

機関番号：34407

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500171

研究課題名(和文) 多方向スキャン方式の斜光線照射型筆圧痕可視化装置の開発

研究課題名(英文) Development of an Indented Pattern Visualizer by Using Multidirectional Scanning and Oblique lighting

研究代表者

紙谷 卓之(KAMITANI TAKAYUKI)

大阪産業大学・工学部・講師

研究者番号：60257889

研究成果の概要(和文):本研究では、筆圧痕文字の可視化装置の開発を行なった。凹みを捉えかつ用紙全体を均一な照度で撮像するため、斜光線式のイメージスキャナの機構を利用した。様々な方向の筆圧痕を検出できるよう、角度調整可能なテーブル上に用紙を固定した。様々なテーブル回転角で用紙をスキャンし、得られた画像群の方向を揃えた後に画像間乗算した。その結果、あらゆる方向の筆圧痕が乗算結果画像上に表れ、判読容易な文字画像を得ることができた。

研究成果の概要(英文): We propose a system for visualizing the indented characters on paper. To take the image of the entire area in uniform illuminance, the mechanism of the image scanner is employed. To detect the indented patterns, the oblique lighting is utilized. To pick up the strokes in various directions, a turntable with angular control is used. The surface of the paper is scanned at some turning angles. After orienting these images in the same direction, these images are synthesized by image multiplication. The shadow areas and the highlight areas of every stroke appear on the synthesized image, and the characters can be read easily.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：画像工学

科研費の分科・細目：情報学・「知覚情報処理・知能ロボティクス」

キーワード：可視化、画像処理、斜光線、スキャナ

## 1. 研究開始当初の背景

法科学、特に警察の文書鑑識の分野では、書字した用紙が発見できず、下に重なっていた用紙に残るペンの圧痕から文字を判読しなければならないケースが多い。現状の筆圧痕文字判読法は、暗室内で電球や蛍光灯の斜光線照明を用い、筆圧痕部分のエッジで生じ

た影をデジタルカメラで撮影し、市販の画像処理ソフトでコントラスト改善したものを肉眼で読み取る方法である。しかし、一方向からの照明では光軸の水平成分に平行な筆圧痕には影が生じないので、照射方向を変えて複数枚の画像を撮影し、それぞれの画像の中から肉眼で判読可能な文字や字画を拾い

出して記述内容を解釈するという方法が採られている。また、照明光の光軸中心から離れるにつれて照度が低くなるため、背景濃度や影の濃度が均一にならず、これらの見難い画像群からの判読となる。このように筆圧痕文字の判読は、手間と時間の掛かる暗室作業や、鑑定人の目の疲労を伴う目視観察作業であり、効率的で負担の少ない方法の開発が望まれている。また、このような筆圧痕画像を裁判の参考資料に用いる場合、従来は専門家が理解できれば良かったのであるが、裁判員制度の導入にともない、一般人にも理解できる見やすい資料作成が必要になってきた。

## 2. 研究の目的

(1) 筆圧痕文字の判読を容易にし、判読作業の負担を軽減するための、筆圧痕を自動で可視化する装置を開発する。

(2) (1)による犯罪捜査の迅速化および裁判のスムーズな進行を通して社会貢献する。

(3) 筆圧痕可視化装置の一方式として、照射方向の異なる斜光線で撮影した画像群を重ね合わせるにより、各撮影画像内に確認できるあらゆる方向の筆圧痕を1枚の画像上に合成する方法を着想したので、この機構および機能を具現化する。

(4) 照明光の広がりによる画像内の背景濃度のアンバランスを解消する手段として、カメラによる全面一括撮影ではなく、帯状の斜光線とその照射領域を撮像するラインセンサでスキャンする方法が適していることに気付いた。また、(3)に示した照射方向の異なる斜光線で撮影するには、用紙を複数方向からスキャンすればよいことを着想した。本研究とは異なる用途で斜光線式のイメージスキャナが市販されていることを知ったので、このスキャナをベースとして、(3)に示した機構と機能をこのスキャナに搭載・付加し、筆圧痕可視化装置を開発する。

