

# 感性検索システムの開発のための 概念設計方法とソフトウェアプラ ットホーム

Conceptual Modeling and Software  
Platform for *KANSEI* Retrieval Systems

荻野 晃大<sup>▼</sup> 加藤 俊一<sup>◆</sup>

Akihiro OGINO Toshikazu KATO

現在、感性検索システムが注目されているが、その概念設計方法は体系化されておらず、またシステム化については、必要な情報が不明確なため ad hoc 的に行われている。このような状況が、感性検索システムの再現的な開発やアプリケーションへの応用において障壁となっている。本論文では、我々が提案する感性のモデル化と感性検索の枠組みに基づく感性検索システム概念設計方法と、その設計に基づいた感性検索システムの開発を支援するソフトウェアプラットフォームについて述べる。

Recently, *KANSEI* retrieval systems are becoming popular. However, existing systems are ad-hoc systems and a conceptual model of these is not systematized. In this paper, we proposed conceptual model and software platform for *KANSEI* retrieval systems based on a framework of *KANSEI* Modeling and *KANSEI* retrieval that have been already proposed by us.

## 1. はじめに

近年、マルチメディアコンテンツの類似性の評価に関する個人の主観的な基準(以後、類似度基準と呼ぶ)に対応して、その人に適するコンテンツを検索する、「感性検索システム」の研究・開発が活発に行なわれている。

我々は、主観的な類似度基準のモデル化と感性検索の実現方法として、「感性のモデル化と感性検索の枠組み」を提案してきている[1]。そして、この枠組みに基づいた感性検索システムは、我々を含めた多くの感性情報処理の研究者(以後、研究者)により開発されている。またこれらシステムは、有効な感性検索の結果を得ることもできている[1]。

しかしながら、この枠組みに基づく感性検索システム概念設計方法、システム化に必要な情報と研究者の感性検索システム概念設計からシステム開発を支援する仕組みは、研究されていなかった。そのため従来の感性検索システムの開発では、研究者により考案(または改良)されたパターン認識の手法や統計的手法などを、本枠組みに基づくように試行錯誤して組み合わせることが、結果的に概念設計を行うことになっている。その結果、既存のシステムは個別的であり、感性検索システムの再現的な開発やアプリケーションへの応用において障壁となっている。

<sup>▼</sup> 学生会員 中央大学理工学研究科経営システム工学専攻博士後期課程 [ogino@indsys.chuo-u.ac.jp](mailto:ogino@indsys.chuo-u.ac.jp)

<sup>◆</sup> 正会員 中央大学理工学部経営システム工学科 [kato@indsys.chuo-u.ac.jp](mailto:kato@indsys.chuo-u.ac.jp)

このような問題を解決するために本研究では、「感性のモデル化と感性検索の枠組み」に基づいた感性検索システム概念設計の方法と、これに基づいて研究者の感性検索システム概念設計からシステム開発を支援する基盤システム(以後、プラットフォーム)の研究・開発を行った。そして本研究では、本プラットフォームを用いた感性検索システムの研究・開発の評価を行った。

## 2. 感性のモデル化と感性検索の枠組み

データベースやインターネットから、各個人の類似度基準に適合するコンテンツを検索するためには、この類似度基準をモデル化し、コンテンツ検索に適用する必要がある。

各個人の類似度基準は、コンテンツの持つ物理的な特徴や、人間が共通にもつ生理的な知覚のメカニズムに基づく特徴に関する類似度基準の上に、その人の類似性の判断基準を反映させたものだと、我々は考えている。本研究における生理的な知覚のメカニズムとは、人間の感覚器に認められる画像の局所的な明るさなどの特徴を抽出する神経生理学的な仕組みのことを指す。また個人の類似性の判断基準とは、その人の主観的な知覚(コンテンツ間の特徴の類似度によりその類似性を判断する)の仕方や、解釈(コンテンツの特徴と言葉との対応関係によりその類似性を判断する)の仕方である。

