

Improvement Method of Computed Radiography  
Image

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2011-06-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 藤本, 博久, 西野, 順二, 小高, 知宏, 小倉, 久和, 福島, 哲弥, 田中, 雅人, 小室, 裕冉, 石井, 靖, FUJIMOTO, Hirohisa, NISHINO, Junji, ODAKA, Tomohiro, OGURA, Hisakazu, FUKUSHIMA, Tetsuya, TANAKA, Masato, KOMURO, Hiroyuki, ISHII, Yasushi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10098/3371">http://hdl.handle.net/10098/3371</a>

## 腹部 CR 画像における画質改善の試み

藤本 博久\* 西野 順二\*\* 小高 知宏\*\* 小倉 久和\*\*  
福島 哲弥\*\*\* 田中 雅人\*\*\* 小室 裕冉\*\*\* 石井 靖\*\*\*

### Improvement Method of Computed Radiography Image

Hirohisa FUJIMOTO, Junji NISHINO, Tomohiro ODAKA,  
Hisakazu OGURA, Tetsuya FUKUSHIMA, Masato TANAKA,  
Hiroyuki KOMURO and Yasushi ISHII

(Received Feb. 26, 1999)

In this paper, we have studied the improvement method of the Computed Radiography(CR) images. The picture quality of CR image degrades with scattered radiation. This problem can be settled using a grid, but a dose is increase. We examined the signal processing filters which substitutes for the grid. We tried a Kasvand-type unsharp masking which combined the Kasvand operator with the conventional unsharp masking. We could improve a picture quality of CR images which cannot be improved by a conventional unsharp masking.

**Key Words** : CR, Computed Radiography, Unsharp Masking, Kasvand Operater

## 1 はじめに

近年, 医療現場では, 従来のフィルム画像に比べ, デジタル画像の占める割合が非常に多くなってきた. 雑音に強い信号処理の実現, 医用画像通信の実現, 医用画像管理コストの軽減, 医用画像の効率的な検索, リアルタイムな撮像と表示, 画像処理技術の応用, 診断の正確度の向上, 患者被曝線量の軽減, 便利さの追求といった理由から, X線画像をデジタル的に取り扱うことのできるX線デジタル撮影システム(digital radiography: DR)を導入したからである. このDRの代表的なものにComputed Radiography(CR)がある. CRの特徴としては, 面検出器にイメージングプレートが使用され, アナログシステムと比べて少ないX線量で撮影できることがあげられる. しかし実際の撮影には, 画質の劣化

\* 工学研究科 情報工学専攻

\*\* 工学部 情報工学科

\*\*\* 福井医科大学 放射線部

をもたらす散乱線の除去を目的としてグリッドと呼ばれる鉛などのX線不透過物質を細長い箔片にして入射X線束と平行に一定間隔に並べたものを使用する。このためグリッドを透過する分、より多くの線量を当てなければならなくなる。この時の線量はグリッドがないときの2倍程度になる。つまり散乱線によって画質が劣化していない画像を得るには、患者の被曝の増加を伴うわけである。

本報告では、患者の被曝の減少を目的として、グリッドの代わりとなりうる処理方式の開発を試みた。今回は腹部を対象とし、その方法として信号処理的なフィルタによる処理の方法を試みその構成方法を提案する。

実際には、CRによって胸部から腹部にかけて撮影された画像を対象画像とし、CRの画質改善方法として従来から使用されているボケマスク処理にKasvandの反復型線検出オペレータを組合せたKasvand型ボケマスク処理による処理を試みた。処理画像とグリッドを入れて撮影した画像を2乗誤差の平均値によって比較した結果、従来のボケマスク処理よりも誤差が小さくなったことから画質がより改善されることがわかった。

## 2 Kasvand型ボケマスク処理の構成

ここで提案するフィルタの構成法は、従来からあるボケマスク処理を改良したものである。ボケマスク処理とは、デジタルX線画像でよく用いられる画像の鮮鋭化方法である。空間領域におけるボケマスク処理を式(1)に示す。

$$Sp(x, y) = So(x, y) + k \cdot So(x, y)(So(x, y) - Sus(x, y)) \quad (1)$$

$$Sus(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n So(x_i, y_j) \quad (2)$$

