

DB を用いた確定診断情報の蓄積および検索による PET 読影支援手法

青木 裕紀[†] 植田 賢[†] 富井 尚志[‡]

[†] 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

[‡] 横浜国立大学大学院環境情報研究院 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7

E-mail: [†] {d06hc001,d05hc008}@ynu.ac.jp, [‡] tommy@ynu.ac.jp

あらまし 近年注目されているがん診断のための撮影手法である、Positron Emission Tomography (PET)は、細胞の糖代謝という体内の機能を撮影するため、形態の変化からだけでは判定が困難ながんの進行度や、まだ形態の変化がおきていないような初期の小さながんの発見に有効であると期待されている。PET 画像の読影には固有の医学的知識や経験が不可欠であるが、現在それらの知識は明確には蓄積されていない。そこで我々は、読影時に生じるデータをモデル化し、統一的な医学知識をベースに全情報を蓄積、医師全体で共有できる DB モデルを提案してきた。本稿では、読影時の情報に加え、読影後の確定診断の情報も読影情報に関連付けて DB に蓄積するためのモデル化を行い、読影時に検索によって確定診断情報を利用することで、確定診断情報からわかる PET 診断における偽陽性例や典型的な異常例、特定部位の病症例といった検索が可能とし、PET 読影の支援とする手法を提案する。また、そのための PET 画像 DB の登録・検索インタフェースを実装し、検索の機能的考察を行い、本手法の有効性の評価を行った。

キーワード 陽電子放射断層撮影, PET, 診断支援, 医用画像データベース

PET Interpretation Support Method by Store and Retrieval of Confirmed Diagnosis Data Using DB

Hironori AOKI[†] Masaru UEDA[†] and Takashi TOMII[‡]

[†] Department of Information Media and Environment Sciences, Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

[‡] Faculty of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

79-7 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501 Japan

E-mail: [†] {d06hc001, d05hc008}@ynu.ac.jp, [‡] tommy@ynu.ac.jp

Abstract In recent years, diagnosis by whole-body PET (Positron Emission Tomography) images are considered as an effective method of finding cancer. We have proposed a modeling method to share these proper knowledge with doctors by using a database. In this paper, we propose PET interpretation support method by modeling DB to store confirmed diagnosis data and retrieval of confirmed diagnosis information at the PET interpretation. Firstly we considered required function of a system for integrating PET diagnosis information and confirmed diagnosis information. As for the result, we implemented prototype of the system, and also evaluated the effectiveness of it.

Keyword Positron Emission Tomography, PET, Diagnosis Support, Medical Database

1. はじめに

近年、陽電子放射断層撮影 (Positron Emission Tomography : PET) による画像診断が、癌の有効な診断方法の一つとして注目されている。PET は、癌細胞は正常な細胞に比べブドウ糖を過剰に取り込むという性質を利用した撮影法であり、糖代謝という身体の「機能」を撮影するため、画像データの持つ意味が CT や MRI とは本質的に異なる。このため、CT や MRI では難しかった初期の癌の発見が可能であるといわれている。しかし、例えば、「異常集積ではない部位にも生理的集積と呼ばれる集積が起こる」「臓器により集積の度合いが違う」といった

PET 固有の性質があるため、PET 画像の診断においては、PET に関して専門的な知識を有し、またある程度の経験を積んだ PET 画像専門の読影医が行う必要がある。ところが、読影時にどの領域に注目したかといった情報は読影をした医師にしか分からず、このような PET 固有の専門的な知識の十分な共有がなされていないのが現状である。

そこで、本研究室では「データベース(DB)による画像所見の共有」と「検索による画像所見の利用」という観点からコンピュータによる診断支援の方法を提案してきた[1][2]。

これまでの研究で PET 画像の所見の共有や有

効な検索による診断支援を実現してきた。しかし、実際の PET 画像診断においては、読影する医師と確定診断を行う医師が存在するが、読影医への確定診断情報の伝達が行われていないのが現状である。そこで我々は PET 診断後の確定診断の共有や検索を可能にすることで、確定診断結果を読影医にフィードバックするための手法を提案する。

実際の医療現場では、PET 画像で異常を疑う場合であっても、確定診断の結果、実際に癌でないというようなことも多い。本提案手法により、過去の診断情報において、偽陽性や偽陰性の確認といったことが可能となる。また、過去の診断情報から、異常な症例の SUV_{MAX} のみならず正常な症例の SUV_{MAX} も蓄積されることにより、部位毎に異常例・正常例の SUV_{MAX} 範囲の確認といったことが実現可能となる。これらのことは、実際に現場の医師からの望む声も上がっている問題であり、読影の質の向上という観点でも重要である。

