

構造化オブジェクトデータに基づく自動診断エンジンの構築

関谷 隆行[†] 圓田 幸宏[†] 石井 久治[†] 佐藤 貴子[‡] 有澤 博[‡]

横浜国立大学大学院環境情報学院[†] 横浜国立大学大学院環境情報研究院[‡]

1. はじめに

近年、医学診断に CT や MRI をはじめとする多くの医学画像が用いられるようになった。その中でも PET (Positron Emission Tomography) によるガン検診 (FDG-PET) は、一部の臓器を除いて早期ガンの発見に役立つとされており、注目を集めている画像診断である [1]。医師が画像診断を行う際には、臓器や異常と思われる領域の形状、位置関係といった解剖学的知識が重要な手掛かりとなる。しかし、PET 診断で得られる画像は、細胞の活動度合いを表した機能画像であるため、診断には高度な専門知識を要する。このため、PET 画像を用いた診断のできる医師が不足しており、計算機による何らかの診断支援が期待されていた。そこでわれわれは、医師の診断過程を忠実に模倣する方法で、医師に代わって自動診断を行うシステムの研究を行ってきた [2]。本稿では自動診断システムに必要なデータの扱い方を中心に、どのようにシステムを構築し、自動診断が実行されるかについて述べる。

2. 自動診断システムが扱うデータのモデル化

これまでの医師へのインタビューから、医師はガン細胞や臓器の境界を明らかにし、その境界によって区切られた領域の解剖学的な位置や形態、包含関係を把握 (以下、認識) することで正確な診断を行っていることがわかった。また、領域は「臓器」「臓器内の部位」「集積」という三つのレベルで認識されることもわかった。臓器レベルの領域は「肺」や「肝臓」など、臓器内の部位は「肺の中の肺門付近」「肺の辺縁部」など、集積レベルの領域はガンが疑われる集積を表した領域である。この三つのレベルは包含関係になっており、集積は臓器内の部位に含まれ、臓器内の部位は臓器に含まれる。

以上より計算機上では、画像中で認識された領域の位置や形態をマスク画像としてあらわし、その包含関係を階層構造で表すこととした。

また、マスク画像は全身に対するマスクの位置などの属性も含まれるが、階層構造中では自然な形で表現できる。さらに、領域に関する様々な属性も階層構造の中で自然な形で表現できる。そこで、自動診断システムの中ではすべてのデータを一つの構造化オブジェクトとして管理することとした (図 1)。

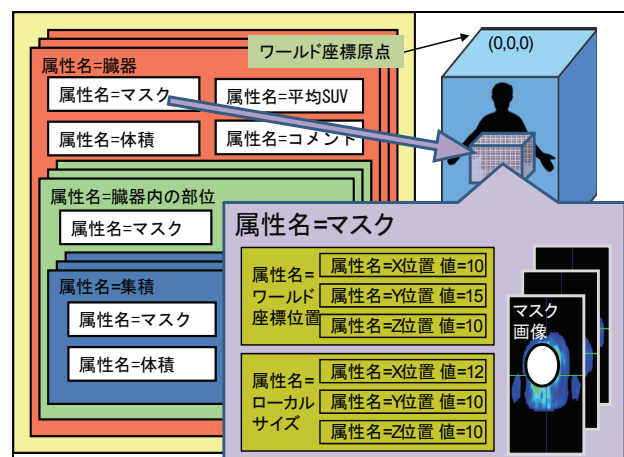


図 1. 構造化オブジェクトデータ

3. 構造化オブジェクトデータの詳細

構造化オブジェクト内のオブジェクトは図 1 にあるとおり、属性名で識別する。このとき、ある属性のオブジェクトを指定するために次のようなパス形式を用いる。

`/AttrName1/AttrName2`

例えば、図 1 の集積は

`/臓器/臓器内の部位/集積`

のように表すことができる。

また、この構造化オブジェクトデータを参照して、何らかの計算を行い、その結果を構造化オブジェクトデータに格納する操作は、次のコメントで記述する。

`/retPath:attr`

`Function (/refPath1, /refPath2)`

このステートメントは、計算機能 (関数) 「Function」が、構造化オブジェクトの中の属性「/refPath1」「/refPath2」を参照し、結果を構造化オブジェクトデータの中のパス「/retPath」下に「attr」という属性名で格納せよ、ということの意味している。

Construction of an automated diagnosis system based on Structured object data model

[†]Takayuki SEKIYA, Yukihiko ENDA and Hisaharu ISHII, Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

[‡]Takako SATO and Hiroshi ARISAWA, Faculty of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

4. アルゴリズムの記述とアルゴリズムの実行

これまでのインタビューから、医師の診断プロセスは「ある領域に注目（参照）してそこから新しい領域を認識する」という手続きの列で記述できることがわかった。これは、診断アルゴリズムとそこで扱われるデータを、

*/retPath:認識された領域の名前
領域を導出する関数*

(/参照領域 1, /参照領域 2, ...)