## 3. 研究の方法

(1) 既有設備の斜光線イメージスキャナは、ガラスを介して下方からスキャンする一般的なタイプではなく、図1のように原稿を上方から直接スキャンする仕組みになっている。このスキャナで複数方向からスキャンを行うために、スキャンヘッド側を回転させるのは大掛かりなのでこれを避け、スキャナのテーブル上に図2のような角度制御機能付きの回転テーブルを設置して、原稿側を回転する。

(2) スキャン中の用紙の位置ずれを防止するため、ポーラスなセラミック素材の板の裏

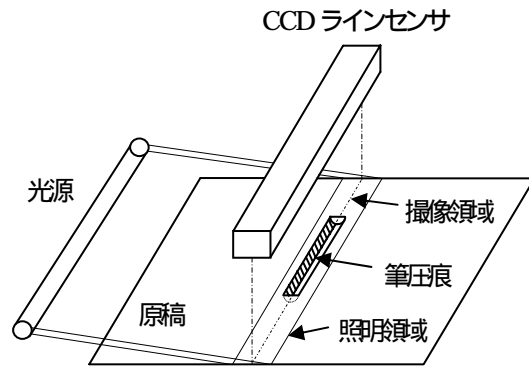


図1 斜光線イメージスキャナ

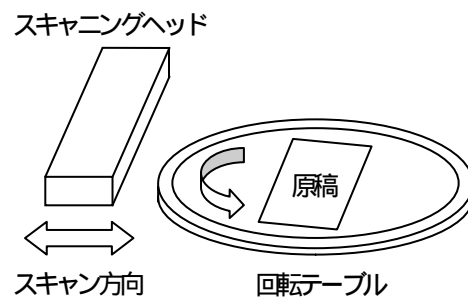


図2 筆圧痕可視化装置

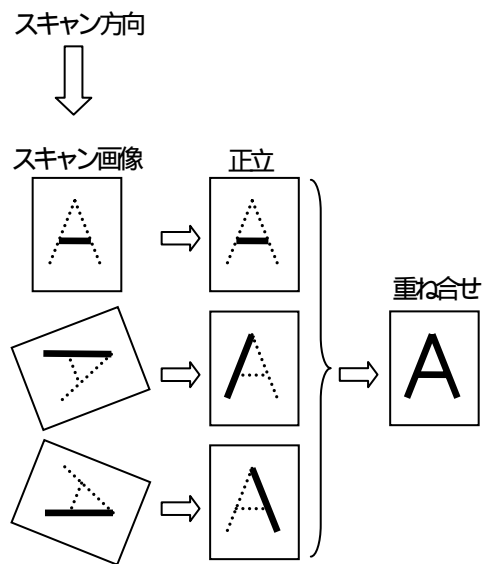


図3 画像の正立と重ね合せ

から吸引する方式の用紙吸着機構を、(1)に示した回転テーブル上に取り付ける。そして、筆圧痕のくぼみを残しかつ用紙を固定できる吸引圧を選ぶ。これにより、用紙の反りをなくして原稿を固定できる。仮に、吸引により筆圧痕のくぼみを浅くしてしまい、筆圧痕

の影を捉えられない状況が生じた場合には、スポンジのような弾力性のあるポラス素材をセラミック素材の表面に貼り付ける方法をとる。

(3) 図3のように、各テーブル回転角において用紙をスキャンし、それらのスキャン画像群を逆回転させて正立させ、余分な領域をトリミングした上で重ね合せて、筆圧痕群から文字を合成する。重ね合せには、画像の黒部分を残す Min 演算（比較演算）や黒を強調する乗算等を検討する。必要に応じて画質改善処理も実装する。

(4) スキャンヘッドの1灯目の斜光線照明と対称な位置に2灯目の斜光線照明を取り付ける。そして、ヘッド移動の往路と復路で照明を切り換え、一往復する間に両方向からスキャンする方式とする。通常のスキャナのヘッド動作は、【スキャン 原点復帰のための逆方向移動】であるが、両方向スキャンでは、【往路スキャン 復路スキャン】の繰り返しとなり、原点復帰のための逆方向移動の時間をカットできる。また、往復スキャンなので、回転テーブルの角度範囲を0~360度ではなく、0~180度に半減できる。このようにして、原点復帰のための逆方向への移動動作のカットと、回転角度範囲の半減により、トータルの原稿読取り時間を短縮する。