我々は、この類似度基準の階層的な関係と主観的な類似度基準に基づくコンテンツ検索の関係を「感性のモデル化と感性検索の枠組み」として提案してきた(図 1)[1]。

認知	検索に用いる類似度基準	コンテンツの特徴に対する各個人の解釈(Aは“C:イメージ語”である)の基準	
	類似度基準のモデル	種類	モデルを構成している情報
		モデルⅦ	[モデルⅣ]*[各個人の判断基準(解釈)]
		モデルⅥ	[モデルⅢ]*[各個人の判断基準(解釈)]
モデルⅤ		[モデルⅡ]*[各個人の判断基準(解釈)]	
反映 ↑	各個人の判断基準(解釈)	コンテンツの言語的な解釈による類似度の評価 (例:主観評価法のSD法や順序法などによる評価)	
心理	検索に用いる類似度基準	コンテンツの特徴に対する各個人の知覚(コンテンツAとBは似ている)の基準	
	類似度基準のモデル	種類	モデルを構成している情報
		モデルⅣ	[モデルⅠ]*[各個人の判断基準(知覚)]
		モデルⅢ	[モデルⅡ]*[各個人の判断基準(知覚)]
モデルⅡ		[モデルⅡ]*[各個人の判断基準(知覚)]	
反映 ↑	各個人の判断基準(解釈)	コンテンツの知覚による類似度の評価 (例:主観評価法のグループ化や格付け法などによる評価)	
生理	検索に用いる類似度基準	人の生理的なメカニズム(視覚の場合:局所自己相関など)に基づく基準	
	類似度基準のモデル	種類	モデルを構成している情報
		モデルⅡ	[人の初期視覚で知覚させる特徴]
		知覚 ↑	
物理		検索に用いる類似度基準	コンテンツの物理的な特徴(画像の場合:RGBヒストグラムなど)に基づく基準
	類似度基準のモデル	種類	モデルを構成している情報
		モデルⅠ	[コンテンツの持つ物理的な特徴]

\* 記号の読みかた: [X]\*[Y]-XにYを反映させる

図 1 感性のモデル化と感性検索の枠組み  
Fig. 1 Framework for *KANSEI* Retrieval

## 3. 感性検索システム概念設計方法

感性検索システムの仕組みは、データ(コンテンツや主観評価)、モデル(類似度基準のモデル)、プログラム(モデル化や検索の処理)とその関連により決まる。このデータ・モデル・プログラム(以後、構成要素と呼ぶ)とその関連は、以下の3点を段階的に具体化していくことで明確にできる。

1. 感性検索にどのような類似度基準を用いるのか?
2. 類似度基準のモデル化とそれを適用した検索処理にどのようなような手法を用いるのか?
3. 類似度基準のモデル化とそれを用いた感性検索をどのような手段により実装するのか?