ここで、 $So(x, y)$ 、 $Sp(x, y)$ は、それぞれフィルタリングの対象画像と処理画像を示し、 $Sus(x, y)$ は、対象画像の座標 $(x, y)$ を中心とした $m \times n$ のピクセル値の平均でつくられるマスク処理画像(ぼかさされた画像)である。強調される領域は、マスクの大きさ $m \times n$ によって決まり、強調の度合いは重み係数 $k$ によって決定される。ボケマスク処理では、ピクセル値に依存せず一定の値を用いたり、式(1)の $k \cdot So(x, y)$ によって対象画像のピクセル値に依存した強調を行っている。

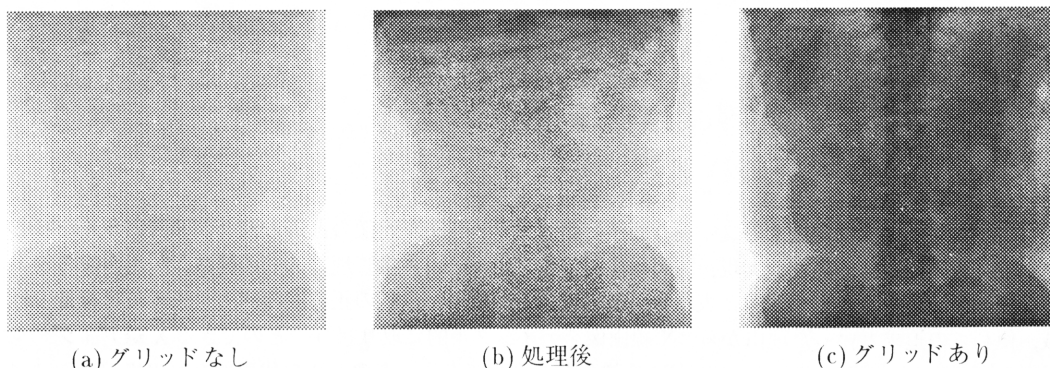


図 1: 従来型ボケマスク処理による処理画像

図 1(b)は、図 1(a)にボケマスク処理を施したものである。ボケマスク処理によって、背骨などを見ることができるようになったが、エッジ要素が弱いいため全体的にぼやけたものになっている。図 1(c)の

グリッドありで撮影したものと比較すると、エッジ要素の弱い様がよくわかる。そこで線要素の検出・強調オペレータである Kasvand の反復型線検出オペレータを組合せることによって、エッジ要素を強調した画像が得られるボケマスク処理の構成を試みた。この手法を Kasvand 型ボケマスク処理とする。

Kasvand 型ボケマスク処理による処理の流れは以下の通りである。

処理 1：関心領域の設定

処理 2：関心領域における線要素を強調する

処理 3：線要素の強調された画像を閾値処理する

処理 4：ボケマスク処理をする

以下にグリッドなしで撮影された画像の大きさを  $M \times M$  とし、座標  $(I, J)$  に置けるピクセル値を  $N(I, J), (I, J = 1 \sim M)$  とし詳しく説明する。

処理 1

グリッドなしで撮影された画像  $N(I, J)$  から縦隔部に関心領域  $T(U, V), (\frac{M}{2} \leq U \leq \frac{3M}{2}, 1 \leq V \leq M)$  を切り出す。関心領域を設定する理由は、処理 2 で線要素の強調を行う際、被写体と外野との境界線が強く強調され、内部の強調が弱まるためである。

処理 2

関心領域  $T(U, V)$  に Kasvand の反復型線検出オペレータによる処理によって、線要素が強調された処理画像  $K(U, V)$  を構成する。このとき使用する Kasvand の反復型線検出オペレータのテンプレートサイズは、対象画像の大きさに応じて  $5 \times 5$ 、 $15 \times 15$  または  $25 \times 25$  を使用する。

$$K(U, V) = \begin{cases} S_{max} & \text{if } S_{max} \geq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$$S_{max} = \text{Max}(S^0, S^{45}, S^{90}, S^{135}) \quad (4)$$

