九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

Image Understanding Environment(IUE)プロジェクト

松山, 隆司
岡山大学工学部情報工学科

谷口, 倫一郎
九州大学大学院総合理工学研究科情報システム学専攻

https://hdl.handle.net/2324/5726

出版情報：情報処理. 36 (3), pp.203-211, 1995-03-15. 情報処理学会
バージョン：
権利関係：ここに掲載した著作物の利用に関する注意 本著作物の著作権は（社）情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。

KYUSHU UNIVERSITY

Information Processing Society of Japan

Vol.36 No.3 情報処理 Mar. 1995

特別論説

情報処理最前線

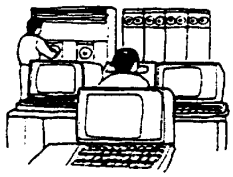

Image Understanding Environment (IUE) プロジェクト†

松山隆司†† 谷口倫一郎†††

1. 画像理解研究用ソフトウェアの整備・標準化

画像理解は，人間の持つ高度な視覚機能を情報科学的観点から解明すること，および，計算機を用いて高度な視覚情報処理機能を実現することを目的とした学問分野であり，2次元の画像処理や線・領域といった画像特徴の抽出だけでなく，3次元の物体やシーンの認識・理解，ロボットビジョン，画像データベース，画像処理プロセッサなど視覚情報処理に関する広範なテーマについての積極的な研究活動が行われている．画像処理，画像理解の研究はすでに30年を越える歴史を持ち，この間多数の知見が得られ膨大な数のアルゴリズムが考案されてきた．こうした中で浮かび上がってきた大きな問題として，「現在までに得られた知見や技術によって一体何ができて何ができないのかがあまり明確になっていない」ということがある．この問題は，画像理解が，過去の研究成果の上に新たな知見や技術を積み上げるという科学技術の持つべき基本的要件を欠いているのではないかということを意味しており，この点を解決しないかぎり，将来の研究の進展は望めない．

この問題を生じさせている原因としては次の二つの点が考えられる．

【問題1】 アルゴリズムの有効性の検証

ある機能－たとえばエッジ検出－を実現するために多数のアルゴリズムが考案されているうえ，一つのアルゴリズムを実行するプログラムが各研究機関で別個にインプリメントされており，どのアルゴリズム，どのプログラムが真に有効なのかを客観的に評価・検証する手段が存在しない．

【問題2】 対象世界の複雑さを規定する基準

画像理解では，コンピュータによる視覚情報処理という非常に広範で一般的な問題を扱っているため，対象としている画像やシーンがどういった性質を持ち，それを解析・認識することがどの程度むずかしいのかを客観的に測る基準や尺度が明確でない．

もちろん，これらの問題の存在は以前から指摘され，様々なアルゴリズムの性能評価や問題の複雑さの基準作りが行われてきた．具体的には，次のようなものがある．

(1) エッジ検出アルゴリズムや領域分割アルゴリズム等限られたアルゴリズムについては，各種の性能評価研究が行われてきた．しかし，比較の対象となるアルゴリズムの選択やインプリメンテーション法，評価方法の設定は，個々の研究に依存しており，問題1が完全に解決されているわけではなく，「最も優れたアルゴリズム（the state of the art）」が得られているという保証はない．

(2) ポータブルな画像処理プログラムライブラリやソフトウェアシステムを作成して，共通のソフトウェアに基づいてアルゴリズムやプログラムの性能評価が行えるようにする．この例としては，古くは本会イメージプロセッシング研究会（現在のコンピュータビジョン研究会）での活動を基に電子技術総合研究所で開発されたFORTRANプログラムライブラリSPIDER[1]や名古屋大学で作られたSLIP[2]があり，最近ではISOで作られた標準画像処理ソフトウェアPIK[3]や，IAPR-TC5で行われたワークステーション上での画像処理・画像理解用ソフトウェアの調査[4]等がある．

(3) 画像処理用標準画像データベースを作成し，共通のデータを用いた比較実験を行うことに

† Image Understanding Environment (IUE) Project by Takashi MATSUYAMA (Faculty of Engineering, Okayama University) and Rin-ichiro TANIGUCHI (Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University).

