

TV 受信端末におけるダイジェスト作成及び視聴システムの試作

橋本 隆子^{†‡} 白田 由香利^{†‡} 真野 博子[†] 飯沢 篤志^{†‡}

放送のデジタル化に伴い、映像情報の補足情報をインデックスとして付加し、そのインデックスを用いて映像情報を検索する方式が各種研究されている。インデックスを利用した映像情報検索方式の一つとして、ダイジェスト視聴に注目し、利用者ごとに意味的に重要なシーンを動的に検索してダイジェストを作成するシステムの試作を行なった。さらに利用者向けの操作性の良い検索インタフェースを作成し、利用者の嗜好情報の登録方法、各種の検索条件の入力方法などの検討を行なった。

Prototype of Digest Making and Viewing System for Television

Takako Hashimoto, ^{†‡} Yukari Shirota, ^{†‡} Hiroko Mano[†] and Atsushi Iizawa^{†‡}

Beyond program contents, digital data broadcasting can deliver additional data as indexes attached to the contents. Using these indexes, users can browse and retrieve parts of the program. In this paper, we look at a way to construct a digest of the program on the fly using indexes. The system can extract scenes and restructure them based on the information obtained from indexes and user preferences. We also developed a user interface to put in user preferences and various retrieval requirements.

1. はじめに

近年、放送のデジタル化が世界的規模で急速に進展している。日本においても、2000年末頃にはBS(Broadcast Satellite)デジタル放送や地上波デジタル放送が予定されている。我々は、現在の放送の発展型として、高度に構造化されたデジタル情報をサービスとして提供する「情報放送」の研究を行なっている[権野98]。

(株)次世代情報放送システム研究所では、情報放送の付加価値の1つとして番組インデックスを検討してきたが、ダイジェスト視聴は、この番組インデックスのアプリケーションの一つである[橋本99B]。番組インデックスとは、本格的なBSデジタル放送に向けて、EPG(Electric Program Guide)をさらに発展させ、番組表だけでなく番組間の関係づけや、番組の構造など、様々な表現を可能とするメタデータ記述である。詳しくは[電波99, IBL98]に説明がある。

我々は、野球中継を対象としたダイジェスト視聴に注目し、視聴者の嗜好に基づいた動的なダイジェスト視

聴システムを試作した[橋本99A]。本試作をさらに発展させ、TV受信端末上で稼動する視聴者用検索インタフェース(以下検索IF)の開発も行なった。視聴者の嗜好を反映させるためには、各種情報の選択、検索条件の設定、視聴者自身のプロフィール入力など、通常のTV視聴操作よりも複雑な操作が要求される[真野99]。視聴形態の多様化が予想されるデジタル放送システムにおいて、各種の操作を如何に簡単に視聴者に呈示するかということは、非常に重要な課題である。我々は検索IFの試作にあたり、ダイジェスト視聴における嗜好情報および検索条件の入力が一般視聴者でも容易に行なえるインタフェースについても検討した。

2. 関連研究

従来のダイジェスト作成方式では、主に以下の2つの手法が用いられている。

① 画像分析および、音声認識結果への自然言語理解の利用により、カメラカット、物体トラッキング、話者の変化、音声やBGMのタイミング、単語による文脈の

[†] (株)次世代情報放送システム研究所 Information Broadcasting Laboratories, Inc.
(株)リコーより(株)次世代情報放送システム研究所に兼任出向中。

The authors are partly on loan from Software Research Center, Ricoh Company, Ltd. to Information Broadcasting Laboratories, Inc.

[‡] (株)リコー 画像システム事業本部 ソフトウェア技術開発センター ソフトウェア研究所

Software Research Center, Software Technology Development Center, Imaging System Business Group, Ricoh Company, Ltd.

