

医療への応用を考えた画像を用いたバーチャル基礎技術研究

主任研究者	辰巳	治之（札幌医科大学医学部）
分担研究者	村上	弦（札幌医科大学医学部）
	高沖	英二（メタコーポレーション・ジャパン）

厚生科学研究費補助金 (医療技術評価総合研究事業)
総括研究報告書

医療への応用を考えた画像を用いたバーチャル基礎技術研究

主任研究者 辰巳 治之 札幌医科大学医学部 解剖学第一講座

研究要旨 米国医学図書館 (NLM) で行なっている Visible Human Project (VHP) のデータや情報 G7 の subproject-8 による Multi-lingual Anatomical Digital Database の活動を参考に画像を容易に扱えるアプリケーションの開発を行い、医療・医学への応用を考えた基礎技術研究を行った。まず、バーチャルな世界 (コンピュータやネットワークの中) で、生体構造物の情報を扱えるようにするために、大容量の VHP のデータを元に生体構造物の輪郭を抽出するアプリケーションを作成し、データをメタボールにて三次元化し観察できるシステムを作った。また、バーチャルな世界における高度応用を考えたときに、ネットワーク環境の効率的活用も重要であり、この基礎技術研究の一環として、マルチホームの利用実験を行った。

分担研究者

村上 弦 札幌医科大学医学部
解剖学第二講座 教授
高沖英二 メタ・コーポレー・ジャパン
主任研究員

をするときの問題点を明らかにし改良を加え、必要な要素技術を検討する。そして、これらのものが何処からでもバーチャルに利用できるように、ネットワーク技術の評価を行ない、Intranet および Internet からの利用を実験する。

また、解剖学の構造物を意味のある単位に別けられるように、画像データの領域分割 (segmentation) できるようなアプリケーション開発を行う。分割した領域を三次元的に扱えるようにして、その構造物に対して名称を付加する。最終的には、米国立医学図書館のプロジェクトである UMLS (Unified Medical Language System) の解剖学用語と整合性を持たせ、対応する日本語訳をつけられるように検討する。

A. 研究目的

米国医学図書館 (NLM) で行なっている Visible Human Project (VHP) のデータや情報 G7 の subproject 8 による Multi-lingual Anatomical Digital Database の活動を参考にし、人体の解剖学的構造物をバーチャル技術で表現し活用するのに必要な要素技術の調査研究を行い、それに基づきプロトタイプの開発を行うのが目的である。これにより、画像情報等、様々なデータをネットワークを介してうまく扱えるようになれば、医学における高度情報化が促進され、医療への応用も容易になると考えられる。

B. 研究方法

人体の構造に関する種々のデジタルデータを大量に且つ容易に蓄積でき、整理できる方法を開発し、バーチャル技術で表現できるようにする。即ち、各データを関連づけ再利用が容易な方法を検討し、それに必要な基礎技術およびプロトタイプ of アプリケーション開発を行なう。

上記の技術開発をする一方で、具体的にデータを作成し蓄積しながら、そのデータの再利用

C. 研究結果

1. 人体基礎データ蓄積

実際の実験に使うデータとして、すでにある VHP のデータを用いると共に、新たに光学顕微鏡及び共焦点レーザー顕微鏡からコンピュータ制御により連続的に画像を取り込むシステムを開発し、それにより得られた画像データも用いる。ネットワークを介して利用可能なように、サーバー・クライアント型のシステムを構築した。現在のネットワーク環境では機器の制御コマンドはインターネットを介しても利用可能であるが、画像を送信するには厳しい状況であった。そこで焦点を絞り、WWW でのデータ取得を効率良く高速に行えるようにマルチホームの

環境を設定し良い結果を得た。

2. 画像データ参照システム

VHPの女性の横断面データだけで、35Gbyteあり、一枚の画面で約7Mbyteあり、取り扱いが困難であった。この様に大きいファイルを連続的に素早く観察しようとする、ハードディスクのアクセスに時間がかかる。そこで種々の条件で比較検討したところ、大きいファイルより画像圧縮したファイルをメモリ上で展開する方がディスクアクセスが少ないので速く、厳密な画像処理をしないでoverviewするだけなら非可逆的圧縮でも十分使える。そこで、全体像の把握ができるように、それぞれの画像を縦横1/6に縮小し、その画像を元に前額断、矢状断の画像を作成し、X,Y,Zの任意の断面を観察できるViewerを作成した。

3. 領域分割と三次元化

前記のViewerで全体像を観察しながら、任意の横断面で、元の大きさの画像から解剖学的構造物の輪郭を抽出できるアプリケーションを開発した。マウスを使って構造物の輪郭を、連続した点により作成する方法と、代表点をクリックし、その間をスプライン関数で補完する方法とを実装した。また、得られた輪郭は開始点(x,y)から始まり、次の点の方位をあらわす数字からなるchain dataとしてテキストファイル形式で保存する。

