* 近年，医師不足や医療施設偏在化により，地方では十分な治療が受けられない患者が増加し，医療支援ロボットが利用されつつあります．
* 一方，当研究室は経皮的に生体情報，特に血流情報の取得を研究しています．
* 血流計測では対称を固定しても，血流が阻害されるし，固定しなくても，測定領域がずれます．
* そこで，当研究室は固定しないでロボットアームを用いて対称を追跡するシステムを提案しました．
* そのために，測定機器はカラーカメラですから，カラー画像から血管を抽出する必要がありますが，機械学習による画像認識を検討しています．
* 機械学習は，事前に血管のデータを用意し，学習させる方法ですから，まず他の方法で血管を抽出する必要があります．
* そこで，近赤外線とモノクロカメラを用いて，右図のように，血管が濃い線として現れる画像を作成し，この図から血管の位置を抽出します．

谷の検出

* 濃い線を検出するには，まず画像を関数と考えます．
* 図のように，グラフをかくと線のところは谷になっています．
* 画像上の各点の主曲率の主方向に一致した座標系(p，q)を使って，谷の頂点の特徴はこれらの式で表せる．
* 上の２つの式は極小点の式で，最後の式はｑ方向の主曲率がｐ方向より大きいことを意味します．

スケール空間

* しかし，谷の広さは一定ではないので，それだけでは足りません．
* そこで，もう１つのパラメータ，スケール*t*を導入
* スケールは画像にかけるガウスフィルタの分散に相当するもので，大きければ大きいほど，画像が強くぼかされる．
* 図のように，tが小さいときほとんどノイズである狭い谷が検出されるが，ｔが大きいときその狭い谷が消えて，血管を含んだ広い谷が現れる．

谷強度

* 今見た通り，谷によって適切なスケールが異なる
* どの谷がどのスケールが適切か，判断するために，谷強度という概念を導入する
* 式のように谷強度は主曲率の絶対値に比例する
* この値は，任意の位置（ｘ，ｙ）において，適切なスケールのとき極大になる
* 図のように，スケールを変えれば，あるスケールで谷強度が極大になります．
* 具体的なやり方，異なるスケールの画像を重ねて，３次元の空間を作ります．ｔ方向の微分を計算して，式に満たす点は極大であることがわかります．
* この式は普通の極大点の式です．

谷の孤立化

* これをどう使うかというと，前説明した谷の頂点の定義と一緒に使って，両方を満たす点を谷の成分とします．
* 抽出した谷の成分のうち，ｔを含んだ３次元空間上でつながってものの集合ガンマを１本の谷とします．
* 最後に，今言った谷を構成する成分の集合ガンマそれぞれ谷強度を合計して，合計が大きい谷のみ抽出すれば，右図のようになります．
* 血管の一部しか抽出できなかったですが，その原因は対称性がない谷の頂点がスケールが大きいときずれるからです．
* この図の黒い線はスケールが小さいとき検知した谷の頂点，白い線はスケールが大きいとき検知した谷の頂点ですが，抽出できなかったところは谷がずれているのが見えます．