†† 岡山大学工学部情報工学科
††† 九州大学大学院総合理工学研究科情報システム学専攻

NII-Electronic Library Service

Information Processing Society of Japan

より，アルゴリズムの有効性を評価する．この例としては，古くはイメージプロセッシング研究会で制定された標準画像フォーマット[5]に基づいて東京大学生産技術研究所で作成されたSIDBA[6]があり，テレビ放送や印刷の品質評価のための標準画像も作成されている[7]．最近では，画像符号化や医用画像処理研究のための標準画像の作成も試みられている．

しかし，これらはすでに時代遅れになっていたり，特定の目的にしか利用できないものとなっている．画像理解の問題は，エッジ検出や領域分割といった個々のアルゴリズムの問題というより，高度な視覚機能を持つシステムをどのように構成するかという一般的問題であり，広い範囲での体系的な問題分析が必要となる．このような観点から，現在までに進められてきた画像理解研究の成果を基に，画像理解の基本となる概念の整理・体系化とそれに基づくソフトウェアの標準化，および評価のためのツールやデータベース（これらを総称してImage Understanding Environment（IUE）と呼ぶ）の開発を目指したプロジェクトが米国を中心に欧州諸国および日本が協力する形で進められている．本稿では，このIUEプロジェクトの概要について紹介する．

2. IUEプロジェクトの概要

2.1 プロジェクトの目的

IUE開発の目的を整理すると，以下のようにまとめることができる．

・画像理解の計算モデルの確立

現在の画像理解研究の主流になっている，3次元幾何光学に基づいた概念の整理・体系化を行い，それをソフトウェアとして実現するためのデータモデル，アルゴリズムを設計，開発する．

・研究の効率化

最新の研究成果が，どこでも誰でも使えるようにすることにより，迅速で正しい研究成果の評価を可能にする．

・技術の蓄積，技術移転の促進

最新の技術を系統的に蓄積し，すぐに利用できるようにすることで，画像理解研究の成果を迅速に社会にフィードバックさせることを可能にする．

・教材としての利用

IUEで提供する，データモデルやプログラミングサンプルを用いて，体系的な画像理解の教育を行うことができる．

これらを達成するための具体的なIUEへの要求仕様としては以下のようなものがあげられている．

・シーンの幾何光学的状況の厳密な記述

物体，センサ，光源の間の幾何光学的関係を詳細かつ厳密に記述する枠組みを提供する．

・様々なタイプの画像への対応

カラー，マルチスペクトル，時系列画像等といった単純な画像だけでなく，画像ピラミッドやモザイク画像といった構造を持った画像も表現できるようにする．

・様々なセンサへの対応

モノクロカメラ，RGBカメラ，スキャナ，ステレオカメラ，レンジファインダといった多種多様なセンサの特性を記述するための枠組みを提供する．

このような，要求仕様を満足させるため，IUEの開発にあたっては，以下のような設計方針を定めている．

・数学的，物理的な基礎の確立

集合論，幾何学，光学といった数学的，物理的な枠組みの中で画像理解に必要な概念を定式化する．

・オブジェクト指向による記述

定式化された概念を，クラス階層として整理・記述する．インプリメンテーションにはC++，CLOSを用いる☆．また，オブジェクト指向データベースとのインタフェースを提供し，画像データベースを構築するための枠組みを提供する．

・データ交換フォーマットの制定

異なった機関で行われた研究成果の評価を行うためには，画像データや解析結果などのデータを交換する機構が必要である．そのため，計算機システムに依存しないデータ交換メカニズムを確立する．

・標準的な計算機環境での動作

標準的なUNIXワークステーションで無理なく動作するソフトウェア構成にするとともに，画像データや解析結果を容易に表示するためのGUI

☆現時点ではCLOSについて完全なサポートが行われるかどうかは不明である．

NII-Electronic Library Service

Information Processing Society of Japan

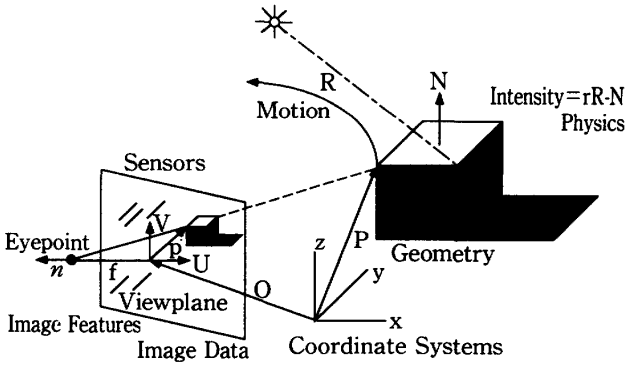

図-1 IUEの対象世界

を提供する.

・既存の画像処理ソフトウェアとの融合

すでに広く使われているKhoros[8]や画像処理の国際標準であるPIK[3]との融合を積極的に進める.

・ドキュメントオリエンテッドな開発

ソフトウェアのドキュメント作成には多大なコストがかかり,往々にして,未整理であったり,不備があったりする.IUEプロジェクトでは,LaTeXで書かれた仕様書からC++のコードを自動生成することを試みており,ドキュメントの未整理や不備という点を排除しようとしている☆.

