

# PET-CT による医療画像自動診断システムの構築 - 並列実行が可能なアルゴリズム記述と実行基盤

後藤田 結† 金子 つばさ\* 佐藤 貴子‡ 田村 直良‡ 有澤 博††

横浜国立大学大学院環境情報学府† 株式会社リアルメディアラボ\*

相模女子大学学芸学部メディア情報学科‡ 横浜国立大学大学院環境情報研究院‡‡

横浜市立大学大学院医学研究科††

## 1. はじめに

現代の医療において画像による診断は重要な役割を占めている。特にCT, MRI などによる3次元画像—実際にはスライス(横断面)画像の列—を専用のビューワを用いて精査することは、広範囲を一度の検査で診断できるので非常に有用である。最近では、高齢者の死因の3分の1を占めるといわれる悪性腫瘍(がん)を全身から感度良く見つけられることからPET(Positron Emission Tomography)とCTを組み合わせたPET-CTが、検診や診療に広く用いられるようになった。PET-CTから得られる画像はDICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine)という規格で、解像度は128x128または256x256、スライス枚数はPET, CTそれぞれ300枚程度である。しかし医師(読影医)がこれら画像1枚1枚から小さい異変までくまなく精査するには、熟練者でも相当に注意集中が必要で、ストレスの多い作業と言われている。

一般に画像診断のような作業は、コンピュータのエキスパートシステムによる支援が有効である。しかし医療画像は個人差が激しい上、医師の経験知識をアルゴリズム化するのは非常に困難と言われている。著者らのグループでは熟練読影医と連携し、PET-CT画像から安定して異常(がん候補)領域を見つけ出し、各異常のレベルを数値化するPET-CT CAD(Computer Aided Diagnosis)システムの研究開発プロジェクトを10年余りに渡り続けてきた。本研究報告では、そのシステムの根幹を支えるアルゴリズムの並列実行基盤の構築とその評価について報告する。

## 2. 医療画像診断エキスパートシステム

著者らが構築した医用画像診断向けエキスパートシステムの概要を図1に示す。

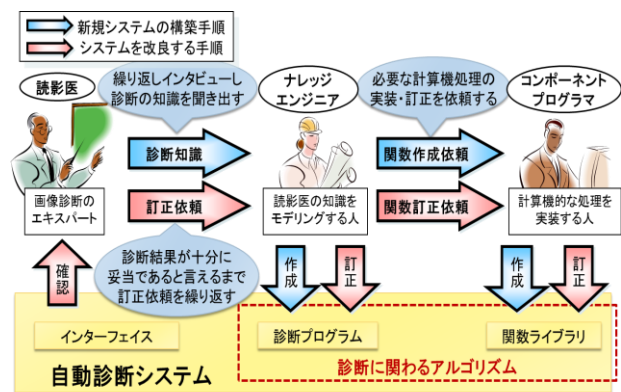


図1. 医用画像診断エキスパートシステムの概要

図1からわかるように、本システムでは専門家(読影医)から読影の技術・ノウハウを聞き取り、それをアルゴリズム記述に変換して知識ベースの中に蓄積する。この役割を担うのがナレッジエンジニアと称する人物であり、医学とアルゴリズム記述の両方のエキスパートであることが求められる。このように本システムでは基本技術を熟練医に学ぶことによってアルゴリズム化し、それを推論エンジンが解釈実行することによって診断が成り立つ仕組みとなっている。さらに診療の現場において、実症例に照らしてアルゴリズムの自己修正が行われる仕組みも考えられているが、それは本報告の範囲に含まれない。

## 3. 並列実行が可能なアルゴリズム記述

読影医の診断は一見逐次的な画像判断の連なりのように見えるが、個々の動作は並列して行えるものと他の動作の結果を利用して行うものがある。例えば肺の領域を確定してから肺内部の異常領域を検出する。このように個々の動

Design and Construction of Computer Aided Diagnosing System based on PET-CT Images and its Parallel Execution Platform

†Yui Gotoda, Yokohama National University

\*Tsubasa Kaneko, Realmedia Lab. Corp.