というステートメントの列で記述できることを意味する。このステートメントの列からは、構造化オブジェクト中のある属性がどのタイミングで生成され、どこを参照しているのかを特定でき、データ構造が変化していく様子を機械的に、かつ容易に解析することができる。

これによりシステムは、あるステートメントが実行されるにはそれ以前にどのステートメントが実行済みであればよいかを解析できて、その解析から処理を並列化して高速な診断が可能となる。

5. 検討

我々は医師へのインタビューから、領域認識に関するモデルを、領域の包含関係に着目して図 2 のようにモデリングした。図中では実線矢印が領域の親子関係を表す（破線矢印は後述）。

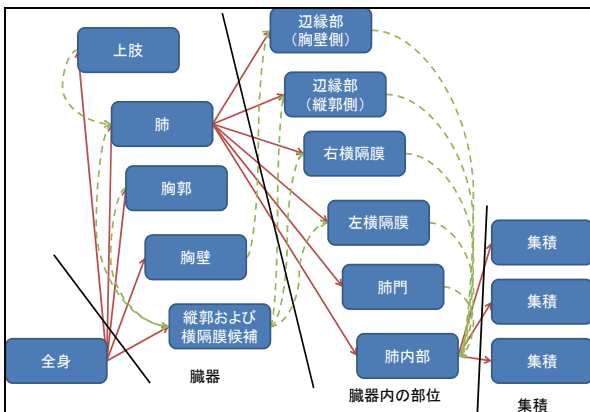


図 2. 領域（属性）の包含関係と参照関係

またこのとき、図のそれぞれの属性を導出する関数がすべて用意されていて、その領域を導出するステートメントは前節の記述法に従い記述すると次のようになる。

*/:全身 ロード()
/全身:上半身 上半身認識(/全身)
/全身:肺 肺認識(/全身, /上半身)
/全身:胸郭 胸郭認識(/全身)
/全身:胸壁 胸壁認識(/全身)
/全身:縦隔 縦隔認識(/全身, /肺, /胸郭)*

/全身/肺:肺門 肺門認識(/全身/肺)

...

このステートメント列を解析し、属性間の参照関係を表したものが図 2 の破線矢印である（矢印の向きは、「被参照→参照」）。また、実線矢印は暗黙的に参照関係も表している。この図 2 は、図 3 のように矢印が常に下方向へ向かうように変形でき、ここで同じ高さにある属性には参照関係がなく、導出する関数を同時に並列して実行することが可能であるといえる。

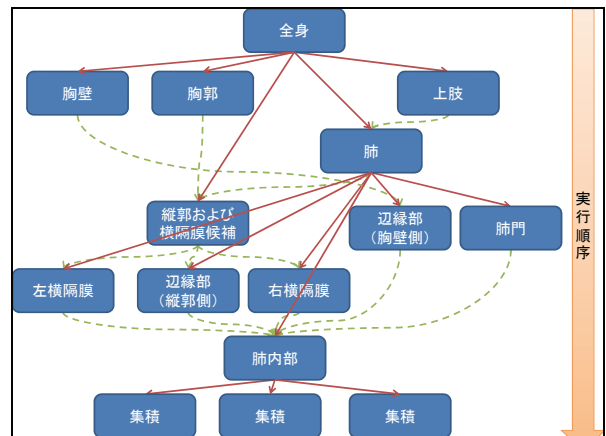


図 3. 領域（属性）導出の実行順序

6. まとめ

本稿では、医師の診断を模倣するような自動診断システムを構築する上で必要とされるデータのモデリングを行い、それらのデータが導出されるステートメント列を解析することで容易に並列実行できることを示した。今後は、PET 画像診断に限らず、より汎用的な自動診断システムの構築について研究を進めたい。

・謝辞

本研究は、平成 17 年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究(A)による。また、本研究を行うに当たり、横浜市立大学大学院医学研究科井上登美夫教授と鈴木晶子医師にご協力いただいた。ここに謹んで謝意を表する。

・参考文献

- [1] 中本裕士, “PET/CT の実際と最近の動向”, 画像診断, Vol. 25, No. 9, pp. 1151-1159, September 2005.
- [2] 荒井淳, 遠藤智絵, 有澤博, 鈴木晶子, 井上登美夫, “全身 PET を用いたガン診断のモデリングと自動診断システムの構築”, 信学技報, Vol. 104, No. 347(DE2004-115, DC2004-30), pp. 7-12, October 2004.