

- 6 インターネット環境下で稼働する画像判読支援動画作成システムの構築

A web-based system for producing emboss processing-based moving images inducing visual illusion for image interpretation

小島尚人¹・新井大貴²・山崎将志²

Hirohito Kojima, Hiroki Arai, and Masashi Yamazaki

抄録: 本研究開発は、建設分野において利用される様々な観測画像、検査・計測画像の判読支援を目的として、インターネット環境下で稼働する画像判読支援動画作成システム(EMVIS)を構築したものである。画像判読支援動画とは、エンボス処理画像(光の照射方向:8方位)と元画像(カラー合成 or 白黒画像)を重ね合わせ、これを連続表示するものである。動的陰影変化に伴う目の錯覚(疑似回転錯視)が誘発され、元画像の画像特徴を保持し、従来の画像処理手法では得られない画像特徴の強調・鮮鋭化効果が得られる。この画像判読支援動画の作成を支援するGUI(Graphical User Interface)を設計・開発するとともに、画像判読支援動画をデータセット化し、管理・共有できるトータルシステムを実現している。情報利用技術分野における知財運用のあり方についても言及し、インターネット環境下で稼働する専門性の高い各種画像処理・解析システム開発時の指針の一つとして提示している。

Abstract: For better image interpretation of satellite remotely sensed data, an emboss processing based-moving image inducing visual illusion (termed “EMV image”) had been proposed. The applications of the EMV image imply that motion perception inducing visual illusion is effective to extract shape from shading on various image features. As for the subsequent subjects, we have tackled to design and develop a web-based system (i.e., “EMVIS”) for producing the EMV images efficiently. EMVIS consists of the following functions for: i) pre-processing, ii) producing color emboss images and iii) the EMV images. Under the internet-environment, EMVIS has materialized to manage many intermediate files in producing the EMV images, which contributes to support image interpretation for remote sensing data, as well as all kinds of digital images.

Key words: image interpretation, emboss processing, visual illusion, user-interface, internet environment

キーワード: 画像判読、エンボス処理、錯視、ユーザインターフェース、インターネット環境

1. はじめに

インターネット環境の充実とともに、建設分野は言うまでもなく、デジタル画像の利用分野の拡大は目覚ましいものがある。土木学会全国大会においてもデジタル画像の利用セッションが設けられ、数多くの研究報告が見られることもその証拠である¹⁾。筆者らも衛星リモートセンシングデータの利用分野の拡張に関する研究を続けているが、各種観測画像、計測画像を利用する際には、まず初めに「画像を判読する」ことが基本となる。

画像判読支援策に関わる検討は、古くて新しい課題と言えるが、筆者らは元画像の画像特徴を保持し、画像全体を鮮鋭化するだけでなく、テクスチャ特徴(きめ、粗さ等)やエッジ特徴等を強調できる「画像判読支援動画」を考案した。この動画は、エンボス処理画像(光の照射方向:8方位)とカラー合成画像を重ね合わせ、これを連続表示するものである。動的陰影変化に伴う目の錯覚(錯視^{2),3),4), 付録1)}を誘発し、従来の画像処理結果には見ら

れない画像特徴の強調・鮮鋭化効果が得られる。この画像判読支援動画とその作成方法は、特許出願するに至っている⁵⁾。

しかし、処理過程で派生する中間ファイルの取り扱い、各種パラメータの設定(エンボスフィルタのウェイト等)等、画像判読支援動画作成上、効率性の面での問題が残されていた。また、場所や時間の制約を受けることなく、インターネット環境下で稼働でき、JOB単位で中間ファイルや画像判読支援動画を効率的に作成・管理できないかといった新たなニーズもあがってきた。

以上の背景のもとに、本研究では、画像判読支援動画の作成・管理支援を目的として、操作性に優れたGUI(Graphical User Interface)を備えたシステムを設計するとともに、画像判読支援動画をデータセット化し、共有・管理できるトータルシステム(以下、EMVIS: A web-based system for producing emboss processing-based moving images inducing visual illusion for image interpretation)の構築に着手した。

1 : 正会員 工博 東京理科大学 准教授 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)

2 : 学生員 東京理科大学・大学院 理工学研究科土木工学専攻 地球環境工学研究室

2. 既往の研究と本研究開発の特色

(1) 画像処理・解析分野への寄与

画像判読支援を目的とした画像処理手法に関わる研究は枚挙にいとまがない。しかし、これらの画像処理手法は、エッジ、テクスチャ(きめ、粗さ)等、特定の画像特徴を鮮鋭化あるいは強調することを目的とし、元画像の情報を犠牲とすることから、画像判読上、一長一短があることは否めない。

この問題に対処することが「画像判読支援動画」の着想に至った経緯でもある。EMVIS を用いれば、元画像の画像特徴を保持し、画像全体を鮮鋭化できるとともに、テクスチャ特徴(きめ、粗さ等)やエッジ特徴等を強調できる。従来の画像処理解析手法では得られない判読支援効果が確認されている(付録2)。

さらに、「医療画像、検査画像、顕微鏡、生体認証、ロゴ画像、風景画像、天体観測画像、考古学系画像、コンクリートの壁面」等、種々の画像に対する判読支援効果が確認されており、画像判読支援動画の適用範囲は広いことも、もう一つの特色である。

本研究で設計・開発した EMVIS は、インターネット環境下で「画像判読支援動画」を効率的に作成、共有・管理できることから、実務での利用はもとより、画像判読支援動画の利用普及とともに、各種画像処理・解析分野の研究支援にも寄与するものと考えている。

(2) 画像判読支援動画作成処理の効率化

画像判読支援動画を作成する際には、中間ファイルや各種パラメータの入力等、処理効率の問題が残されている。本研究では、以下のシステム開発要件を設定して、EMVIS の設計・開発を進めた。

- ①画像判読支援動画作成システムの利便性向上
(インターネット環境下)
- ②画像判読支援動画作成上の効率性向上
(操作性に優れた GUI の装備)