・ネットワークを介した広報・教育活動

教科書,プログラミングレシピ等の通常の印刷物という形態だけでなく,インタネット(特にWWW)を通じてオンラインチュートリアル,サンプルプログラムの提供を行う.

2.2 プロジェクトの組織構成・開発計画

IUEは当初米国のARPAのプロジェクトとして始められたが[9],1994年から欧州諸国,日本を含めた国際協同プロジェクトへと発展しようとしている.現在,以下のような国,機関から研究者が参加してIUE技術委員会(委員長:GEのJ.Mundy)を構成している.

・アメリカ:CMU,スタンフォード大,USC,コロンビア大,マサチューセッツ大,ワシントン大,コロラド州立大,ジョージア工科大,GE,SRI,Amerinex AI等

・カナダ:ブリティッシュ・コロンビア大,NRC

・ヨーロッパ:INRIA,フラウンフォーファー研究所,グルノーブル大,オックスフォード大等

・日本:情報処理学会コンピュータビジョン研究会

日本では,コンピュータビジョン研究会の下にワーキンググループJ-AIUEO(JApanese IUE cOmmittee)を組織し,IUEプロジェクトに関する活動を行っている.J-AIUEOの活動内容については**4.**で紹介する.

IUEの開発スケジュールはおよそ以下の三つのフェーズに分けられており,3年間で一応の完成を目指している.

(1) IUE Basics(初年度)

IUEのクラス階層を記述するための中心的なC++クラス定義で,2次元スカラ画像,ピンホールカメラ,エッジ要素,デカルト座標系等が含まれている.ほぼ完成.

(2) IUE Core(2年度)

Basicsからの派生クラス(RGBカラー画像,構造化された画像,非デカルト座標系,座標変換等)や,画像理解のアルゴリズムを記述するための枠組み,ユーザインタフェース等が含まれている.1995年秋ごろ完成予定.

(3) IUE Libraries(3年度)

IUEのクラス階層に基づいた画像理解の基本処理アルゴリズムのインプリメンテーションを予定している.1996年秋ごろ完成の予定であり,この時点でソフトウェアの一般配布を予定している.

3. IUEのアーキテクチャ

3.1 IUEにおけるクラス階層

IUEでは画像理解に必要な概念,すなわち,**図-1**に示すような光源と物体表面の関係,センサと物体の関係などの幾何学的,光学的関係を正確に記述するために必要な概念を数学的に定式化するとともに,それをオブジェクト指向プログラミングにおけるクラス階層として実現することを目指している.現在,**図-2**のようなクラス階層を定めているが,ここでは,紙面の都合上,主なクラスの概略について説明する.なお,カッコ内の太字はIUEで定義されている実際のクラス名である.

(1) 画像(**image**)

画像は,画像理解における最も重要な概念の一つである.画像は大別して以下の二つに分類され

☆ソースコードの内,自動的に生成される部分は,クラス定義のヘッダ部分だけであるが,IUEは巨大なクラス定義の集合(仕様書でおよそ600ページ)であり,システムのかなりの部分をそれでカバーすることができる.

