

画像処理の国際標準化動向

藤村是明
電子技術総合研究所

これまでコンピュータ・グラフィックスの国際標準を開発してきた ISO/IEC JTC1 SC 24(Computer Graphics)の中で、画像処理の標準化に取り組もうという動きが出て来ている。米国は、既に ANSI の中に X3H3.8 を設置し、an API (Application Programming Interface) for imaging という名で、画像処理の標準化に着手し、国際的にも SC24 で同様の作業を行なうよう提案し、西ドイツも積極的な姿勢を示している。

筆者は、国内の SC 24 委員会の中でこの問題を担当する者の一人として、広い範囲の意見を集める必要性を感じ、その第一歩として、本稿において、従来の経緯およびアメリカ/ドイツの考える画像処理の標準化の内容の紹介を行なう。

International Standardization of Imaging Processing

Koreaki Fujimura
Electrotechnical Laboratory
1-1-4 Umezono, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305 Japan

This paper is a report of the international standardization activities on image processing. It contains a review of local and historical standardization trials, ISO/IEC JTC1 SC24 actions, USA(ANSI) document named PIK Strawman 3, FR.Germany's proposals, Japanese actions and related works. It also contains the author's private opinion on the feasibility of image processing standardization.

1. はじめに.

情報技術一般および画像処理の発展により、一昔前には夢であったような計算機システムや画像処理用機器が容易に入手可能となってきた。しかしながら、相次ぐ新製品の開発・発表は、既存システムの陳腐化・保守打切りに繋がることも多く、蓄積の進んだ応用ソフトウェアを抱えた上での画像処理システムの維持管理／性能向上のための労は減少しない。

このような嘆きを背景に、米国はこれまで Computer Graphics を扱ってきた ANSI X3H3 にサブグループ X3H3.8 を設置し、画像処理の標準化に着手し、国際的にも X3H3 に対応する ISO/IEC JTC1 SC24 で同様の作業を行なうよう提案してきている。しかしながら、ベースとなるような具体案は無いと自ら認めている。

筆者は日本国内の SC24 委員会の一員として、米国およびその後提出された西独の提案を基に、標準化の妥当性についての検討に参加しているが、このようなニーズ先行＝シーズ未熟の不確定的な段階においては特に、規格関係者以外の広い範囲の意見を集めることが重要であるとの委員会の考えを体して、筆者の個人的見解ではあるがこれまでの経緯、SC24 以外の画像関連標準化の状況、問題点の紹介を行なう。

2. 画像処理標準化の状況

2. 1. 前史

ISO/IEC といった国際的な場や、アメリカの ANSI、日本の JIS といった国単位の標準化の場での画像処理標準化の試みはこれまで無かったが、もっとローカル／自発的な標準化の試みはこれまでも多々なされてきた。

日本では、1975-1979 年ごろ、情報処理学会イメージプロセッシング研究会（この CV 研究会の前身）が、MT 用の標準画像データ・フォーマット S I D B A 7 6、ポータブル画像処理ソフトウェア・パッケージ S P I D E R、画像入力装置の較正法の制定／普及にあたり [尾上-80]、前二者はその後改訂／拡張がなされている [ビジョン-89]。

米国では、1979-1983 年ごろメリーランド大学を中心に RATFOR をベース言語とする移植性の良い画像処理ソフトウェアの開発のプロジェクト [Hamlet-79] が進行したが、当時のソフトウェア環境の未発達さを補う、ファイル機能等の汎用 O S インタフェースの整備 [Krusemark-83] 以外には、具体的成果は聞えてこなかった。

2. 2. S C 2 4 の動き

コンピュータ・グラフィクスの国際標準化の組織は、1977 以来いろいろな変遷を経たが、1987 の ISO(国際標準化機構) / IEC (国際電気標準会議) JTC1 (information technology) 共同技術委員会の発足の際、S C (sub committee) として独立して、SC24 (Computer Graphics) となった (対応する国内組織の状況および狭義のグラフィクス標準化については、情報処理-1988-10月号及び情報処理ハンドブック参照)。

S C 2 4 では、組織の変更及び GKS, CGM, P H I G S の国際標準 (IS) 化完了を機に、将来計画の見直しが討議されている。これに関連し、米国はウィンドウシステム (具体的には X-Window) とともに、画像処理を取り上げるよう、提案してきた。これに対し、昨年7月の S C 2 4 総会では、他の多くのテーマとともに、画像処理を新規作業項目 (New Work Item: NWI) とするかどうかについて、今後1年間にラポータ (rapporteur: 専門家?) 会議を数回開いて案を練ることになった。