そこで本稿では、PET の概要とその読影の問題点について明らかにし、その上で、上記のような確定診断の共有と検索を実現するために、統一的な医学知識をベースに全情報を蓄積できる DB モデルを提案する。まず、実際の医師の所見レポートを参考に確定診断のモデル化を行い、それを元に DB の設計・実装を行う。これにより、確定診断情報からわかる PET 診断における偽陽性例や典型的な異常例、特定部位の病症例といった検索や、各臓器の異常例・正常例別の SUV_{MAX} の範囲を検索により知ることが可能となり、PET 読影の支援になると考える。そして、PET 診断 DB で確定診断結果を管理するために必要な機能について考察し、これを実現するための登録・検索インタフェースの設計・実装を行い、その機能についての有効性の評価を行う。最後に、本研究のまとめと今後の課題について述べる。

2. 全身 PET 画像の読影

2.1. FDG-PET

陽電子放射断層撮影 (Positron Emission Tomography: PET) とは、まず、フルオロデオキシグルコース (FDG) というブドウ糖によく似た放射性の薬剤を患者に投与する。がん細胞は正常な細胞よりも多くのブドウ糖を代謝するという性質があるため、がんの部位に FDG が多く集積する。そこで、FDG の体内分布をスキャナで撮影することによって、がんの部位を知ることができる。PET は FDG の集積の度合いから糖代謝という身体の「機能」を撮影するため、形態の変化からだけでは判定が困難ながんの進行度や、まだ形態の変化がおきていないような初期の小さながんの発見に有効であると期待されている [3]。また、投与された FDG は全身に分布するため、一度の検査で全身を撮影することが可能である。

PET は癌の発見に有効な撮影法であるが、完全というわけではない。まず、PET は身体の「機能」を撮影するため、集積した場所が解剖学的にどこなのか厳密な確定が難しい。次に、PET は FDG の集積具合を撮影するため、膀胱のような尿を処理する臓器や脳のような普段からブドウ糖を多く消費する臓器では、体内の正常な現象として FDG の集積 (生理的集積と呼ぶ) が起こる。また、炎症などによって FDG が集積する場合もある。

PET の読影には生理的集積と異常集積の鑑別のために、その集積の強さを評価する必要がある [4]、そのための値として、Standardized Uptake Value (SUV) が用いられる。SUV は患者の体重と Radio Isotope (RI) 投与量で標準化した、薬剤の集積度を表すものであり、同じ患者の同じ部位であっても、検査毎に異なる。また、生理的集積の強さが臓器毎に異なるため、臓器毎に取り得る SUV の範囲も異なる。そのため、SUV がある値以上であれば必ず異常であるといった、一意な閾値を決めることはできない。医学的観点からの異常集積と SUV との関連は、現在様々な研究が進められており、そのような研究の例として、癌性腹膜炎と SUV_{MAX} との関連に関する研究 [5] が挙げられる。また、PET が有効な症例と有効でない症例についてまとめたガイドラインの策定 [6] も行われている。

このように、PET 画像の診断においては、PET に関して専門的な知識を有し、またある程度の経験を積んだ PET 画像専門の読影医が行う必要がある。もし医師が個々に持つこのような知識や経験を医師全体で共有し、読影時の参考とすることができれば、読影の支援になると考えられる。また、読影医が過去の所見を参照可能とすることは、所見間の矛盾を減少させ、自己学習の機会を与えることができるという点で、大きなメリットを有する。

一方で、現在の医療では、高度に専門化した医師が各自の専門分野に特化した医療業務を行うことが多い。例えば PET では前述のような理由により、読影を専門とする医師が多量の PET 画像データから異常・正常の鑑別を行い、レポートの形式で他の医師に結果伝達を行っている。この際、「PET で『疑陽性』と診断された部位について、後の手術で臓器組織を精査したところ、陰性であることが確認された」というような事象が生じ得る。この様に、実際にはどうだったかを示す診断を確定診断と呼ぶ。一般に、確定診断を下す医師は、最初に PET 読影した医師とは異なることが多く、また、PET 読影医に全ての確定診断情報がフィードバックされるとは限らないのが現状である。

そこで我々は、DB を利用して過去の読影情報を医師間で共有可能とすることで、検索による読影支援の実現を目指す。

2.2. PET 診断と確定診断までのプロセス

PET 診断は大きく(1)画像撮影,(2)撮影した画像の読影,および,(3)PET以外のモダリティによる確定診断,の3つのプロセスに分けることができる(図1).以下ではそれぞれのプロセスについて述べる.