最近ではインターネット環境下で稼働する技術系の処理解析システムの設計・開発にも注目が寄せられており、本研究で対象とする画像判読支援分野においてもインターネット環境下で実施できるだけでなく、画像判読支援動画をデータセットとして蓄積・共有できるトータルシステムの構築が求められる。EMVIS の開発によって、画像判読支援動画作成の効率化を実現するとともに、実務での画像判読支援につなげている。

(3) 情報利用技術分野における知財運用への一提言

産官学連携体制の必要性が叫ばれて久しいが、「論文(著作権)と特許」の位置付けを今一度、再考すべき時期にきていると言える。本研究では、情報利用技術分野における知財運用のあり方について一つの方向性を示すことも

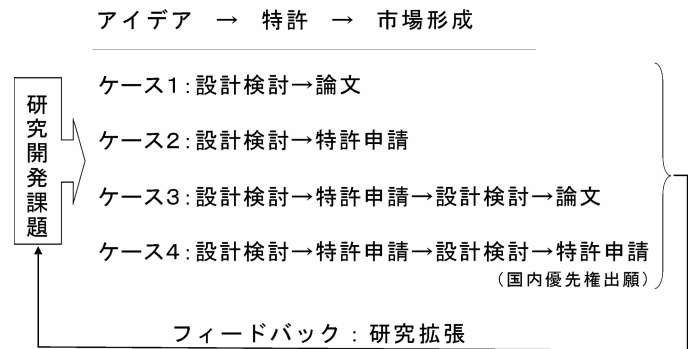


図-1 情報利用技術分野における研究と知財活用戦略

目的となる。

最近ではアイデアを特許申請すれば、即時市場形成につながる事例も多くなっている(図-1)。しかし、専門性が高く、特に情報利用技術を対象とした基礎研究分野では、システム設計論を含めた既往研究の調査はもとより、システム設計・開発段階で多くの試行検討が必要となる。したがって、特許と論文による技術内容の公開・運用のあり方を明確にして、市場形成につなげる施策が必要と言えるが、この点に関する議論は意外にも少ない。そこで、本研究では EMVIS の設計・開発を契機として、図-1に示すような4つのケースに大別し、情報利用技術分野に関わる知財運用のあり方について整理した。

ケース1が、一般的な論文による公開に対応する。我が国では論文を公開して6カ月後には公知の技術となり、特許申請対象にはならない。そのため、市場性が高いと判断されるものは、ケース2のように即時特許申請することが一般的である。しかし、情報利用技術分野の研究開発は、処理アルゴリズムの開発が先行研究となり、システムの設計・開発が後発研究となることが多い。

本研究開発では、ケース3のように、まず初めに画像判読支援動画作成に関わる技術内容を特許申請(第1特許)し⁵⁾、これを公知として、拡張技術に関する研究を別途進めることとした。この検討内容がまさに本論に該当し、著作権で保護できることは言うまでもない。また、ケース4のように、第1特許をベースとして、検討した拡張技術については、1年以内であれば初期の特許内容に含めて申請するといった戦略をとることもできる(国内優先権出願制度)。

以上のように、特許と論文の位置付けと公開のあり方(知財運用)について議論し、具体的な枠組みを示さない限り、情報利用技術分野における研究の継続・拡張と発展的展開は期待できない。処理アルゴリズムの検討からシステム構築に至る一連の本研究のプロセスは、インターネット環境下で稼働する専門性の高い各種画像処理・解析システムの開発・運用指針の一つとして寄与するものと考えている。

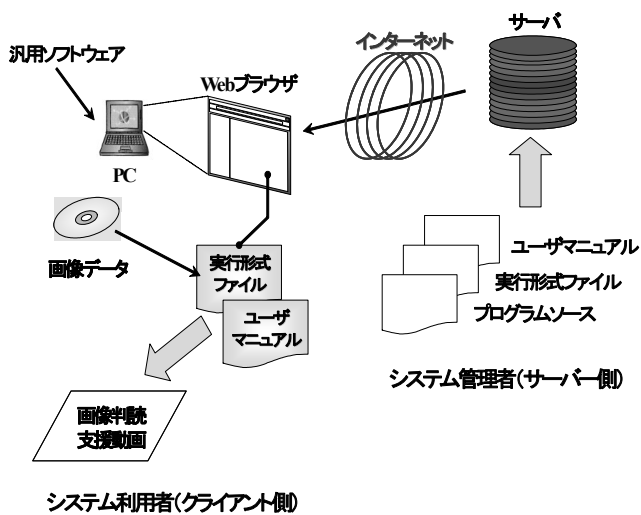


図-2 EMVIS の稼働環境

3. EMVIS の全体設計

(1) システムの要件定義

EMVISを開発する上での基本要件は、以下の2点にまとめられる。

①システムの利用時間や場所、システム導入等の制約に煩わされることなく、インターネット環境下において、利用者が容易に画像判読支援動画作成に関わる処理を実施できるシステムとする。

②画像判読支援動画を作成する過程において発生する多数の中間ファイル群の効率的な管理方法を検討し、作成から管理までを一元的に提供できるシステムを設計・構築する。

(2) システムの稼働環境

EMVISの稼働環境を図-2に示す。EMVISは、インターネットに接続された通常のパーソナルコンピュータであれば時間と場所の制約がなく常時利用でき、「クライアント側(一般の利用者側)」と「サーバ側(システム管理者側)」の2つに分けて運用される。特別な周辺機器も一切必要なく、即時導入稼働できる。

a) クライアント側(一般の利用者側)

ユーザは処理対象データ(衛星データ、デジタルカメラによって撮影された画像データ等)を保有していることと、汎用画像処理ソフトウェアをインストールしていればいつでも本システムを利用することができる。

本システムはJavaアプレットをクライアント側にダウンロードして、ユーザの手元にて処理・解析を実施する運用形態とする。自分の手元に用意した画像(カラー合成基準画像とエンボス処理対象画像)から、汎用画像処理ソフトウェアとインターネット環境を通して配信されるJavaプログラムより画像判読支援動画を作成する。

