



Title	頭頸部領域におけるヘリカルCTでのdeblurring法による縦軸方向分解能の改善
Author(s)	酒井, 修; 沈, 雲; 木村, 文子 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1997, 57(4), p. 211-214
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/19301">https://hdl.handle.net/11094/19301</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 頭頸部領域におけるヘリカルCTでの deblurring法による縦軸方向分解能の改善

酒井 修<sup>1),2)</sup> 沈 雲<sup>3)</sup> 木村 文子<sup>4)</sup> 高田 育紀<sup>2)</sup>

1)自治医科大学放射線医学教室(主任:古瀬 信教授) 2)栃木県済生会宇都宮病院放射線科  
3)GE横河メディカルシステム研究開発部 4)土谷総合病院放射線科

### Improvement of Longitudinal Resolution by Deblurring Technique in Helical CT of the Head and Neck

Osamu Sakai<sup>1),2)</sup>, Yun Shen<sup>3)</sup>, Fumiko Kimura<sup>4)</sup>  
and Yasunori Takata<sup>2)</sup>

We assessed the improvement of longitudinal resolution in helical CT by deblurring techniques in a phantom and 8 head and neck patients. After helical scanning with 3- or 5-mm-collimation and 3- or 5 mm/sec table feed, overlapped axial images were reconstructed at every 0.3 or 0.5 mm pitch. Deblurring techniques were applied to these data. The slice profile and longitudinal resolution were improved by deblurring. Longitudinal resolution increased with the strength of deblurring. Image sharpness was improved in reconstructed images of MPR, MIP and 3D, and better visualization of the peripheral vessels was obtained in CTAs.

### はじめに

頭頸部領域ではその対象となる臓器が小さく、ヘリカルCTでも高い縦軸方向分解能が要求される。しかし、そのためには、薄いスライス厚と遅いテーブル移動速度が必要であり、撮像範囲が制限される。また撮像時間の延長は造影剤使用量の増加にもつながる。通常、ヘリカルCTでは再構成間隔を小さくしても、縦軸方向の分解能は変わらないが、得られたデータをdeblurring(ボケ取り)処理をすることにより、縦軸方向分解能を改善し、数学的に実際のスライス厚よりも薄いスライスを再構成でき<sup>1)-3)</sup>、これは多断面再構成multiplanar reformation (MPR)、3次元表示(3D, shaded surface display)、およびCT angiography (CTA)(maximum-intensity-projection (MIP) およびsurface rendering (3D))に応用可能である。ファントム実験および頭頸部領域の臨床例で、これによる縦軸方向分解能の改善およびその有用性につき報告する。

### 方 法

ヘリカルCTはGE横河製のProSeedで、スライス厚は3または5mm、寝台移動速度はそれぞれ3または5mm/s (helical pitch 1)、180°補間で行った。これを0.3または0.5mm間隔(reconstruction pitch 0.1)で再構成し、このデータをもとに、workstation (hp; 735, Hewlett Packard社製)でdigital deconvolutionを用いたdeblurring処理を行った。Deconvolutionとはhelical effective slice profileをもとに、縦軸方向分解能を改善する方法であり、実空間で処理するconstrained iterative process (CI法)と周波数空間で処理するWiener filter (WF法)がある<sup>1)-5)</sup>。詳細は参考文献<sup>1)-5)</sup>を参照されたい。これらdeblurring処理によって縦軸方向分解能が改善した画像を用い、Advantage Windows (GE横河製)で、MPR、MIP、3D画像を作成した。

#### 1. ファントム実験

スライス面に平行な2mmのスリットのあるアクリール樹脂製ラダーファントムをスライス厚3mm、寝台移動速度3mm/sでスキャンし(140kV, 80mA)、0.3mm間隔で再構成し

Research Code No. : 504

Key words : Helical CT, Technique

Received Jul. 15, 1996; revision accepted Nov. 18, 1996

- 1) Department of Radiology, Jichi Medical School and Hospital
- 2) Department of Radiology, Saiseikai Utsunomiya Hospital
- 3) R & D Department, GE Yokogawa Medical Systems
- 4) Department of Radiology, Tsuchiya General Hospital

た。これをもとに、CI法とWF法で処理強度を変えたdeblurring処理を行い、得られた画像からMPR、MIPおよび3D像を作成し、処理前の再構成画像とスリットの描出能、辺縁の明瞭さにつき比較した。