[画像撮影]

FDGを患者に投与した後,その分布の断層撮影を行う.全身PET検査では,撮影によって295枚のスライス画像が生成される.スライス画像の画素値は,その位置のSUVを表している.検査結果の画像は,患者情報(患者ID,氏名,生年月日など)や検査情報(検査日時など)が付加されたDigital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)ファイルフォーマット[7]で,スライス毎に出力される.

[読影]

読影の依頼が来ると,読影医は撮影された画像を読影コンソールを利用して読影を行う.読影では,画像中のFDG集積部に注目し,その集積が異常なのかどうかを判断していく.判断の基準として,読影医は集積部にマウスを使って関心領域(Region of Interest: ROI)を設定し,その領域内の画素群が持つ最大のSUV(SUV_{MAX})を利用する. SUV_{MAX} を診断の基準に利用することによって,ROIの設定法による診断基準の変化を抑えることができる.

このとき,異常が疑われる SUV_{MAX} は,臓器によって異なるため,医師は画像中に集積を認めると,まずその集積がどの臓器に起こっているのかを画像中での位置から判断する.その上で,その臓器においてその SUV_{MAX} を持つ集積が異常なのかどうかを判断する.

[確定診断]

PET読影によるガンの有無の判定の後,生検や他のモダリティでの追加の検査等を行う場合がある.これにより,病症の確定診断を得る.集積が起きている臓器によっては,PETで陰性だった検査でも実際には異常が存在する場合(PET偽陰性)や,その逆の場合(PET偽陽性)も存在する.

一般に,確定診断を行う医師はPETの読影医とは別の医師であることが多い.そのため,確定診断の結果は「…による検査の結果,右肺に炎症を認めた」といったように,PET読影の情報とは直接関連を持たず,独立に記述されるものになると考えられる.そのため,読影医は過去に行った読影に対する確定診断結果の一つ一つを知ることが困難である.

そこで,確定診断の結果を読影医に知らせる部分でサポートすることにより,読影医は自らの読影結果が正しかったのかどうかを知ることができる.このような読影医への確定診断結果のフィードバックは,読影の質の向上に役立つといわれている[8].

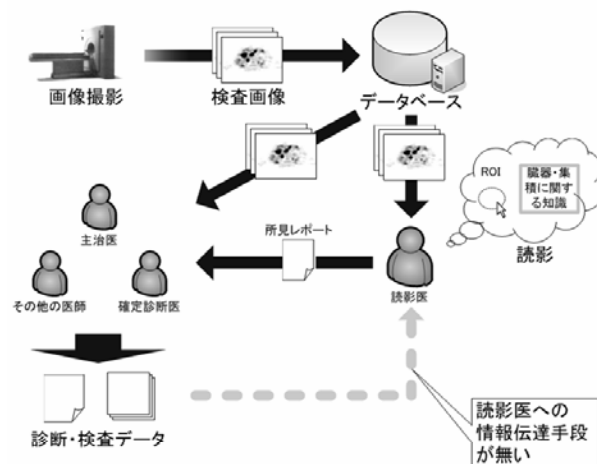


図 1 PET 診断プロセス図

2.3. PET 画像 DB を用いた診断支援

2.2で述べたように,読影時に生じる医師の経験的知識を明示的なデータとして蓄積できれば,読影の支援になると考えられる.そこで我々は,医学知識と画像データを,読影時に発生する医師の知識と結びつけて蓄積することにより,「関心領域がどの集積に設定されたのか?」「右肺の異常集積を示す関心領域の画像は?」といった検索を実現することを目指し,PET診断DBを提案してきた.

PET診断DBは,複雑な医学的知識と検査画像データを結び付けて表現するために,「知識層」「読影層」「Raw Data層」という三つの論理層で構成される[9].

このようにすることで,所見レポート中に見られるような医学用語・医学的知識に基づいて,実際の検査画像を検索することが可能である.本モデルでは,このような画像と所見の関連をデータとして扱うことで,読影医の読影プロセスを共有可能とし,検索によって読影を支援することを目的とする.

3. PET 画像 DB を用いた読影支援手法

2章で述べたPET診断DBによって,PET画像の所見の共有や検索は実現された.それに加え,本研究ではPET診断後の確定診断情報をDBに蓄積することにより共有し,検索により利用することによって読影時の支援となると考える.

確定診断の共有と検索を実現するために,本稿では,確定診断とPET所見の関連をモデル化し,そのモデルに基づいてDBの設計と実装を行う.そしてそのDBを基盤として確定診断の結果をPETの読影医にフィードバックすることにより,PET読影支援を目指す.システムアーキテクチャを図2に示す.