変化などの情報を組み合わせ、対応する映像を切り出して知的にスキミングを行なう[Smi95、金出96、有木97、有木98、鎌原99]

② 内容を見ながら、手作業で映像編集、あるいは内容に基づくインデックスを手作業で振り、そのインデックスを利用して検索し、ダイジェストを作成する[Oom93、是津98、牛尼99]

我々のダイジェスト作成方式は、①の画像検出技術は用いず、②のインデックスを利用する方式である。最近では動画に対する特徴抽出技術も向上して実用レベルに達してきており、画像分析は、具体的なオブジェクトの動きを検索する場合には有効である。しかし、意味的検索を行う場合は、インデックスを利用したほうが正確かつ低コストであると言える。将来は両方の手法を用いる併合方式が主流になると推察されるが、2000年から始まるデジタル放送を考えると、始めはインデックス利用の実現可能性の方が高いと思われる。②の方式は、放送局がダイジェストを作成する際に実際に行なっている方法であるが、インデックス付加作業に時間とコストがかかるという問題がある。一般論として、映像の事象を厳密に表現するほど、付加コストがかかり、かつ、利用者の個人的視点に偏り汎用的でなくなる。我々の利用した番組インデックスは、GELというシステムで入力したものであるが、コンテキスト定義は複雑ではなく、また、入力されたインデックスは各種の検索で再利用できるような汎用的なものである[久保木99]。

ダイジェスト作成のためには視聴者にとってどこが重要場面であるかを判定し、その場面を見やすくつなげて編集することが必要である。重要場面判定方式として、我々は、ジャンルに共通した特徴量の計算に、番組特有のコンテキスト情報や視聴者の嗜好情報を反映させ、映像内容の意味に基づく検索方式を提案する。具体的には、映像の内容の意味を表す重要度判定パラメータを映像ジャンルごとに定義し、番組インデックスとして配信される断片的な付加情報を利用して、映像コンテキストを解析し、重要度判定パラメータ値を計算する。この方式は、複雑なインデックス定義も必要とせず、かつ視聴者の嗜好も明示的に反映でき、個々の視聴者の意向に沿ったダイジェスト作成を可能とする。

3. ダイジェスト作成モデル

本節では、ダイジェスト作成のためのモデルを説明する。本モデルは表 1 のような項目のタプルとして定義

される。

表 1 ダイジェスト作成モデルのタプル項目
Tab.1 Tuples of Digest Making Model

| | |
|---------|----------------|
| V | 映像シーンの集合 |
| I | 番組インデックスの集合 |
| R* | ルール関数の集合 |
| F* | 嗜好情報の集合 |
| C* | 検索条件の集合 |
| P* | 重要度判定パラメータの集合 |
| calc* | 重要度判定パラメータ計算関数 |
| digest* | ダイジェスト映像作成関数 |
| exp* | シーン説明文生成関数 |

図2は、本モデルのシステム概要図である。本システムは、エンジン部分となるダイジェスト作成部と、利用者向けインタフェースとなる検索IF、受信端末におけるDBから構成される。本システムのシステム概要については、[橋本99A、橋本99B]を参照されたい。

以下では、重要場面がどのように選択されるかを、システム概要図を用いて順を追って説明する。上記V, I, Rは放送により予めTV受信端末内の受信DBに蓄積されているとする。インデックス $i_j \in I$ と映像シーン $v_j \in V$ は1対1関係とし、インデックス i_j が付加された映像シーンを v_j と表記することとする。

映像シーン v に対する重要度判定アルゴリズムは、映像の種類、例えば、ドラマ、野球、ニュースなどによって異なる。上記の項目中、映像種別に依存して変更すべきものは "*" で示した。これらは、図1において網掛けで示されている。

我々は映像内容の意味を表す指標として、重要度判定パラメータ P を用意した。例えば野球の場合、 P は以下の4つとした。

表 2 野球映像における重要度判定パラメータ
Tab.2 Important Level Analysis Parameters for Baseball Video Streams