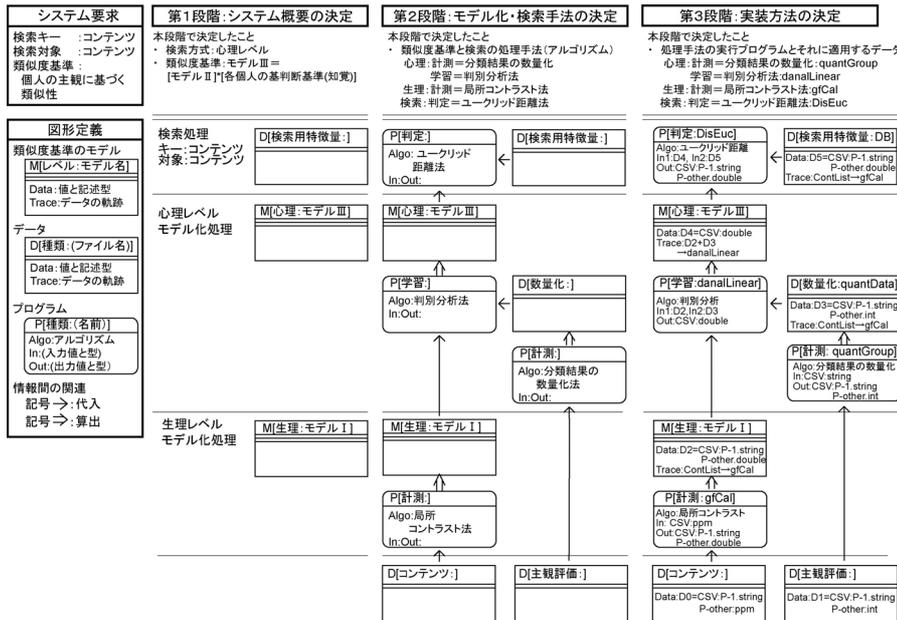


図 2 概念設計手順に基づく感性検索システムの構造化例  
Fig. 2 Example of Conceptual Modeling

ル化や検索の手法として、パターン認識や統計手法などから様々な方法が提案されている。それら手法はその処理内容により、表 1 に示す 3 つの処理方法に分類できる。

感性検索システムの処理(=類似度基準をモデル化し、そのモデルを適用した検索を行うこと)は、これら手法の組み合わせ(同一方法内の組み合わせも含む)により構成されている。したがって研究者は、以下の情報に基づいて、表 1 に分類される手法から要求分析に適するものを選定し、類似度基準のモデル化と検索処理手法のアルゴリズムの決定を行う。

- ・ システムに適用するコンテンツのデータ型(例: 画像 / 動画)やデータの種類(例: 絵画 / テキスチャ)
- ・ 各個人の判断基準の考え方<sup>1</sup>(例: 統計的手法 / ファジー)

表 1 モデル化と検索の処理手法

Tab. 1 Execution Methods of Information Processing for KANSEI Retrieval Systems

実現方法	処理の内容
計測法	各レベルの類似度基準となる情報(物理・生理レベル:画像の色のヒストグラムやコントラストなど、心理・認知レベル:コンテンツの類似性に関する個人の判断基準の結果を、算出または数量化する)方法である。 例:画像のカラーヒストグラム算出、VRMLの図形面の角度算出など。
学習法	物理・生理の計測法により算出した特徴パラメータに、心理・認知レベルの計測法により算出した個人の判断基準を反映させる(重み付ける・対応付ける)ことにより、各個人の「コンテンツの知覚の仕方」や「印象とコンテンツの対応のさせ方」を表す類似度基準のモデルを作成する方法である。 例:判別分析、因子分析、正準相関分析など。
判定法	計測法に分類される手法とは、 ・ 物理・生理レベルの類似度基準(物理・生理的特徴パラメータ)により構成される空間 ・ 心理レベルの類似度基準(主観特徴パラメータ)により構成される空間 ・ 認知レベルの類似度基準(印象として感じた言葉または言葉の組み合わせを数量化したパラメータ、と物理的・生理的・主観的特徴パラメータの統合)により構成される空間 において、利用者により示されたキーとするコンテンツまたは言葉の特徴パラメータに類似する特徴パラメータを持つコンテンツの判定を行う方法である。 例:ユークリッド距離計算、マハラノビス距離計算など。

したがって本枠組みに基づく感性検索システムの概念設計とは、この 3 つの要件を満たす構成要素を決定することであり、その過程において研究者が行う作業を整理し、「感性検索システムの概念設計の手順」とした。

1. システム概要の決定段階  
「検索方式」とその検索に用いる「類似度基準モデル」を決定することで、感性検索システムの概要を決定する。
2. モデル化・検索手法の決定段階  
類似度基準のモデル化と検索の処理手法のアルゴリズムを決定し、データ、モデルと関連づけることで、処理の流れを決める。
3. 実装方法の決定段階

感性検索システムに要求されるスペックに基づいて、最適なアルゴリズムの処理プログラムを選定する。

また我々は、感性検索システムの構成要素とそれら関係を、図形を用いて表記する記法(構造化手法)を考案した。

本節では、「利用者の主観的な基準に基づいてある画像に類似する画像を検索する感性検索システム」の概念設計を例に、その概念設計の手順と構造化手法について述べる。

### 3.1 システム概要の決定段階

本枠組みにおける感性検索は、コンテンツ検索の指標となる類似度基準の考え方により、認知、心理、生理、物理の検索方式に分類される。そして各方式は、その類似度基準の構成の仕方により、複数の「類似度基準モデル」を持つ。