また、両deblurring法において、coin法で得られたhelical effective slice profileについて、縦軸方向分解能の改善効果について解析した。

## 2. 臨床例での検討

頭頸部成人8例において、3または5mm厚、寝台移動速度3または5mm/sでヘリカルCTを施行(120kV, 160-200mA), 0.3あるいは0.5mm(pitch 0.1)で再構成し、これをCI法とWF法でdeblurring処理した。これら縦軸方向の分解能が改善された画像と原画像を用い、MPR、3D、CTA(MIPおよび3D)を作成し、辺縁の明瞭さ、横走する構造物の描出能、またCTAでの末梢血管の描出能につき比較した。

## 結 果

CI法およびWF法によるdeblurring処理により、縦軸方向の分解能、半値幅および1/10値幅は改善した(Table 1, Fig.1)。Deblurring処理強度の増加とともに、縦軸方向の分解能は改善し、ラダーファントムのスリットの描出能およびその辺縁の明瞭さは向上した(Fig.2)。臨床例でも全例でMPR(Fig.3)、3D表示にて、辺縁の明瞭さ、横走する構造物の描出能が改善し、また、CTAでは末梢血管の描出能の改善を認めた(Fig.4)。

しかし、deblurring処理強度の増加とともに、信号一ノイズ比(S/N比)の低下と“階段状”的アーチファクトの増加を認めた。このため臨床例での処理強度はCI法では $R = 10$ 、WF法では $k = 2$ が現時点での至適強度と考えられた( $R$ および $k$ はそれぞれCI法とWF法でのdeblurring強度係数)。

今回われわれが用いた条件、 $512 \times 512$ マトリックス、150スライスの処理にCI法では約3時間、WF法では約10分要し

た(使用言語: Fortran)。

## 考 察

ヘリカルCTは従来のCTと比較し、やや縦軸方向分解能に劣る<sup>6-8)</sup>、われわれの結果はdeblurring処理による縦軸方向分解能の改善を示した。これは頭頸部領域のように高い縦軸分解能を要求される部位では有用と考えられる。撮像範囲の制限なしに、高縦軸分解能画像が得られる可能性を示唆するとともに、短時間での撮像が可能となり、脈管の均一な増強効果が得られ、CTAで有用と考えられる。

われわれはCI法とWF法という2種類のdigital deconvolutionを用いた<sup>1)</sup>。前者は実空間、後者は周波数空間での処理である。同程度の分解能を得るために双方で処理を行った場合、理論的にはCI法の方がノイズが少ない、画質の良い画像が得られるが、現時点ではその処理時間の長さが問題である。しかし、一度deblurring処理をすれば、その後は縦軸方向分解能の高い“real” volume dataとして扱え、簡便にMPR、3DやCTAに応用できる。

ファントムおよび臨床例で示したように、deblurring処理強度があがるにつれ、“階段状”的アーチファクトが増加し、S/N比が低下する。また、縦軸分解能および画質の改善の程度は、原画像でのノイズ、アーチファクト、およびそのデータを利用した画像再構成法によって制限される。また、本処理法は高コントラスト組織では有用だが、低コントラスト部位ではノイズおよび“階段状”的アーチファクトの増加のため、十分な有用性が得られない可能性がある。対象部位および各再構成法ごとの至適処理強度については、さらなる検討が必要と考える。さらに、本処理法を十分生かすために、ノイズの少ない、特に、ヘリカルアーチファクトの少ない画像を再構成可能なalgorithmの研究も重要である。

Table 1 Improvement of longitudinal resolution for effective slice thickness by deconvolution

		3mm thk, 3mm/s		5mm thk, 5mm/s	
		FWHM (mm)	FWTM (mm)	FWHM (mm)	FWTM (mm)
Original		3	4.8	5	8
Constrained Iterative Process	R = 5	2.4	4.2	4.5	7
	R = 10	2.1	3.9	4	6.5
	R = 20	1.8	3.3	3.8	5.5
	R = 50	1.5	2.4	3.5	4.8
	R = 100	1.2	2.1	3	4.5
	R = 200	0.9	1.5	1.5	3.8
Wiener Filter	k = 1	3	4.7	5	8
	k = 2	2.4	3.6	4	6.3
	k = 3	1.5	3.3	3	4.5
	k = 4	0.9	1.8	1.8	3.5

