

心臓カテーテル検査における所見記載および治療計画のための直感的なインタフェースの開発

森 悠紀[†] 五十嵐 健夫^{†*} 吉田 達雄[§] 大川 常吉[§] 原口 亮[‡] 中沢 一雄[‡]

[†]東京大学大学院 情報理工学系研究科 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

*科学技術振興機構さきがけプログラム

§日本光電工業株式会社

‡国立循環器病センター研究所

E-mail: †yuki@ui.is.s.u-tokyo.ac.jp

あらまし 心臓カテーテル検査および治療においては、その所見や治療計画等をシェーマを活用しながらカルテに記載することが有効である。従来、紙の上で行われているこのようなカルテ記載をコンピュータ上でおこなうための直感的なインタフェースとして、冠動脈造影所見の記載およびカテーテル治療計画を支援し簡単に操作できるシステムを開発した。本システムでは、狭窄や血管・バイパスなどを自由に描き加えることができ、さらにバイパス手術後の血流回復などコンピュータならではの視覚化が可能である。電子カルテとしての利用のほか、患者への治療計画の効果的な説明ツールとしての応用も考えられる。

キーワード インタフェース, システム開発, 心臓カテーテル検査, シェーマ, 所見記載, 治療計画

Designing Intuitive Interface for Finding Report and Treatment Planning in Cardiac Catheterization

Yuki MORI[†] Takeo IGARASHI^{†*} Tatsuo YOSHIDA[§] Tsunekichi Okawa[§]

Ryo HARAGUCHI[‡] Kazuo NAKAZAWA[‡]

[†]The University of Tokyo 7-3-1 Hongo, Bukyo-ku, Tokyo, 113-0033 Japan

* PRESTO, Japan Science and Technology Agency

§Nihon Kodan Corporation

‡National Cardiovascular Center Research Institute

E-mail: †yuki@ui.is.s.u-tokyo.ac.jp

Abstract In cardiac catheter test and treatment process, it is much effective to utilize schemata in writing a patient's record. To support this process, we present an intuitive interface system for finding report and treatment planning, such as in coronary angiograms. Using the system, a user can comprehensively draw such as stenosis, blood vessel and bypass and so on. Furthermore the system can also visualize recovering a blood flow after operative treatment. It is suggested that this system can be applied to a component of electric medical record and to an effective explanation tool for patients.

Keyword cardiac catheterization, user interface, schema, finding report, treatment planning

1. はじめに

心臓カテーテル検査および治療においては、その所見や治療計画をテキストだけでなく波形、画像、シェーマ等さまざまな形式でカルテに記載する。従来、このようなカルテ記載の作業はすべて紙の上で行われていた。電子化が進むにあたって表やテキスト形式での電子データの保存は進んできているが、シェーマ記載は未だ紙のまま保存されている。そこで我々は、これをコンピュータ上でおこなうためのインタフェースと

して、冠動脈造影所見の記載およびカテーテル治療計画を支援し直感的に操作できる新しいシステムを開発している。本システムでは、狭窄や血管・バイパスなどを自由に描き加えることができ、紙面上では実現できなかったバイパス手術後の血管回復なども自動的に視覚化することが可能である。電子カルテとしての利用のほか、患者への治療計画の効果的な説明ツールとしての応用も考えられる。

2. 関連研究

電子カルテ普及に向けてさまざまな研究が行われている[1][2][3].ところが、現状では依然として紙面上でのカルテ記載がほとんどである.冠動脈造影所見記載においては、シェーマまで含めて電子的に記録するシステムは存在するが、広く普及はしていない.また既存システムはWindowsに代表されるGUIが現在のように一般化する以前のシステムであり、独自のユーザインタフェースを備えているために、今となっては直感的でなく操作方法を習得しづらい.

そこで、誰でも簡単に使えるわかりやすいユーザインタフェースを備えるだけでなく、紙面上ではできないコンピュータならではの機能を生かしたシステムを開発している.

3. システムの概要

本システムは、冠動脈造影所見の記載およびカテテル治療計画を図的に記入するためのインタフェースとして動作する.起動すると画面に図1のような図面が表示され、ユーザはこの図面の上に所見や治療計画について記述していく.操作は、主にマウスによる操作によって行われ、紙の上にペンで図を描くような感覚での操作が可能である.

また、血管上にマウスカーソルをのせると、血管の名称とその部分(PROXIMAL, MIDDLE, DISTAL)をシステムの右上に表示する.表示される血管名称の分類や所見の記載は、広く用いられているAHA(American Heart Association)学会報告に基づく記載方法[4]に近い形で行うことができる.さらに、必要に応じて血管のセグメントの境界線を表示させることもできる.