研究者は、要求分析に適する検索方式とその検索に用いる類似度基準モデルを、図 1 から選定することで、感性検索システムのシステム概要を決定する。例の場合、要求分析として提示された検索の方式は、検索キー: コンテンツ、検索対象: コンテンツの関係である。これは、本枠組みにおける「心理レベルの類似度基準を用いた検索方式」に対応する。心理レベルの類似度基準のモデルは 2 種類(モデル III, IV)あるが、本例ではモデル III を用いるとする。図 2 の第 1 段階は、本段階での決定事項を図形記号で表した例である。

### 3.2 モデル化・検索手法の決定段階

現在までの感性情報処理の研究により、類似度基準のモデ

例の場合、モデル I とモデル III を作成するための計測法・学習法と、検索を行うための判定法を選定する必要がある。本例では、モデル I, III を算出する方法として、以下のものを選定したとする。これら構成要素の関係を図 2 の第 2 段階において図式化した。

- ・ モデル I のモデル化処理=計測: 局所コントラスト算出
- ・ モデル III のモデル化処理=計測: サンプルコンテンツの分類結果の数量化, 学習: 判別分析(線形判別関数)
- ・ 検索処理=判定: ユークリッド距離計測

### 3.3 実装方法の決定段階

類似度基準のモデル化と感性検索の手法を実装するアルゴリズムは、複数の方法を考えることができる。例えば、画像コントラストの計測には、隣接 2 点間や 3 点間を計測する方法、判別分析には線形判別関数とマハラノビス距離を用いる方法がある。研究者は、設計・開発を行う感性検索システムに要求されるスペックに応じたアルゴリズムの処理プログラムを選定する。

図 2 の第 3 段階は、設計手順に基づいて前段階まで選定したモデル化・検索手法を実現するアルゴリズムを選定し、感性検索システムの概念設計を行った例題の図式化例である。

<sup>1</sup> 類似性の判断が、知覚的なのか解釈的なのか、そして、また解釈的ならどのように(複数語で判断/ 1 語で判断)判断しているのか?

## 4. ソフトウェアプラットフォーム

### 4.1 概要

本プラットフォームは、研究者の感性検索システムの概念設計から開発までの作業を支援するため機能と、それらを制御する専用コマンド(表 2, 定義 1)を持つ。本プラットフォームは、Linux 上に Java+PostgreSQL により開発した。

表 2 プラットホーム用コマンド  
Tab. 2 Our Platform Commands

コマンド	説明
INSERT	感性検索システムの概念設計とシステム処理に必要な情報を共通のデータモデル(感性情報管理オブジェクト <sup>2,3</sup> )として蓄積する。
CREATE	感性情報管理オブジェクトを合成して、感性検索システムを開発する。
SELECT	感性情報管理オブジェクト・感性検索システムを検索する。
DELETE	感性情報管理オブジェクト・感性検索システムを削除する。
EXECUTE	感性検索システムにデータを適用させて、システム処理を実行する。

定義 1 プラットホームコマンドの記述方法

Def. 1 Command for Our Software Platform

コマンド ::= INSERT (名前) SET ("式") |  
 CREATE / EXECUTE (名前) (説明情報) ("式") |  
 SELECT/DELETE (Program | System)  
 (説明情報) (ラベル | ALL)  
 名前 ::= 任意の長さの文字列  
 説明情報 ::= <ラベル><演算子><値> |  
 <ラベル><演算子><値>, <説明情報> |  
 式 ::= [**<ID>**, <タイプ>, <値>] |  
 [**<ID>**, <タイプ>, <値>], [**<式>**] |  
 [<ラベル>, <タイプ>, <値>] |  
 [<ラベル>, <タイプ>, <値>], [**<式>**]

