

I-005

## ビデオアイコンダイアグラムのための自動レイアウト手法

～要約・再配置を可能にするための検討～

## Diagram Layout Scheme for Summarizing and Rearranging Video Icon Diagrams

服部 傑<sup>†</sup>

Takashi Hattori

中村 裕一<sup>‡</sup>

Yuichi Nakamura

大田 友一<sup>†</sup>

Yuichi Ohta

## 1. はじめに

近年、マルチメディア技術の進歩・デジタル放送の開始により、大量の映像をデジタルメディアの形で保持することが一般的になった。また、ただ楽しむためだけでなく、知識を伝えるための情報源としても盛んに映像が利用されてきている。

このような目的で映像を活用するためには、その要約や分かりやすい提示が不可欠である。その方法のひとつとして、村山ら [1] は、VID (ビデオアイコンダイアグラム) を提案した。VID は、映像から代表的な画像 (フレーム) を取り出したアイコンを映像の意味的構造に基づいて概念図の形で提示するものである。これにより、映像の意味的な構造を一覧することができる。

しかし、これまでのVIDでは概念図の配置が半自動、つまり人手で最終的なレイアウトを整えてやる形で生成しなければならぬというあった。本稿では、VIDの生成に制約充足の手法を取り入れ、その問題を解決する手法を提案する。本稿ではその考え方と簡単な実験例について述べる。

## 2. VIDの枠組み

映像の要約手法は、空間展開型と時間圧縮型に大別されるが、VIDは空間展開型の要約手法である。VIDでは、映像中の種々の要素<sup>§</sup>をアイコンで表現し、それを映像の意味的構造に基づいて二次元空間に図化配置する。これにより、映像の概観を可能すると同時に視聴者の理解を助けることを目的とする。

VID生成システムは、タグが付加された映像データを入力とする。つまり、映像に対して、人物名、物体名、行動、その他の意味的なタグが関係付けられているデータを入力とする。VID生成システムは、図1に示されているように、与えられたタグに記述されている意味関係を概念図の配置、つまり図形要素の空間関係に変換し、映像中の画像をアイコンとして配置する。この意味的な関係と図形の配置との対応関係が十分に吟味されていること、それによって、人間にとって分かりやすい概念図を生成することがVIDの特徴である。

本研究は、概念図の配置を自動生成する手法を提案し、VIDの利便性をより高めることを目的とする。

## 3. 制約充足によるVIDの自動生成

## 3.1 制約充足によるVIDの自動生成

VIDの生成段階のうち、図要素の配置は二次元の要素配置問題として考えることができる。このような問題で

<sup>†</sup>筑波大学 大学院 システム情報工学研究科

<sup>‡</sup>京都大学 学術情報メディアセンター

<sup>§</sup>物理的な物や、動作、行動、人物など

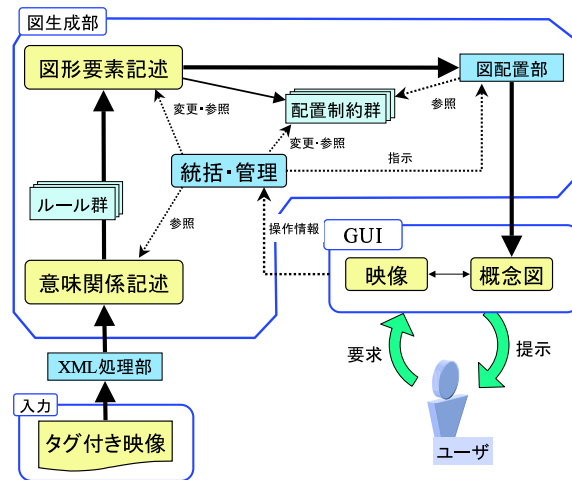


図1: システム概略図

は、例えば要素同士の重なりや要素の大きさ、配置のバランス、図の領域の包含性などの種々の条件を考えなければならない。このような図要素配置問題は組み合わせ最適化問題の一種である。本研究では、図として満たされなければならない条件とタグデータから得られる要素同士の意味的な関係に基づいて制約を生成し、その制約充足問題を解くことで概念図の自動生成をする。制約解消には市販の制約プログラミングライブラリを用いた。

## 3.2 最適解の選択

制約解消によって得られた解の中から、その各々を評価してもっとも評価の良い図を選ぶ必要がある。本研究では各々の解の評価基準として、構文的妥当性・視覚構成・美的整合性の三種の評価基準 [2] を用いた。しかし、大量の解を保持し、それらについて逐一評価するのは計算コストやメモリの点において不利だと考えられる。そこで本研究では、解が強力に絞り込まれるようにできるだけ多くの制約を利用する。またその結果、解が見つからない場合には、優先度の低い制約を除外していく。

## 3.3 映像に付与されたタグデータ

映像の構造とその記述方法に関しては、村山らの提案したVIDスクリプト [1] の仕様に基づいている。このVIDスクリプトとは、シナリオをマークアップして映像のタグとするものであり、XML形式で記述されている。VIDスクリプトでは、映像中の種々の要素にタグが付与され、さらにその意味的な関係について記述されている。意味的な関係は構造型 (主に代数学的な特性により説明可能) とドメイン (関係が成り立つ意味的属性から分類されたもの) の二つの観点から分類されている。その例を表1にあげる。