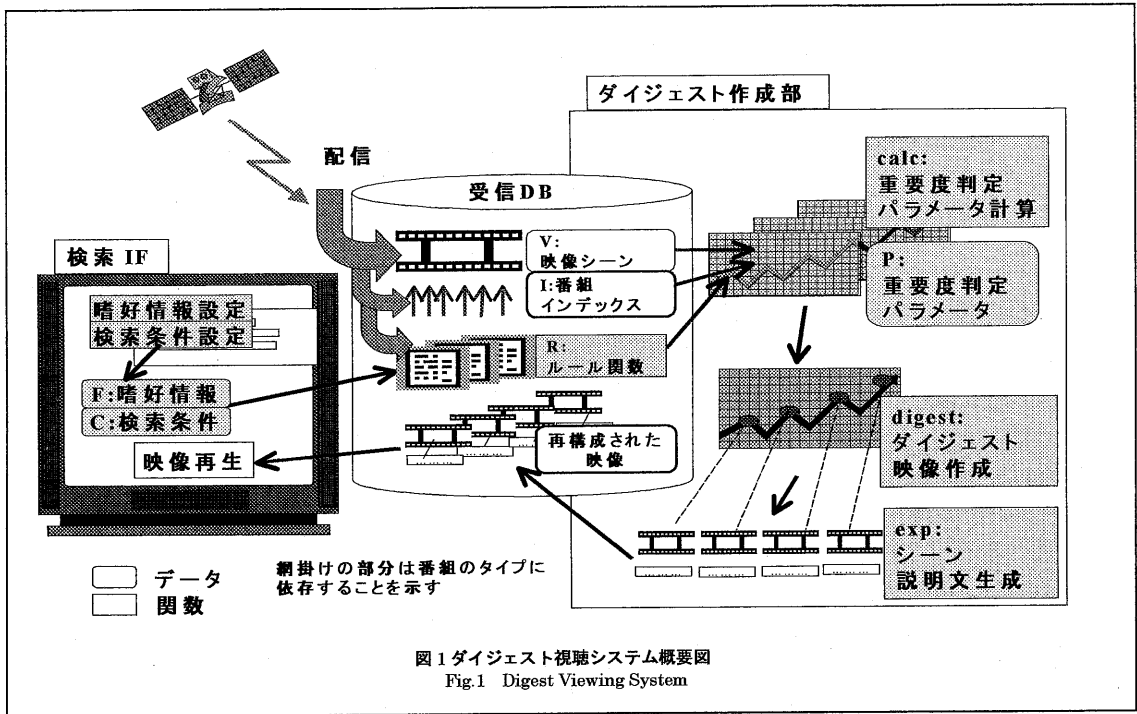
| | |
|----|--------------|
| p1 | 攻撃レベル |
| p2 | 投手レベル |
| p3 | 興奮レベル |
| p4 | ユーザプロフィールレベル |

これらのパラメータ値は各インデックスに対して計算され付加される。あるインデックス $i_j (\in I)$ の重要度判定パラメータは $p1_j, p2_j, p3_j$ というように表記する。重要度判定パラメータ値を計算する関数がルール(rule)であり、その関数 $\forall rule_k \in R$ は次のように定義される。

$$rule_k: I \times P \rightarrow P \quad (1)$$

ルールは、あるインデックスが存在した場合、どのように P を計算するかを定義するものである。例えば「バッターが本塁打を打った場合、攻撃レベルを5加点せよ」というルールは、ルールファイルにおいて次のように記述されている。

$$home_run \quad p1+=5; \quad (2)$$



以下のようなインデックス i_k が映像に付加されていた場合、 p_{1k} は次のように加点される。

i_k : home_run[batter_name="松井"]

(2)のルールにマッチ → p_{1k} : 5 加点 (3)

次に検索 IF に関する設定に関して説明する。視聴者は検索 IF を通して、次の 2 種類の値を設定することが可能である。

(A) 嗜好情報：嗜好項目 f_i と、その重みのペア (f_i, w_i) 。但し $\forall f_i \in F, 0 \leq w_i \leq 1$ 。嗜好項目としては例えば、好きな球団及び選手などがある。

(B) 検索条件：各場面の長さ、最終的なダイジェストの長さなど。

視聴者の指定した嗜好項目 f_i があるルールを定義するインデックスにマッチすると、[ルールで定義された加点分 $\times w_i$] が重要度判定パラメータ値に加点される。

例えば嗜好情報 ("松井", 0.8) が設定され、かつ、(2)で定義したようなルールがある場合に、松井を属性値として持つ home_run インデックスがあると、加点の結果は次のようになる