\*FWHM: full width at half maximum, FWTM: full width at tenth maximum

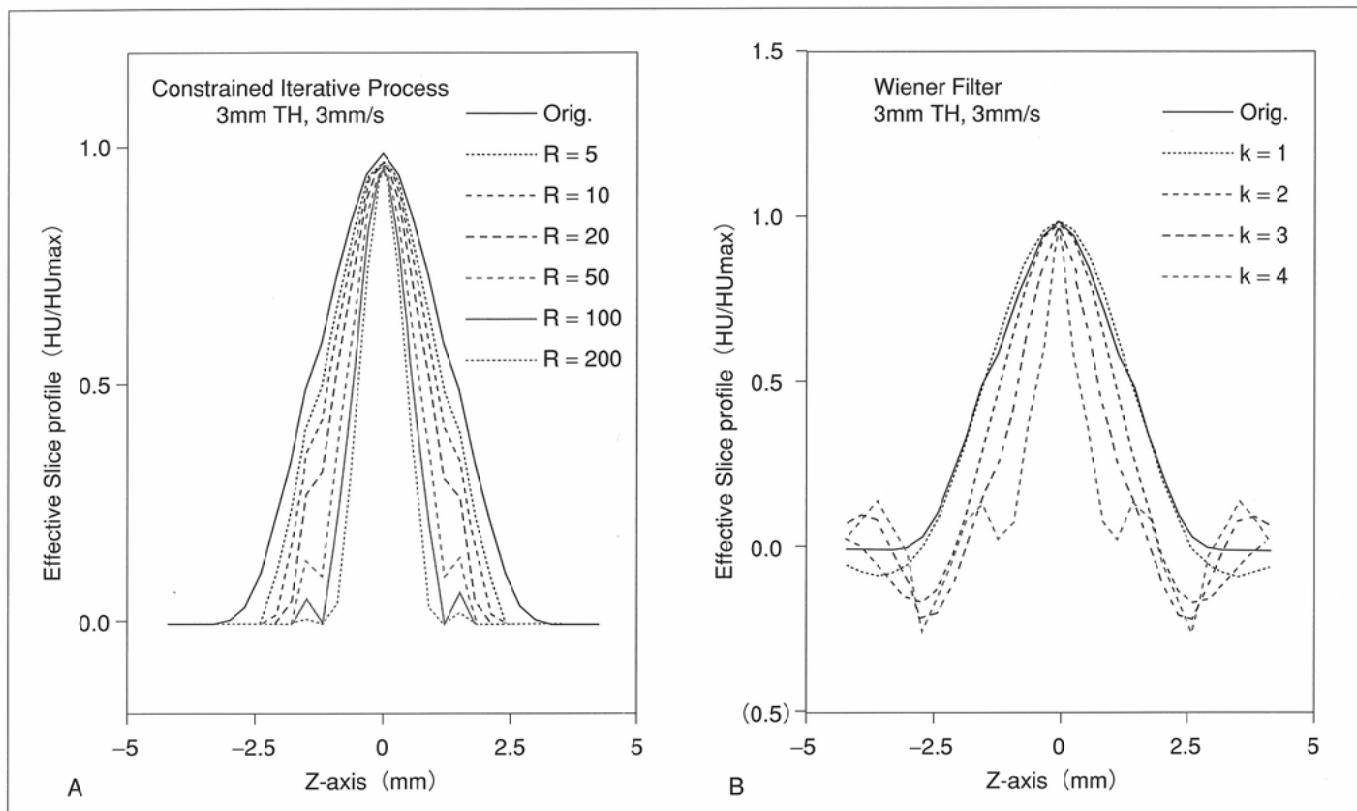


Fig.1 Improvement of slice profile by deblurring technique, 3-mm collimation with 3-mm/s table speed.  
A : Constrained iterative process. B : Wiener filtering.