NII-Electronic Library Service

Information Processing Society of Japan

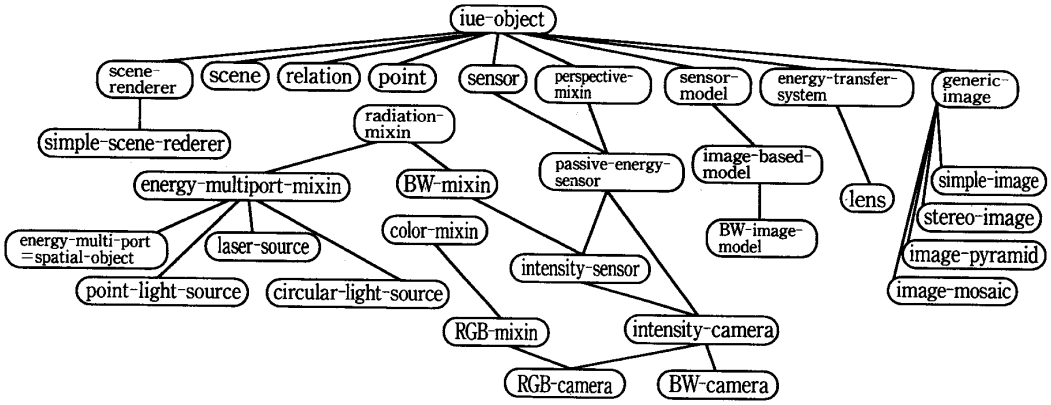

図 - 2 IUE におけるクラス階層の概略

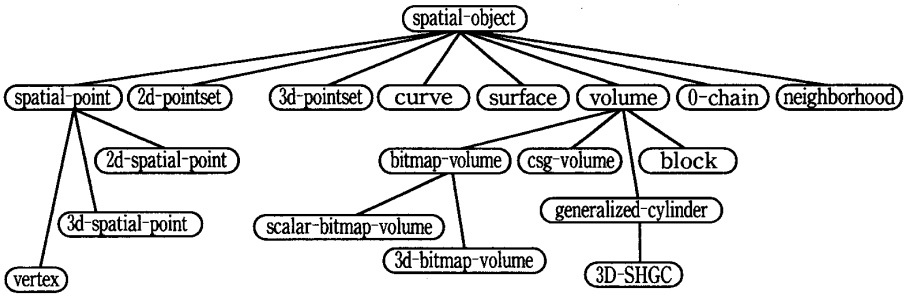

図 - 3 空間的オブジェクトのクラス階層

ているが，次元数については特に制限はない．

・一般画像（**generic-image**）

ステレオ画像，画像ピラミッド，モザイク（貼り合わせ）画像など，様々なデータ構造を持ちうる画像の総称である．

・単純画像（**simple-image**）

単純な配列構造として表現できるものであり，モノクロ画像，カラー画像，距離画像，時系列画像等，典型的な画像が含まれている．このような画像に対しては，効率の良い画素アクセスのためのメソッドを提供することができる．

(2) 空間的オブジェクト（**spatial-object**）

空間的オブジェクトは，物体や光源など空間に存在するオブジェクトを記述するための基本となるものであり，IUE の中心的オブジェクトの一つである．空間的オブジェクトは，基本的には N 次元空間内の点集合として定義されており，線分，多面体，球など様々な構造化されたオブジェクトは，空間的オブジェクトの下位クラスとして定義されることになる（**図 - 3** 参照）．

空間的オブジェクトの持つ基本的な属性としては，空間の次元数，空間を定める座標系，外接矩形等がある．また，基本的なメソッドとしては，集合演算（和，積等），与えられた点からの距離，座標変換，関数あてはめ等が定義されている．

IUE では，空間的オブジェクトの下位クラスの一つとして近傍（**neighborhood**）と呼ばれるものが定義されている．近傍は，領域の連結性などのトポロジカルな概念を定義する際の基本となる概念であり，特別なクラスとして定義されている☆．近傍の概念を用いれば，「ある点に近い」，「2 本の直線がある精度で交わる」というような述語を厳密に定義することができる．単純な近傍としては，2 次元空間での矩形近傍，3 次元空間での直方体近傍等が考えられるが，ディジタル画像の「4 －近傍」といった特殊な形状の近傍も定義できる．

(3) 画像特徴（**image-feature**）

☆ 一般の空間的オブジェクトと区別するのは，主として，近傍を用いてトポロジカルな計算をするときの効率のためである．

NII-Electronic Library Service

Information Processing Society of Japan

通常，画像特徴とは，画像から何らかの操作で抽出された，点，エッジ要素，線セグメント，領域などを指す．これらは，(2)で述べた空間的オブジェクトの一種であり，IUEでは，「ある画像から得られた情報を表現するための空間的オブジェクト」として定義される．画像特徴は，空間的オブジェクトの持つ性質を継承するため，画像特徴を操作するためのメソッドの多くは空間的オブジェクトに対して定義されるメソッドと共有されることになる．一般的な空間的オブジェクトとの違いは，画像特徴は元の画像へのポインタを持っており，必要に応じて画像特徴から対象画像を参照できるという点である．

(4) 座標系と座標変換

センサと物体，光源と物体，あるいは物体相互の間の幾何学的関係を記述するためには座標系を適切に定める必要がある．通常，画像理解システムでは，様々な座標系を駆使して「世界」の幾何学的関係を記述しており，関連する複数の座標系の間の関係，すなわち座標変換を記述しなければならない．このためIUEでは，座標系（**co-ordinate-system**），座標変換(**co-ordinate-transform**）をそれぞれクラスとして定義するとともに，座標系をノード，座標変換をノード間のアークとして考えた，**図-4**に示すような有向グラフとして座標系の依存関係を表現する．この有向グラフ上のアークをたどることにより，ある座標系での座標値を他の座標系での座標値に変換することができ，必要な座標系での座標値を容易に求めることができる．