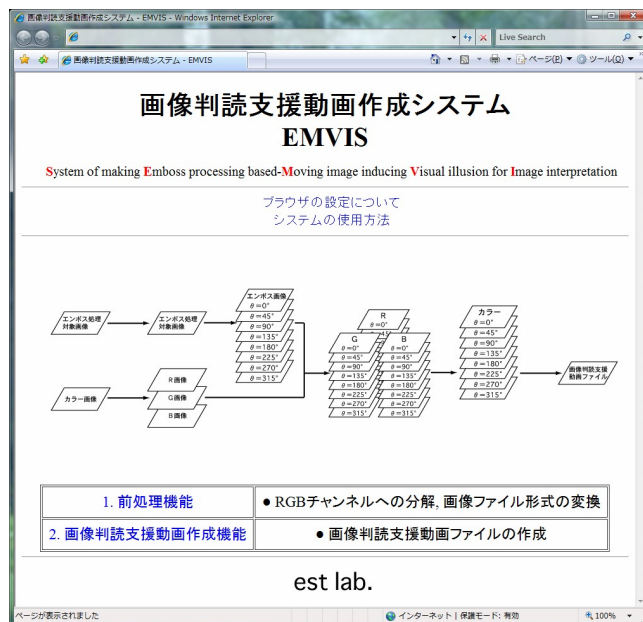


図-3 EMVIS のメインメニュー (Web ブラウザ)

b) サーバ側(システム管理者側)

システム管理側では、ユーザマニュアル、実行形式ファイル、プログラムソースを管理する。利用者との間でシステム使用契約を結んだ後に、パスワードを配布、EMVISの継続的な運用・管理体制を敷いている。

(3) EMVIS における機能構成区分

EMVISは画像判読支援動画を作成する一連の処理をシステム化し、画像判読支援動画を利用しやすい環境を整備した。さらに、一連の処理の流れを「前処理機能、画像判読支援動画作成機能」といった2つの機能に区分した。これらの機能により、画像判読支援動画作成に関わる一連の処理の流れに対応できる機能構成となっている。

EMVISのメインメニューを図-3に示す。「前処理機能、画像判読支援動画作成機能」の順に選択すれば、画像判読支援動画を作成できる(4章で詳述)。

(4) データセット構成

本システムを利用するにあたり、ユーザは多数の中間ファイルの生成を強いられる。一般的に見ても、ある目的を持ってデータに処理を加える場合、様々な中間ファイルが生成されることは珍しくない。しかし、この数多いファイルを欠損することなく管理する方法を検討することは、EMVISに不可欠な課題となった。検討内容は以下の3点である。

a) フォルダ構成

EMVISでは、図-4のように一連のファイルをJOB別フォルダにおいて管理する⁶⁾。本提案の特徴として、処理を終えた成果物をJOB別フォルダ直下に保存するということが挙げられる。これにより、作業がどの段階まで進んでいるのかを、第三者によっても瞬時に判断することができる

表-1 属性ファイルの内容

項目	内容
作成日時	カラーエンボス画像作成機能を実行した日時
画像サイズ	画像データのサイズ (カラム×ライン(pixel))
エンボス処理対象画像 ファイル名	エンボス処理対象画像ファイル名とパス名
エンボスフィルタサイズ	エンボス処理のフィルタサイズ
エンボスフィルタの重み	エンボス処理フィルタの重み
カラー合成基準画像 ファイル名	R,G,Bチャンネル毎のカラー合成基準画像の ファイル名とパス名
画像判読支援動画 擬似回転パラメータ	画像判読支援動画の 擬似回転方向と擬似回転速度

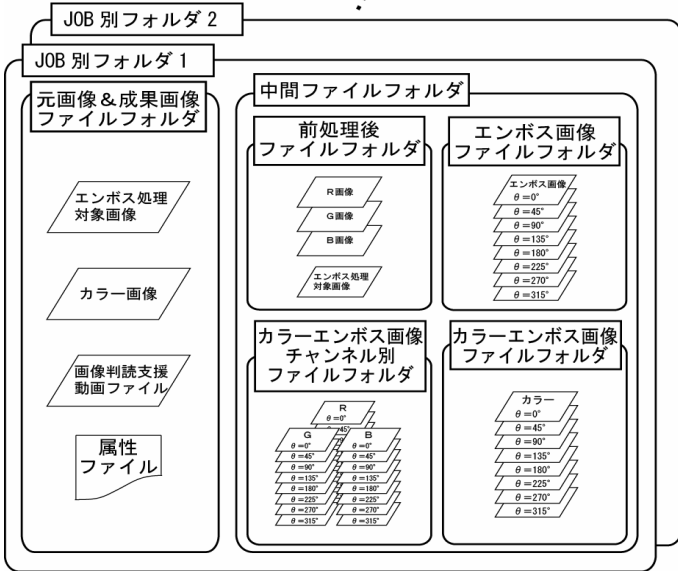


図-4 データセット構造 (JOB 単位による一元管理)
※画像判読支援動画作成プログラムによって自動出力される

いう利点がある。また、比較の対象となりやすい処理前と処理後のデータを同じフォルダ階層に置き、ファイルを参照しやすいフォルダ構成とした。

中間ファイルフォルダは、JOB 別フォルダの下部に設置し、最終処理による出力ファイル以外の中間ファイルをまとめて保存する。また、中間ファイルを、それぞれの作業段階において生成されたものかを分類するため、中間ファイルフォルダの下部に各処理出力ファイルフォルダを設ける。実際に中間ファイルを参照する際の指針となる。

各フォルダの内容は以下のとおりである。

①JOB 別フォルダ

EMVIS における入出力ファイルを JOB 単位のデータセットとして格納するフォルダである。データセットを識別するための JOB 名をフォルダ名とし、EMVIS 内でファイルを管理する上でのインデックスの役割を成す。

②元画像&成果画像ファイルフォルダ

元画像(判読対象画像)と、成果画像を格納するフォルダである。比較しやすいデータセット構造を目的とし、元画像と成果画像を同一フォルダに格納する。

③中間ファイルフォルダ

EMVIS により生成される中間ファイル群は全てこのフォルダに格納される。これにより、元画像や成果画像との区別を明確にする。

④前処理後ファイルフォルダ

前処理機能において処理が完了した中間ファイルを格納するフォルダである。具体的には、判読対象画像の R, G, B 各チャンネル画像やエンボス処理対象画像(raw ファイル)を格納する。