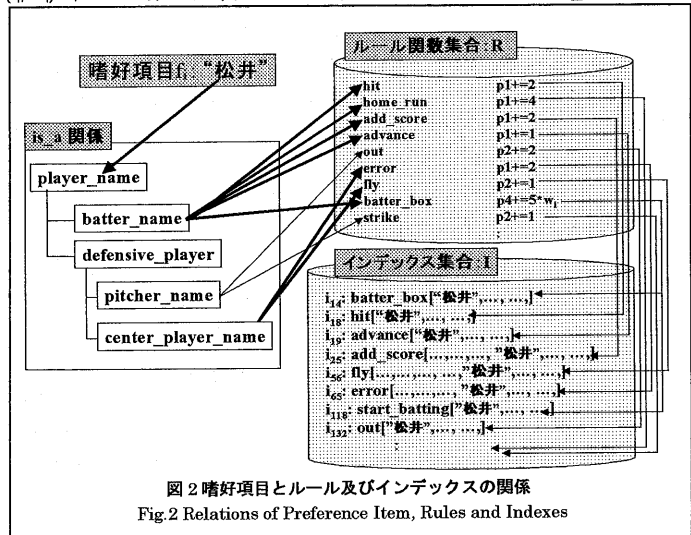
i_m : home_run[batter_name="松井"]

(2)のルールと嗜好情報設定により →

p_{1m} : $5 \times 0.8 = 9$ 加点 (4)

この加点処理により、視聴者の嗜好情報が各重要度判定パラメータの値に反映される。

嗜好項目から関連するルールを探す手順を図 2 に示した。まず、その嗜好項目が属性値として取られる可能性のある属性群を予め定義しておく。例えば、視聴者が検索 IF 上で "松井" を選択した場合、システム内では予め「松井は属性 player_name の値である」ことを設定しておく。システム内部では属性間の is_a 関係が定義しており、例えば、属性 batter_name や



center_player_name は player_name である、ということも分かる。よって、"松井" にマッチするルールとして batter_name や center_player_name を属性として持つ複数のルールが見つけられる。映像に付加されたインデックス集合 I に対して、それらのルールの中に記述されたインデックスのうち属性値 "松井" を持つインデックスを探索し、あれば、そのインデックスの P を加算する。

ここまでの段階で、ルールの適用により、各インデックスに対して重要度判定パラメータ値が計算できた。次にこれら複数の重要度判定パラメータ値 {p_i} に重みをかけて加算し、そのインデックスに対する一つの重要度値 pp を計算する。この重要度値計算関数が calc である。野球の場合、関数 calc はインデックス i_j に対して次のように定義される。

$$pp_i = \text{calc}(p_1, p_2, p_3, p_4) = \sum_i \text{weight}_i \times p_i \quad (5)$$

野球映像に対する calc の詳細については、次節を参照されたい。

次に、この pp 値の絶対値の大きい順にインデックスをソートし、そのインデックスを中心として映像シーンの切り出しを行なう。この重要場面判定及びシーンの切り出し処理を行なうのがダイジェスト映像作成関数 digest である。関数 digest は、インデックスが付けられた時点を中心とし、前後のどの部分までをその再生シーンとすべきかを計算する。指定されたダイジェスト視聴時間を越えるまで、シーン切り出しを繰り返して行なう。

インデックス i_j に対して i_j を含むシーンを切り出す関数 get_scene を適用した結果の映像シーン集合を {v_k} k=1..n とする。このシーン集合は時間的に連続であることが多いが、途中の退屈な部分を削除するため不連続とする場合もある。一般に切り出した映像シーン集合 {v_k} には、i_j 以外のインデックスも含まれる。{v_k} に含まれるインデックス集合を {i_k} k=1..n で表わすこととする。

ここまでで、ダイジェストの映像シーンの集合が得られた。次に映像シーンに対する説明文が関数 exp をにより生成される。関数 exp は上記のインデックス集合 {i_k} k=1..n を入力として、そのシーンの説明文を生成する。野球映像における exp については次節を参照されたい。