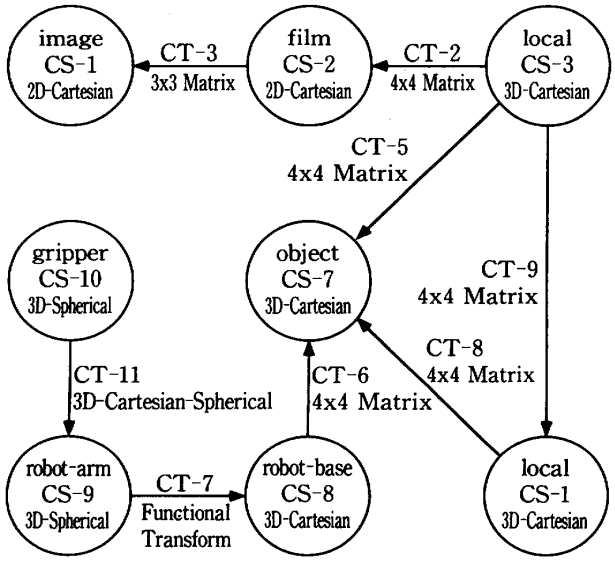

図-4 座標系と座標変換

(5) セ ン サ

IUEでは，センサ自体もクラス記述の対象となっており，二つの重要なクラスが定義されている．一つはセンサ（**sensor**）であり，一つはセンサモデル（**sensor-model**）である．**sensor**は文字どおり，センシングを行うデバイスを表し，**sensor-model**はセンシングの状況やセンサによって得られたデータを表す．センサをオブジェクトとして扱う利点としては，次のようなものがある．

・センサパラメータの操作を明示的に記述できる☆．
・複数のセンサを組み合わせて，一つのセンサを合成することが容易にできる．
・センサの特性を正確に記述することで，センシングのシミュレーション（対象物体の記述を与えてセンシングデータの合成を行うこと）が可能となる．

sensorとして記述されるものは，対象世界におけるセンサの位置／姿勢，対象世界と画像平面の間の幾何学的対応関係，光学的対応関係，センシングされたデータの信頼性等である．実際のセンサを表すものとして，**sensor**の下位クラスに以下のようなものが定義されている．

・パッシブセンサ（**passive-energy-sensor**）

モノクロカメラ，RGBカメラなど，通常よく利用されるカメラ装置である．

・アクティブセンサ（**active-energy-sensor**）

特殊な光などを対象に照射してその結果をパッシブセンサでセンシングすることにより，データを獲得するものであり，合成開口レーダ，レーザレンジファインダ，パターン光投影型レンジファインダ等がある．

・複合センサ（**composite-sensor**）

複数のセンサを用いて一つのデータを獲得するものであり，代表的なものとしてステレオセンサがある．

一方，**sensor-model**には，センシングの結果得られた画像データ以外に，センサの持つ属性情報のコピーが作られる．**sensor-model**は，単にセンサの出力データを格納するだけでなく，画素の位置や輝度値の信頼性，画素とシーンの間の幾何学

☆ Active Visionのように，センサ自体を制御可能な可動オブジェクトとして考える場合にも便利である．

NII-Electronic Library Service

Information Processing Society of Japan

的対応関係等が計算できるようになっている．**sensor-model** の下位には，**sensor** の下位クラス（カラーカメラ，ステレオセンサ等）に対応した下位クラスが定義されている．

(6) タスク（**task**）

IUE でのプログラミングの中心になるのがタスクと呼ばれるオブジェクトである．タスクは簡単にいうと一つの基本的な処理アルゴリズム（たとえばエッジ検出や領域分割等）に対応するものであり，IUE で画像理解のアルゴリズムをマクロ的に記述するための基礎となるものである．このような処理単位を，クラスのメソッドとして定義するのではなく，オブジェクトそのものとして定義するのは以下の理由による．

・基本的な処理アルゴリズムといえども，多くのパラメータを必要とすることが多く，実際のアルゴリズムの実行には対象に応じて適切なパラメータを選択する必要がある．したがって，対象に応じた適切なパラメータの範囲を定義しておけるような枠組みが必要である．

・処理の履歴を保存するという点からも，処理の名前と利用したパラメータを組にして記憶しておくことが望ましい．

このような背景から IUE では，基本処理アルゴリズムとパラメータをまとめてタスクというオブジェクトとして記述することになっており，同じ処理アルゴリズムでも異なったパラメータを持つものは異なったオブジェクトとして定義される．

タスクの種類としては，Browsers，Display，Editing，ImageProcessing，ImageSegmentation，PerceptualOrganization，GeometricFitting，ObjectMatching，ModelConstruction 等が考えられている．また，処理全体，すなわちタスク間の相互依存関係はデータフローグラフ（**dataflow-graph**）というオブジェクトで記述する．