⑤エンボス画像ファイルフォルダ

画像判読支援動画作成機能において、エンボス処理を終えた 8 種類の画像を格納するフォルダである。

⑥カラーエンボス画像チャンネル別ファイルフォルダ

画像判読支援動画作成機能において、エンボス処理とオーバーレイ処理を終えたカラーエンボス画像の R, G, B 各チャンネル別の画像を格納するフォルダである。

⑦カラーエンボス画像ファイルフォルダ

画像判読支援動画作成機能において、上記の各チャンネル別であったカラーエンボス画像をカラー合成した画像ファイルを格納するフォルダである。

b) 内部ファイルの設計

各処理出力ファイルフォルダ内に出力されるファイルの名称は EMVIS によって固定し、自動的に出力する。具体的には、エンボス処理時の光の照射方向によって数字を 000~315 のように付す(5. (2)節参照)。また、出力ファイルが単チャンネルのグレースケール画像データであった場合には、数字の後に「_R」、「_G」、「_B」という名称を追加して出力する。ファイル名をシステム内部において確定する設計が本システムにおいて入念に設計した点である。この設計によって作業の効率化を実現していることは言うまでもない。

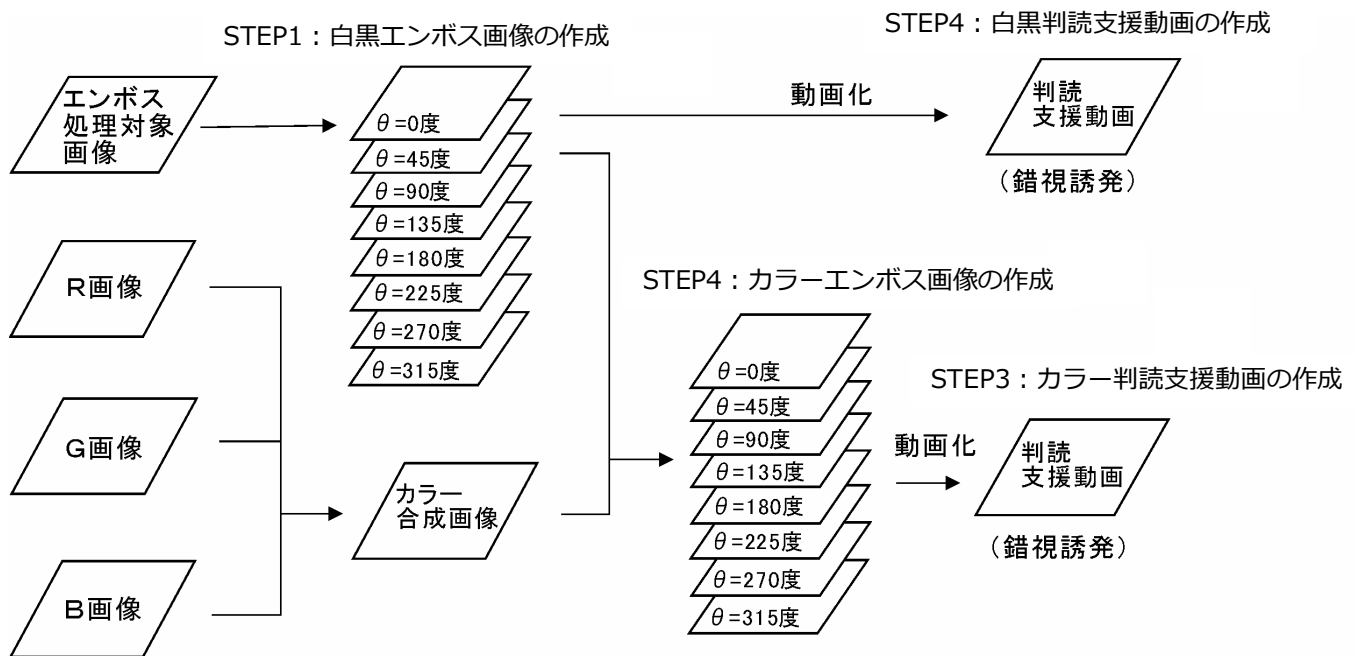
c) 属性ファイルの設計

画像判読支援動画作成時のパラメータを保存して随時参照できる環境を整えることは、画像判読支援動画を管理する上で重要である。EMVIS は表-1 のパラメータを属性ファイルとして自動的に保存する機能を有する。これにより、ユーザは作成時に意識することなく、パラメータを随時参照できる管理環境を整備できる。

4. EMVIS の詳細設計

(1)前処理機能

前処理機能では、判読したい任意の画像から、「画像判読支援動画作成プログラム」に入力する画像データを作成する。具体的には、「エンボス処理対象画像」の 256



注1) R画像: 赤色域(Red)プレーンに割り当てる画像
 G画像: 青色域(Blue)プレーンに割り当てる画像
 B画像: 緑色域(Green)プレーンに割り当てる画像

2) R、G、Bプレーンには、光学センサ画像だけでなく、マイクロ波映像レーダ画像、医療画像等、様々な画像を割り当て可能。

図-5 画像判読支援動画作成の流れ

段階グレースケールによる raw データや、「カラー合成基準画像」の R、G、B、それぞれのチャンネルのグレースケール raw データを作成する。

前処理を実施する際、注意することとして以下の2点が挙げられる。

- ①4種の raw ファイルの画像サイズを同一とする。
- ②raw ファイルの画像サイズを記録しておく。

これらの項目は、後述の画像判読支援動画作成機能において入力するパラメータとして利用する。

EMVIS は前処理機能として画像の切出しプログラム等の Java プログラムを用意しているが、ユーザは汎用画像処理ソフトウェアを用いた処理も選択できる。これにより、効率的に前処理を実施できる。