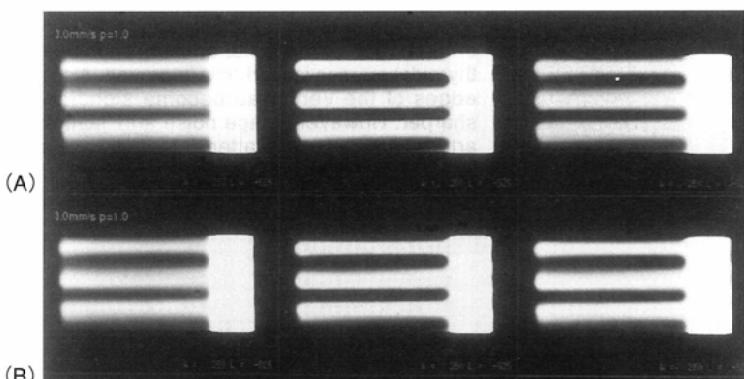


Fig.2 Phantom image evaluation of different strength of deblurring by constrained iterative process. Phantom; an acrylic acid resin with 2-mm-slits. Original helical scan; 3-mm collimation, 3-mm/sec, reconstruction pitch: 0.3-mm.  
A : MPR; Original, R = 10, 30. B : MIP; Original, R = 10, 30. Sharpness of the phantom-slits was significantly increased after deblurring in reconstructed images of MPR and MIP. Longitudinal resolution is improved better as the strength of deblurring is increased. However, images after the stronger deblurring (R = 30) show increased helical artifacts.

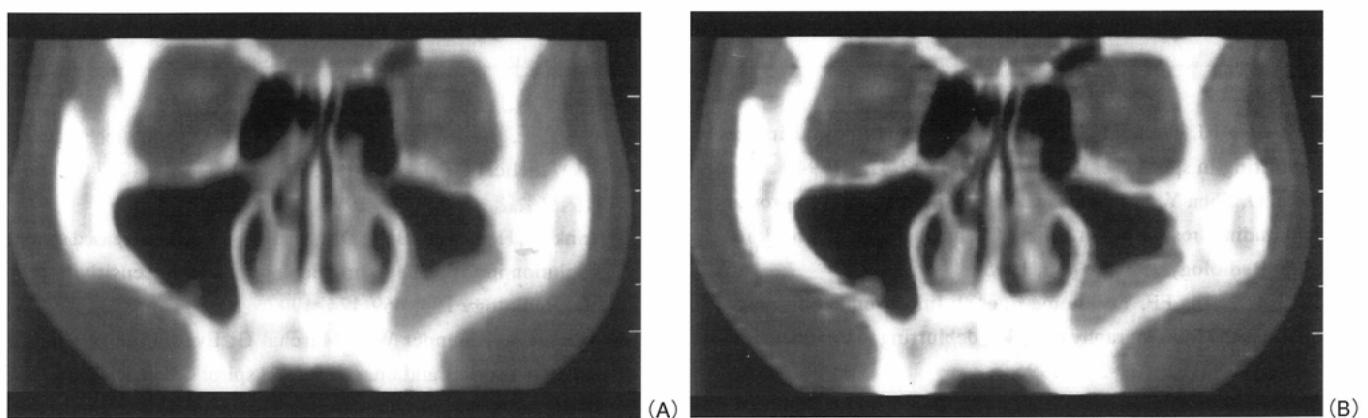
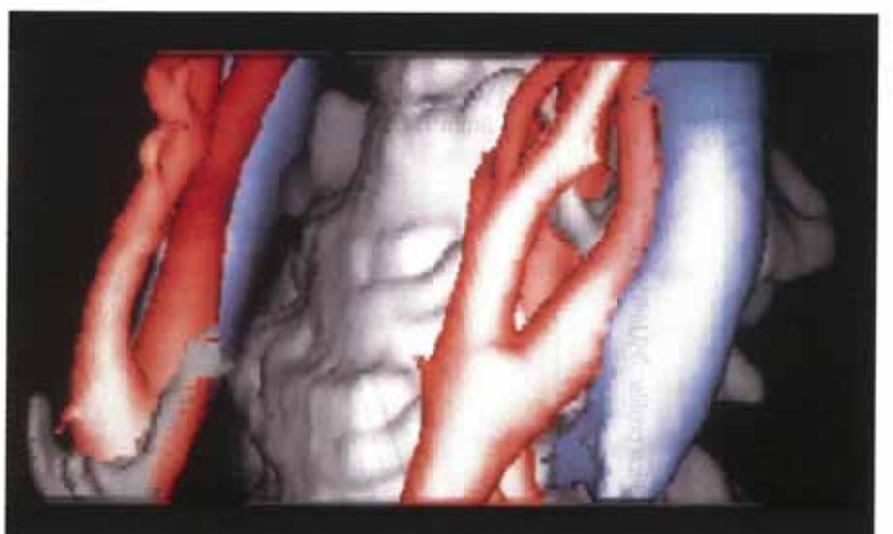
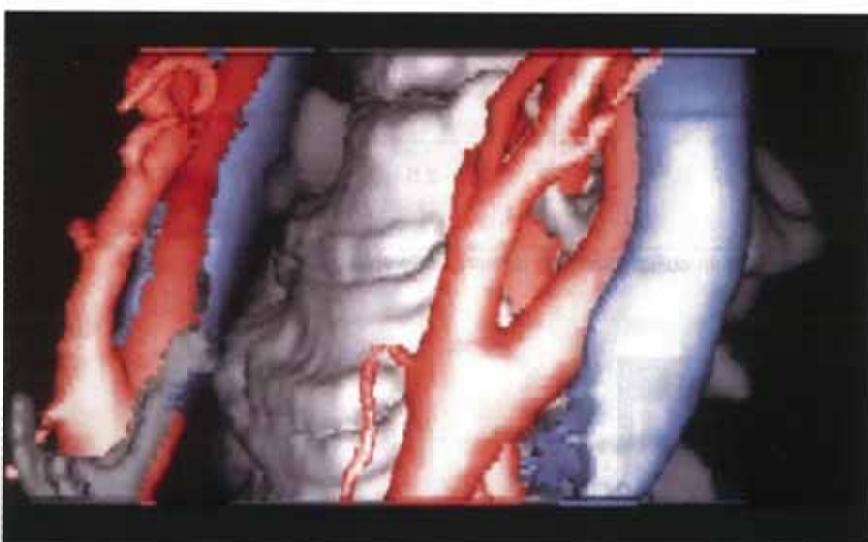