上記の主要なクラス以外にも，INRIA を中心にリアルタイムシステム記述のための枠組みを IUE に加える方向で検討等が進んでいる．

3.2 データ交換のフォーマット

データを異なった計算機環境で共有・交換することは，異なる機関で協同してシステム開発を行ったり，アルゴリズムを評価する場合に必要不可欠となる．IUE では，画像データだけでなく，空間的オブジェクトや画像特徴等，様々な構造をもったデータの交換を行う必要があり，そのために異なる計算機環境でのデータ互換性を保証する外部データフォーマットが定められている．その特徴としては以下のような点があげられる．

```
((DEX-format-version 0.92 Fixed-Format Example,
  2 linked-line-segments)
 ((class-def IUEset
   ((members class-ref IUEobject)))
  (class-def 2d-point
   ((x Integer 0) (y Integer 0)))
  (class-def linked-line-segment
   ((segment-begin        member-ref  2d-point)
    (segment-end          member-ref  2d-point)
    (segment-length       Float       0.0)
    (segment-orientation  Float       0.0)
    (next-segment         class-ref   linked-line-segment)
    (last-segment         class-ref   linked-line-segment)
)))
 (make IUEset "DEX-set"
  ((make linked-line-segment 1
    (make 2d-point 2 ( 1  1))
    (make 2d-point 3 (12 42))
    42.44997
    -.28
    (make linked-line-segment 4
     (make 2d-point 5 (12 42))
     (make 2d-point 6 (22 62))
     22.36068
     -.46
     [ ]
     (use 1)))
    [ ])))))
```

図-5 データ交換ファイルの構造

・キャラクタによる表現

計算機内部の数値表現を使わず，ASCII コードでデータを表す．情報量が増える点については，適当な圧縮ツールを使うことで対処する．

・ LISP 的なシンタックスによる表現

複雑な構造や変化に富んだ属性を持つ多種多様なオブジェクトデータを統一的に記述するために，LISP のリスト表現を用いる．

データ交換用ファイルは，基本的に以下の三つの項目をリストで表現したものになっている．

・ヘッダ部

IUE のバージョン情報を示すデータ

・クラスの属性定義部

クラスの属性定義を示すキーワード class-def，格納されるデータのクラス名及びそれの持つ属性記述（属性名，型，デフォルト値）をリストで表現したもの

・インスタンス生成部

インスタンス生成を示すキーワード make，ク

NII-Electronic Library Service

Information Processing Society of Japan

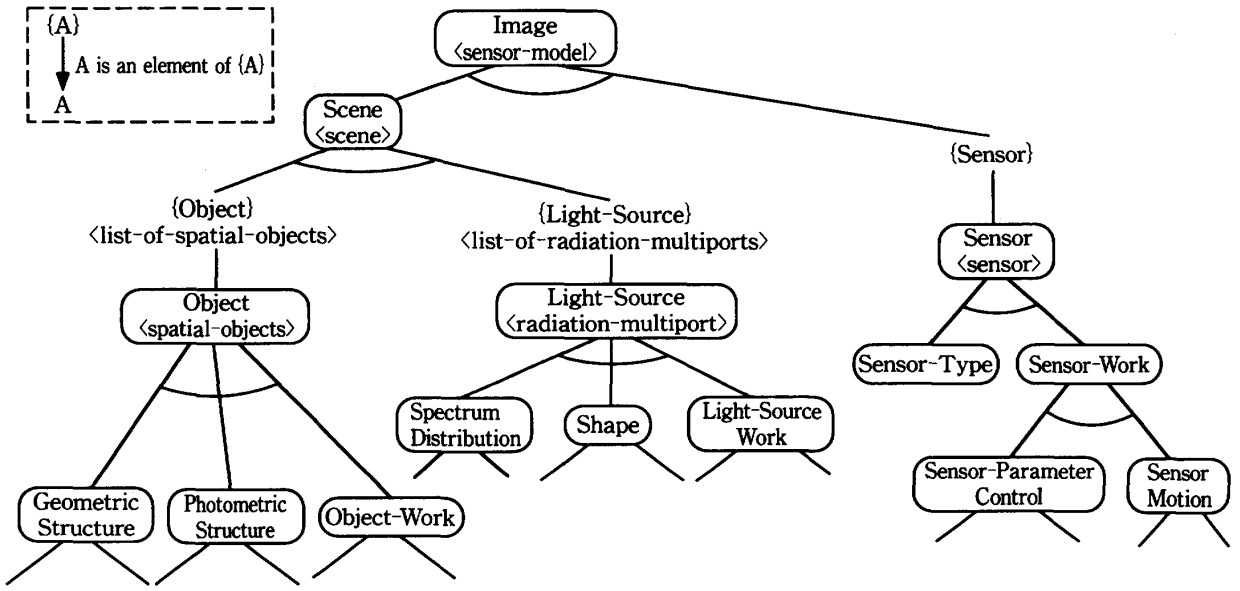

図-6 画像生成過程のモデル

ラス名，データ識別記号，インスタンス生成に必要なデータのリスト☆をリストで表現したもの

たとえば，連結した線セグメント（linked-line-segment）のデータは図-5のように表現される．

4. Calibrated Image Database

4.1 設計方針

IUEに対する日本独自の貢献として，J-AIUEOでは「Calibrated Image Database（CIDB）」の設計・構築を進めている．CIDBは，1.で述べた画像理解の問題を解決すること，すなわち真に有効なアルゴリズムの選定および視覚情報処理における問題の複雑さの基準作りを目指した研究を促進するための画像データベースで，次のような基本的考え方に基づいている．