10月に予定されていた会議は、各国の対応が間に合わず流れたが、本年5月には、事前に米国および西独から各国に資料が配付され、西独のダルムシュタットで会議が開かれた。正式代表を出したのは米国 (3名) と西独 (4名) だけで、英/仏/東独はオブザーバー参加だったが、とにかく、NWI 提案書の大筋について合意が形成され、今後各国は、近々できる NWI 提案書を基に、ISO の作業項目とすべきかどうかの投票を行なう予定である。

2. 3. 米国の動き

米国が提案してきた画像処理標準化の正式名称は、an Application Programming Interface (API) for Imaging である [USA-88]. 筆者は当初、グラフィックスの世界での話でもあり、画像データの可視化/表示のことばかり、思っていた。しかしながら、これは、IEEE Comp. Gr. & Appl. のANS X3H3 の活動紹介記事 (Vol. 8, No. 3, p. 74 May 1988) に、

A project proposal for an imaging standard is also being forwarded to X3 for approval. This standard would specify the definition of data objects and a general reference model for imaging environments. It would also specify operations on image data for processing, manipulation, analysis, and presentation. Liason with similar work in other member countries is expected.

と述べられているように、画像処理全体を指すものである。この記事の後、このプロジェクトは承認され、X3H3.8 は、ローウェル大学の Dr. Patrick Krolak を主査 (convenor) として、1990年1月までの規格草案 (draft) 作成を目標において活動を始めている。その活動の一端は、前述の国際会議での討論用に提出された SC24 WG1 N62: US Contribution to Imaging API Study - "Programmer's Imaging Kernel (PIK), Strawman 3" という資料 (以下、PIK3 と略) に示されているので、以下やや詳しく紹介する。

PIK3は、A4タイプ打ちで本文78ページの資料である。副題の"STRAWMAN"といえ、Adaの開発の中で、最初の例示中心の要請項目を記した言語要求仕様書 (その後WOODENMAN, TINMAN, IRONMAN, STEELMANと進化した) の愛称だったが、PIK3も要求仕様書であって、具体的実現方法について書いたものではない。

1. Introduction (2p.) では、Scope and Purpose, Justifications (効用), Goals (設計目標: device independence, application portability, compatibility 等10項目、)

について述べている。一口でいうと、GKSの前書きの部分のグラフィックスという語を画像に置き換えたようなものであり、画像処理固有の問題点といったものは筆者には読取れなかった。

2. References (5p.) では、標準化関連資料として40件 (SPIDERも含まれている)、画像処理の一般的な参考書として23冊を挙げている。3. Definition of specific Terms (13p.) では、190語を挙げているが、グラフィックス用語や色彩学の語がかなり含まれているのはある程度やむを得ないにせよ、algorithm とか database まで入っている。後の6.2 (5p.) で、TIFF や Postscript のような私的規格から、EDI (電子データ交換) のようなほとんど無関係なISO規格にいたるまで並べているのと同様、一寸うんざりするが、共同作業としては必要なのかも知れない。

4. Requirements (8p.) は、8種の応用分野 (医用、リモセン、産業用、電子出版、グラフィックアート、アニメーション、科学の視覚表現 - scientific visualization, 軍/政府任務 (?) - mission planning) のそれぞれに、市場、データ特性 (画素数、カラー/濃淡精度)、機能要求について述べたものである。5. Conformance (p. 1) は、いうことなし。

6. System Definition (27p.) の意図は、画像処理の特性を、グラフィックス、他の情報規格類、画像処理アーキテクチャとの対比によって明らかにすることである。6.1. (6p.) では、グラフィックスとの対比を行なっているが、抽象モデルから一方向的に可視データが作られる、"筋の良い"グラフィックスとは、あまり共通点がないことを確認しているに過ぎない。6.2は先に述べた関連規格の羅列である。

6.3 (15p.) は、reference model という題であり、実際の画像処理から種々の構造モデルを作ることを試みている。第1のデータフローモデル (図1) は、入力も出力も画像であるような処理をすべて "enhance" といっている点が一寸ひっかかるだけで、問題ない。

