

**スポーツ映像における
ダイジェスト生成方式に
関する研究**

2005年 11月

橋本 隆子

概要

近年，ブロードバンドネットワークの普及や各種端末の性能向上により，マルチメディア情報を配信するサービスが普及している．特に時々刻々と状況が変化するスポーツに関しては，試合の状況をリアルタイムに利用者に配信するマルチメディアコンテンツ配信サービスが人気を博している．

野球やサッカーのような人気スポーツには，試合の状況をメタデータとして配信するサービスが既に存在する．そこで本研究では，スポーツ映像を対象として，これらのメタデータを活用し，利用者がより満足できるダイジェスト番組（以下ダイジェスト）を生成する手法について論じる．本研究の目的は，たとえば試合の途中から情報取得を開始した利用者にそれまでの経過をダイジェストとして提供したり，利用者の好きなチームや選手が先制や逆転などのチャンスを迎えた場合に，その状況を直ちに通知するような利用者の嗜好を反映した動的なコンテンツ生成・配信サービスを実現することである．

本研究では、メタデータを利用した「ダイジェスト生成のステップ」を以下のように規定している。

ダイジェスト生成のステップ

- (1) 映像から意味的なまとまり（シーン）を抽出
- (2) 抽出したシーンの中立的な重要度を算出
- (3) パーソナルなダイジェストを生成する場合は、さらに抽出したシーンにおける利用者の嗜好の度合いを算出
- (4) 中立的な重要度と嗜好の度合いを組合せ最終的なシーン重要度を算出
- (5) シーン重要度に基づいてシーンをランキングし、重要な順からダイジェストを構成するシーンを選択
- (6) 選択されたシーンをつないで一つの番組として生成して、利用者に提示

上記の「ダイジェスト生成のステップ」を実現するために、本稿において以下の 3 つの手法を提案する。

1. ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式
2. 状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式
3. ダイジェストシーンに基づく番組生成方式

また，上記 3 つの方式の手法に基づいて，以下のシステムを開発したので，併せて報告する．

4. 携帯端末向けダイジェスト映像配信システム

以下では，上記 3 つの手法及び開発システムの概要について述べる．

1. ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式：

「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」は，「ダイジェスト生成のステップ」の(1)から(5)を実現するものである．メタデータを利用したルール記述により，シーンを動的に抽出し，各シーンの中立的な重要度と利用者の嗜好を反映した重要度を算出する．ルール記述を利用しているため，スコアや経過時間，発生した事象，登場選手などの各種情報を柔軟にルールに反映でき，試合の状況の良し悪しを評価可能となる．たとえば野球ならば HR やタイムリーヒットのような「成功したプレイ」のみならず，逆転のチャンスであったが結果として失敗してしまった「惜しかったプレイ」も抽出できる．本手法では利用者の嗜好を反映する仕組みも提供しているため，従来の中立的なダイジェストには含まれないような利用者の嗜好を反映したシーンも抽出可能となる．本手法で抽出されたシーンは，番組制作ディレクターが手動で選択したシーンに対して高い適合率を挙げることができ，本手法の有効性が確認できている．

2. 状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式：

「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」は、「ダイジェスト生成のステップ」の(2)の処理(抽出したシーンの中立的な重要度を算出)を、試合に関する統計的な値を利用して実現するものである。本手法では試合の記録データから算出される**状態遷移確率**と**勝利確率**を利用する。勝利確率は、ある時点においてホームチームがその試合に最終的に勝利する確率として定義している。この2つの指標を用いて、試合の経過(実際の状態遷移結果)としての重要度を表現する**結果重要度**と、「逆転のチャンス」といったような状況としての重要度を表現する**状況重要度**を求めることができ、複雑なルール記述を利用せずに「成功したプレイ」や「惜しかったプレイ」が抽出可能となる。