(1) 従来の標準画像データベースでは，画像に写されている対象世界の複雑さの度合いに基づいた画像データの整理といった観点はほとんどなく，画像データの単なる集合としての意味しかなかった．これに対し今回作成するCIDBでは，まず第一にこれまでの画像理解研究で得られた知見を基に対象世界や認識対象の持つ複雑さを表す種々の尺度（たとえば，均一照明⇔非均一照明，乱反射表面⇔鏡面反射表面，多面体⇔曲面物体，単一物体⇔複数物体，隠れ（オクルージョン）の有無，透明物体⇔不透明物体等）を整理し，それに基づいて対象世界や画像の複雑さのクラス階層を定義する．その後各クラスに属する具体的画像を撮影し，データベース化することによって，1.で指摘した問題2の解決に向けての研究基盤が整備されることになる．

表-1 キャリブレーションのレベル

レベル	センサ	シーン
0（キャリブレーションデータなし）	×	×
1	○	×
2	×	○
3	○	○

○：キャリブレーション済，×：未キャリブレーション

(2) 画像の撮影に際しては，利用する各種センサ（カラーテレビカメラ，スペクトル分光計測器，距離センサなど）の特性を表すデータ，光源の位置や分光特性，画像に写された物体の詳細な形状データやそれらの配置，運動情報，さらにはディジタル化方式の詳細仕様といった正確なキャリブレーション（グランド・ツルース）情報を求めておく．これによって，画像を解析した結果がよいのか悪いのか，誤差はどの程度なのかが客観的に評価でき，問題1の解決に役立つ．

(3) データベースに蓄えられる画像データには様々なもの（濃淡画像，カラー画像，距離画像，さらには3次元物体形状データ）があり，解析プログラムからデータを読み書きするには，標準的なデータモデル，データ構造が必要となる．IUEでは多種多様な画像，物体を表すデータモデルと

☆必要な場合は更にオプショナルなデータのリストを付加することができる．

NII-Electronic Library Service

Information Processing Society of Japan

してC++のクラスライブラリが用意されており，それをCIDBのソフトウェアモデルとして用いる．

(4) 先に述べたように，画像理解以外の研究分野においても標準画像の作成が行われており，それらの画像データも可能な限り収集蓄積することにより，作成された画像データベースがより普遍的な意義を持つように努める．

4.2 CIDBにおけるキャリブレーション

CIDBにおけるキャリブレーションとは，アルゴリズムの性能評価のために画像が観測された時点の「世界」の情報を必要な限り記録しておこうというものである．厳密にいえば，画像理解研究の進展に伴い，何が評価のために必要な情報であるかは変わっていく可能性があるため，理想的には画像を撮影した環境そのものを保存し，必要な情報をそのつど計測することが望ましい．CMUのCalibrated Image Laboratory[10]は，そのようなことを目指したものであるが，多くの研究者がデータを共有するという点では現実的ではない．

そこで，我々は画像が生成される過程を詳細にモデル化し，キャリブレーションとしてどのような情報が必要かを分析している．**図-6**にその概略を示すが，画像生成の過程は一種のAND-OR木として表すことができる．すなわち，図-6において枝の間に弧が描かれている部分は，下位にあるすべてのオブジェクトの関係によって上位のオブジェクトが決定されることを示し，弧のない枝は下位のいずれかのオブジェクトに分類されることを示している．このような分析を基に，現在CIDBのキャリブレーションデータとして提供すべき情報を整理しており，その内容としてはおおよそ以下のようなものを考えている．

・物体，センサ，光源の幾何学的，光学的特性と運動パラメータ
・しぼり，焦点距離，シャッタ速度等のセンサパラメータの時間的な変化☆
・センサパラメータを校正するために用いたテスト画像．このテスト画像を用いることにより，センサ自身のキャリブレーションのための種々のアルゴリズムを評価検証することができる．
・光電変換や離散化の特性

