

論文題目：仮想化内視鏡システムを用いたナビゲーション診断・

治療支援に関する研究

氏名：林雄一郎（480134030）

論文要旨

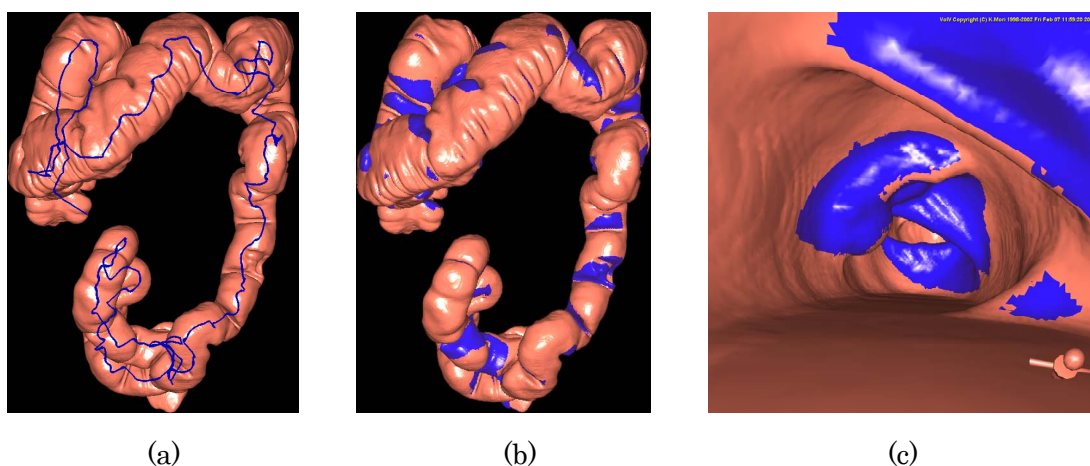
近年、X線CT装置やMRI装置などのイメージング装置の発達により人体内部の高精細な画像が得られるようになった。しかし、それを読影する医師の負担は増大しており、コンピュータによる画像診断支援が期待されている。その中の一つとして、CT装置などから得られた3次元画像を、仮想化された人体と考えて診断や治療に役立てようという動きがある。仮想化された人体内部のナビゲーションを実現するツールの一つとして、仮想化内視鏡システム(Virtualized Endoscope System; VES)がある。VESは人体内部の自由な観察環境を提供するものであり、ユーザは仮想化された人体内において視点位置・視線方向を変更しながら臓器を観察することができる。

VESはその特徴から様々な医療現場での利用が考えられているが、その中の一つに大腸検査への適用がある。医師は手動あるいは自動で大腸内部をフライスルーし、臓器内壁を観察するが、大腸内部に存在するハウストラと呼ばれるひだによってフライスルー中に死角が生じ、病変部等を見落とす危険性がある。そこで、フライスルー中に医師が観察できなかった場所を特定し、フライスルー終了後、この領域を提示することができれば、見落としを減らすことができるであろう。さらに、大腸観察時に用いられている自動フライスルーにおいて、どの程度観察できない領域が存在するか調べることは重要である。そこで、本論文ではVESを用いて仮想化された人体内部を観察した際に画面に表示しなかった領域（以下、未提示領域と呼ぶ）を特定する手法の開発と、その手法を用いて大腸内部の自動フライスルー時に未提示領域がどの程度存在するかの調査を行った。

ユーザがVESでフライスルーを行った時に画面に表示しなかった領域（未提示領域）を特定する。VESの主な表示法として、サーフェスレンダリング(SurR)法とボリュームレンダリング(VoIR)法がある。SurR法では、臓器形状は三角形パッチ群を用いて表現されるため、フライスルーの間に画面に表示されたパッチを特定する。フライスルー中の各仮想化内視鏡像において、どのパッチが画面に表示されるかは、レンダリング時に行なわれる陰面消去により決定されることから、ディスプレイ端末に送られる各フレームにおいて、どの三角形パッチが画面上に表示されているかを求めることができる。フライスルー終了後、フライスルー中に1フレームも表示されなかった三角形パッチ群を未提示領域とする。VoIR法では画面に表示された領域を陽には決定できないため、フライスルー中の各仮想化内視鏡像において、投影面（画面）に表示された3次元画像の画素を推定する。VoIR法では、

投影面の輝度値は視点からレイトレースを行うことで決定されるため、各レイ上での積算不透明度を解析することにより、投影像の輝度値に最も強く影響する 3 次元画像中の画素（関心画素）を求める。本手法では関心画素よりも視点位置側に存在する不透明な画素を画面に表示された画素と考え、既提示画素とする。フライスルー終了後、既提示とならなかった画素の集合を未提示領域とする。

実際の腹部 X 線 CT 像 10 例より得られた大腸領域に対してその芯線に沿った自動フライスルーを実行し、フライスルー後に大腸領域に占める未提示領域の割合を調査した。表示法として SurR 法, VolR 法それぞれを用いた場合で実験を行った。実験の結果, SurR 法, VolR 法どちらの表示法でも全大腸領域の約 30%が未提示領域となった。これはどの症例においてもほぼ同じであり、芯線に沿った自動フライスルーでは多くの領域が表示されないことが明らかになった。



図：自動フライスルー経路と検出された未提示領域。(a) 自動フライスルー経路, (b), (c) 検出された未提示領域