本手法を野球とサッカーの両スポーツに適用し、自動抽出されたシーンがTVのスポーツニュース番組ダイジェストとして選択されたシーンに対して、高い適合率を挙げることを確認した。勝利確率や状況重要度といった指標は、試合の状況の重要度を統計的かつ客観的に表現するものであり、関連研究には見られない新規性の高い指標である。

3. ダイジェストシーンに基づく番組生成方式

「ダイジェストシーンに基づく番組生成方式」は、「ダイジェスト生成のステップ」の「(6) 選択されたシーンをつないで一つの番組として生成して、利用者に提示」を実現するものである。「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」と「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」の結果として得られたダイジェストシーン列をつないで1本のダイジェスト番組として生成する。本手法は以下の機能を備える。

1. ダイジェストシーン間の接続表現を生成する機能
2. 視聴者の嗜好を反映した感情表現を生成する機能
3. 番組メタファを定義する機能
4. 番組メタファに対応する演出をテンプレートとして定義する機能
5. 上記 4 つの表現及び定義を記述するための言語 PPML
6. その言語を解釈し仮想キャラクタ、映像、スーパーキャプションなどの異なる素材の同期を制御しながら TV 上で表示する機能

本手法により、利用者の嗜好を反映した演出を含む、見ておもしろいダイジェスト番組を得ることが可能となる。従来大きな手間がかかっていたパーソナルなコンテンツを低コストで作成することが可能となる。

4. 携帯端末向けダイジェスト映像配信システム

本システムは、上記 3 つの手法を利用して構築されたシステムであり、プロ野球の映像を利用者の携帯端末に配信する商用サービスを実現する。日本プロ野球機構が試合中にリアルタイムに配信する試合の経過データ（BIS データ）を利用して、利用者の嗜好に応じたダイジェスト映像を動的に生成し、利用者の嗜好に応じて配信する。現在、KDDI 及び NTT の携帯端末環境において実運用中である。

本研究で提案する手法は，利用者がより満足できる質の高いダイジェストを動的にかつ低コストで制作する仕組みを提供するものであり，利用者の嗜好の多様化によるコンテンツの不足を解決する手段となる可能性をもつ．ブロードバンドネットワーク時代のコンテンツ制作・配信サービスの一つのモデルとなるものである．

目次

概要.....	i
目次.....	vii
図目次.....	xii
表目次.....	xiv
1. はじめに.....	1
1.1 本研究の背景.....	1
1.2 本研究のねらい.....	2
1.3 本研究の概要.....	3
1.3.1 ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式.....	5
1.3.2 状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式.....	6
1.3.3 ダイジェストシーンに基づく番組生成方式.....	6
1.3.4 携帯端末向けダイジェスト映像配信システム.....	7

1.4	本稿の構成.....	8
2.	メタデータ配信サービス	9
2.1	BIS データ.....	10
3.	関連研究.....	12
3.1	ダイジェスト生成のアプローチ	12
3.1.1	認識技術の利用によるダイジェスト生成.....	13
3.1.2	客観的に記述したメタデータを利用してダイジェスト生成を行う方式.....	15
3.1.3	本研究のアプローチ	16
3.2	メタデータを利用したシーン抽出方式に関する研究.....	17
3.2.1	メタデータの出現パターンを利用したシーン抽出方式.....	17
3.2.2	ストーリーに基づくシーン抽出方式.....	17
3.2.3	本研究のアプローチ	18
3.3	シーンの重要度算出に関する研究.....	19
3.3.1	メタデータに重みを付加することでシーン重要度を算出する方式.....	19
3.3.2	本研究のアプローチ	21
3.4	状態遷移モデルを利用したシーン重要度算出方式に関する研究	21
3.4.1	本研究のアプローチ	23
3.5	ダイジェスト番組生成方式	23
3.5.1	番組化システム.....	24
3.5.2	番組記述言語.....	24
3.5.3	自動番組変換の手法	25
3.5.4	本研究のアプローチ	27
4.	ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式	32