第2の画像処理ワークステーションモデル

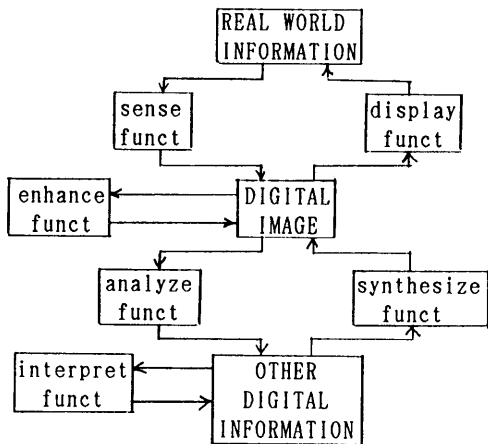


図1. PIK の Functional Dataflow Model (レイアウト変更)

は、6.2 で列挙した他の標準化中／済みの機能と画像処理との関連を示すためのものだが、入力装置の有無等に応じてそれぞれモデルを立てるなど整理不十分である。GKSで、メタファイル入出力やセグメント記憶までをワークステーション概念に組入れることにより、体系化に成功したように、大胆な抽象化／一般化が必要であろう。

第3は、機能の階層化モデル(図2)である。これは一例でしかなく、将来よく考えると言っているが、筆者の目には無駄な努力と映る。なぜなら、二値化といった、ここでは上位のレベルの enhance task の一つとしてある procedure も、しきい値を自動設定しようとするれば、とたんに上位の analyze task を利用するといった具合に、このような概念は階層化に向かないと考えるからである。

7.Functional Definition, Operator Classes, and Operators (9p.)では、現在の種々の画像処理機能／演算を、2通りに分類している。まず、第1はアルゴリズムクラスによる分類であり、1点演算、局所演算、2画面演算といった、well-defined な分類の下で、Sobel Edge Map は局所演算(Image and Kernel Operations)に含まれるといった様子の“やっとな画像処理らしくなった”気のする分類である。第2の分類は、使われ方のレベル

(最も基本的で他の機能を使わないものは第1レベル、第1レベルを使って実現されるものは第2レベル)で分類しようというものである。しかしながら、第1レベルで、

1. File, 2. Analysis, 3. Filtering, 4. Contrast, 5. Operations, 6. Acquire, 7. Measurement, ..., 15. Function Key Control, ..., 20. Locator Device Interface

といった分類項目を立てるようでは、ナンセンスとしかいいようがない。

Appendice の W2.White Paper on Imaging Model (8p.)は、入力画像から出力画像を得るプロセスを、入力画像の対応点の座標計算といったかなりミクロなレベルで、克明にパイプライン風にまとめており、Imagingの標準化の scope を益々解からなくさせる代物である。

以上の紹介のように、このPIK3は、全くの作業開始段階とはいえ、筆者にとっては、前途を暗く感じさせる資料であった。

2. 4. 西独の動き

西独の画像標準化の中心は、GKSの標準化で大きな役割を果たした Prof. Encarnacao が率いる、ダルムシュタットにあるフラウンホーファ協会グラフィクス研究所(Fraunhofer-Arbeitsgruppe, Graphische Datenverarbeitung)であり、前述の国際会議はここで開かれた。これに先立って西独が各国に送った資料は、Iconic Kernel Systems (IKS) というオブジェクト指向の画像処理システムアーキテクチャの話とFTCRP (File for the Transfer of Colored Raster Pictures)という画像データフォーマットの話であった。

Iconic Kernel Systems (IKS)の方は、Research Institute for Information Processing and Pattern Recognition FIM というところが開発中のシステムの資料で、A4本文11p.の内、7p.が図である。このシステムは、図3のように、データだけでなく演算・操作もオブジェクトとして考えるといったアーキテクチャであり、他の図でそれぞれのオブジ