$$S^N = L^N(i, j) \otimes K(i, j) \quad (5)$$

$$N = 0, 45, 90, 135$$

$$L^0 = \begin{bmatrix} M & M & M & M & M \\ Z & Z & Z & Z & Z \\ P & P & P & P & P \\ Z & Z & Z & Z & Z \\ M & M & M & M & M \end{bmatrix} \quad L^{45} = \begin{bmatrix} M & Z & Z & M & P \\ Z & Z & M & P & M \\ Z & M & P & M & Z \\ M & P & M & Z & Z \\ P & M & Z & Z & M \end{bmatrix}$$

$$L^{90} = \begin{bmatrix} Z & M & P & M & Z \\ Z & M & P & M & Z \\ Z & M & P & M & Z \\ Z & M & P & M & Z \\ Z & M & P & M & Z \end{bmatrix} \quad L^{135} = \begin{bmatrix} P & M & Z & Z & M \\ M & P & M & Z & Z \\ Z & M & P & M & Z \\ Z & Z & M & P & M \\ M & Z & Z & M & P \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} P = 2 \\ Z = 0 \\ M = -1 \end{cases} \quad (6)$$

テンプレート大きさは、基本的には  $5 \times 5$  の大きさである。しかし以下の方法を用いれば  $15 \times 15$  または、 $25 \times 25$  などの 5 の奇数倍となる大きさに変更することができる。変更するには、テンプレートのサイズを  $15 \times 15$  にする場合

$$P = \begin{bmatrix} P & P & P \\ P & P & P \\ P & P & P \end{bmatrix} \quad (7)$$

とし、またテンプレートサイズを  $25 \times 25$  にする場合は、

$$P = \begin{bmatrix} P & P & P & P & P \\ P & P & P & P & P \\ P & P & P & P & P \\ P & P & P & P & P \\ P & P & P & P & P \end{bmatrix} \quad (8)$$

とする。Z, M に対しても同様にする。

### 処理 3

Kasvand の反復型線検出オペレータは、微細な線要素やノイズまで強調するので閾値処理によってこれらを除去する必要がある。閾値とするピクセル値を  $a$  としたとき、閾値処理画像  $K'(U, V)$  は以下のようになる。

$$K'(U, V) = \begin{cases} K(U, V) & K(U, V) \geq a \\ 0 & K(U, V) < a \end{cases} \quad (9)$$

図 2(a) は閾値処理なしの処理画像であり、図 2(b) は閾値処理ありの処理画像である。

### 処理 4

閾値処理画像  $K'(U, V)$  のピクセル値を強調度としてボケマスク処理画像  $B(U, V)$  を構成する。

$$B(U, V) = T(U, V) + K'(U, V) \cdot T(U, V)(T(U, V) - Sus(U, V)) \quad (10)$$

$$Sus(U, V) = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n T(U_i, V_j) \quad (11)$$

## 3 処理結果

図 3 に処理結果を示す。図 3(b) は従来型ボケマスク処理による処理画像である。この処理画像では、腹部のエッジ要素が弱いため腹部の骨の輪郭がぼやけたものになっている。一方、Kasvand 型ボケマスク処理による処理画像である図 3(c) では、Kasvand の反復型線検出オペレータによって線要素が強調されたことによってエッジ要素が強調されている。このため腹部において脊椎の輪郭が視認できるようになった。