3.1. 確定診断とPET 所見の関連のモデル化

確定診断と読影所見の関連を検索するために、実際の医師の所見レポートに基づいて、一つの部位に所見と確定診断を関連付けて表現するモデルとした。図3の例は、読影医Aが読影を行った画像に対して関心領域を左肺上葉S3に設定し、肺癌か炎症性病変のどちらかであるという診断を行ったものである。それに対し、読影医Bは同じ画像に対して同じ関心領域を左肺上葉S3に設定したが、サルコイドーシスであるという診断を下したということを表している。その後、確定診断医Cが左肺上葉S3はサルコイドーシスであったという確定診断を登録したことを表している。

このモデルに基づいて、DBの概念スキーマを設計し、論理スキーマを実装した(図4)。このスキーマの特徴は、モデルに基づいて一つの部位に対して複数の所見と確定診断が登録できるようになっていることである。枠で囲まれた部分が、モデル化を行った部分に対応している。今までのモデル[2]では読影時に生じる情報をFindingテーブルに格納していたが、今回はそれと関連付けて確定診断情報を含む最終的な診断情報をFinalDiagnosisテーブルに格納することとした。

3.2. 確定診断の登録による蓄積と共有

確定診断の登録を促し、データ共有による効果を最大限に得る為には、確定診断を下す医師が実際の医療業務の中で行う手順を崩すことなく情報蓄積を行なえるようなシステムが求められる。そこで本稿では、確定診断医が読影済所見へ確定診断を登録するためのインタフェースの設計を行う。DBへの登録の際には、

1. 読影済みの患者の所見レポートを取得する
2. 読影により各部位に下された診断に対して確定診断を登録する
3. 読影では言及されなかった部位へ確定診断を登録する場合もある

という流れで行われるようにする。また、確定診断は特定の医師1人が行うというわけではないため、すでに確定診断が登録された部位が一目でわかることも必要である。以下、登録インタフェースに必要な機能について詳述する。

1. 患者の所見レポートの取得

確定診断を行う際、まず確定診断を下す検査をDBより取得しなければならない。各所見レポートには一意の患者IDにより管理されているので、患者IDより検索を行うことにより、過去に行われた検査の情報が取得できる。その中から読影済みの検査を選択し、その検査に対して確定診断の結果を登録することになる。

2. 取得した情報の表示方法

1で取得できる情報は、DBに蓄積された状態である。で、いくつかのテーブルとして返される。そ

のままではデータの羅列であるため、医師にとって見やすい表示方法が必要であると考え。そこで、取得した情報を実際の「所見レポート」を参考にして、同じ形式で表示することとする。PET診断DBは医師の所見レポートをモデル化しているため、そこから実際の所見レポート形式に再現することは容易である。

3. 確定診断の登録

確定診断を下す際には、所見レポートに記載された読影結果を参照して、他のモダリティ等による検査を行い、その結果確定診断を得る。その際、取得した情報より「どの部位」に「どのような集積」が読影により診断されたのかを読み取れる必要がある。そして、部位毎に確定診断を登録できるようにする必要がある。また、他のモダリティによる検査の結果、読影時に言及されなかった部位に対して確定診断情報が追加される場合もある。