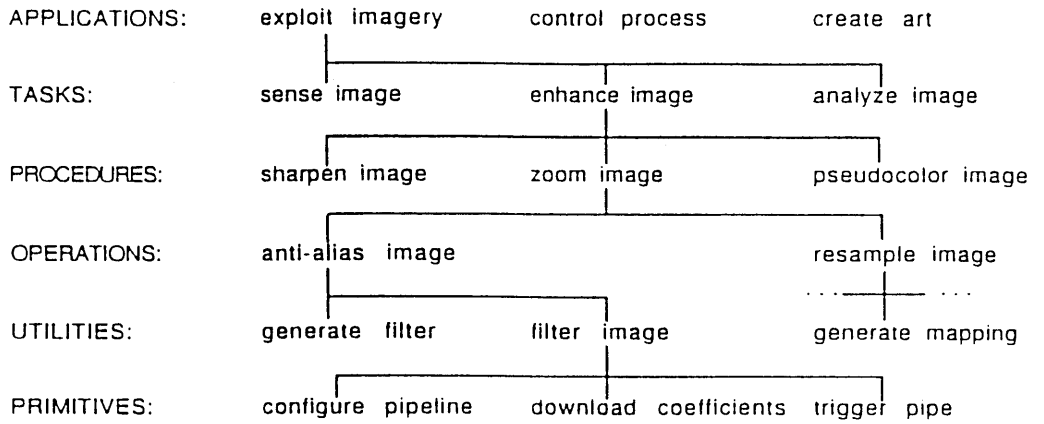


図 2 . PIKの機能階層化の一例

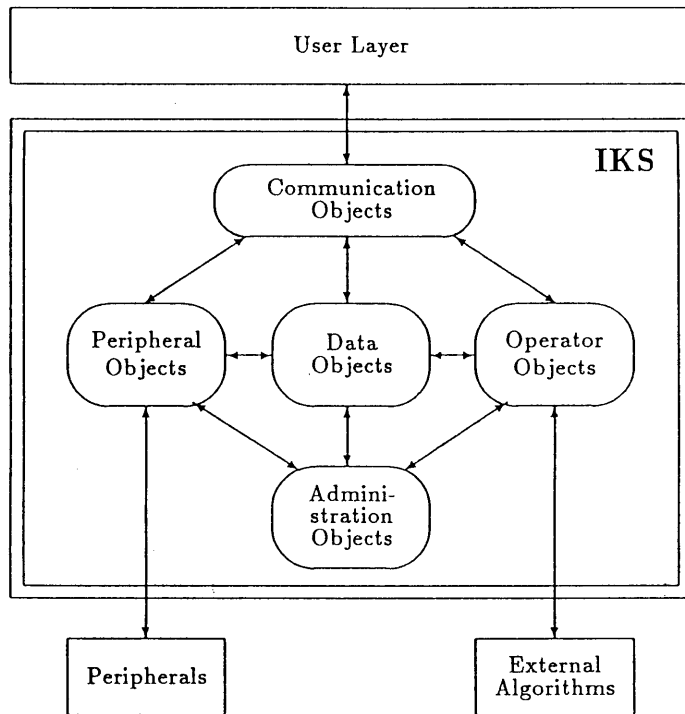


図 3 . IKSの基本アーキテクチャ

ェクトの内部ツリー構造を示しているが、演算・操作もオブジェクトとして考えることの意味等が、あまりに文章が少ない（もとは70 p.のドイツ語の資料で英語にするのに苦労したらしい）ため、理解し難い。

もう一つの FTICP の方は、グラフィクス研究所自身が開発中のもので、画像フォーマットという、比較的“固い”世界の話で、具体性に富んだものである。このようなものとしては、日本の SIDBA もあり、T I F F, G I F 等いろいろの画像ファイル形式が提案されており、最近ではそれらの相互変換ソフトに対する需要が高い。本資料では、これを配慮してか、これまでの画像フォーマットのスーパーセットを作れば、変換プログラムの数は、 $n(n-1)$ でなく、 $2n$ ですむとの記述がある。

2. 5. 日本の動き

ISO の SC 2 4 委員会への日本の対応組織である、情報処理学会情報規格調査会 SC 2 4 専門委員会は、米国の Imaging の提案を受けて対応を協議したが、内容的というよりは組織的な見地から、SC 2 4 の場で画像処理標準化を行なうことには否定的な意見が主流を占めた。しかしながら、昨年7月の SC 2 4 総会で継続検討となったため、グラフィクスを専門とする現在の SC 2 4 のメンバーの他に、各社からラポータ（専門家）を推薦してもらい、作業することとなった。また、第1回の国際ラポータ会議（結果的には流会）が11月に迫っていたため、SC 2 4 の現メンバー（またはその出身母体）を通じて、関係者にアンケート調査を行なった。

国内ラポータ会議は、4月以来4回開かれ、米国・西独の提案の検討、国際会議への寄書作成等を行なってきた。現在のメンバーは、井岡幹博（日本IBM）、泉澤仁（富士通）、今村泰介（東芝）、桂晃洋（日立）、上博行（日電）、今間俊博（日本鋼管）、鈴木宏一（リコー）、田村英世（日本無線）、田村秀行（キャノン）、中嶋正之（東工大）の諸氏と筆者である。オープンな場であり、有志の