Fig.3 Paranasal sinus, coronal reformation. Original helical scan; 5-mm collimation, 5-mm/sec, reconstruction pitch: 0.5-mm.  
A : Original. B : After deblurring by constrained iterative process, R = 10.  
Sharpness of the bones and thickened mucosa in the left maxillary sinus is improved by deblurring. Note that the orbital floors which run horizontally are visualized better in the image after deblurring. However, 'stair-step' helical artifact becomes prominent.



(A)



(B)

Fig.4 Surface rendering CT angiography of the carotid bifurcation. Original helical scan; 5-mm collimation, 5-mm/sec, reconstruction pitch: 0.5-mm.

A : Original. B : After deblurring by constrained iterative process,  $R = 10$ .

Image sharpness is improved and details of the carotid arteries are demonstrated better in images after deblurring. Visualization of the peripheral portions of the facial arteries and superior thyroidal arteries is markedly improved. Also, the edges of the vertebrae become significantly sharper. However, image noise and 'stair-step' artifact are increased after deblurring. The bilateral carotid arteries and left vertebral artery are colored red and the internal jugular veins blue.

## 文献

- 1) Schlueter FJ, Wang G, Hsieh PS, et al: Longitudinal image deblurring in spiral CT. Radiology 193: 413-418, 1994
- 2) Sakai O, Shen Y, Shibayama C, et al: Application of improved longitudinal resolution in helical CT for the head and neck region. Radiology 197(P): 486, 1995
- 3) Shen Y, Zhang FF, Yoshitome E, et al: Improvement of image quality of CT angiography by using deblurring techniques. Radiology 197(P): 221-222, 1995
- 4) 酒井 修, 木村文子, 沈 雲, 他: Deblurring techniqueを用いたhelical CT(II) -頭頸部領域でのZ軸方向分解能の改善およびそのCT angiographyへの応用-. 日本医学会誌 56: 127, 1996
- 5) 木村文子, 酒井 修, 沈 雲, 他: Deblurring techniqueを用いたhelical CT(I)-側頭骨CTにおける有用性について-. 日医学会誌 56: 127, 1996
- 6) Brink JA, Heiken JP, Balfe DM, et al: Spiral CT: decreased spatial resolution in vivo due to broadening of section sensitivity profile. Radiology 185: 469-474, 1992
- 7) Polacin A, Kalender WA, Marchal G: Evaluation of section sensitivity profiles and image noise in spiral CT. Radiology 185: 29-35, 1992
- 8) 沈 雲: 螺旋スキャンの再構成、評価法並びにその応用. 日本放射線技術学会兵庫支部雑誌 51: 46-57, 1994