表 1: タグデータの一例

タグ	<code>&lt;n id="A2" typicaltime="16s"&gt; 切込みを入れる&lt;/n&gt;</code>
説明	映像の 16 秒の時点の画像をアイコンとする要素 A2 と、そのラベルとなるテキスト
タグ	<code>&lt;relation structure="order" semantics="process"&gt; &lt;n role="upper" nref="#A1" /&gt; &lt;n role="lower" nref="#A2" /&gt; &lt;/relation&gt;</code>
説明	A1 と A2 の間に前者を上位とする構造型が順序で意味的関係がプロセスである関係を結ぶ

表 2: 実装した制約

制約	説明
Box/Arrow Overrap	BOX, Arrow 型の要素同士の重なりを禁止
ArrowIndicated ArrowIndicating	各々、矢線の始点終点を BOX 型要素の枠に固定
RightOf, LeftOf UpOf, DownOf	図要素同士の位置関係を制限 各々上下関係, 左右関係に対応
SameAxisX SameAxisY SameAxis	図要素同士の軸の並びを制限 各々 Y 軸方向と X 軸方向の整列に対応 SameAxis は X, Y いずれかの軸が一致していれば解消
Zone	関係のある要素同士を一定の距離以内に配置

### 3.4 タグからの制約生成

実際に図配置をする際に適用される制約のセットは、従来の VID システムにおける空間関係記述とタグデータに付与されている映像中の要素同士の意味的な関係とを参照して生成する。例えば、図として必ず満たされなければならないものとして、箱形要素同士の重なりを防ぐ・矢印形要素が関係のない箱形要素に重なっては成らない、といったものを実装した。また、シナリオに記述された要素同士の意味的な関係に基づいて、一連の作業シーケンスが一行に並ぶ・関連性のある要素が近い距離に配置される、といったものを実装した。その例を表 2 にあげる。

配置に際して、空間フレーム記述の図要素群を空間的包含関係に基づいたツリー構造に変換する。ツリー構造の各階層で独立して図配置をすることによって、包含図要素の内部での図配置処理と、その外部での図配置処理を分離する。

### 3.5 動的な配置の変更

本手法では、配置に用いる個々の制約の優先順位を変更したり、その内容を変更することで図配置の動的な変更を実現する。

例えば、包含図要素の内部要素が省略された場合、その内部要素の関わる制約全てについて制約の再構成をする。内部要素同士に関わる制約であれば、それらは全て破棄される。また、内部要素と外部要素の間を結ぶ矢印

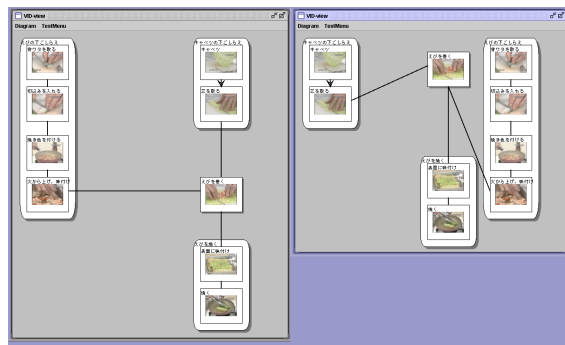


図 2: 提示結果例

をノードに接続している制約であれば、その片側を省略された図要素を包含する要素に接続するように構成を変更する。

## 4. 実験

本稿で提案したシステムの実装は Java (Sun Java2 1.4.2) で行った。制約ソルバとしては市販の制約プログラミングライブラリ JSolver<sup>1</sup>を用いた。

実験には、要素数が十数個程度の要素を持つ小規模なタグつき映像を用いた。この映像は、料理の手順を説明する映像の一部である。具体的には、1 種類の材料と 7 個の作業行程を要素とし、作業行程を包含する要素 3 個が存在する。また、それらの間に 11 個の関係が結ばれている。配置の動的変更のトリガは人間が指定している。

実験結果 (提示結果) 図 2 は、実際にシステムによって概念図を自動生成・再構成した結果である。図 2 の左側は自動生成によって得たものである。その後、配置可能領域の縮小をして再配置したものが右側のものである。配置可能領域を縮小したことで、軸の一致制約を満たす解が得られなくなっている。各々の図の再構成には 1 分程度の時間がかかっている。簡単な例では比較的短時間で制約を満たす解が見つかっている。しかし、さらに要素を増やし、要素間の関係が複雑化していった場合には、現在の枠組みでは時間がかかりすぎるため、図生成を行う前に要素の省略などを行うプロセスが必要となる。

## 5. まとめ

本稿では、制約充足の手法を用いて VID のための自動生成とその動的変更の枠組みを提案した。実際にタグつき映像データから VID を自動生成し、動的変更をするシステムを実装した。比較的小さな規模のデータに対して、概念図の自動生成とその動的変更を可能とした。

## 参考文献

- [1] 村山正司: “文書・映像の構造を可視化するための概念図自動生成とそれに基づく複合メディア”, 2003
- [2] Corey Kosak, Joe Marks, Stuart Shieber: “Automating the Layout of Network Diagrams with Specified Visual Organization”, IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.24, No.3, pp.440-454, 1994

<sup>1</sup> ILOG : <http://www.ilog.co.jp/>