4. 野球映像に対するダイジェスト作成方式

本説では我々が試作した野球映像に対するダイジェスト作成システムにおけるルール、calc、digest 及び exp

の詳細を説明する。

4.1 野球映像におけるルール関数 : rule

4 つの重要度判定パラメータを計算するルールについてそれぞれ説明する。p₁、p₂、p₃、p₄ の各パラメータ値は、打席開始を示す start_batting インデックスの時に 0 にリセットされる。その後単調増加し、次の start_batting インデックスまたはイニング開始を示す inning インデックスの時に再度 0 にリセットされる。また、あるインデックス i_j に対して p₁ 値を計算するルールが複数あった場合は、各々のルールを実行し、p_{1j} を加算していく。p₂、p₃、p₄ についても同様である。

p1: 攻撃レベル

攻撃的に重要なレベルを示すパラメータである。p₁ を計算するルールの例を以下に示す。

| | |
|-----------|---------|
| hit | p1+= 2; |
| home_run | p1+= 4; |
| advance | p1+= 1; |
| add_score | p1+= 2; |
| error | p1+= 1; |

図 3 攻撃レベルのルール集合の例

Fig.3 Rules for Assigning Batter's Side's Importance Level

p2: 投手レベル

投手及び守備の調子を示す。以下に p₂ に関連するルールの例を示す。図 4 の例に示されるようなルールが定義されていた場合は、ストライクや、アウトを取ると p₂ 値が上がることとなる。

| | |
|---------------------|--------|
| out | p2+=2; |
| out[kind=strikeout] | p2+=2; |
| strike | p2+=1; |

図 4 投手レベルのルール集合の例

Fig.4 Rules for Assigning Pitcher's Side's Importance Level

p3: 興奮レベル

視聴者の期待及び興奮度を示す。p₃ は打順が 3、4、5 番のクリーンアップの打席であったり、ランナーが 3 塁に出ていて得点のチャンスであるといったような時に値が加算される。以下に p₃ に関連するルールの例を示す。

| | |
|--------------------------------------|---------|
| start_batting[batter_order=[3-5]] | p3+= 2; |
| start_batting[third_base_runner= ON] | p3+= 2; |

図 5 興奮レベルのルール集合の例

Fig.5 Rules for Assigning Excitement Level

p4: ユーザプロフィールレベル

視聴者の嗜好情報を示す。p₄ のルール集合は、ユーザの嗜好項目と重みのペア (f_i, w_i) を反映して作成される。以下にユーザプロフィールレベルのルールの例を示す。

```
start_batting          p4+=5*wi;
```

図6 ユーザプロフィールレベルのルールの例
Fig.6 Rule of User Profile Level

4.2 重要度判定パラメータ計算関数: calc

calc ではまず、4つの重要度パラメータに対して、どのような重みをかけるかについて決定を行なう。重み付けの判定基準及びその計算は、次の通りである。

① チームの平均得点率 s を次のように計算する。

$$s = \text{チーム得点} / \text{経過した回数} \quad (6)$$

例えば、試合が9回裏で終了した時点におけるスコアが3対7であった場合、 s 値は次のようになる。

$$\text{先攻チーム} : s = 3 / 9 = 0.33 \quad (7)$$

```
digest(pp, digest_length)
{
  //重要度値 pp の絶対値の順でインデックス をソート
  l = sort(l, pp);
  //インデックスのソート順に従い、 $i_j$  を含む映像
  //シーン $\{V_{ij}\}$ を取り出す
  while(l) {
    { $V_{ij}$ } = get_scene(i); //投球開始から打席終了まで
    //各シーンが既に取り出し済みかどうかチェック
    vlength=0;
    foreach v in { $V_{ij}$ } {
      if(v->flag) continue;
      else vlength += length(v);
    }
    if (vlength + vlength < digest_length) {
      //希望ダイジェスト時間を超えない場合は
      //そのまま vd に追加
      add(vd, { $V_{ij}$ });
      vlength += vlength;
      foreach v in { $V_{ij}$ } {
        if(v->flag) continue;
        else v->flag=TRUE;
      }
    } else {
      //最後の映像切り出し処理
      //起点インデックス切り出し
      pk = key_index({ $V_{ij}$ });
      //起点インデックス pk を中心とした映像切り出し
      time = digest_length - vlength;
      add(vd, cut(pk, { $V_{ij}$ }, time));
      break;
    }
  }
  // 得られた映像シーンのリストを時系列でソート
  vd = sort_by_time(vd);
}
```

digest_length: 利用者が指定したダイジェスト総時間
vlength: 切り出した映像の合計時間、初期値 0
vlength: 映像 $\{V_{ij}\}$ の切り出し長さ
vd: 切り出したダイジェスト映像シーンのリスト
p_k: 切り出しの起点となるインデックス