- 感性検索システムの概念設計機能  
 概念設計の3段階に必要な、以下の情報を共通のデータモデルで表現し、蓄積したデータベースとその管理を行う。  
 第1段階：感性の階層、類似度基準、モデルの関係  
 第2段階：モデル化と検索の処理手法・アルゴリズムの情報  
 第3段階：モデル化と検索の処理を行うプログラムの情報
- 感性検索システムの開発機能  
 概念設計に基づいて処理プログラムを半自動的に合成して、感性検索システムを開発する。

### 4.2 構成要素の管理方法

感性検索システムが対象とするコンテンツは、多種多様であり、個人の類似性の判断基準を数量化する方法も多数有る。また類似度基準のモデル化と感性検索の実現方法は、多くの研究者の研究成果により様々な方法が提案されている。各プログラムの処理に必要な入力の数・データ型・種類は、プログラムの目的と処理内容により、それぞれ異なる。

定義 2 感性情報管理オブジェクト(KIMO)

Def. 2 KANSEI Information Management Object (KIMO)  
 KIMO ::= <ID, Label, Type, Value >

- ID : 可変長でユニークな識別子
- Label : 可変長の文字列
- Type : オブジェクトのデータタイプ
  - 原子型 : integer, string, etc.
  - プログラムの種類(現在の対応) : Java, C.
  - コンテンツのデータ型(現在の対応) : ppm, bmp, jpg.
  - これらデータ型の集合(Set)
- Value : 可変長の文字列または識別子

そのためシステムの構成要素となる情報(またはそれを決定するための情報)は、固定的なスキーマでの管理が難しい。この問題を解決する方法として、半構造データモデルがある。半構造データモデルは、そのデータの構造を自己記述的に表現することができる。我々は半構造データモデルの一つである OEM(Object Exchange Model)[3]に感性情報処理プログラムの管理に必要な、感性情報処理プログラムの種類とコンテンツのデータ型を追加したオブジェクト(以後、感性情報管理オブジェクト: KIMO)を用いて表現した。そして概念設計の3つの段階で必要な情報を KIMO で管理するための、ラベル(属性名)とその値(属性値)を定義した。

表 3 KIMO 用の属性名と属性値(抜粋)  
Tab. 3 Example of KIMO Attributes

Attribute(属性名)	Value(属性値)
LEVEL (検索方式 / 感性の階層)	Cognitive(認知レベル) Psychological(心理レベル) Physiological(生理レベル) Physical(物理レベル)
SIMILARITY-CRITERIA (類似度基準)	Subjective-Interpretation(主観的な解釈) Subjective-Perception(主観的な知覚) Physiological-Perception(生理的な知覚) Physical-Perception(物理的な知覚)
MODEL (類似度基準のモデル)	Cognitive-Psychological-Physical(認知—心理—物理) Cognitive- Psychological- Physiological (認知—心理—生理) Cognitive- Physiological(認知—生理) Cognitive- Physical(認知—物理) (省略)
PROG (感性情報処理プログラム)	Measurement(計測プログラム) Learning-Learning / Learning-Prediction(学習プログラム) Determination(判定プログラム)

また本プラットフォームでは、KIMO で表現した情報を RDB にモデル写像マッピング[4]する方法を採用した。その理由は、リレーショナルデータベース管理システムのインデックス機能や SQL によるアクセスを活用したいためである。本プラットフォームで利用した RDB は KIMO 同じ ID, LABEL, TYPE, VALUE をスキーマとしてもつ。