‡Takako Sato, Sagami Women's University

‡‡Naoyoshi Tamura, Yokohama National University

††Hiroshi Arisawa, Yokohama City University

作には実行順序の制御が必要である。それぞれの動作は負荷の大きい3次元空間の画像処理関数であることも多いので、並列化による高速化は重要である。一例を図2に示す。

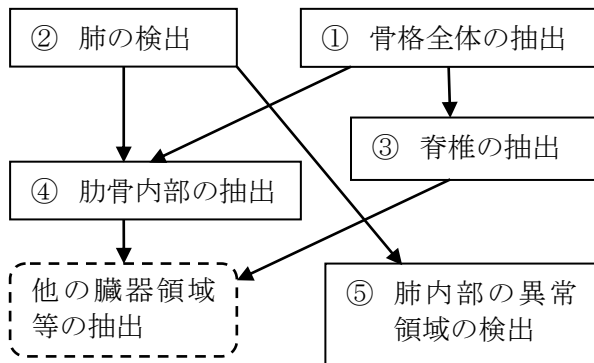


図2. 実行順序制御が必要な並列動作の一例

ここで「②」と「①→③」は並列に行えることが分かる。著者らのシステムでは独自の並列アルゴリズム記述言語を開発しており、その言語で記述したアルゴリズムの一部を図3に示す。

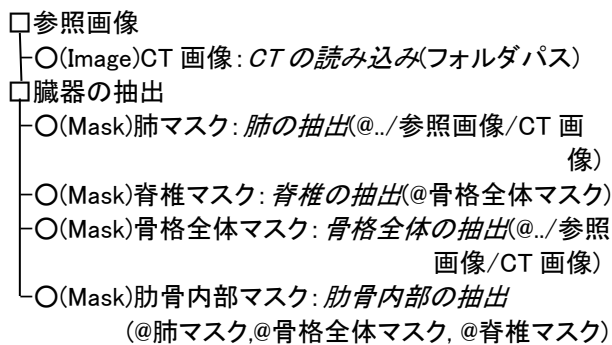


図3. 並列アルゴリズムの記述例

ここでは、全体は階層を持つ木構造で表され、□はその中間節を示している。□に付く○はそこに新たに生成されるデータを示し、その生成方法が

**○(データ型)データにつけられるラベル: データを生成するための関数名(関数が用いる引数)**

のように記述されている。引数が /.../...のように記述されているとき、木構造の他の節に(生成されて)付着しているデータを参照している。すなわち、参照先のデータが生成され終わってないと関数を実行することができない。この仕組みにより並列実行順序が制御される。

#### 4. 並列アルゴリズムの有効性検証

実際の DICOM データを用い、同じ診断アルゴリズムを、シングルスレッドを用いて実装した場合と、マルチスレッドを用いて実装した場合とで速度を比較した。シングルスレッドでは、参照関係を基に実行可能順に並び替え、逐次実行した。実験は、6 コアのコンピュータを用いて行った。実行結果を表1に示す。

表1. 並列アルゴリズムの実行速度比較

	症例A	症例B	症例C	症例D	症例E
シングルスレッド(秒)	918.51	885.07	1416.29	1654.80	1995.48
マルチスレッド(秒)	415.62	410.70	703.14	792.72	1012.00

症例ごとに実行時間に差はあるが、シングルスレッドに比べて、マルチスレッドでは2倍程度速くなっていることがわかる。

#### 5. まとめ

本研究では PET-CT CAD の実行アルゴリズムが並列実行できることを示し、実際のデータを用いてマルチスレッドにおける高速化が可能になることを確認した。

#### 謝辞:

本研究は科学研究費補助金基盤(B)15H02706による支援を受けています。また本研究の基盤システムの構築に当たり横浜国立大学大学院環境情報学府情報メディア環境学専攻(当時、現在は伊藤忠テクノソリューションズ株式会社所属)の平賀辰樹氏の力強いご協力を得ました。ここに深く謝意を表します。

#### 参考文献:

- 山本康彦: C#によるマルチコアのための非同期/並列処理プログラミング、技術評論社(2014)
- 有澤博, "医師の手法を模倣した PET 画像自動診断システムの構築", 信学技報, Vol. 105, No. 117(DE2005-18, PRMU2005-39), pp. 29-34, (2005).