三次元構造物の基本単位としてメタボールを使い三次元立体再構築する。即ち、各断面のchain dataで表される輪郭の内にメタボールを埋め、それを積み重ねて三次元再構築画像を生成する。このメタボールは、描画(rendering)するときになめらかに融合する性質があり、生体のような複雑な構造物を表現するのに適している。

各構造物の関連をtext fileにて記述することにより、色々な構造物からなる臓器や器官、或は、細胞や組織をオブジェクト化して表現することが可能となった。

4. Segmentationの統一フォーマット

情報G7のGlobal Healthcare Application Project(GHAP)のSP-8のMulti-Language Anatomical Digital Databaseでは、各国が協力して構造物のsegmentation(領域分割)を行っており、米国国立医学図書館では、各断面のsegmentationデータの統一フォーマットの作成に着手した。そこで、連絡をとりながら、統一フォーマットが決り次第、我々のchain dataをそれに変換できるように用意している。

5. UMLSの活用

莫大な量の用語の塊であるUnified Medical Language System(UMLS)の各fileを解析し、再利用できるようにサンプルプログラムを作成した。また、その中から解剖学用語を抽出するために、我々が作成した解剖学手引書やクレメンテの教科書から解剖学用語を集め、日英の対応ファイルを作成した。

D. 考察

医療への応用を考えた場合、必要なときに必要なデータを即時に参照できることが必要であるが、それを実現するためには、種々の基礎要素技術の開発と使い方に応じた組み合わせが必要である。連続的な位置情報をもったデータを、数字を指定することにより扱うのではなく、直感的に扱えるように工夫することにより、かなり作業が軽減されるようになった。しかし、実際のところは、余りにも元のデータが大きいので、必要最小限の部分的なデータだけを利用しており、システムのレベルアップが次の課題でもある。

E. 結論

VHPの画像データを概観し、容易に元データの参照ができるようになり、解剖学的構造物をsegmentationするのに必要な最小限のツールのプロトタイプはできあがった。しかし、まだまだ手作業が非常に多く、処理枚数も莫大なので、コンピュータやネットワークの利点を活かし分散処理ができるように考えている。

F. 研究発表・関連講演

1. 辰巳 治之, 野川 裕記. 医学・医療分野における情報ネットワークの活用:MDX Project に期待するもの. ITRC(日本学術振興会産学協力研究委員会) シンポジウム 論文集 1998: 16-19
2. 水野(松本) 由子, 下條真司, 辰巳治之, 野川裕記, 武田雅俊, 佐藤嘉伸, 田村進一. 高度先進医療における遠隔操作の必要性. ITRC Technical Report, 1998, 3: 116-121.
3. 野川裕記, 大石憲且, 河合修吾, 小林悟史, 秋葉澄伸, 辰巳治之. マルチホーム環境における接続性の確保. ITRC Technical Report, 1998, 3: 202-217.
4. 野川裕記, 中村正弘, 辰巳治之. インターネットで変わる顕微鏡. 医学のあゆみ, 1998, 187: 784-786.
5. 辰巳治之, 野川裕記, 中村正弘. マルチメディアによる医学・医療系における相対的情報弱者救済の試み-相対的情報弱者の形而上学的諸問題を解剖する-. 電子情報通信学会 信学技報 SAT98-24, 1998, 190: 7-12.
6. 野川裕記, 辰巳治之, 大石憲且, 河合修吾, 小林 悟史, 秋葉澄伸. マルチホーム環境の有効利用-アプリケーション層からの設定-. 電子情報通信学会 信学技報 IN98-94, 1998, 98: 37-44.
7. 辰巳治之, 野川裕記, 加藤康之, 中村賢二, 堀内路雄. End User Computing のためのオブジェクト指向フレームワークの開発. 創造的ソフトウェア育成事業及びエレクトロニック・コマース推進事業最終成果発表会論文集, 創造的ソフトウェア育成事業事業編 1998, 275-278.
8. Nogawa H, Tatsumi H, Kobayashi S, Kawai S, Ohishi N, Akiba S. Configurations of the Internet Server with Multi-home Environment for E-mail Robustness - a state of the art -. Internet Workshop'99

(IEEE Communications Society), IEEE press, 1999, in press.