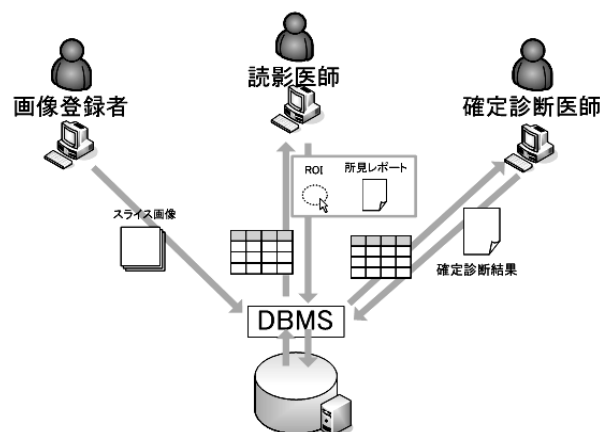


図2 システムアーキテクチャ

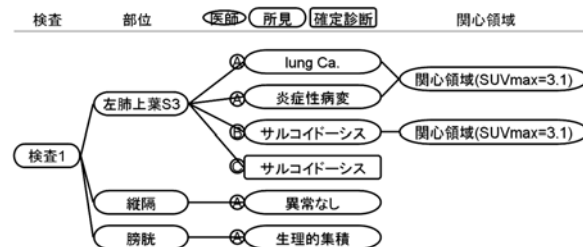


図3 確定診断と所見のモデル化の例

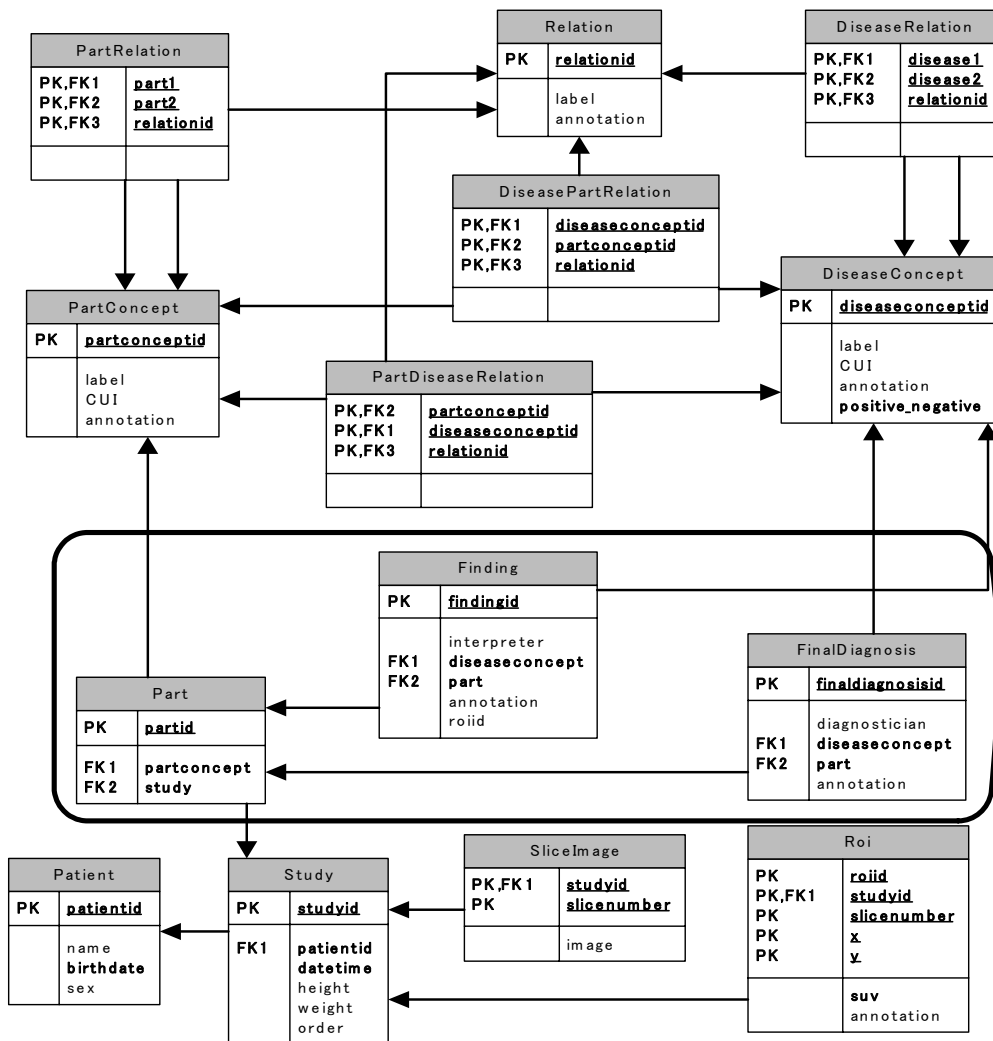


図 4 PET 診断 DB 論理スキーマ

3.3. 確定診断の検索による読影支援

確定診断情報を蓄積することにより可能となる有用な情報をプリミティブに分割し、それぞれに対応した検索条件を設定して取得し、読影医に提示することによって読影支援の手法を提案する。有用な情報の検索については以下のようなものが考えられる。

1. 指定した部位毎の検索

読影を行う際、注目している集積がどのような症状によるものなのかの判断は、現在では CT や MRI などの他の診断画像との比較や、読影医師の知識と経験を頼りにした診断が行われている。しかし、PET 診断 DB では、読影が行われた各部位に対して確定診断を関連付けて登録しているため、特定の部位をキーとした検索を行うことが可能であり、それにより過去に行われた検査画像とそれに付随する情報を取得することが可能である。これにより、DB に蓄積されている、症状の確定した検査画像と現在読影中の画像とを比較することが可能である。また、

本 DB ではオントロジを用いて知識層に部位間の関連が記述されているため、「肝右葉に関する」といった細かい検索だけでなく、「肝臓に関連する全ての部位に関する」というような大きな分類の指定まで可能である。

2. 偽陽性・偽陰性と正常例・異常例の分類

読影では陽性(癌や悪性腫瘍等)と判断されたが確定診断では陰性(生理的集積や炎症等)と診断された症例(偽陽性)やその逆(偽陰性)のような症例の画像を分類することにより、どのような集積が偽陰性(or 偽陽性)と診断されやすいのかといったことを知ることができ、有用であると考えられる。