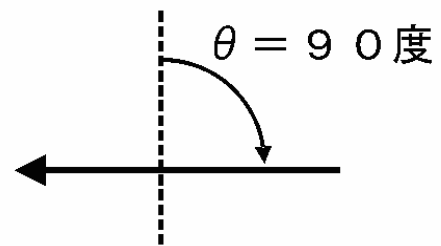
(2) 画像判読支援動画作成機能

画像判読支援動画作成機能では、以下に説明する4つの処理(図-5)を実施する。

STEP1: 白黒エンボス画像の作成

前処理機能において作成されたエンボス処理対象画像に対してエンボス処理を施し、錯視を誘発する画像(以後、エンボス画像)を作成する⁷⁾。

エンボス処理はフィルタ行列を使用し、画像濃度が急激に変化する輪郭部分などのラインを抽出して画像の一部が浮き出たような錯視を発生させる処理である。凹凸のある面



光の照射方向の定義(例:90度)

図-6 光の照射方向の定義

に光が照射されて凹凸が強調されたような画像が作成されるためライン抽出の方向を光の照射方向と呼ぶ。本研究では光の照射方向を図-6のように定義し、これに対応したフィルタ行列を8種類(図-7)用いてエンボス画像を作成した。さらに、図-7に示した3×3のフィルタ行列だけでなく5×5、7×7と拡張が出来るようになっている。

実際の計算式を式(1)に示す。

$$D = D_p + (255 - D_n) - S \quad (1)$$

但し、 D :エンボス画像の画素値

D_p :元画像の画素値

D_n :元画像の反転画像の画素値

S :オフセット値(128)

0	1	0
0	0	0
0	-1	0

(a)光の照射方向:0度

0	0	1
0	0	0
-1	0	0

(b)光の照射方向:45度

0	0	0
-1	0	1
0	0	0

(c)光の照射方向:90度

-1	0	0
0	0	0
0	0	1

(d)光の照射方向:135度

0	-1	0
0	0	0
0	1	0

(e)光の照射方向:180度

0	0	-1
0	0	0
1	0	0

(f)光の照射方向:225度

0	0	0
1	0	-1
0	0	0

(g)光の照射方向:270度

1	0	0
0	0	0
0	0	-1

(h)光の照射方向:315度

図-7 エンボス処理のフィルタ行列(3×3行列)

STEP2:カラーエンボス画像の作成

エンボス画像上の錯視をカラー画像の色調を保持したまま誘発する画像であるカラーエンボス画像を作成する。具体的には、エンボス画像の画素値が128を境として以下の①、②の2つの方法により、カラー合成基準画像の各バンドとエンボス画像を式(2)、式(3)によって計算する。

①カラー合成基準画像の画素値が128以上のとき

$$C_{ijk} = 2 \times (P_i + E_{jk} - P_i \times E_{jk} / 255) - 255 \quad (2)$$

②カラー合成基準画像の画素値が128未満のとき

$$C_{ijk} = P_i \times E_{jk} \times 2 / 255 \quad (3)$$

但し、 C_{ijk} :カラーエンボス画像の各バンドの画素値

P_i :カラー合成基準画像の各バンドの画素値

E_{jk} :エンボス画像の画素値

i :R,G,B画像に対応する添字

j :R,G,B,NIR画像等に対応する添字

k :エンボス処理時の光の照射方向(図-7の8種類)

カラー合成では、オーバーレイ処理によって作成されたカラーエンボス画像の各バンドをひとつにまとめてカラー画像にする。本プログラムでは、一般のデジタルカメラ等で出力される色数であるフルカラー(1677万色、24ビットカラー)とした。この処理によって元の色調を保持したまま錯視を誘発するカラーエンボス画像(図-8;考察は後述)が作成される。

STEP3:カラー判読支援動画の作成

前述のSTEP2において作成した8枚のカラーエンボス画像を任意のスピードでコマ送りし、動画ファイルとして保存する。

動画化の際、fps(frames per second)というパラメータを設定する必要がある。これは画像のコマ送りスピードを表し、1秒間に表示する画像数(フレーム数)を言う⁸⁾。このfpsの数字を小さくすることによって擬似回転は遅くなり、数字を大きくすることによって擬似回転は速くなる。

STEP4:白黒判読支援動画の作成

STEP3と同様に、白黒のエンボス処理画像を連続表示した画像判読支援動画を作成し、動画ファイルとして保存する。

5. GUI設計と出力設計**(1)画面設計(GUI)**

画像判読支援動画を作成する過程において、エンボス処理におけるパラメータや入出力ファイルを指定する必要がある。これらの各種パラメータを一画面上で設定することにより、ユーザは効率的に処理を実施できる。

図-9のコントロールパネル内においては、実際の処理と同じ順に上部からパラメータ入力ができるよう配慮されている。これにより、画像判読支援動画を作成する流れをユーザに示し、誘導処理を支援している。