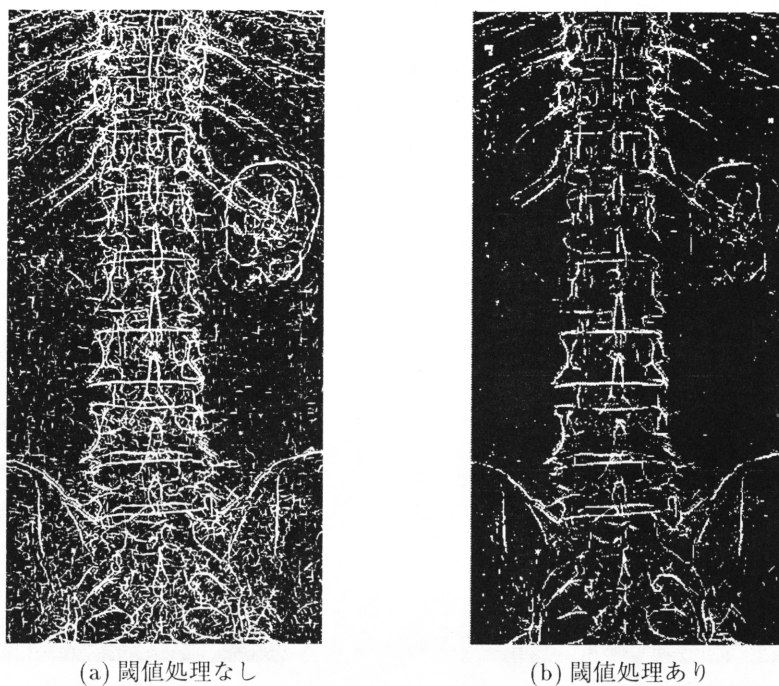


図 2: Kasvand の反復型線検出オペレータによる処理画像  
(テンプレートサイズ  $25 \times 25$ )

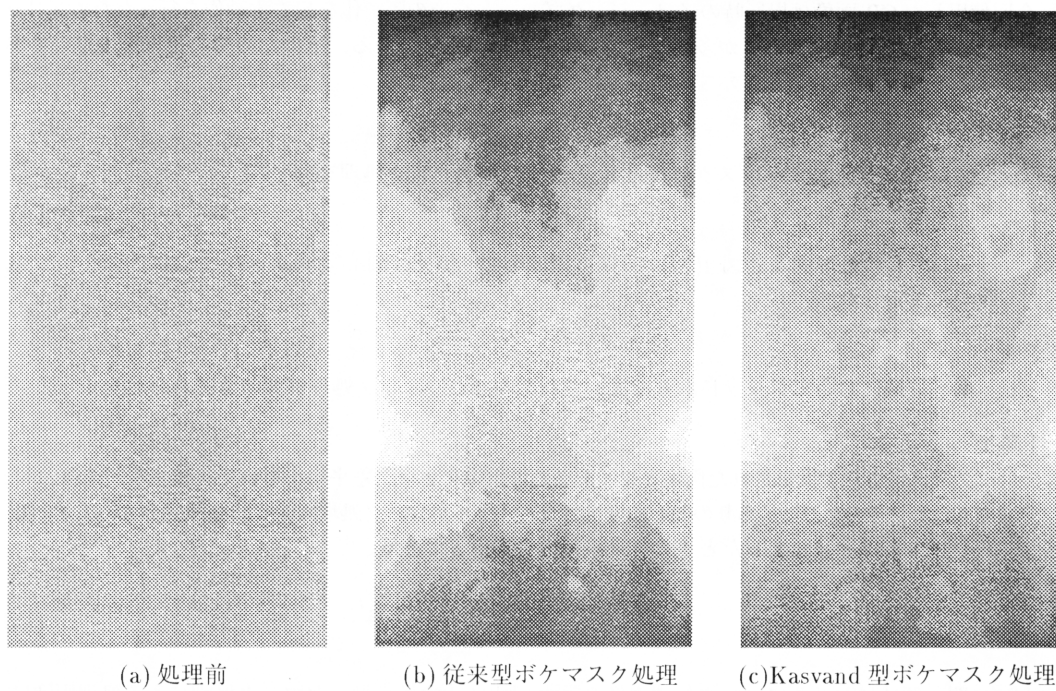


図 3: 処理結果

## 4 グリッドをいれて撮影した画像との比較

グリッドなしで撮影されたCR画像に従来型ボケマスク処理と Kasvand 型ボケマスク処理, 2種類のフィルタ処理を行い, グリッドありで撮影されたCR画像との比較実験を行った.

実験には, 図4の胸部から腹部にかけて撮影されたCR画像を使用した. 図4(a)はグリッドなしで撮影し, 図4(b)はグリッドありで撮影されたものである. 画像の大きさは2048×2048ピクセル, 深さは12bitである.