4.1	本研究における位置付け	32
4.2	PDMS への入力情報	33
4.2.1	ビデオデータ	34
4.2.2	基本記述子	34
4.2.3	嗜好情報	37
4.3	3つのルールと生成情報	38
4.3.1	シーン抽出ルール	38
4.3.2	ステータスパラメタ算出ルール	43
4.3.3	嗜好パラメタ算出ルール	47
4.4	ダイジェスト作成プロセス	49
4.5	状況に応じたルール記述	54
4.6	プロトタイプシステム	56
4.7	評価	58
4.7.1	評価データ	58
4.7.2	評価方法	61
4.7.3	評価結果及び得られた知見	62
4.7.4	関連研究との比較	66
5.	状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式	69
5.1	本研究における位置付け	69
5.2	試合における状態	71
5.3	状態遷移確率の抽象化	73
5.4	勝利確率	78
5.5	シーン重要度の導出	79
5.6	評価	83

5.6.1	評価データ	83
5.6.2	評価方法.....	84
5.6.3	評価結果と得られた知見.....	85
5.7	サッカーへの適用	88
5.7.1	サッカーにおける状態.....	88
5.7.2	サッカーにおける状態遷移確率.....	89
5.7.3	サッカーにおける勝利確率.....	92
5.7.4	シーン重要度の導出	94
5.7.5	サッカーにおける評価.....	96
6.	ダイジェスト映像の番組による提示方式.....	102
6.1	番組化の要件	103
6.2	番組化の手法	106
6.2.1	PPML 言語	108
6.2.2	ダイジェストシーン定義生成機能.....	108
6.2.3	番組メタファ定義.....	115
6.2.4	PPML による演出テンプレート定義.....	116
6.2.5	番組生成及び表示.....	118
6.3	評価	121
6.3.1	試作システムの概要	121
6.3.2	システムの評価	124
7.	携帯端末向けダイジェスト映像配信システムの構築.....	132
7.1	システム構成	132
7.2	モジュール構成.....	134
7.2.1	メタデータ生成部.....	134

7.2.2	ダイジェスト解析部	135
7.2.3	ユーザインタフェース部	136
7.3	サービス概要と運用状況	137
7.3.1	サービス概要	137
7.3.2	運用状況	139
7.3.3	利用状況	142
8.	結論	144
8.1	今後の展開	148
	付録	151
	付録 1：基本記述子の型と属性の一覧	152
	付録 2：各ステータスパラメタにおける加算値の調整結果一覧(一部抜粋)	153
	付録 3：ステータスパラメタ算出ルール(一部抜粋)	154
	付録 4：PPML 言語仕様	156
	謝辞	158
	参考文献	160
	本論文に関する公表論文リスト	168

目次

図 1 ダイジェスト生成のステップ.....	5
図 2 ダイジェスト生成のステップと各手法との関係.....	8
図 3 S-XML と PPML の関係.....	30
図 4 基本記述子の例.....	36
図 5 ステータスパラメタ算出例	47
図 6 ダイジェスト作成手続き	53
図 7 ダイジェスト作成プロセス	54
図 8 プロトタイプ画面イメージ(1).....	57
図 9 プロトタイプ画面イメージ(2).....	57
図 10 野球における状態	73
図 11 野球の勝利確率	80
図 12 シーン重要度算出手続き	82

図 13 サッカーにおける状態遷移	89
図 14 多項式近似による勝利確率 WP.....	93
図 15 2001 年 3 月 3 日ゼロックス・カップにおける結果重要度と状況重要度.....	95
図 16 番組化システム概要.....	107
図 17 接続関係判別手順	111
図 18 階層構造を用いた状況説明文生成例	111
図 19 感情レベル計算手順.....	113
図 20 ダイジェストシーン定義例	114
図 21 番組メタファ定義例.....	115
図 22 演出テンプレート定義例.....	119
図 23 試作システム画面例(1).....	123
図 24 試作システム画面例(2).....	123
図 25 システム構成図.....	133
図 26 モジュール構成図	134
図 27 画面例.....	141
図 28 速報メールの例.....	141
図 29 お好みチーム設定状況	143