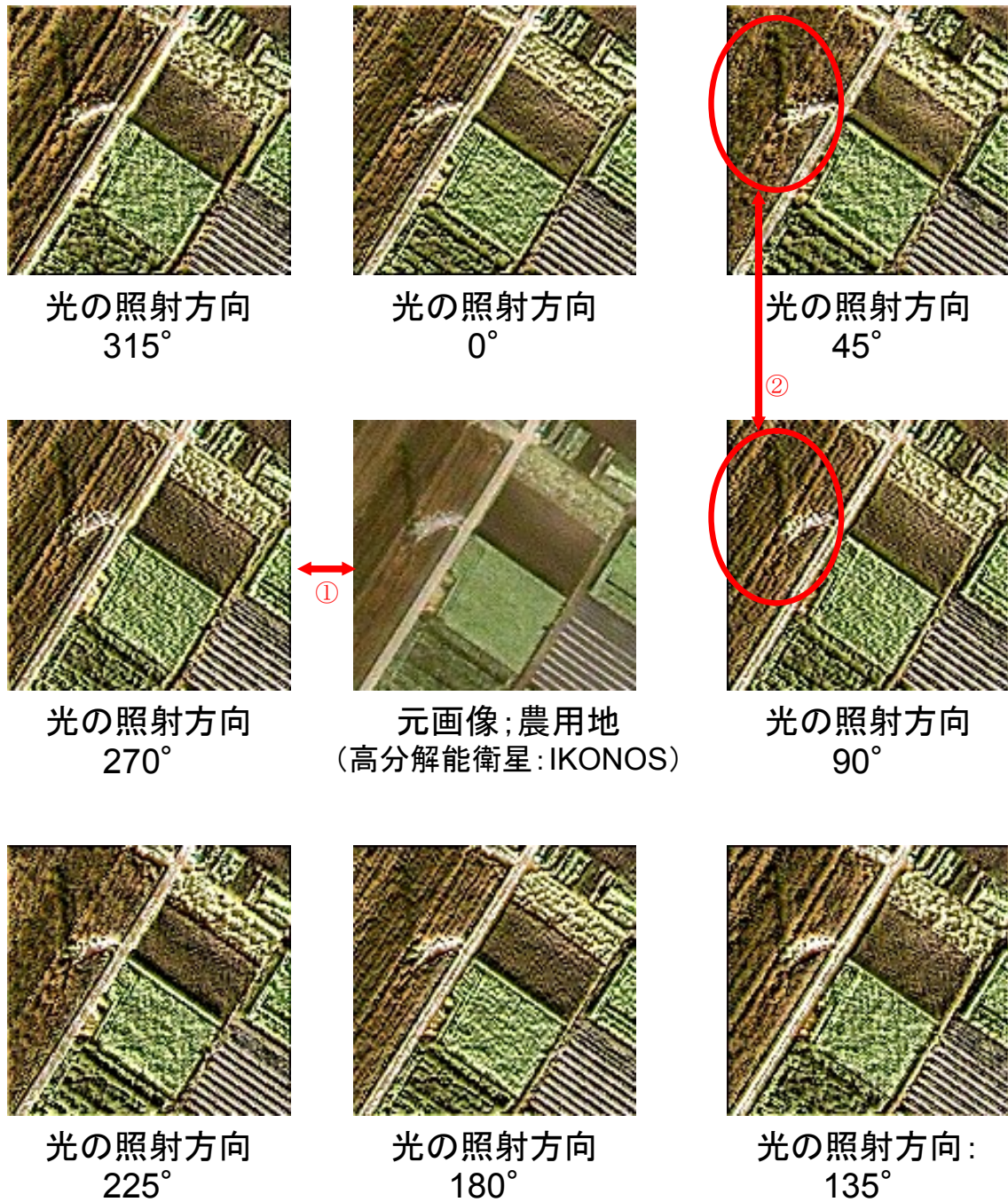
コントロールパネル内における各機能について具体的に説明する。

①画像サイズの入力欄

本システムは、エンボス処理対象画像やカラー合成基準画像をrawファイルとして読み込む。ここでは、rawファイルの画像の幅と高さを指定する。

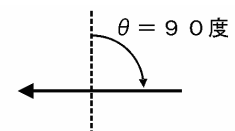
②エンボス処理対象画像ファイル選択ボタン

前述のエンボス処理を実施する対象となる画像を選択



注1) 8種類のカラーエンボス画像を連続表示することによって画像判読支援動画を作成。

2) その他の画像判読支援動画は <http://oblipc04.cv.noda.tus.ac.jp/patent/> を参照。



光の照射方向の定義(例:90度)

図-8 カラーエンボス画像と元画像の比較(一例)

する。「参照」ボタンをクリックするとファイル選択ダイアログが表示され、ユーザは容易に任意の raw ファイルを選択できる。

③エンボスフィルタサイズ選択欄

エンボス処理を実施する際のフィルタサイズを、「3×3」

と「5×5」のうちから選択する。本システムでは「3×3」と「5×5」のフィルタ行列の模式図を表すことにより、視覚的にフィルタサイズを判別できるように配慮している。

④フィルタの重み入力欄

エンボス処理を実施する際のフィルタの重みを整数値

によって指定する。本システムでは1～50の値をスライダーによって指定できるほか、テキストボックスに直接指定することによって50以上の重みによる処理にも対応する。

⑤カラー合成基準画像選択欄

カラー合成基準画像として、R, G, B各チャンネルのrawデータを指定する。ここで、各チャンネルを入れ替えて指定すると、異なるカラー合成によるカラーエンボス画像が容易に作成できる。指定の方法は前述のエンボス処理対象画像と同様に、「参照」ボタンをクリックすることにより任意のrawファイルを選択できる。

⑥fps(frames per second)の入力欄

画像判読支援動画のコマ送りの速度をfpsの数値によって設定する。本システムでは「2fps」、「4fps」、「8fps」の3種類より選択する。

⑦回転方向選択欄

8種類のカラーエンボス画像の連続表示によって発生する疑似回転錯視の回転方向を、「左回り」、「右回り」より選択する。

⑧出力フォルダ位置の選択ボタン

「フォルダ選択」ボタンをクリックして表示されるダイアログによって、カラーエンボス画像や各中間ファイルを出力する先のフォルダを選択する。

⑨出力フォルダ名入力欄

ここに新規フォルダ名を入力することによって、前述の出力フォルダ内に新規フォルダを作成し、その内部に各種成果物を出力する。

以上のように一つの画面内ですべての画像判読支援動画の作成処理を実施できるように配慮されている。WindowsコンポーネントをベースとしたGUIそのものの設計手法に関わる研究や書籍は数多い⁹⁾が、専門性の高い技術系の各種処理・解析システムにおけるGUI設計のあり方に関する議論も重要であると考えている。

(2)データセットの出力構成

本システムにおいて出力する画像ファイルは以下の4種類である。

- ①エンボス画像ファイル(8枚)
- ②カラーエンボス画像チャンネル別ファイル(8枚×3チャンネル=24枚)
- ③カラーエンボス画像ファイル(8枚)
- ④画像判読支援動画

上記のうち、①と②が256段階グレースケールであるrawファイル、③はフルカラーのカラー画像ファイル、④は動画ファイルである。

「中間ファイル」にrawファイルによる出力を用いるのは、成果物の生成に直接関係がなく、プログラムの処理効率を考慮した結果である。また、プログラムの処理を検証するためにはrawデータである方が容易であり、さらに、他の技術系画像処理システムにおいてrawファイルの採用が

