

# ● 深層学習を活用した Ai-CT画像の3D骨格形状から の年齢推定法とその自動化

An age estimation method of 3D skeletal shapes in postmortem CT images using a convolutional neural network.

科学警察研究所法科学第一部生物第二研究室 | 今泉和彦

身元不明死体の身元確認に必要な年齢推定について、Ai-CT画像から得られる3D骨格に対して畳み込みニューラルネットワークを導入したところ、高精度に年齢推定ができることが確認された。また、Ai-CT画像の読み込みから年齢推定までの自動化を試みたところ、深層学習であるU-netを導入する等により、簡単な操作で年齢推定や機械学習資料の追加収集ができるシステムが開発された。

Age estimation is important task for the personal identification of dead bodies. We developed a novel age estimation method for the 3D skeleton captured in postmortem CT (PMCT) images using a convolutional neural network (CNN), VGG16. Mean absolute errors (MAE) of the estimation were 7.12 and 7.81 in the lateral view of the pelvis and that of the lumbar vertebrae, respectively. A software system enables us to estimate the age and to prepare the teaching images for CNN automatically from PMCT images was developed. By using the CNN, precise and objective age of unknown dead bodies can be estimated rapidly by the personnel who doesn't have a knowledge of physical anthropology.

## ● はじめに

死因究明のための死亡時画像診断 (Ai) は近年さらに活発になってきており、2021年に報告された総務省による調査<sup>1)</sup>によれば、2018年において、警察が取り扱う死体(警察取扱死体)約170,000体のうち約60,000体(約35%)に対してAiが実施されている。これらの中には身元不明死体も含まれており、遺体の身元確認へのAi-CT画像に撮影された骨格形状の活用が法人類学(Forensic Anthropology)分

野で試みられている。本稿では、当研究室がみずほリサーチ&テクノロジーズ社とともにやっている、Ai-CT画像から得られる3D骨格形状に対するAI(Artificial Intelligence)技術の導入について紹介する。

## ● 骨からの性別・年齢推定へのAi-CT画像の活用

当研究室では、殺人死体遺棄事件等に関わる身元不明白骨死体等の個人識別を行っており、その作業で重要となる骨からの性別・年齢推定法の研究に取り組んできた。研究の遂行には性別・年齢既知

の骨格標本を必要としたが、これらを新規に入手することが極めて困難であったため、研究開発は長い間停滞していた。

そのような厳しい状況にあった中、10年ほど前から死因究明を目的としたAi-CT画像の撮影が急速に普及してきた。死因究明ではAi-CT画像の主に軟部組織を観察対象とするが、画像には詳細な骨格の形状も当然含まれており、この骨格の3Dボリュームレンダリング像を上記研究の資料として用いることができるようになったのである。当研究室は2014年から筑波メディカルセンターとの共同研究の下にAi-CT画像の提供を受け、骨格

3Dボリュームレンダリング像を資料とした各種研究を行っている。

これまでの骨の性別推定は、あらかじめ定められている解剖学的計測点をもとに骨の大きさを測る人類学的計測や、性差を示す部位を肉眼的に観察してその程度をスコア付けする方法によって行われてきた。また、年齢推定についても加齢変化がみられる部位を観察・スコア付けする方法が主に用いられてきた。しかし、肉眼的観察による方法には多くの経験が求められ、今後の検査精度の維持や検査技術の継承に問題があった。そこで当研究室では、より客観的な性別・年齢推定ができるよう、機械学習の導入を試みた。これまでに、サポートベクトルマシン(SVM)による頭蓋骨3D形状からの性別推定法<sup>2)</sup>、サポートベクトル回帰(SVR)に

よる寛骨、腰椎、大腿骨のキャプチャ画像からの年齢推定法<sup>3)</sup>を開発し、良好な成績を得ている。

これらの基本的な機械学習法に加えて、近年では畳み込みニューラルネットワーク(CNN, Convolutional Neural Network)をはじめとする深層学習が、放射線医学を含む広い領域で医療画像の解析に用いられている。当研究室でもAi-CT画像の骨格からの年齢推定にCNNを導入したので、その成果を報告するとともに、Ai-CT画像の入力から深層学習に至るまでの過程を自動化する試みについて紹介する。