図7 digest 関数
Fig.7 Function digest

$$\text{後攻チーム} : s = 7 / 9 = 0.77 \quad (8)$$

② 上記 s からインデックスの重み値を決定する。

平均得点率におけるしきい値を sb に対して $s > sb$ の時には、得点の入った打撃戦であると解釈し、該当チーム攻撃時の各インデックスの重み($p1w, p2w, p3w, p4w$)を、(1,0,1,1)として計算する。一方、 $s < sb$ の時は、守備的な投手戦であると解釈し、該当チーム攻撃時の($p1w, p2w, p3w, p4w$)を、(0,1,1,1)として計算する。我々は、現在 sb の値を0.3に設定している。

③ 各インデックスに対して、重要度値 pp を計算する。

4.3 ダイジェスト映像作成関数: digest

digest のアルゴリズムを図7に示す。digest ではまず、重要度値 pp に従いインデックス集合 l をソートする。ソート順に従い、インデックス i_j を含む映像シーン集合 $\{V_{ij}\}$ を取り出す。野球映像について嗜好錯誤した結果、 i_j を含む $\{V_{ij}\}$ は、投球からその打席終了までの間とする方式が最適であると、我々は判断した。関数 get_scene では、 i_j の直前の投球開始インデックスから i_j 直後の打席開始インデックスあるいはインニング開始インデックスまでを切り出し範囲とした。

次に得られた $\{V_{ij}\}$ の長さを求める。これまでにシステムが切り出した映像の長さの合計と、求めた $\{V_{ij}\}$ の長さを加算したものが、利用者が指定したダイジェスト総時間を超えないならば、 $\{V_{ij}\}$ はそのままダイジェスト映像シーンのリスト vd に加えられる。超えてしまう場合は、処理中の $\{V_{ij}\}$ から特に大事な部分だけを切り出し、指定時間以内に収まるようにする。その調整関数が cut である。現在 cut では、 $\{V_{ij}\}$ に対応するインデックス集合 $\{i_{jk}\}$ のうち、時間的に最も早いインデックス(これを起点インデックスと呼ぶ)を求め、そのインデックスから指定時間 $time$ 分を切り出ししている。

4.4 説明文生成関数: exp

exp により生成される説明文とは、たとえば、次のようなものである。

1 回表 広島 江藤レフト犠打で先制。

1 回裏 巨人 高橋のタイムリーヒットで逆転。

今回試作したシステムにおいては、説明文として以下の構文を用いた。

```
<インニング><攻撃チーム>
<選手名><プレイ種類>[で<得点状態>].
```

図8 説明文構文テンプレート
Fig.8 Grammar of Description

このうち<インニング>、<攻撃チーム>、<選手名>は、インデックスの情報をそのまま利用した値が設定される。一方<プレイ種類>、<得点>については、野球に特化した言い換え処

理を行ない、インデックス情報と得点経過などの状況を解析して、「犠打」や「先制」などの文字列を生成している。こうした状況説明文生成機能については、現在も開発中であり、これについては稿を改めて発表する予定である。

5. 検索インタフェース

検索 IF では、嗜好項目の入力及び選択を容易にするために、嗜好項目の集合 {f} を画面上に選択ボタンとして並べ、その重み w_i はスライダバーとして調節できるようにした。{f} は映像の種別に依存するので、その映像により予め選択可能な定義域を与える。野球の場合、定義域として、チームと選手とした。視聴者は嗜好情報入力画面を通して自分のお気に入りのチームと選手を登録する(図9)。



図9 嗜好情報設定画面

Fig.9 User Interface for Setting Preferences

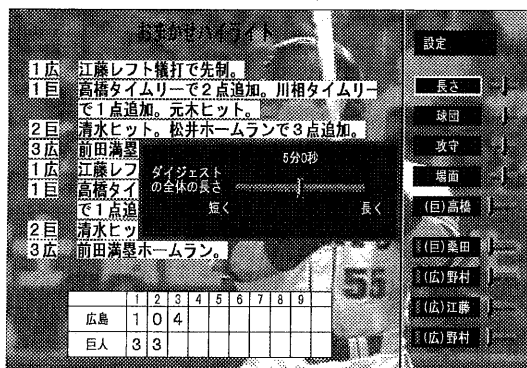


図10 検索条件設定画面

Fig.10 User Interface for Setting Retrieval Conditions

検索条件としては、(1)ダイジェストの長さ、と(2)各カットの長さの割合がスライダバーにより指定できる。本検索 IF では、図10に示すように設定された嗜好項目と検索条件を同じ画面に並べた。

