

JAVA による眼底画像分類システムの試作*

6D-10

溝口 文雄[†] 大和田 勇人[†]

古渡 大輔[†]

白土 城照[†]

[†]東京理科大学 理工学部

[†]東京大学医学部眼科学教室

1 はじめに

最近、通信ネットワークの発達に伴い遠隔医療の試みが盛んになっている。それは、複雑な病状を診断する病理医の数が少なく、小規模な病院などでは緊急時に診断が遅れるケースがあるからである。通信ネットワークを利用して遠隔地から早く正確な情報が得られることは、早期のうちに適切な処置を可能にするので医療には非常に効果的である。しかし、送られた画像を判断する専門医の手を煩わせることに変わりはなく、大量の画像を判断するような場合、すべて画像を診ることは不可能である。例えば、集団検診等で撮影される大量の眼底写真は、緑内障を発見するための計算機自動処理が望まれている。

我々は、既に帰納学習を用いて眼科医の経験則を反映させた眼底画像分類システム [1] を試作した。しかし、計算機環境に依存するために、汎用性がなかった。よって、さらに動作環境に依存せずに WWW 上でアプリケーションとしてプログラムを実行させることのできる JAVA [3] を用いて眼底画像分類システムを試作した。本システムの概要を図 1 に示す。

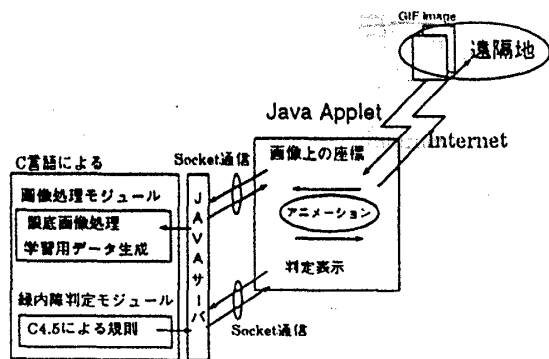


図 1: システム概要図

2 JAVA による遠隔医療の利点

JAVA は、ネットワークを意識したアプリケーション開発を行うための強力な言語である。HotJava [3], Netscape Navigator¹ 等のブラウザが対応していることで、ほとんど環境に依存せずにシステムが動作するという利点がある。また、JAVA 言語によって開発されたアプリケーションはコンパイルされたバイトコードが一度サーバからブラウザに取り込まれると、実行時にサーバ側に負荷がかからない。また、ダイナミックな動きをブラウザ上で見ることができ、さらにユーザとの双方向のやりとりも容易である。

遠隔医療では、ユーザが画像を見ながらその画像の情報を得られることが重要であり、その情報に対して即座に対応できることが望まれる。JAVA によって作られた医療支援システムを使えば、どこからでもインターネットにアクセスし、自分のブラウザにダウンロードしたアプリケーションを利用し、医師の都谷は関係なく診断サービスを受けられるという利点がある。本システムは、緑内障を発見するという目的で作成しており、緑内障の専門医の代わりに眼底を判定するインタフェース部分を JAVA を用いて作成している。専門医の知識は帰納学習を用いて規則として獲得し [1], 判定部分を作成した。

3 システムの概要

本システムでは、ユーザが眼底を診断したいときにアプリケーション (JAVA で開発した実行可能なプログラム) を呼び出し出して判定情報が得られる。JAVA を用いれば、これまでに C 言語で開発したシステムもネットワークで利用することが可能である。システムは、C 言語による眼底画像処理部、帰納学習を用いて獲得した規則による緑内障判定部、それら呼び出すサーバ、そしてサーバと通信するクライアント (アプレット) に分かれている (図 1 を参照)。

3.1 システムの動作

本システムは、実行時に C 言語で実装した画像処理部と緑内障判定部を JAVA で作成したサーバ内で呼びだし、

*An experimental classification system of ocular fundus images using JAVA language

[†]Fumio Mizoguchi, Hayato Ohwada, Daisuke Kowatari, Faculty of Sci. and Tech., Science University of Tokyo

[†]Siroteru Sirato, Department of Ophthalmology, Faculty of Medicine, University of Tokyo, Tokyo

¹©Netscape Communications Corporation

統合している。また、インタフェース部も JAVA によって開発されており、netscape2.0 を用いれば、遠隔地からの利用が可能である。緑内障の発見を目的として眼底を判断するときは、撮影角 30 度の視神経乳頭の拡大写真と撮影角 45 度の網膜を広く写した写真の 2 枚を用いるのが良いとされる [1] ので、本システムでもこの 2 種類の眼底画像 (GIF 形式) を URL を指定して読み込ませる。そして、視神経乳頭を中心や濃度を取る場所の座標をブラウザ上で指定すると、アプレットがソケットを使ってサーバ側に座標を送り込む。サーバが受けとったデータは画像処理部でデータ加工され、判定部で判定される。判定結果は、再びサーバがアプレットに返し、ブラウザ上で表示される。動作イメージを図 2 に示す。