参加を歓迎している。

日本の SC 2 4（またはラポータグループ）では、画像処理標準化に対して次のような姿勢をとってきた。第1は、標準化の積極的推進ではなく、アセスメント（批判的とは限らない）を任務としたいということである。第2は、関連各方面との関係（リエゾン）の重視である。第3は、国際会議への積極的対応である（今回は急な事情で、寄書の送付だけで済まざるを得なかった）。

国際会議への寄書（付録参照）は、先に述べたように、昨年10月、SC 2 4 メンバーを中心に行なったアンケートの紹介であるが、“Free format comments”のところに、“(including late ones)”という注釈を入れ、国内ラポータ会議などでその後に出されたコメントを盛り込んでいる。本アンケートは、先に述べた標準化の積極的推進ではなくアセスメント主体という姿勢で作ったもので、少ない回答数ではあるが、ニーズおよびシーズに関して妥当な線が出ていると筆者は考えている。この寄書に対し、“.. thanks for the contributions and technical insights contained in your response to the questionnaire”とのコメントが返ってきている。

2. 6. 関連活動

画像関連の標準化は、ISO/IEC JTC1 では、SC 2 4 のほか、SC 2（Character Sets and Information Coding）の WG 8 小委員会で、CCITT との関係の下で画像の符号化（圧縮）の標準化が進められている [大久保-88]。また、日本規格協会内に画像処理標準化委員会が設置され、ANSI-IT8での D D E S と呼ばれる、印刷関連データの規格化（カラー、高精細の圧縮に関心）に対応する他、関連の規格・標準化の調査を行なっているの、詳しい情報はそちらの報告書 [画像-89] を参照されたい。SC 2 4 ラポータグループでは、同委員会の中嶋委員（東工大）の参加を得て、連絡をとっている。

電子情報通信学会／パターン認識と理解研究会／エキスパートビジョン研究委員会（松

山隆司座長)は、最近、次世代画像処理ソフトウェアシステムのあり方についての検討の一環として、14種類の実働画像処理ソフトウェアの11項目にわたる比較検討を核とした報告書を出している。結論として、システム全体としての標準仕様をまとめるのはかなり困難であり、同委員会のような組織では対応できないといっているが、今後の検討課題としてデータ型に関する統一的仕様を挙げている。SC24ラポータグループでは、松山座長からの要請で、これまでの国内外の資料を送っている。

この他にも(特に画像フォーマットに関しては)、各応用分野ごとに多くの規格・標準化活動が進んでいるものと思われる。重要と思われるものがあれば、是非御一報頂きたい。

3. おわりに

今後の対応については、国内ラポータ会議で検討し、SC24委員会とも相談していかねばならないが、現在のところ筆者は次のように考えている：

1. 米国のPIK3に見られるように、技術的シーズが弱いのは確かであるが、米国と西独が積極的な姿勢を示し、特に米国は単独でも作業を続けるといっている以上、画像処理の研究水準の高い日本としては何等かの形で協力する必要がある、

2. 標準化の日程としては、全体の概念整理およびAPI仕様であるGKSをまず決めたグラフィクスとは逆に、技術的なフィージビリティの保証された画像ファイル仕様や機器インタフェース仕様の検討をまず行ない、その知見を基に、API標準化のためのブレークスルーを考えるのが良からう、

3. 入出力を離れた演算/処理に関しては、グラフィクスよりはむしろ数値計算や統計処理とのアナロジーを考えるべきであり、標準化は難しい。

もとより未熟な意見なので、読者からの意見を期待している。

末尾ながら、奉仕的な側面の強い本活動への参加および支援に対して、国内ラポータ会議のメンバーおよび川合慧委員長を始めとするSC24委員会委員各位に感謝の意を表する。

参考文献

[USA-88] "US Position on SC24 Future Planning", SC24N104, (1988.2) 18p.

このうち画像関連は、X3H3/87-194 (Project Proposal in ASC) 4ページを付録として付けた部分だけ。

[画像-89] カラーディジタル画像システムの標準化に関する調査研究(画像システム標準化調査研究)報告書, 日本規格協会, (1989.3) 237p.