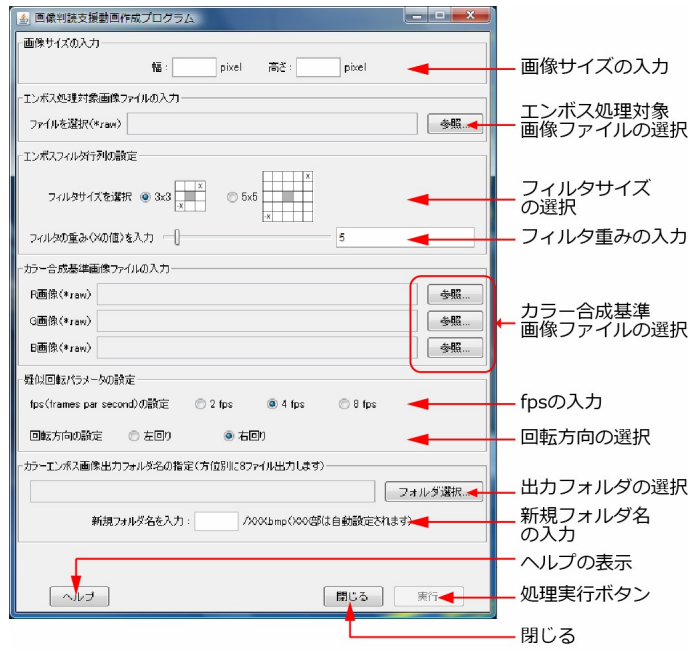


図-9 コントロールパネルの設計;処理の集約化 (画像判読支援動画作成機能;画面設計上の一工夫)

多く、今後の拡張可能性を考えたためである。「カラー画像ファイル」の出力には、その後の加工のし易さや成果物の正確性を鑑み、無圧縮ビットマップ画像であるWindows bitmap (BMP)形式を採用した。

本システムにおいて作成する動画ファイルはGraphics Interchange Format (GIF)である。GIFは、対応ソフトウェアの豊富さというメリットを考えた際、現在最も一般的な「時間軸を持つ画像ファイル形式」であると言える。このため、EMVISはGIFを出力する仕様とした。但し、GIF以外の形式によって画像判読支援動画を書き出す場合には、本機能を用いなくとも、他の対応するソフトウェアを利用することができる。この柔軟性が本システムの特徴である。

処理中に生成される中間ファイル(①、②、③)は、図-4の設計に倣い、成果物である画像判読支援動画とは別の「中間ファイルフォルダ」内に保存する。さらに、これらのファイルはそれぞれを種類別のフォルダに収納することにより、ユーザは意識することなく、フォルダ階層を利用したファイル管理を容易に実施できる。

画像判読支援動画作成に用いたパラメータや作業日時を後日参照できるように、システム中の内部指定により属性ファイルとして出力する設計とした。出力する際のパラメータはプログラム内部で指定されており自動的に作成したフォルダ内に保存する。属性ファイルの内容は3.(4)節に示したとおりである。

これらの機能は、画像判読支援動画の作成過程における処理効率の向上は言うまでもなく、作成後の管理効率の向上にも寄与している。

(3) 作業効率

インターネット環境下で稼働する技術系システムを運用する際には、システムの処理効率を明示しておくことが必要条件となる。本研究では、本システムを利用せず汎用画像処理ソフトウェアを用いて画像判読支援動画を作成した場合の実際の作業時間を計測し、本システムを利用した場合のそれと比較した。表-2に実際の作業時間の比較結果を示す。

作業効率の向上を目的として GUI や出力構成の設計を実施することにより、本システムを用いた際の作業時間が大きく短縮されていることがわかる。特に、画像判読支援動画作成プログラムを用いた「エンボス処理」、「オーバーレイ処理」、「カラー合成処理」の一括処理によってもたらされる時間短縮効果には、目を見張るものがある。本システムの有効性が示されたことは言うまでもなく、インターネットや社内イントラネットを用いた運用によって通常の技術者であっても容易に画像判読支援動画の作成作業を実施できることが確認できた。

6. 画像判読支援動画適用分野の検討

(1) 線構造の鮮鋭化

画像判読支援動画を構成するカラーエンボス画像は、エンボス処理が元から持つ線構造の鮮鋭化を、実際のカラー画像上において強調処理として発生させることができる。図-8は、判読対象画像から実際に8種類のカラーエンボス画像を作成した一例である。

中央の判読対象画像である元画像(高解像度衛星IKONOSによる衛星リモートセンシングデータ)とカラーエンボス画像を比較(①)すると、元画像においてわずかに判別できる畑の畝の構造が、カラーエンボス画像においてははっきりと強調され、元画像の情報も保存しつつ、鮮鋭化効果が得られている。これがカラーエンボス画像の特徴であり、ラプラシアンフィルタ等の他の画像処理手法では得られない効果である。

カラーエンボス画像の光の照射方向によって、強調される線構造の方向は異なる。図-8の②を比較すると、左上の畝の強調効果が確認できる。画像判読支援動画は、このような照射方向の違う8種類のカラーエンボス画像を連続表示し、あたかも擬似的に回転しているような錯覚を誘発する。

(2) 画像判読支援動画の拡張性

画像判読支援動画に関する研究は、当初衛星リモートセンシングデータの判読支援策として進められてきた。表-3は、各衛星データに画像判読支援動画を適用した際のパラメータ検討を実施した結果である。様々な被覆項目において画像判読支援動画が判読支援策として有効であることがわかった。また、回転速度や回転方向は常に4fps

表-2 EMVIS と汎用画像処理ソフトウェアの作業時間の比較

(単位: min)

		汎用画像処理ソフト	EMVIS
STEP1	前処理	5	8*
	エンボス処理	8	
STEP2	オーバーレイ処理	30	
	カラー合成処理	10	
STEP3	連続表示による動画化処理	10	
計(ターンアラウンドタイム)		63	13

注) 処理対象画像:500×500 画素

*印) プログラムへのパラメータ入力時間を含む。

の右回りにおいて顕著な効果が得られた。

さらに、表-4のように「医療画像、検査画像、顕微鏡、生体認証、ロゴ画像、風景画像、天体観測画像、考古学系画像、コンクリートの壁面」等のデジタル画像データにおいて、判読支援策として有効であることを確認している¹⁰⁾。表中◎は特に効果があったものを指し、画像判読支援動画の適用範囲は広いと言える。