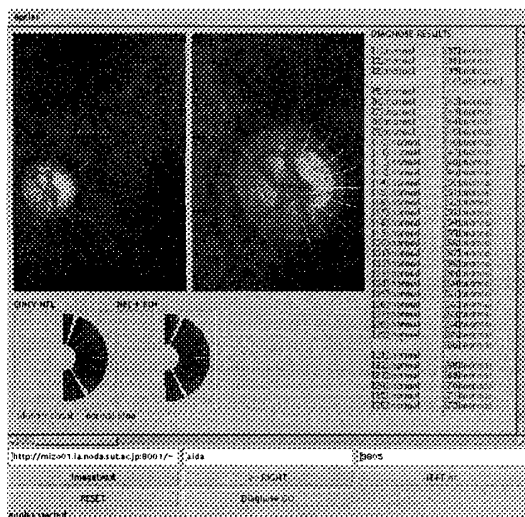


図 2: JAVA による眼底画像判定インタフェース

3.2 眼底の画像処理について

画像処理モジュールは、サーバ内でネイティブメソッドとして呼び出され、医師の専門的な知識を獲得するための帰納学習用のデータを作る。帰納学習は、多くの事例からその事例集合を説明する概念を導出することであり、本研究では眼科の専門知識を反映させて事例から規則を作り出す。学習用の属性には、R(赤),G(緑),B(青),Hue(色相),Sat(彩度),Bri(輝度),R/G,R/B,G/Bの色彩の属性と r/d 比 (辺縁幅 (rim) と乳頭半径の比) を設定した。濃度は眼科の経験を考慮し、乳頭を中心にして放射状に採取し [1]、複数の画像間で比較できるように標準化されている。

3.3 緑内障の判定規則

緑内障専門医の経験を規則に反映させるために、画像処理によって得られたデータは、眼科医が判断して normal(正

常),abnormal(異常),vessel(血管) とラベルをつけて教師データとする。このデータを帰納学習システム C4.5[2] に学習させ、得られた分類規則 (決定木形式) を利用する。規則の一例を以下に示す。

```
Decision Tree:
r/d ratio <= 1.11257 :
|   r/d ratio <= 0.623674 : normal (23.0/4.0)
|   r/d ratio > 0.623674 : abnormal (61.0/6.0)
r/d ratio > 1.11257 :
|   HUE <= -1.06547 :
|   |   GREEN <= 0.412025 : normal (28.0/11.0)
|   |   GREEN > 0.412025 : vessel (61.0/12.0)
|   |   HUE > -1.06547 :
|   |   |   HUE > -0.469776 : normal (848.0/69.0)
|   |   |   HUE <= -0.469776 :
|   |   |   |   BLUE > 0.822097 : normal (65.0/11.0)
|   |   |   |   BLUE <= 0.822097 :
|   |   |   |   |   G/B <= 1.68349 : normal (26.0/9.0)
|   |   |   |   |   G/B > 1.68349 : vessel (40.0/11.0)
```

分類の結果、現在では未知のデータに対して 80 % 程度の正確な予測が可能である [1]。

4 評価

PC(CPU が Pentium75MHz, メモリ 16MB のマシン) と netscape2.0 を用いて、電話回線を利用して 28800bps の速度で PPP 接続し、本システムが利用可能かどうか実験してみた。アニメーションの動きはスムーズで、画像 (2 枚 120KB) の読み込みには 20 秒程度の時間しかかからず、十分利用可能なスピードであった。

5 おわりに

本研究では、ネットワークアプリケーション開発用言語 JAVA を用いて、緑内障を早期に発見するための眼底画像分類システムを試作した。今までに C 言語で開発した眼底画像処理システムと帰納学習システム C4.5 で獲得した分類規則を JAVA によって結びつけ、実際にネットワーク上で眼底が緑内障かどうかを判定することができた。また、今後より多くの画像の判定結果がデータとして蓄積されていくので、分類規則を作るデータの母集団が大きくなる。よって、より正確な診断へと結び付けることができると思われる。

参考文献

- [1] 溝口, 大和田, 古渡, 白土: 帰納学習を用いた眼底画像分類システムの開発, 情報処理学会第 51 回全国大会論文集 3, pp181-182, 1995.9.
- [2] J.Ross Quinlan: C4.5: Programs for Machine Learning, Morgan Kaufmann, San Mateo, California, 1992.
- [3] Arthur van Hoff, Sami Shai, Orca Starbuck: Hooked on Java, Addison-Wesley Publishing Company, pp.1-19, 1995.12.