### ● 深層学習による骨からの年齢推定

これまでの研究<sup>3)</sup>で、寛骨や腰椎には

明瞭な加齢変化がみられ、機械学習(SVR)によって良好な年齢推定ができることが示されたので、これらのキャプチャ画像を資料としてCNNによる年齢推定法の開発を試みた。CNNは既存のネットワークであるVGG16<sup>4)</sup>を転用して構成した。VGG16は、ILSVR(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge)という画像認識の精度を競う国際的なコンペティションにおいて、あらかじめ指定されたテスト画像をImageNetという巨大な画像データベースを学習することで高精度に識別した深層学習ネットワークである。このときの学習済みネットワークを転用することで、我々が入力する画像の特徴量が取り出され、最終的な学習(ファインチューニング)に供することで年齢推定が行われる(図1)。

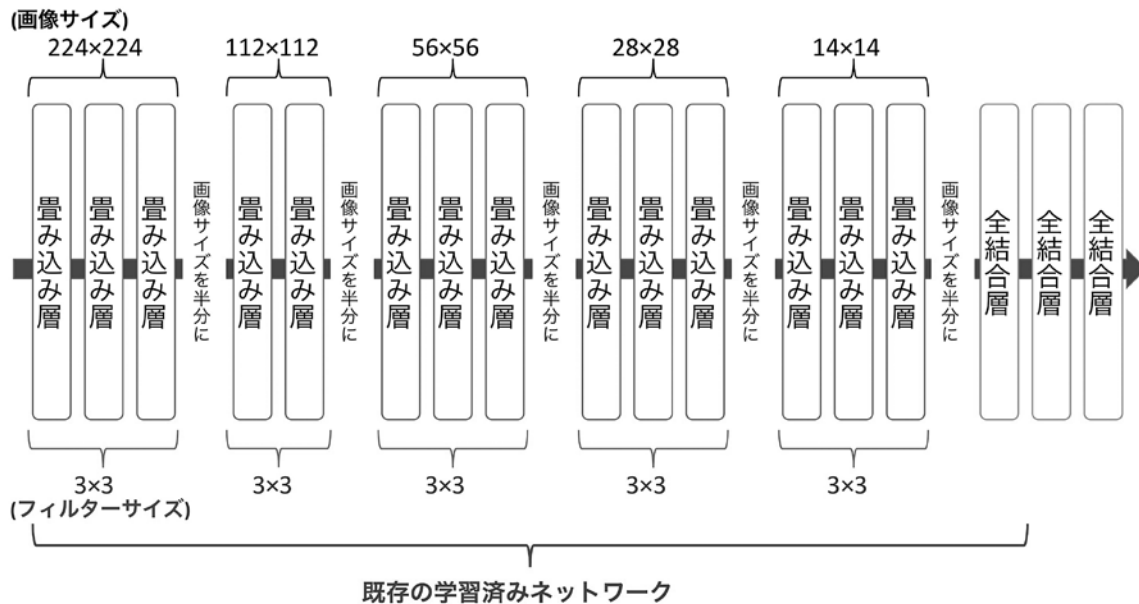


図1 VGG16ネットワークの概略図

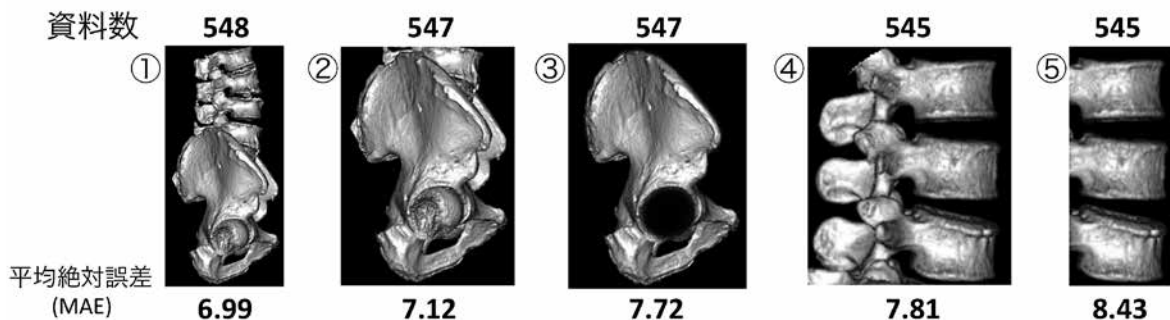


図2 CNNに供した部位および結果(ミニバッチ数: 32、エポック数: 200で学習)