偽陽性・偽陰性が読影結果と確定診断の比較によるものに対して、正常例・異常例は確定診断の結果のみを参照した分類分けとなる。そして、多くの症例の情報を蓄積していくことにより、正常集積の SUV_{MAX} 範囲(正常な場合の SUV_{MAX} 最大値, 平均値)と異常集積の SUV_{MAX} 範囲(異常な場合の SUV_{MAX} 最小値, 平均値)を

部位ごとに提示することが可能となり、読影中の画像の注目した部位の SUV_{MAX} との比較が可能となり、診断を下す際の指標となりえると考えられる。

3. 現在読影中の画像に設定された ROI をキーとした検索

読影時に注目している領域がどの部位であるか同定することが困難な場合も起こりうるため、現在読影中の画像に設定された ROI から取得できる SUV_{MAX} 値、座標値といったものを利用して検索を行えることも必要であると考えられる。現在のモデルでは、DB にスライス画像の各画素ごとに SUV 値と座標値が蓄積されているので、このような検索が可能となっている。

4. 現在読影中の患者の過去画像検索

悪性腫瘍の進行具合の判断や、治療効果判定等を行う際に、現在読影している患者について、過去に行われた検査の画像と情報が必要になる場合もあると考えられる。患者 ID を基に過去に行われた検査の画像を取得し、表示することによって、過去にどのような部位にどのような集積があったかを知ることができ、現在の画像との比較が可能となる。

4. PET 診断 DB を用いた登録・検索インタフェースの実装

3 章の設計に基づき、確定診断登録のためのインタフェースを実装した。なお DBMS には Microsoft 社の SQLServer2005 を用いた。実装には開発言語として C# を利用した。

4.1. 参照・登録のためのインタフェースの実装

このインタフェース(図 5)では、患者の所見レポートの取得、取得した所見のレポート形式での表示、確定診断の登録の機能を提供する。実装したインタフェースでは、SQL による検索と登録、その結果の表示を支援する。上記の機能を利用するにあたって、SQL を使わずに、検索条件を入力したり、リストから選択したりすることで、DB への登録や検索を行う機能を提供する。これによって、SQL についての知識がないユーザや、PET 診断 DB のスキーマについて知らないユーザも簡単にクエリを実行することができる。

4.2. 検索のためのインタフェースの実装

PET 診断 DB を利用して、コンソールでの読影時に医師に読影状況に応じた検索結果を提示するインタフェースの実装を行った(図 6)。

DB に蓄積されている情報を、検査画像に設定された ROI から取得できる SUV_{MAX} の値やその座標、臓器概念、患者 ID といったプリミティブな情報に分割し、それらを SQL の検索文として設定し、3 章の設計方針に基づいた検索機能と、検索により取得した情報から ROI の設定された画像を表示する機能を提供する。取得し

てくる画像はすべて確定診断が登録されたものに限定している。

5. 読影支援のための評価

PET 診断データベースに実際に評価用の確定診断のデータを登録し、実装したインタフェースを用いて検索実験を行い、有効性についての評価を行った。実験に用いたデータは、文献[2]で作成した PET 読影模擬データである。

5.1. DB に関する評価

今回確定診断を蓄積できるようにモデル化を行い、現在行われている作業手順等を大きく変えることなく、今まで利用されていなかった情報の蓄積が可能となった。そして蓄積の際に読影情報と関連付けることにより、蓄積されたデータを利用して読影医にとって有効な様々な今までになかった検索が可能となった。また、データ活用の観点から見て、データの量にかかわらず利用が可能となっている。