## 5. プラットホームを用いた感性検索システムの設計・開発

### 5.1 KIMO となる情報の登録

感性情報管理オブジェクト(KIMO)となる計測法のプログラム(画像の局所コントラスト特徴の算出)の登録方法を示す。プログラムを管理するためには、そのプログラムの名前、手法、アルゴリズム、入出力など、研究者の要求分析に適するプログラムの選定の索引となる情報を管理する必要がある。したがって本プラットフォームでは、図 3 の記号: [ ] 内のように、計測法プログラムを表す情報を KIMO の Level, Type, Value として記述することで、登録できるようにした。

```
INSERT KANSEI PROGRAM SET
予約語      感性情報管理オブジェクト名      予約語
"[NAME, string, gf][LEVEL, string, Physiological][PROG, string, Measurement]
プログラム名      プログラムの対応する感性レベル      プログラムの処理手法(計測)
[PATH, java, gf.class][INPUT, ppm, Image:ppm][OUTPUT, string, CSV:double]"
プログラムの場所      プログラムの入力値とその型      プログラムの出力値とその型
```

図 3 プログラムのプラットフォームへの登録

Fig. 3 Insertion of KIMO Data into Platform

### 5.2 概念設計のための KIMO の検索

本プラットフォームは、研究者が各段階の構成要素の情報(またはそれを決定するための情報)をもつ KIMO を、KIMO の Label をキーとして検索し、必要な情報を獲得できるようにコマンド: SELECT を定義した。図 4 は、概念設計の第 3

段階において、研究者が実現手法のプログラムを選定するために、心理レベルの計測法の KIMO:KANSEI PROGRAM を検索した例である。

```
SELECT KANSEI PROGRAM LEVEL=Physiological,METHOD=Local Contrast ALL
予約語 感性情報管理オブジェクト名 検索条件 予約語

検索結果(一例)
[[8, KANSEI PROGRAM, SET, [[1], [2], [3], [4], [5], [6] [8]].
このKIMO:KANSEI PROGRAMが管理する全情報
[1, NAME, string, gfCal], [2, LEVEL, string, Physiological], [3, PATH, c, gfCal],
プログラム名の情報 プログラムが対応する感性レベルの情報 プログラムの場合
[4, INPUT, file, CSV:ppm], [5, OUTPUT, file, CSV:P-1.string,P-other.double]
ppmのファイル名をCSV形式で データの最初がstring型で、残りがdouble型というセットの情報を
記述したファイル CSV形式で記述したファイル
[6, KIND, string, Measurement][7,ALGORITHM, string, Local Contrast]]
プログラムの処理手法の分類 プログラムのアルゴリズム
```

図 4 KIMO の検索コマンド記述とその検索例  
Fig. 4 Example of KIMO Selection

### 5.3 感性検索システムの開発

感性検索システムは、検索方式とその類似度基準に基づいて定義された処理の流れを示すテンプレートに基づいて、計測・学習・判定の各プログラムを合成することで開発できる。したがって本研究では、研究者が概念設計に基づいて選択した KIMO:KANSEI PROGRAM を合成し、感性検索システムを開発できるコマンド: CREATE を定義した。

```
CREATE KANSEI System α LEVEL=Psychological,MODEL=Psychological- Physiological
予約語 感性検索システム名 感性システムのシステムの種類

"[7.SET,%][%].file,CSV:ppm]
処理1: サンプルコンテンツからの生理的な特徴抽出
[50.SET,%][%].file,CSV:string]
処理2: サンプルコンテンツの類別による主観評価
[12.SET,%][%].file,##(CSV:P-1.string,P-other.double)][%].file,##(CSV:P-1.string,P-other.int)]
処理3: 処理1の結果(##)と処理2の結果(##)を用いて、知覚に関する類似度基準のモデルを作成
[36.SET,%][%].file,##(CSV:double)][%].file,CSV:P-1.string,P-other.double"]
処理4: モデルデータ(##)と、検索キーと対象を指定したデータより、
主観的な知覚に関する類似度基準に基づいた検索処理を実行
```

図 5 設計した感性検索システムのコマンド記述例  
Fig. 5 Example of a KANSEI Retrieval System

例えば、心理レベルの感性検索システム: KANSEI System α” は、検索方式: 心理レベル, 類似度基準のモデル: 心理生理(図 1 に示したモデルIV)のテンプレートに基づいて、4種類のプログラムを合成することで、図 5 のようにコマンド表現できる。設計したシステムは、予約語: CREATE を予約語: EXECUTE に変更し、データを適用することで、プラットフォーム上で実行できる。