インタフェースのデザインに当たっては、右ボタンでポップアップメニューが表示されるなど、広く使われているWindowsアプリケーションに準じて作成しており、はじめて本システムに触れるユーザでも短期間で使い方を習得できるようになっている.

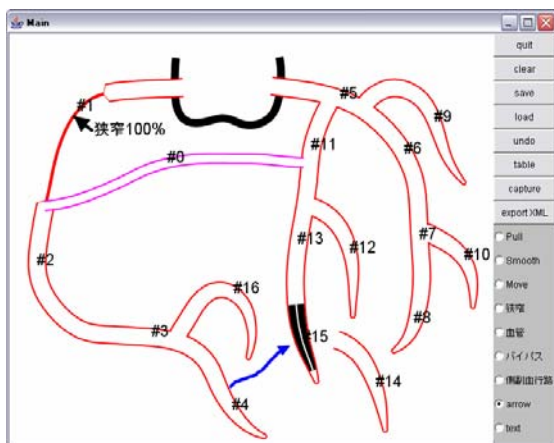


図1: システムの概要

3.1. 血管の書き込みと編集

システムを起動すると、まずデフォルトの冠動脈のシェーマが表示される.これを個々の患者の冠動脈形状に対応させるために、基本的な編集機能を提供している.具体的には、新しい血管を描き加えたり、既存の血管を削除したり、形状を変化させたりすることができる.

血管を追加する場合には、画面右端のツールパレットから血管描画ツールを選んだ後、画面内で左ボタンドラッグする(図2).描かれた血管がすでにある血管に接続されている場合には、接続部の形状が適切に表現される.また、血管の末端は徐々に細くなるように表現される.血管を削除する場合には、既存の血管の上で右ボタンクリックして現れるポップアップメニューから delete を選択する(図3).削除された血管がつながっていた血管の形状は自動的に補正される.

血管の位置を移動する場合には、ツールパレットから移動ツールを選択し、画面上の血管に対して左ボタンドラッグを行う(図4).血管の形状を変更する場合には、ツールパレットから変形ツールを選択した後、左ボタンドラッグで既存の血管をつかんで移動する(図5).この操作は、細かい形状特徴を保持しながら全体の形状を変形するという特殊な形状変形アルゴリズム[5]を利用している.また、手書きで描かれた血管を滑らかにするためのツールとして、smoothing ツールを用意している.このツールを選択した後、目的とする血管に対して左ボタンドラッグでこするような操作を行うと、徐々に細かい凸凹が無くなり形状が滑らかに変化する(図6).