7. まとめ

本研究開発は、建設分野において利用される様々な観測画像、検査・計測画像の判読支援を目的として、インターネット環境下で稼働する画像判読支援動画作成システム(EMVIS)を構築したものである。

①画像判読支援動画作成時の効率性と判読効果の向上

視覚に基づく基本的な画像判読作業の支援策に関する研究が以外にも見逃されている点を指摘した上で、錯視を誘発する「画像判読支援動画」を効率的に作成できるシステム(EMVIS)を構築した。EMVISは、インターネット環境下で「画像判読支援動画」を効率的に作成、共有・管理できることから、実務での利用はもとより、画像判読支援動画の利用普及とともに、各種画像処理・解析分野の研究の展開にも寄与する。

さらに、画像判読支援動画作成時の各種パラメータ(エンボスフィルタ、疑似回転パラメータ(fps))の変更を可能とし、様々な画像判読支援動画を作成できるシステムを構築した。これにより、画像判読に関わる各種研究の展開支援にも寄与できる。

②画像判読支援情報の共有・管理

さらに、画像判読支援動画の共有・管理を目的として、操作性に優れたGUI(Graphical User Interface)を備えたデータセット管理システム(DSMS: Data Set Management System)を開発した。これにより、JOB単位で作成される画

表-3 画像判読支援動画のパラメータ検討

	被覆項目	適用効果	回転速度 (fps)	回転方向	エンボス対象画像	画像特徴の強調効果
陸域	農用地	◎	4	右	Band4	裸地やあぜ道(線構造)・作付方向(テクスチャ)
	都市域	○	4	右	Band3	車線(線構造)・自動車(点状)
	液状化発生箇所	◎	4	右	Band3	噴砂状態・液状化発生領域
	斜面崩壊箇所	○	4	右	Band4	斜面崩壊方向・規模・水域
水域	海域	◎	4	右	Band3	漂砂・濁度パターン・波頭
	河川	○	4	右	Band4	流れの変化・砂州

注)表中◎は、特に効果があったもの

画像判読支援動画を効率的にデータセット化でき、さらに画像判読支援に関わる各種情報の発信・提供を実現した。

③情報利用技術分野における知財運用への一提言

情報利用技術分野における知財運用のあり方についても言及し、インターネット環境下で稼働する専門性の高い各種画像処理・解析システム開発時の指針の一つとして提示した(2章)。

今後の課題として、EMVIS の利用に伴って、JOB 単位で逐次作成される画像判読支援動画を蓄積し、データセットとして拡充していく予定にある。

デジタル画像の種類が益々多様化する状況にあつて、画像判読支援策の問題は避けては通れない検討課題になるはずである。本研究の内容が、この点に関する問題提起の一つになるとともに、専門性の高い各種画像処理・解析システムの開発・運用指針の一つとして何らかの形で寄与できれば幸いである。

付録

1) 錯視の一般定義と本研究の新規性²⁾

錯視とは、視覚において起こる「錯覚」のことであり、生理的錯覚に属するもの、特に幾何学的錯視については多くの種類が知られている。

本研究では、「疑似回転錯視」を誘発する判読支援動画を提案したものであり、従来までの錯視に関わる応用研究には見られない新規性がある。

2) 画像判読支援動画適用例

<http://oblipc04.cv.noda.tus.ac.jp/patent/>

参考文献

- 1) 酒井理哉、山崎健一:画像計測を用いたRC構造物の損傷診断について、土木学会第66回年次学術講演会講演概要集、CS11、pp.387-388、2006年9月。
- 2) Ramachandran,V.S.:Perception shape from shading, *Nature*, Vol.331, pp.163-166, 1988.1.
- 3) Kleffner,D.A. and Ramachandran,V.S.:On the perception of shape from shading, *Percept Psychophys*, Vol.52, No.1, pp.18-36, 1992.1.
- 4) Kersten,D., Mamassian, P. and Knill, D.C.:Moving cast

表-4 画像判読支援動画の拡張性に関する検討

画像種別	観測対象	エンボス対象画像	適用効果	画像特徴の強調効果
医療画像	目	Band3	◎	虹彩・ステムセル
	肌	Band1	○	肌理・あざ
	指紋	Band2	◎	線構造
	胸(X線画像)	モノクロ	◎	骨・血管
風景画像	ミューレン川	Band3	◎	川の流れ
	ブリエンツ湖	Band3	◎	波・雲
ロゴ画像	商標ロゴ	Band2	◎	輪郭
	理科大ロゴ	Band3	○	色の違い
考古学系画像	壁画	Band3	◎	輪郭・色の鮮鋭化
	地上絵	Band2	○	輪郭
天文・地球観測画像	星雲	Band3	◎	ガス物質
	台風	Band3	◎	色の立体的表示
検査計測画像(顕微鏡画像含む)	ミジンコ	Band3	◎	輪郭
	コンクリート	Band3	◎	ヒビ割れ

注)上記データセット: <http://oblipc04.cv.noda.tus.ac.jp/patent/>
(元画像データと画像判読支援動画を比較可能)

shadows induce apparent motion in depth, *Perception*, Vol.26, No.2, pp.171-192, 1997.

- 5) 小島尚人:画像判読支援動画生成方法、プログラム、及び画像判読支援動画生成装置、特願 2006-183409、2006年7月。
- 6) 大林成行、建石隆太郎、小島尚人:ネットワーク環境下での公開を前提とした地球観測情報データセットの整備と管理・運用についての具体的な提言、土木情報システム論文集、Vol.7, pp.17-24、1998年10月。
- 7) 後藤倬男、田中平八:錯視の科学ハンドブック、東京大学出版会、A5版、全599頁、2005年2月。
- 8) テレビジョン学会編:テレビジョン・画像情報工学ハンドブック、オーム社、B5版、全1170頁、1990年11月。
- 9) 伊藤潤:ユーザインターフェース設計における操作フロー図作成支援ツール、ヒューマンインターフェースシンポジウム論文集、Vol.12, pp.515-518、1996年。
- 10) 小島尚人、山崎将志、新井大貴:衛星画像判読支援動画における錯視誘発効果の向上、日本リモートセンシング学会第41回学術講演会論文集、pp.23-24、2006年11月。

(2007.5.17受付)