(5) 高精度の回転機構やスキャナとの連携処理は、スキャナメーカーにしかできない高度な技術であり、大学で試作不可能な部分は、特殊スキャナの試作開発メーカーであるニューリー株式会社（京都府）に依頼する。

#### 4. 研究成果

(1) 図4が開発した筆圧痕可視化装置である。図はイメージスキャナのベースを引き出したところであり、ベース上に斜めに配置されて見えるのがセラミック製の原稿吸着台である。ベースとこの原稿吸着台の間に回転テーブルが位置する。

装置の基本仕様は次の通りである。

- ・斜光線入射角：85度
- ・テーブル回転角：0~180度
- ・解像度：1600dpi
- ・最大撮込みサイズ：A4
- ・画像合成演算：乗算，比較演算（MIN 演算）

筆圧痕の影をコントラストをつけて明瞭に捉える目的で、斜光線の入射角は用紙にできるだけ水平となるように設計した。一般のイメージスキャナのように原稿との間にガラスが存在しないため、入射角を85度まで大きくすることができた。

テーブルを回転させて180度異なる方向からスキャンした場合、筆圧痕部での影と反射の位置が全く逆になり、この両者の画像を乗算すると明暗が相殺し合い、筆圧痕が細くなり過ぎて見づらくなる場合があったので、テーブルの回転角度範囲を0~360度とはせず、0~180度とした（実際には179度まででよいが回転台の仕様上180度までとした）。

用紙の固定については、ポラスなセラミック板の裏からポンプで吸引する機構により充分実現できた。

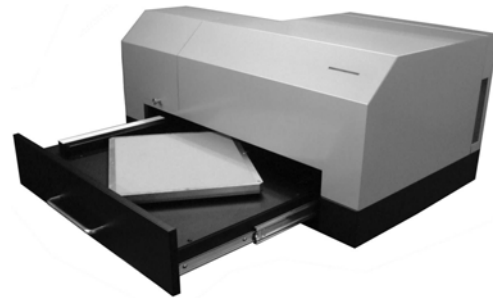


図4 筆圧痕可視化装置

(2) メモ用紙、便箋、レポート用紙等にボールペンで書字し、書字用紙の直下の用紙や、さらにその下の用紙のスキャンを行った。図5は便箋（書字用紙直下の用紙）をスキャンし、画像を重ね合せた例である。テーブル回転角は0, 45, 90, 135度とし、これら4方向からスキャンした。また、画像の重ね合せ（合成）には濃度値の乗算を用いた。図より、本装置を用いれば、筆圧痕を鮮明に顕在化できかつ背景濃度も均一で、判読容易な文字画像が得られることを明らかにした。

(3) スキャン方向の数やピッチについては、図5からもわかるように、0, 45, 90, 135度の縦横斜め4方向から45度間隔でスキャンするだけで、縦画、横画はもちろん、ひらがなのカーブする字画であっても顕在化できることを明らかにした。

(4) 画像合成演算については、暗い画素を優先する比較演算（MIN 演算）の場合には、各方向の照明により筆圧痕周辺の用紙の曲がり部にできる影を合成画像上に全て残してしまうため、極端に幅の広い筆圧痕を合成してしまうことがあった。また、用紙のたわみや小さな折り目があるとその部分の影も広く残してしまうことになり、余計な物体の多い画像を合成してしまうこともあった。