[尾上-80] 尾上守夫: イメージプロセッシングの振興と標準化, 情報処理, Vol. 21, No. 6, pp. 645-659 (1980)

[ビジョン-89] コンピュータビジョン研究連絡会: 拡張標準画像データフォーマット, 情報処理, Vol. 30, No. 1, pp. 50-57 (1989)

[Hamlet-79] Hamlet, R. G. and Rosenfeld, A.: Transportable image-processing software, Proc. Nat. Comp. Conf., Vol. 48, pp. 267-272, AFIPS Press (1979)

[Krusemark-83] Krusemark, S. & Haralick, R. M.: An Operating System Interface for Transportable Image Processing Software, CVGIP, Vol. 23, pp. 42-66 (1983)

[大久保-88] 大久保, 村上, 安田: 画像符号化と国際標準化, 信学誌, Vol. 71, No. 7, pp. 689-696 (1988)

付録： 国際会議への日本寄書（スペースの関係でレイアウト変更，一部省略）

Title: A Questionnaire on Imaging
Date: 1989-05-18
Source: The Imaging Task Group in Japan
Purpose: Input to the Darmstadt Meeting

We, the members of imaging task group in the Japanese national body for SC24, sent the questionnaire, including SC24 N104 (ANSI project proposal) as a reference, to all of the twenty members of Japanese SC24 and to the four external experts in last October. We got nineteen replies from the sixteen SC24 members (some members distributed the questionnaire to the related divisions in their company) and two replies from the experts. The three replies expressed no interest in imaging, thus eighteen opinions were used in the following summary. Though the replies were the mixture of personal and official ones, the summary seems to reflect the Japanese opinions well.

Questions about the answerer's status (Y-Yes, N-No):

- Have you ever developed imaging hardware ? Y- 6, N-12
- Are you going to develop imaging hardware ? Y- 5, N-12
- Have you ever developed imaging system software ? Y-13, N- 5
- Are you going to develop imaging system software ? Y-10, N- 6
- Have you ever developed imaging application software ? Y-13, N- 5
- Are you going to develop imaging application software ? Y-14, N- 2

Questions about necessity and feasibility -- the alternatives in the questions about necessity were IS(we need international standards), DeFacto(we need only de facto or local standards), and NO(we need not any standards) and the alternatives in the questions about feasibility were SOON(already exist bases for standards), POSSIBLE(possible to make standards without breakthrough), and HARD(hard to make standards without breakthrough):

- necessity of standards for imaging data format and/or device interface: IS--15, DeFacto--3
- feasibility of standards for imaging data format and/or device interface: SOON--0, POSSIBLE--16, HARD--2
- necessity of standards for operations on image data for processing and manipulation: IS--7, DeFacto--9, NO--1
- feasibility of operations on image data for processing and manipulation: SOON--1, POSSIBLE--9, HARD--8
- necessity of standards for operations on image data for analysis and measurement IS--2, DeFacto--10, NO--4
- feasibility of operations on image data for analysis and measurement SOON--1, POSSIBLE--5, HARD--11
- necessity of standards for operations on image data for presentation IS--14, DeFacto--4, NO--0
- feasibility of operations on image data for presentation SOON--1, POSSIBLE--13, HARD--4

Questions about standardization strategy:

- Where should international imaging standardization take place ? SC24--8, other/new SC--7, ABSTAIN--3

(other questions about domestic problems are omitted here)

Answers to the question about related works (the works listed in SC24 WG1 N62 (PIK Strawman) are omitted here):

- Study Group for Image Processing in Information Processing Society in Japan made a standard image interchange data format (on magnetic tapes) named SIDBA76 in 1976 and the revised version, SIDBA88, appeared recently. Institute of Industrial Science, University of Tokyo, supplies the image data base of over 1300 typical images with SIDBA76 MT.
- A committee in Japanese Standards Association, the secretariat for Japanese Industrial Standards (JIS), are studying image processing standards -- standard test patterns, data format for colour images. One of the main concern is the DDES being developed by ANSI/IT8.
- In the communication (and broadcasting) area, CCITT, CCIR and SC2 WG8 have made or are going to make some standards: videotex standards, HDTV standard, picture coding standards and so on.

Free format comments (including late ones):

- General standardization is urgent, because too specific concepts are being introduced in some application fields e.g. medical imaging field.
- Standardization of data format and/or device interface is necessary especially in the case of color images.
- Liaisons to the related works is important.
- Standardization covering almost all areas seems impossible.
- Standardization of operations is hard in the same way as that of complicated statistical analysis methods.
- Ill-defined standards are worse than no standards -- put emphasis on feasibility more than necessity.
- The term "imaging" is usually used for making data visible and the usage here (standing for image processing) makes things confusing.