図 5 参照・登録インタフェース

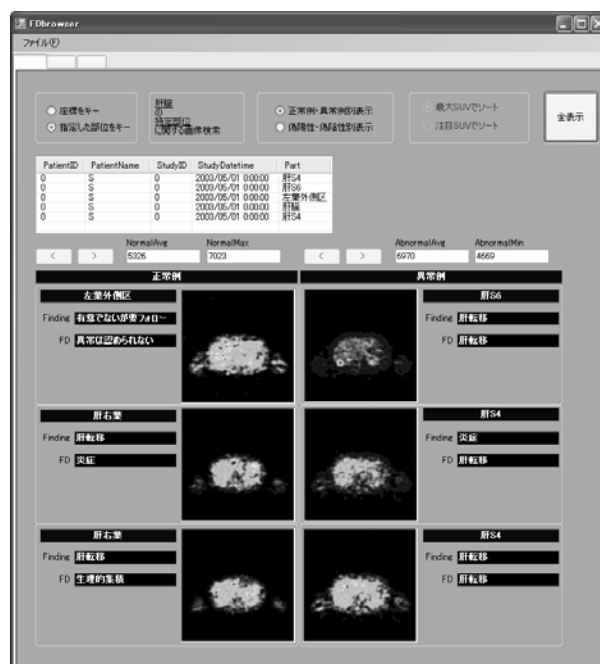


図 6 検索インタフェース

5.2. 確定診断の登録に関する機能的評価

今回実装したインタフェースでは、実際の医師が使用しているレポート形式で表示することにより、DBに登録されている情報を、より医師が慣れた視覚表示で提示することができた。電子カルテ化が進んでいるとはいえ、依然として手書きの所見レポートを用いている病院は多いため、この表示形式を用いることにより、導入の際の抵抗を軽減できたと考える。

登録部分に関しては、確定診断とは手術結果や他のモダリティでの検査等、用いられる方法は様々であり、一般にどの医療機関にも確定診断を下す特定の医師がいるというわけではない。実装したインタフェースではその点を考慮し、DBにアクセスできる環境からならば、異なる場所の複数の医師が登録を行うことも可能であり、他の医師が確定診断の登録を行った部位に関してはレポート部にも反映される。そのため、確定診断医のみならず読影医が自分の読影の正否結果を知るために用いることも可能であり、複数人によるDB情報の共有がなされたといえる。

5.3. 確定診断の検索に関する機能的評価

確定診断情報を登録したデータベースに対して、読の支援に有効と考えられる検索の例として次のものを行った。検索結果は画像と画像に付随した情報として表示される。

Query1 読影時に設定したROI中のSUV_{MAX}の座標周辺で過去に見られた確定診断の付いた所見画像

この検索では、医師が設定したROIの中のスライス画像を知ることも可能である。データ量が増えるに従い、該当する所見画像の量は増えていくため、ROIの中のSUV_{MAX}に近い順に、取得した所見画像をソートすることにより、有用な所見ほど上位に表示されるようにすることも可能である。表1にX=48, Y=80, Z=117, 半径50の検索結果を示す。

表1 特定座標を中心とした範囲内の過去所見

	studyid	suv	Findingannotation	FDannotation	Partannotation	roid
▶	0	3635	有意でないが要...	異常は認められ...	左葉外側区	2
	0	4669	炎症	肝転移	肝54	0
	0	4669	肝転移	肝転移	肝54	0
	0	11574	肝転移	肝転移	肝56	1
	3	3382	リンパ節転移	リンパ節転移	傍大動脈・両側...	11
	3	4475	肝転移	炎症	肝右葉	8
	3	4475	肝転移	生理的集積	肝右葉	8
	3	4738	有意でないが要...	炎症	胃	10

表2 肝臓に関する確定診断付の所見情報

	studyid	suv	Findingannotation	FDannotation	FindingPN	FDPN	Partannotation	roid
▶	0	3635	有意でないが要フォロー...	異常は認められない...	g	n	左葉外側区	2
	3	4475	肝転移	炎症	p	n	肝右葉	8
	3	4738	有意でないが要フォロー...	炎症	g	n	胃	10
	3	7023	肝転移	炎症	p	n	肝右葉	9
	7	5423	有意でないが要フォロー...	異常は認められない...	g	n	仙骨	18

表3 偽陽性検索

	studyid	suv	Findingannotation	FDannotation	FindingPN	FDPN	Partannotation	roid
▶	0	3635	有意でないが要フォロー...	異常は認められない...	g	n	左葉外側区	2
	0	4669	炎症	肝転移	n	p	肝54	0
	0	4669	肝転移	肝転移	p	p	肝54	0
	0	11574	肝転移	肝転移	p	p	肝56	1
	3	4475	肝転移	炎症	p	n	肝右葉	8
	3	7023	肝転移	炎症	p	n	肝右葉	9

表4 肝臓のSUV_{MAX}範囲取得

	MIN(SUVmax)	MAX(SUVmax)	AVG(SUVmax)
正常		7023	5326
異常	4669		6970

Query2 肝臓に関する確定診断付の所見画像

実際に医師が診断を行う際には、「肝臓」といったような記述ではなく、「肝 S6」や「左葉外側区」というように、より詳細に部位の記述が行われる場合は多いが、検索を行う際には、PET では部位の厳密な同定が困難な問題もあるため、より広い概念をキーとした検索が必要な場合もあると考えられる。PET 診断 DB では知識層で医学的概念間の関連を管理しているため、「肝臓」に関する全ての所見画像を取得するように検索を行うと、「肝臓」の下位概念である「肝 S6」や「左葉外側区」といったもの全てに関する所見画像を取得し、表示することができる。当然、「肝 S6」のみの所見画像を取得するような絞込みを行うことも可能である。表 2 に肝臓のみで検索した場合の検索結果を示す。