6. まとめ

本システムの特徴は、番組インデックスから得られる情報を用いて、視聴者の嗜好に依存したダイジェストを動的作成できること、さらにダイジェスト作成にあたり、操作性のよい検索 IF を用意したことである。我々が提案するダイジェスト作成モデルに従った映像検索を行なうことにより、映像の内容の意味に基づいた映像切り出しが可能となる。

今後は、映像内容の意味に基づくコンテキスト定義、及びパラメータ定義のモデル化を検討し、映像のジャンルに依存しない映像内容の検索方式を実現していきたい。また、今回の試作において野球映像に特化した処理を行なった説明文生成関数についても、汎用化を進め、視聴者にとってより有効な検索結果の表示方式を検討していきたいと考えている。

謝辞 野球番組ダイジェスト視聴の検討およびこの発表にあたり野球映像を提供していただいた、日本テレビ放送網株式会社に深く感謝する。

参考文献

- [IBL98]情報放送システム研究所編: "特集:「番組インデックスとメタデータ」", 機関誌 -ible(アイブル) 第2号, <http://www.ibl.co.jp/ible/> (1998).
- [Oom93] Oomoto, E. and Tanaka, K.: "OVID: Design and Implementation of a Video-Object Database System," *IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 5, No. 4, pp. 629-641, 1993.
- [Smi95] Smith, M. and Kanade, T.: "Video Skimming for Quick Browsing based on Audio and Image Characterization," *Tech. Rep. CMU-CS-95-186*, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, 1995.
- [有木97] 有木康雄: 「DCT特徴のクラスタリングに基づくニュース映像のカット検出と記事切り出し」, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-II, No. 9, pp. 2421-2427, 1997.
- [有木98] 有木康雄, 他: 「テロップ文字認識に基づくTVニュース記事の自動分類」, 情報処理学会研究報告, 98-DBS-116-28, 1998.
- [牛尼99] 牛尼剛聡, 他: 「イベントアクティビティモデルに基づくシーン検索における可変的な役割の利用」, 情報処理学会論文誌, 1999年2月, pp.114-123.
- [金出96] 金出武雄, 他: 「Informedia:CMUデジタルビデオオンラインプロジェクト」, 情報処理第37巻, 第9号, pp.841-847, 1996年9月.
- [鎌原99] 鎌原淳三, 他: 「自動再構成を行うマルチメディアニュース推薦システム」, 情報処理学会論文誌, 1999年2月, pp.124-133.
- [久保木99] 久保木準一, 他: 「番組制作のためのメタデータ付加手法〜汎用イベントリスト(GEL)〜」, 映像情報メディア学会放送方式研究会予稿集, 1999年3月, pp. 1-6.
- [是津98] 是津耕司, 他: 「映像の意味的構造の発見と動的Skimmingへの応用」, 電子情報通信学会データ工学ワークショップ(DEWS98), 1998年3月.
- [権野98] 権野善久, 他: 「情報放送への技術展望」, 1998年映像情報メディア学会年次大会予稿集, 1998年7月.
- [電波99] 社団法人電波産業会: 「デジタル放送に使用する番組配列情報」, ARIB STD-B10 1.2版, 1999年5月.
- [橋本99A] 橋本隆子, 他: 「番組インデックスを利用したダイジェスト視聴方式の検討」, 映像情報メディア学会放送方式研究会予稿集, 1999年3月, pp. 7-12.
- [橋本99B] 橋本隆子, 他: 「番組インデックスを利用したダイジェスト作成方式の試作」, データ工学ワークショップ(DEWS'99)予稿集CD-ROM, 1999年3月.
- [真野99] 真野博子, 他: 「TV受信端末におけるダイジェスト視聴用インタフェース」, 1999年映像情報メディア学会年次大会予稿集, 1999年8月.