9. Mizuno-Matsumoto Y, Tamura S, Sato Y, Zoroofi RA, Date S, Tabuchi Y, Shimojo S, Kadobayashi Y, Tatsumi H, Nogawa H, Inouye T, Shinosaki K, Takeda M, Miyahara H. Integration of Signal Processing and Medical Image for Evaluation of Brain Function on Globus. Internet Workshop'99 (IEEE Communications Society), IEEE press, 1999, in press.
10. Nogawa H, Tatsumi H, Nakamura M, Kato Y, Takaoki E. An Application of an End-User Computing Environment for the Visible Human Project. In: The Second Visible Human Project Conference, 1998, 99-100.
11. 野川裕記, 中村正弘, 辰巳治之. 効率的な形態学研究のためのインフラストラクチャ. 解剖学雑誌 1998, 73: 457.
12. 中村正弘, 大川洋平, 野川裕記, 辰巳治之. 「インターネット顕微鏡」の応用例-顕微鏡撮影システムの開発-. 解剖学雑誌 1998, 73: 709.

講演

13. 辰巳治之, 野川裕記, 中村正弘, 水島洋. 未来開拓研究: 医学・医療系のための高次元情報環境の構築. In: インターネット技術第163委員会(ITRC)第4回総会・研究会: 1998 Nov 26-28: 別府.
14. 辰巳治之, 中村正弘, 野川裕記. マクロ解剖の画像(Visible Human Project Data)のデータベース化. 日本解剖学会総会 第104回全国学術集会 テクニカルワークショップ「肉眼解剖と標本作成の技術」、東京、1999、3月

G. 知的所有権の取得状況

なし。

厚生科学研究費補助金 (医療技術評価総合研究事業)
分担研究報告書

医療への応用を考えた画像を用いたバーチャル基礎技術研究

分担研究者 村上 弦 札幌医科大学医学部 解剖学第二講座

研究要旨 情報 G7 の subproject-8 による Multi-lingual Anatomical Digital Database 作成のために、解剖学的な構造物に対して名前をつけ、名前と構造物をリンクし利用しやすいように工夫をする。その為に英語の解剖学用語と日本語訳との対応を行い、それを活用する為にバーチャル基礎技術についての研究を行った。

A. 研究目的

Visible Human Project (VHP) のデータを元に米国医学図書館 (NLM) が提案した情報 G7 の subproject 8 である Multi-lingual Anatomical Digital Database を完成させるのに、画像や三次元化した構造物に対してラベル (名称) を付加する。そのラベルを多国語化する一環で解剖学用語の日本語訳をつくり、その中で医療への応用を考えた画像を用いたバーチャル基礎技術を開発し研究することが目的である。

B. 研究方法

まずは、教科書から解剖学用語の抽出を行い、それに対して日本語訳をつけるとともに、解剖学が理解しやすくなるように画像を用いたバーチャル技術によりプロトタイプのアプリケーションを作成する。また、最終的には、米国立医学図書館のプロジェクトである UMLS (Unified Medical Language System) の解剖学用語と整合性を持たせられるように検討する。

C. 研究結果

莫大な量の用語の塊である Unified Medical Language System (UMLS) の各 file を解析し、再利用できるようにサンプルプログラムを作成した。また、その中から解剖学用語を抽出するために、我々が作成した解剖学手引書やクレメンテの教科書から解剖学用語を集め、日英の対応ファイルを作成した。これらのデータと教科書とを結び付け容易に参照できるようなシステムを開発した。そこでは、日本語や英語により

検索し、構造物が記載されている Figure の番号とその Legend が表示されるようにした。また、ある key word にて関連する構造物が階層的に表示されるようにした。また、実験的に clickable map を作成し、人体の画像の任意の場所を click することにより、用語が参照できるようにできた。

D. 考察

英語の解剖学用語に対する日本語訳はでき、これから UMLS からその用語を抜き出し対応を作成していく予定であるが、UMLS が膨大で多数の file に分けられるところから、容易に UMLS を活用できるアプリをつくるのが次年度の課題であると考え。また、いろんな作業を分担して行えるようにネットワークの活用も考えていく必要がある。

E. 結論

VHP の画像データを segmentation しラベルを付けるのに必要な英語の解剖学用語とその日本語訳はほぼ出来上がった。また、画像と用語とを関連づけバーチャル技術を用いることにより理解しやすくする為のプロトタイプのアプリケーションは出来上がった。

F. 研究発表

1. <http://www.sapmed.ac.jp/satui/anat1/tatsumi/macro-anat.html>

G. 知的所有権の取得状況

なし。

厚生科学研究費補助金(医療技術評価総合研究事業)
分担研究報告書

医療への応用を考えた画像を用いたバーチャル基礎技術研究

分担研究者 高沖 英二 メタコーポレーション・ジャパン

研究要旨 医療系の応用を考えたときに、画像を単なるビットマップのデータとして扱うのではなく、構造物単位で扱えることが必要である。そのために必要なバーチャル基礎技術について研究をした。元のデータは、米国医学図書館(NLM)が作成したVisible Human Project(VHP)のデータを用い研究を進めた。まず、大容量のデータをいかに容易に扱えるかを工夫し、さらに各画像データから輪郭を抽出し三次元データとして取り扱えるようにした。