本プラットフォームは、コマンド: EXECUTE を、自動的に Java の実行コマンドとその引数の入力値に変更する。そして本プラットフォームは、それら Java コマンドの実行結果のデータを、そのデータを必要とするプログラム(記号: #により指定)に、受け渡して検索処理を行う。

### 6. 概念設計方法とプラットフォームの評価

本研究で提案した概念設計と方法とプラットフォームは、感性検索システムの概念設計とそのシステム化に関する以下の利点を持つ。

- 概念設計から開発過程における必要情報の明確化  
プラットフォームは、研究者が第1段階においてシステム概要を決定すれば、第2段階においてそのシステムに必要なモデル化や検索手法のアルゴリズムの情報を、第3段階でそのアルゴリズムを実現するプログラムの情報をガイドする。これにより研究者は、概念設計を段階的に具体化できる。
- システム開発作業の支援  
図 6 は、本プラットフォームを用いて場合とそうでない場合

でのシステム開発のコストを評価した図である。プラットフォームは、各段階の作業に必要な情報を KIMO として、データベース化している。またプラットフォームは、コマンド: CREATE を用いて KIMO を合成することで、感性検索システムを開発できる。研究者は、各段階においてそれぞれの KIMO を検索し「どのプログラムを合成すればよいか」、「どのプログラムを新たに作成する必要があるか」という情報を得ることができる。したがってプラットフォームを用いる方法は、他の方法と比べて少ない労力で開発できる。

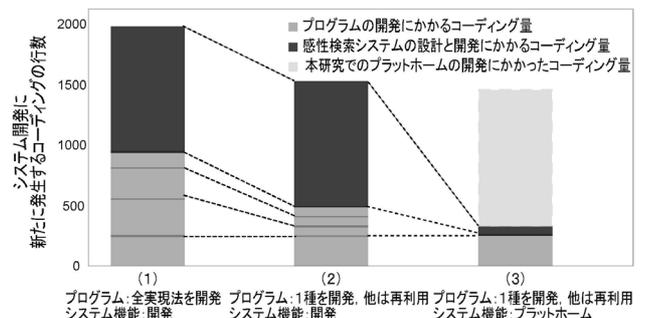


図 6 システム開発コストの比較  
Fig. 6 Comparison of a KANSEI System Coding Cost

- コンテンツ・モデル・プログラムの再利用性の向上  
本研究では、様々なコンテンツや主観評価方法に対するモデル化や検索プログラムを KIMO としてデータベース化している。したがって、要求分析に適するデータベース化されたコンテンツ・モデル・プログラムを再利用することで感性検索システムを開発することもできる。

### 7. まとめ

本研究では、感性検索システムの概念設計の定式化し、感性検索システムの処理過程とその過程におけるデータとプログラムの関係を理解するための概念設計の構造化手法を提案した。また感性検索システムの構成要素をデータベースとしてもつプラットフォームを開発した。本研究により我々は、明確で迅速な概念設計と再現的なシステム開発を実現した。

### 【文献】

- 西尾章治郎他：“情報の構造化と検索”，岩波書店，pp.168-221, 2000.
- 加藤俊一，栗田多喜夫：画像の内容検索，電子美術館への応用，情報処理，Vol.33, No.5, pp.466-477,1992.
- 田島敬史：半構造データのためのデータモデルと操作言語，情報処理学会論文誌：データベース，Vol. 40, No. SIG3 (TOD1), pp. 152-170, 1999.
- 吉川正俊：データベースの観点から見た XML の研究，2002 年情報学シンポジウム講演論文集,pp.25-31, 2002.

### 荻野 晃大 Akihiro Ogino

中央大学理工学研究科経営システム工学専攻博士後期課程在学中。感性工学，感性データベースの研究に従事。日本データベース学会 学生会員。

### 加藤 俊一 Toshikazu Kato

中央大学理工学部経営システム工学科教授。感性工学，ヒューマンメディア技術の研究に従事。日本データベース学会正会員。