現実には，すべての画像データに対して，すべてのキャリブレーション情報を付与するのは難しい．そのため，CIDBでは，どこまでのキャリブレーション情報が与えられているかを示す「キャリブレーションのレベル」という概念を導入し，データベースの各画像に付与することにした．キャリブレーションのレベルは，大まかにいえば**表-1**に示す4つに分類されるが，より詳細には**図-6**に示したデータモデルの木構造にしたがってキャリブレーションのレベルが定められる．基本的には，下位の情報まで得られているものほどキャリブレーションのレベルが高いと考える．

5. むすび

本稿では，画像理解研究の標準的ソフトウェア環境の実現を目指して開発が進められているIUEについて紹介した．IUEは単なる画像理解のソフトウェアツールというよりは，画像理解における様々な概念を数理的に体系立てて定義することを第一の目的としており，画像理解システムの仕様記述や教育等にも利用することができる．ここでは，日本独自のIUEへの貢献であるCalibrated Image Databaseの概要についても簡単に述べたが，これについては，現在，データベースを作成するための，センサの調査，対象シーンのシナリオ作り等の設計作業を進めているところである．

IUEプロジェクトは，国際的な協同プロジェクトであるが，画像処理，画像理解の研究者・技術者による画像処理，画像理解の研究者・技術者のためのソフトウェア環境の構築を第一目標としており，その成功のためにはネットワークを介した情報公開，現場の研究者・技術者の方々の積極的参加が不可欠である．

現在IUEに関するドキュメントとしては，Overview，Class Definition，Data Exchangeの3種がanonymous ftpで公開されている．また，WWWでハイパーテキストの形になったドキュメントも公開されている☆．J-AIUEOにおけるCIDB構築活動も今後，WWW等を通じて積極的に公開する予定である．読者の皆さまからの建設的な意見を期待する．

☆カメラワークという言葉からの連想でセンサワークと呼ぶことにする．

☆興味のある方はiue-wg@is.kyushu-u.ac.jpまでご連絡いただきたい．

NII-Electronic Library Service

Information Processing Society of Japan

参考文献

1) 田村，坂根，富田，横矢，金子，坂上：ポータブル画像処理サブルーチンパッケージSPIDERの開発，情報処理学会論文誌，Vol.23，No.3，pp.321-328 (1982).
2) 鳥脇，福村：画像処理のためのサブルーチンライブラリSLIPについて，情報処理学会論文誌，Vol.22，No.4，pp.353-359 (1981).
3) Butler, T. and Krolak, P.: An Overview of the Programmer's Imaging Kernel (PIK) Proposed Standard, Computers and Graphics 15, pp.465-472 (1991).
4) Matsuyama, T.: A Survey of Image Processing and Computer Vision Software Systems on Workstations, IAPR TC5 (Benchmarking and Software) Report (1992).
5) 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 2，pp.645-659 (1980).
6) 尾上守夫：標準画像データベース，第8回画像工学コンファレンス論文集，pp.97-100 (1977).
7) 田島，三品，小野：カラー標準画像のISO化とカラー入出力ターゲットの標準化，第25回画像工学コンファレンス論文集，pp,247-252 (1994).
8) Williams, C.S. and Rasure, J.R.: A Visual Language for Image Processing, Proc. IEEE Workshop on Visual Languages, pp.86-91 (Oct. 1990).
9) Mundy, J.: The Image Understanding Environments Program, Proc. Image Understanding Workshop, pp.185-214 (1992).
10) Shafer, S.A.: The Calibrated Imaging Lab under Construction at CMU, Proc. Image Understanding Workshop, pp.509-515 (1985).

(平成7年1月5日受付)

松山 隆司（正会員）

昭和51年京都大学大学院工学研究科修士課程修了．京都大学工学部助手，東北大学工学部助教授を経て，平成元年より岡山大学工学部教授．昭和57～59年米国メリーランド大学客員研究員．工学博士．本会コンピュータビジョン研究会主査．画像理解，人工知能，並列処理に興味をもっている．昭和55年本会創立20周年記念論文賞，平成2年人工知能学会論文賞，平成5年本会論文賞，平成6年電子情報通信学会論文賞受賞．著書「A Structural Analysis of Complex Aerial Photographs」(PLENUM)，「SIGMA：Knowledge-Based Aerial Image Understanding System」(PLENUM)，「パターン理解」(オーム社) など．

谷口倫一郎（正会員）

昭和55年九州大学大学院工学研究科修士課程修了．同年同大学院総合理工学研究科助手．平成元年同助教授．工学博士．画像理解，並列処理，画像処理システムに関する研究に従事．電子情報通信学会篠原記念学術奨励賞，本会論文賞受賞．人工知能学会，電子情報通信学会各会員．現在，本会コンピュータビジョン研究会幹事．

NII-Electronic Library Service