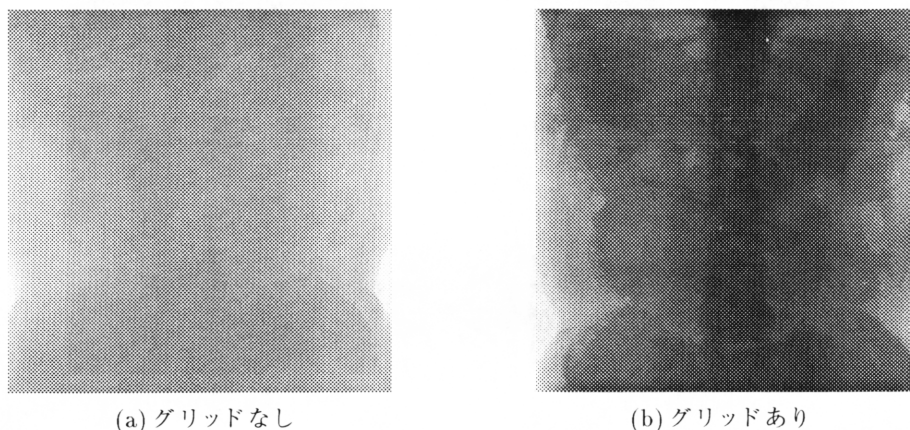


図4: 比較実験に使用したCR画像

今回使用したCR画像は撮影時のイメージングプレート交換の際, 体を起こす動作を行ったためグリッドなしとありとでは領域, 形状が多少異なり, 位置ずれが生じている. そのため関心領域を設定して実験を行った. 以下に実験方法を示す.

### 手順1

図4(a)に従来型ボケマスク処理と Kasvand 型ボケマスク処理を施す.

### 手順2

それぞれの処理画像と図4(b)から関心領域を切り出す. 関心領域は400×220ピクセルとし, 腹部に設定した.

### 手順3

関心領域においてグリッドありで撮影された画像とフィルタ処理画像の位置合わせをする.

### 手順4

グリッドありで撮影された画像とフィルタ処理画像を2乗誤差平均を用いて比較する. 式(12)は, 位置合わせ後のグリッドありの関心領域を $A^G(I, J)$ , ボケマスク処理画像の関心領域を $A^N(I, J)$ , ( $0 \leq I \leq M, 0 \leq J \leq N$ )としたときの2乗誤差の平均値 $S$ である.

$$S = \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (A^G(i, j) - A^N(i, j))^2}{m \times n} \quad (12)$$

図5に関心領域におけるフィルタ処理画像を示す. 図5(c)の従来型ボケマスク処理による処理画像は, 全体的にはやけた感じがする. 一方, 図5(d)のKasvand型ボケマスク処理による処理画像ではエッジが強調されており, グリッドありにちかい印象を受ける.