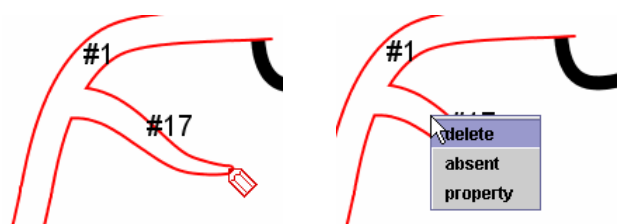


図2: 血管の記入

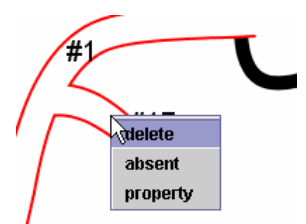


図3: 血管の削除

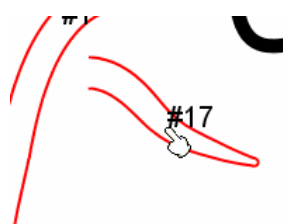


図4: 血管の移動

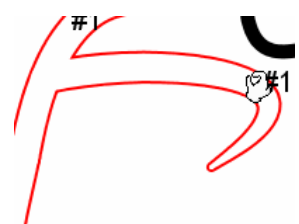


図5: つまんでひっぱる

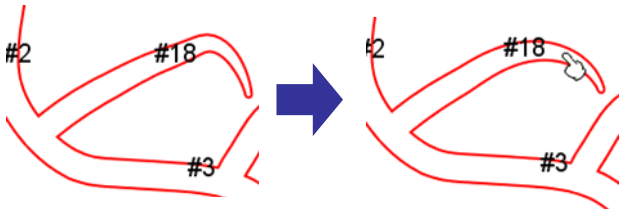


図 6：血管をなでると滑らかになる

3.2. 狭窄の書き込み

上記の操作によって、冠動脈の形状を適切に設定した後、狭窄の書き込みを行う。この場合には、まず画面右側のツールパレットから狭窄追加ツールを選択したあと、対象とする血管上で左ボタンドラッグすることで、その部分に狭窄が記入される（図 7）。ドラッグ操作が終わった後、すぐに簡単なダイアログが表示され、狭窄の種類(Generic, Calcification, Diffuse など)や狭窄率など必要な情報の設定が行われる（図 8）。既存の狭窄のプロパティを変更する場合には、マウスの右ボタンでプロパティを選ぶことで、同様のダイアログが表示される。表示される狭窄の形状は、狭窄率によって適切に変化する。

狭窄が 100%に設定された場合には、完全に血流が止まった状態であるので、血流がそこから先には届かないことを示すため、そこから先の血管は幅をもたない線として表示される（図 9）。枝分かれなどがある場合にも、下流に位置する血管は自動的に検出されて適切に処理される。ステント処置などによって狭窄率が 100%で無くなった場合には、下流の血管の表示も線表示から通常表示に戻される。



図 7：狭窄の記入

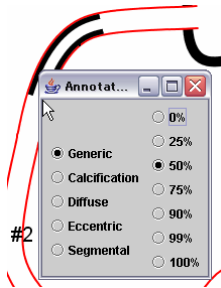


図 8：狭窄の種類等を設定するプロパティパネル

3.3. バイパス・側副血行路の記入

バイパスを追加することも可能である。狭窄によって血液が流れなくなった血管に対して血液が順調に流れている血管からバイパスをつなぐと、血管の表示が復帰する（図 10）。また、バイパスに対しても血管と同じように狭窄を書き加えることができる。さらに、削除やつまんでひっぱる編集など、血管と同様の編集が可能である。

側副血行路も記入することができ、どの向きに側副血行路が成長しているかを曲線の矢印で表現している。

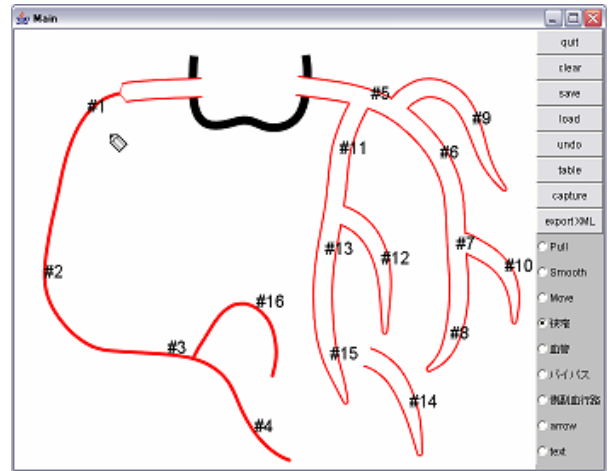


図 9：狭窄率 100%のとき

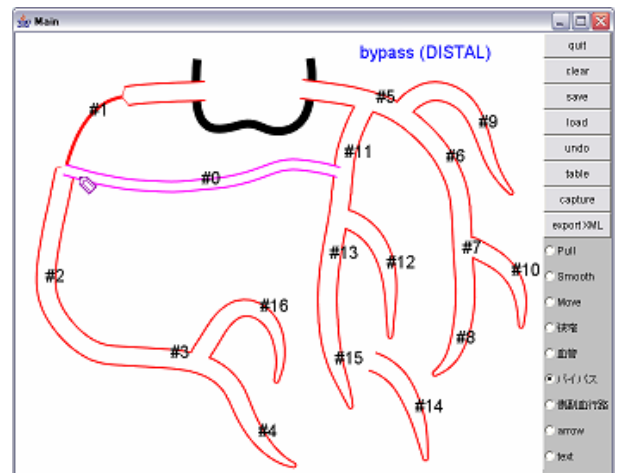


図 10：図 9 の状態からバイパスをつないだとき

3.4. アノテーション(文字・矢印)の記入

カルテ記載にはアノテーションが必須である。術後の経過や特記すべき事項などの所見を文字と直線矢印を用いて、適宜自由な位置に書き加えることができる。

3.5. 他システムとの連携

編集したデータはファイルとして保存および読み出しが可能であるため、後日内容を確認したり追加の編集を行ったりすることができる。また、PNG 形式で画像として出力することも可能であり、ワープロソフトなどの外部ソフトウェア上に取り込んで利用することができる。さらに、CAG 評価を表で表示するシステムに対応した XML でデータをエクスポートすることができるため、開発システムで記入したデータに対応する CAG 評価を自動で作成することが可能である。