Query3 偽陽性・偽陰性の所見画像

実際の PET の読影では陰性と判断されたにも関わらず、確定診断結果としては陽性であるケースやその逆のケースもある。Query1, Query2 の検索によって取得してきた所見画像を偽陽性と偽陰性に絞り込んで分類することにより、どのようなタイプの集積が読影の際に誤診されるのかといった調査や研究を行う際に利用することが可能であると考えられる。また、読影時に参照することによっても、読影中の画像との比較・検討を可能とし、注意を喚起することが出来ると考える。表 3 に偽陽性を検索した結果を示す。

Query4 部位ごとの集積の正常例・異常例の SUV_{MAX} 範囲取得

Query1, Query2 の検索において、取得した所見画像を見やすいように確定診断で正常と判断されたもの、異常と判断されたものを分けて表示することが可能である。また、Query2 に関しては、Query4 の分類に際して、それぞれの所見画像の SUV_{MAX} の値を取得することで、SUV_{MAX} の範囲を知ることが可能となる。これにより、正常と確定診断で判断された症例の SUV_{MAX} 最大値、異常と判断された症例の SUV_{MAX} 最小値、またそれぞれの SUV_{MAX} 平均値を表示可能となり、部位ごとの正常と異常の範囲・境界といったものを知ることが可能となる。

読影コンソール上のカーソルを合わせた画素の SUV 値、設定された ROI の SUV_{MAX} 値、それぞれと検索部に表示された SUV_{MAX} 範囲の比較・検討を行うことにより、読影の判断を行う際の指標となりえると考えられる。表 4 に肝臓に関しての SUV_{MAX} 範囲取得の結果を示す。

6. おわりに

本稿では、PET 診断 DB を用いた確定診断情報の蓄積と検索による診断支援を実現するために DB の設計・実装、および登録・検索インタフェースを設計・実装し、確定診断データの登録から利用までの、PET 診断 DB に対する一連の操作をユーザに提供することが可能となった。これにより、PET 診断 DB を用いた読影医への検索による読影支援を提供することができた。

今後の課題としては、今回実装した検索の他に確定診断を用いた有用な支援方法を考える必要がある。また、今回のインタフェースでは医師に対して画像を表示することが最も有用な支援になるという設計方針の元の実装を行ったが、実際に使用する場合にそれだけで十分であるかどうかの評価がまだ不十分であるため、医師による評価実験が必要であると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、横浜市立大学医学部放射線医学教室の井上登夫教授、鈴木昌子医師、他多くの方々のご協力を得た。ここに深く感謝の意を表す。尚、本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(課題番号 17700097)の支援による。

文 献

[1] Kazunori SUNAKO, Tetsuya ISHIE, Masaru UEDA, Takashi TOMII, "Introduction and Implementation of a System to Share Findings with ROI for PET Diagnosis Support," icde, p. 1165, 21st International Conference on Data Engineering (ICDE'05), 2005.

[2] 石江哲也, 砂子一徳, 富井尚志, “関心領域情報付き画像所見を蓄積する WB-PET DB の構築と検索による診断支援,” 情報処理学会論文データベース Vol. 46, No. SIG8(TOD26), pp. 1-13, June 2005

[3] 社団法人日本アイソトープ協会 HP, <http://www.jrias.or.jp/index.cfm/6,0,125,195,html>

[4] P.D. Shreve, Y. Anzai, R.L. Wahl, “Pitfalls in oncologic and benign variants”, Radiographics, vol. 19, pp. 61-77, 1999

[5] Akiko Suzuki, Tsuyoshi Kawano, Nobukazu Takahashi, Jin Lee, Yoshihiro Nakagami, Etsuko Miyagi, Fumiki Hirahara, Shinji Togo, Hiroshi Shimada, Tomio Inoue, “Value of 18F-FDG PET in the detection of peritoneal carcinomatosis”, European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, Vol. 31, No. 10, pp. 1413-1420, 2004

[6] 日本核医学会 FDG-PET がん検診ガイドライン, <http://www.jsnm.org/>

[7] 8JIRA/DICOM 委員会, <http://www.jfcr.or.jp/DICOM/>

[8] 千田道雄, 宇野公一, “～予防医学の時代における核医学診療～ PET がん検診の光と影”, 日本核医学会機関紙, vol. 41, no. 3, pp. 229-234, 2004.9

[9] 砂子一徳, 植田賢, 富井尚志, “PET 診断プロセスのモデル化による医師間の読影情報共有システムの構築,” 日本データベース学会 DBSJ letters, Vol. 5, No. 1, 2006