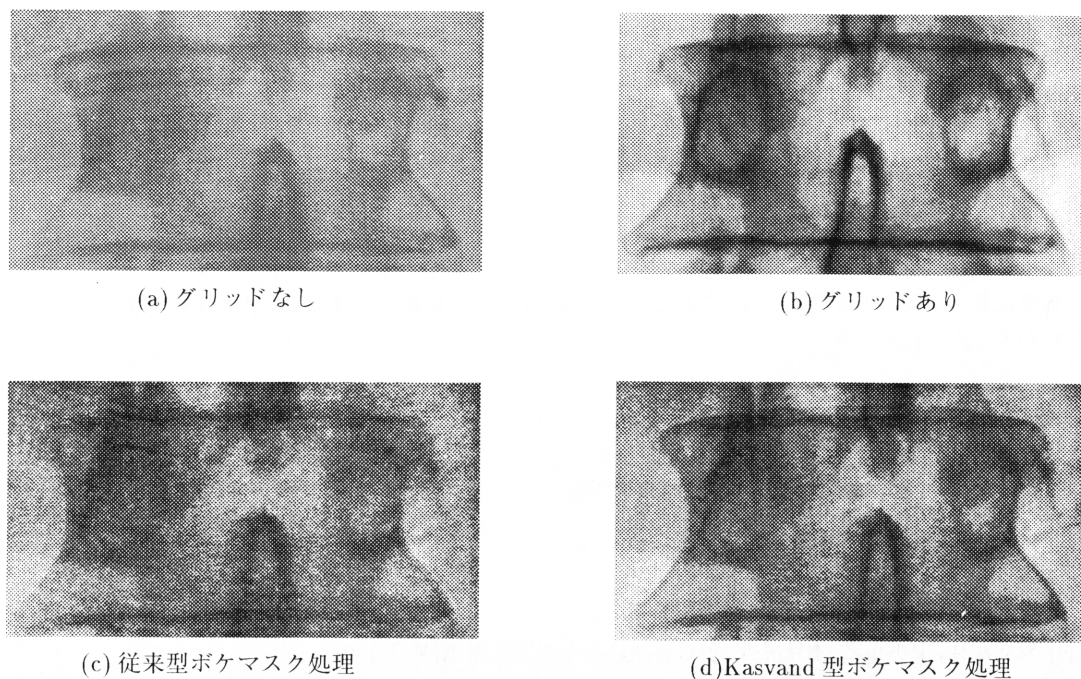


図 5: 関心領域における処理画像

式(12)を用いてグリッドありと処理画像の2乗誤差の平均値を求め、数値的な比較を行った。誤差が小さいほどグリッドありの画像に近い画像とできる。その結果、従来型ボケマスク処理に比べて Kasvand 型ボケマスク処理は誤差が小さくなり、よりグリッドありで撮影した画像にちかい画質に改善したことがわかる。これはエッジ部分において、従来型ボケマスク処理との誤差に対して、Kasvand 型ボケマスク処理では線要素が強調されているため誤差が小さくなったためと考えられる。

	2乗誤差平均値
従来型ボケマスク処理	334356
Kasvand 型ボケマスク処理	235492

表 1: グリッドありとの2乗誤差平均値

## 5 まとめ

本研究では、散乱線によって画質の劣化した画像を改善する信号処理的なフィルタの構成方法を検討した。対象画像は、Computed Radiography によって胸部から腹部にかけて撮影されたものである。

ボケマスク処理では、エッジ要素の弱い画像が得られるに過ぎなかったが、Kasvand の反復型線検出オペレータを組合せることによってエッジ要素が強調された画像が得られた。しかし Kasvand の反復型線検出オペレータが、被写体と外野との境界線を過度に強調するため、この部分を取り除く処理を施す必要がある。その結果、処理範囲は縦隔部に限定されることになる。

グリッドをいれて撮影した画像と、従来型、Kasvand 型ボケマスク処理による処理画像を2乗誤差平



均値を用いて比較を行ったところ Kasvand 型ボケマスク処理のほうが誤差が小さく、グリッドを入れて撮影した画像にちかい画質に改善できることがわかった。

今回使用したCR 画像は撮影時のイメージングプレート交換の際、体を起こす動作を行ったためグリッドなしとありとでは領域、形状が多少異なり位置ずれが生じていたため、1カ所の関心領域における比較にとどまった。今後の課題としては、本手法の有効性を検証するためにより多くの関心領域においてグリッドありで撮影された画像とフィルタ処理画像の比較をすることがあげられる。そのためには、撮影方法を工夫し、グリッドなしで撮影された画像とグリッドありで撮影された画像の形状、位置を同一にする必要がある。例えば、線源から被写体、イメージングプレート、グリッド、イメージングプレートの順に並べて撮影する方法があげられる。この方法を用いて撮影すれば画像全体を比較できるのではないかと考えられる。

## 参考文献

- [1] 内田勝 監修:放射線画像工学. オーム社,1986
- [2] 岡田哲夫, 瓜谷富三:医用画像工学. 医歯薬出版,1997
- [3] 英保茂:医用画像処理. システム制御情報学会編. 朝倉書店,1992
- [4] 安居院猛, 中嶋正之, 木見尻秀子: C 言語による画像処理. 昭晃堂,1991
- [5] 高木幹雄, 下田陽久 監修. 画像解析ハンドブック. 東京大学出版,1991
- [6] 吹抜敬彦:画像のデジタル信号処理. 日刊工業新聞社,1981
- [7] 藤本博久, 西野順二, 小高知宏, 小倉久和:C R 画像における画質改善の試み. 平成 9 年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 p323,1997
- [8] 藤本博久, 西野順二, 小高知宏, 小倉久和, 福島哲弥, 田中雅人, 小室裕冉, 石井靖:腹部 C R 画像における画質改善の試み. 平成 10 年度情報処理学会第 56 回全国大会講演論文集 (2) p187-188,1998
- [9] 藤本博久, 西野順二, 小高知宏, 小倉久和, 福島哲弥, 田中雅人, 小室裕冉, 石井靖:腹部 C R 画像における画質改善の試み. 平成 10 年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 p337,1998