3.6. デフォルトの編集

デフォルトの冠動脈のシェーマを適宜編集することも可能で、新たに作成した冠動脈の状態をデフォルトの形状として登録し直すことも容易にできる。

4. 実装

本システムは、Java™言語を用いて記述されており、幅広いプラットフォームで動作可能である。表示についてはJava2Dを利用している。以下、いくつかの機能について、実装の内容を簡単に述べる。

4.1. 血管の形状表示

血管は中空の赤い線として表現され、枝分かれなども適切に表現される(図1)。このような表現を実現するため、本システムでは、血管を微小区間からなる折れ線として表現している。表示時には、まずすべての血管の場所に赤い太い線を描き、その後同じ場所に白で少し細い線を描いている。また、先へ行くほど細くなる形状を表現するため、血管は微小区間毎に先に行くほど細くなるように太さが定義されており、赤い線と白い線の太さをその値によって変化させている。

4.2. Pull 機能

血管をつまんで引っ張るアルゴリズムは、Igarashiらの手法[5]を用いている。ポリライン(折れ線)として表現された曲線の隣り合う3点を結んで三角形として、この三角形の歪みを最小化するという計算によって実現される。この手法を用いることで、曲線を「つまんでひっぱる」だけで、細かい形状特長を維持しながら大きな変形を実行することが可能となる。また、ユーザが遠くへ引っ張ると徐所に変形範囲がひろがる「ひきはがし」インタフェース[5]を実装しているため、ユーザが変形範囲を事前に指定する必要はない。

4.3. スムージング

スムージングは、手書きで描いた血管に含まれるノイズを除去し滑らかにする機能である。内部的には、血管の上でマウスをこするように動かしたときに、ポインタが通過した領域に存在する折れ線の各点を、その点における折れ角度が周囲の点での折れ角度と等しくなるような位置へ移動する。この処理を、一連の領域内にある点に対して何度も繰り返すことで全体的にノイズが徐々に除去される。

4.4. 狭窄とバイパスによる血流の変化

狭窄によって血管が線表示になる表現は、血管に描き込まれている狭窄の狭窄率が100%であった時に、血

管の枝分かれ構造を辿ることでその地点より下流にある血管を検出し、それらの太さを0にすることで実現される。バイパスをつなぐことで血管表示が復活する表現は、狭窄の場合と同様、枝分かれ構造を辿ることでそれより下流にある血管を検出し、それらの太さを元に戻すことで実現される。

5. まとめと今後の課題

心臓カテーテル検査における所見記載および治療計画のための直感的なインタフェースを開発した。これにより、従来の紙面上でのカルテ記載では実現できなかったバイパス手術後の血管回復なども視覚化することが可能となった。

今後の課題としては、3次元画像による冠動脈疾患の診断が広まりつつある状況にあわせて、3次元シェーマ記載機能を実現させたい。また、インフォームドコンセントのための患者への説明ツールとしての応用も考えられる。

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(C)(2)16500311)による成果の一部である。

文献

- [1] 中沢 一雄, 五十嵐 健夫: “電子カルテ普及に向けたペン入力インタフェース”, 新医療, **9**, pp. 74- 77, 2003.
- [2] 五十嵐 健夫, 芦原 貴司, 八尾 武憲, 永田 啓, 高田 雅弘, 坂地 広之, 鈴木 亨, 中沢 一雄「ペン入力を用いた電子カルテシステムのための各種入力手法の検討」, 第21回医療情報学連合大会論文集(第2回日本医療情報学会学術大会), 2001年
- [3] 五十嵐 健夫, 芦原 貴司, 永田 啓, 高田 雅弘, 中沢 一雄「最新ペンコンピューティング技術に基づく電子カルテインタフェース: カルテ記載者のストレス軽減を目指して」, 第20回医療情報学連合大会論文集(第1回日本医療情報学会学術大会) 医療情報学第20巻 supplement2, pp.482-483, 2000年.
- [4] 西村 恒彦(編), 南都 伸介(編), 吉田 清(編), 石田 良雄(編)「虚血性心疾患一病態に応じた画像診断法」, メジカルセンス, 2000年.
- [5] Takeo Igarashi, Tomer Moscovich, John F. Hughes, "As-Rigid-As-Possible Shape Manipulation", ACM Transactions on Computer Graphics, Vol.24, No.3, ACM SIGGRAPH 2005, Los Angeles, USA, 2005.