目指している。

(1) パターン認識の基礎的研究として、画像情報からフラクタル表現への構造変換に関する方法論の研究を行ってきた。自己相似性を有するフラクタル構造をニューラルネットワークに応用し、またウェーブレット変換を利用した情報伝搬を行う機構を導入し、高精度かつ高速な識別手法を確立した。この成果の一部として、2026年6月Neural Networksに *FracNeXt: Enhancing visual representation learning in sequence models with fractal wavelets*と題した論文が掲載された。



自己相似性によるフラクタルネットワーク構造の例

(2) パターン認識の応用として、個人識別を目的とした、3Dジョイント関節に基づく歩容認識フレームワークを構築した。Gait Energy Image (GEI)などの外観ベースの手法は、その単純さと計算効率の高さから、過去20年間にわたり歩容認識において広く採用されてきたが、様々な外部要因の影響を強く受けることが知られている。これらの問題に対処するため、3つの代表的な特徴、すなわちモーション連動特徴、スケルトン方向特徴、およびジョイント軌跡特徴を抽出した3次元歩容モデルを提案した。これらの特徴は、個々のフレーム内および連続するフレーム間で、局所的・全体的ならびに空間的・時間的な関節間の相関を捉えるように設計されており、個人識別においてより識別力の高い表現を可能にする。この成果の一部として、2026年5月 Pattern Recognitionに Individual identification using a novel 3D gait model from human joints and Joint-Features Set Abstractionと題した論文が掲載された。



歩容外観画像



点群データ

(3) 自然災害への対応を迅速に行うリモートセンシングへの応用として、合成開口レーダ (Synthetic Aperture Rader, SAR) は人工衛星や航空機に搭載され、マイクロ波を用いた観測を行うため、昼夜や天候条件に依存せず広域を高精度に観測できるという特徴を持つ。特に、災害発生時など光学観測が困難な状況においても安定した観測が可能であり、防災・減災の観点からその重要性が高まっている。近年では、NISARミッションなどの国際プロジェクトによりマルチバンド SAR 画像の解析が社会的に受容されつつあり、土地被覆分類や環境モニタリングへの応用が進められている。本研究では、複素数の位相情報を保持したままの特徴抽出が可能となる複素型 ViT (Complex-Valued Vision Transformer, CV-ViT), および双方向複素型交差注意機構を導入したマルチバンド SAR 土地被覆分類モデルを確立した。この成果の一部として、2026年9月 ICIPW2026にて研究発表を行う。