それに比べて乗算の場合には、照明方向の異なる画像間で明部と暗部が適度に打ち消し合い、筆圧痕部のみを際立たせる合成画像

が得られることがわかった。様々な筆圧痕画像で試した結果、合成演算には乗算が適していることが判明した。

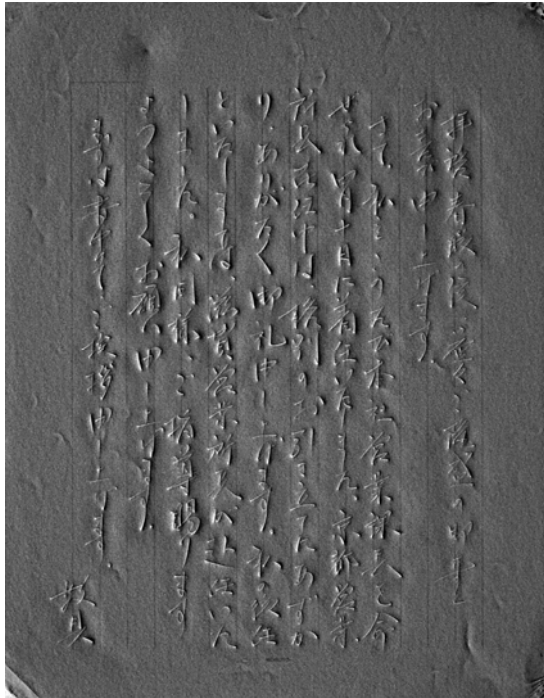


図5 重ね合せ画像

(5) 2灯の照明を切り換えての往復スキャンによるスキャン時間の短縮について、実際にその動作をさせて検証してみた。本装置では、画像の重ね合せを行う関係上、往路、復路の画像の位置ずれが生じてはならない。そのためには位置精度良く画像撮り込みをする必要があり、往路だけでなく復路の場合にもヘッド移動開始前の位置決め動作（原点復帰動作）が必要となる。復路用に第2の原点を設けるとなると機構が複雑になること、および4(1)で述べたように180度異なる方向からのスキャン画像を合成するのは効果が低いことを考慮し、この機能を搭載しないことにした。

(6) スキャンヘッド側を回転させる方式や、スキャン方向の異なる複数のヘッドを搭載する方式についても検討したが、機構が複雑になる分、開発経費が今回開発した装置の倍以上となることが試算により判明した。

(7) 凹みを捉える用途に斜光線が有効であることを再認識できたので、筆圧痕より小さな凹みであるプリンタの拍車痕（紙送り機構の歯車により用紙上にできる凹み）の検出にもトライした。このための装置については、特殊スキャナのメーカーであるアイメジャー社（長野県）の協力を得て開発した。開発

した近赤外斜光線スキャナを用いれば、インクの影響をあまり受けることなく拍車痕を検出できることを明らかにした。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計1件)

T. Kamitani, M. Ueda, S. Tanaka, A. Ida, M. Sakakibara, Development of a System for Visualizing Indented Characters, Proceedings of the 11th Asian Symposium on Visualization, 査読有, 2011(accepted)

〔学会発表〕(計6件)

紙谷卓之、丸山祐貴、上田道夫、田中昭二、一ノ瀬修一、拍車痕検出を目的とした近赤外斜光線スキャナの開発、日本法科学技術学会、2010年11月12日、ホテルフロラシオン青山（東京）

曾根田健、紙谷卓之、上田道夫、田中昭二、一ノ瀬修一、近赤外斜光線スキャナによる拍車痕の検出（その1） 影領域の可視化に適したスキャン条件、日本法科学技術学会、2010年11月12日、ホテルフロラシオン青山（東京）

小谷大地、紙谷卓之、上田道夫、田中昭二、一ノ瀬修一、近赤外斜光線スキャナによる拍車痕の検出（その2） 反射領域の可視化に適したスキャン条件、日本法科学技術学会、2010年11月12日、ホテルフロラシオン青山（東京）

小柏亮祐、紙谷卓之、上田道夫、田中昭二、一ノ瀬修一、近赤外斜光線スキャナによる拍車痕の検出（その3） 拍車痕間隔の計測法、日本法科学技術学会、2010年11月12日、ホテルフロラシオン青山（東京）

紙谷卓之、上田道夫、田中昭二、井田敦夫、榊原真、文書鑑定用斜光線スキャナの開発 装置概要と筆圧痕検出への応用、日本法科学技術学会、2009年11月12日、ホテルフロラシオン青山（東京）

田中昭二、紙谷卓之、上田道夫、井田敦夫、榊原真、文書鑑定用斜光線スキャナの応用 マルチアングルスキャン方式を利用した拍車痕の検出、日本法科学技術学会、2009年11月12日、ホテルフロラシオン青山（東京）

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

紙谷卓之 (KAMITANI TAKAYUKI)

大阪産業大学・工学部・講師

研究者番号：60257889