A. 研究目的

Visible Human Project(VHP)のデータを元に米国医学図書館(NLM)が提案した情報G7のsubproject 8であるMulti-lingual Anatomical Digital Databaseを完成させるのに、人体の解剖学的構造物をバーチャル技術で表現し取り扱えるようにし、その中で医療への応用を考えた画像を用いたバーチャル基礎技術を開発し研究することが目的である。

B. 研究方法

VHPのデジタルデータを容易に扱えるように、フォーマット変換を行い、さらに省スペース化が図れるように工夫する。また取り扱いが容易になるように、表示スピードの最適化を行う。これらの画像データをもとに輪郭を抽出し、その輪郭のデータフォーマットを決め、三次元化するための方法を検討する。

C. 研究結果

1. データフォーマットと画像圧縮

VHPの元データは単に、 2048×1216 のピクセルのRGBの24bitのデータが並んでいるだけなので、これをTIFF(Tag Image File Format)に変換を行うことを考えた。しかし、このままでは大容量で取り扱いに支障をきたすので、圧縮することを考えた。そこで非可逆的圧縮と可逆的圧縮の両方を試みた。可逆的圧縮では、7Mbyteのfileが4.5Mbyteぐらいになるだけであった。そこで、CRT画面で目で見て

画質の劣化が分からない程度の非可逆的圧縮を行うと大体0.2Mbyteぐらいになり、1/30に圧縮が可能であった。また、単なるjpegよりも、jpeg圧縮したものをTIF formatにしたほうが少し小さく、また、NeXT, OpenStepにおいて表示もやや高速になった。また、VHPのfemaleのデータは5189枚で35Gbyteあり、一枚の画像を表示しても全体の何処をみているのか直感として分かりにくく、利用する側から考えると、全体像が容易に把握できて詳細を観察したいときに元画像を表示することで十分で、そちらのほうが効率よいと考えられた。そこで、これらの画像をx,y,z軸について1/6に縮小した。すると、全容量は、35Gbyteから0.1Gbyteに減らすことができた。現在のcomputer powerでは、real timeに連続横断像から、前額断、矢状断をつくるには困難をとまなうので、あらかじめ各断面毎の画像をつくることにより、real timeで任意のx, y, zの断面を表示することができるようになった。即ち、圧縮、縮小することで、1/300の容量にすることができた。これで、あらかじめx,y,zの断面を用意しておいても、0.3Gbyte程度の容量ですむ。原画像でおこなうとすると、105Gの容量が必要になり事実上不可能な範囲にはいる。

全体像の観察から、輪郭を抽出する場所を決めると、その原画像が表示されるように工夫した。さらに、試料をみると周りの氷の部分も多く無駄な部分も多いので、必要な部分が入るように1650x906にtrimingした。

2. 領域分割と三次元化

前記の Viewer で全体像を観察しながら、任意の横断面で、元の大きさの画像から解剖学的構造物の輪郭を抽出できるアプリケーションを開発した。マウスを使って構造物の輪郭を、連続した点により作成する方法と、代表点をクリックし、その間をスプライン関数で補完する方法とを実装した。また、得られた輪郭は開始点 (x,y) から始まり、次の点の方位をあらわす数字からなる chain data としてテキストファイル形式で保存する。

三次元構造物の基本単位としてメタボールを使い三次元立体再構築する。即ち、各断面の chain data で表される輪郭の内にメタボールを埋め、それを積み重ねて三次元再構築画像を生成する。このメタボールは、描画 (rendering) するときになめらかに融合する性質があり、生体のような複雑な構造物を表現するのに適している。

各構造物の関連を text file にて記述することにより、色々な構造物からなる臓器や器官、或は、細胞や組織をオブジェクト化して表現することが可能となった。

D. 考察

医療系への応用を考えた画像を用いたバーチャル基礎技術として、直感的に全体像が把握できること、すぐに表示でき詳細まで観察できることが必要と考えられた。今年の研究では、画像の圧縮、縮小と format の工夫と現在使っている機器での最適化をおこない、あらかじめ任意の断面をつくって置くことにより高速化を図った。さらにバーチャル基礎技術として、高速ネットワークと分散処理を、今後、取り入れ改良をしたいと考えている。

E. 結論

まだまだ、技術的に改良すべき点は多々あるが、一応大容量の VHP のデータを元に、解剖学的な構造物の輪郭を抽出できるところまではたどり着け、所期の目標は達成できた。

F. 研究発表

1. Nogawa H, Tatsumi H, Nakamura M, Kato Y, Takaoki E. An Application of an End-User Computing Environment for the Visible Human Project. In: The Second Visible Human Project Conference, 1998, 99-100.

G. 知的所有権の取得状況

なし。