表目次

表 1 BIS データにおける打撃結果，走塁結果，守備結果詳細.....	11
表 2 番組記述言語の記述能力比較.....	29
表 3 基本記述子の型一覧.....	36
表 4 野球におけるステータスパラメタとその内容，値を制御する基本記述子と アノテーション.....	45
表 5 抽出シーン結果の例.....	63
表 6 ダイジェスト抽出の結果.....	65
表 7 野球における状態遷移確率.....	75
表 8 重要シーンの抽出結果例.....	87
表 9 「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」との比較.....	87
表 10 サッカーにおける状態遷移確率 QP 値.....	92
表 11 評価結果及び TV ダイジェスト番組との比較.....	101

表 12 試作システムのファイル例	131
表 13 試作システムの実行速度.....	131
表 14 配信コンテンツ一覧.....	138

1. はじめに

1.1 本研究の背景

近年，ブロードバンドネットワークの普及や各種端末の性能向上により，映像，静止画を含むマルチメディアコンテンツを配信するサービスが広まってきている．特に時々刻々と状況が変化するスポーツに関しては，試合に関するさまざまな情報をリアルタイムに提供するサービスが人気となっており，利用者にとって魅力あるコンテンツを如何に効率よく制作できるかが重要となっている．

野球やサッカーのような人気スポーツには，試合に関するメタデータ配信サービスが既に存在する．日本プロ野球機構の BIS データ配信サービス[1]や，(株)アソボウズ[2]の Data Stadium などがこれに当たる．これらのサービスは放送局や新聞社などのコンテンツプロバイダ向けのものであり，プロ野球の試合で発生する試合開始，イニング開始，打席開始，投手交代，ヒットやアウトなどの各種事象情報をほぼリアルタイムで配信している．BIS

データはこれに加えて、チーム及び登録選手の最新の成績情報も毎日深夜に配信している。アソボウズは、野球の他にサッカーやゴルフ、テニスといったスポーツに関するメタデータ配信を行っている。

コンテンツプロバイダはこれらのメタデータを素材として番組や記事を制作する。制作されるコンテンツは中立の視点に立ったものであり、編集や演出を施した質の高いものとなる。これらのコンテンツは手動で手間をかけて制作されており、利用者の嗜好やアクセスのタイミングに合わせて動的にコンテンツを生成し配信する、といったような柔軟なサービスは提供されていない。

1.2 本研究のねらい

利用者がより満足するマルチメディアコンテンツ制作/配信サービスとは、たとえば以下のようなものである。

- 試合の途中から情報取得を開始した利用者に、それまでの経過をダイジェストとして配信する。その際、利用者の好きなチームや選手に関する情報を多く含んだダイジェストとして提供する。
- 利用者の好きなチームや選手が先制や逆転などの重要なチャンスを迎えた場合に、その状況を利用者に直ちに通知する。

- コンテンツとして提示する際には、利用者の嗜好を反映した演出を含む、見て面白い、親しみやすいコンテンツとする。

上記のような情報を手動で生成し配信していたのでは、コストがかさみ実用的でない。試合の状況や利用者の嗜好を反映した重要場面を動的に抽出し、質の高いコンテンツとして即座に番組化できる仕組みがあれば、利用者にとって魅力あるコンテンツ提供サービスが実現可能となる。

そこで本研究は、試合に関するメタデータを活用して、利用者がより満足するマルチメディアコンテンツを制作/配信するサービスを実現することを目的とし、動的にダイジェスト番組(以下、ダイジェスト)を生成する技術について論じる。

1.3 本研究の概要

本研究では、図 1 のようなステップでダイジェストを動的に生成すると規定する。入力には、ダイジェストの元となる映像、メタデータ、利用者の嗜好情報である。

ダイジェスト生成のステップ

- (1) 映像から意味的なまとまり(シーン)を抽出
- (2) 抽出したシーンの中立的な重要度を算出

- (3) パーソナルなダイジェストを生成する場合は ,さらに抽出したシーンにおける利用者の嗜好の度合いを算出
- (4) 中立的な重要度と嗜好の度合いを組合せ最終的なシーン重要度を算出
- (5) シーン重要度に基づいてシーンをランキングし ,重要な順からダイジェストを構成するシーンを選択 (ダイジェストシーン列を生成)
- (6) 選択されたシーンをつないで一つの番組として生成して ,利用者に提示

上記の「ダイジェスト生成のステップ」を実現するために ,本研究では以下のような手法を提案する .

1. ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式
2. 状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式
3. ダイジェストシーンに基づく番組生成方式

また上記の 3 つの提案手法に基づき ,以下のような商用システムも開発したので ,併せて報告する .

4. 携帯端末向けダイジェスト映像配信システム

以下では ,上記 3 つの提案手法と開発システムについて簡単に概要を述べる .

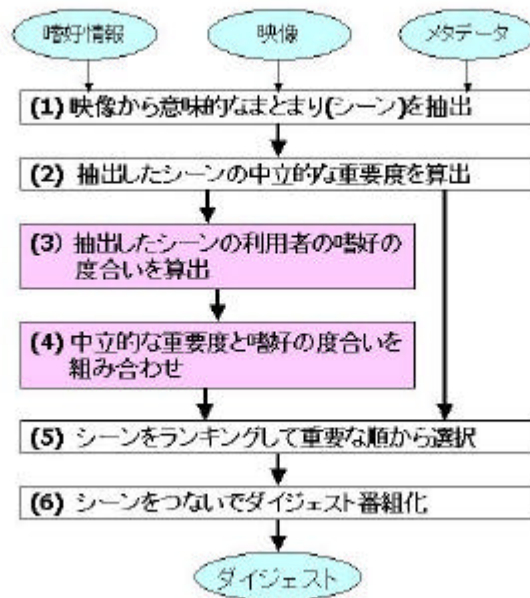


図 1 ダイジェスト生成のステップ

1.3.1 ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式

本手法では図 1 の「ダイジェスト生成のステップ」のうち、(1)から(5)までの処理を実現する(図 2)。試合のメタデータを利用してルール記述を適用し、映像から意味的なまとまりとなるシーン(ダイジェストを構成する候補となるシーン)を抽出し、各シーンの重要度を算出する。重要度に基づいてシーンをランキングし、ダイジェストシーン列を生成する。算出される重要度は中立の立場の重要度と、利用者の嗜好を反映した重要度の 2 通りであり、この 2 つの重要度を組合せて中立の立場のシーン抽出や利用者の嗜好を反映したシーン抽出の両方を実現する。ルール記述を利用しているため、意味的に正確性の高いダイジ

エストシーンを動的に抽出可能となるが、ルール記述が増大しメンテナンス性が低下するといった課題がある。

1.3.2 状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式

本手法は、図 1 の「ダイジェスト生成のステップ」の中の「(2)抽出したシーンの中立的な重要度を算出」を実現するものである。ルール記述ではなく、試合の**状態遷移確率**と**勝利確率**を利用する。状態遷移確率と勝利確率はともに試合の記録データから算出される。勝利確率は本研究で定義した新しい指標であり、ある時点においてホームチームがその試合に最終的に勝利する確率として定義した。この 2 つの指標を用いて、試合の経過（実際の状態遷移結果）としての重要度を表現する**結果重要度**と、「逆転のチャンス」といったような状況としての重要度を表現する**状況重要度**を求める。試合の統計的な値を用いることで「成功したプレイ」や「惜しかったプレイ」が抽出可能となるため、「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」の課題（ルール記述が増大し、メンテナンス性が低下）を解決できる。

1.3.3 ダイジェストシーンに基づく番組生成方式

上記で述べた 2 つの手法により抽出されたダイジェストシーン列を入力として、利用者にとって見やすく共感できるダイジェストを生成する手法が本手法である。図 1 の「ダイ

ジェスト生成のステップ」の「(6) シーンをつないでダイジェスト番組化」を実現する(図2)。本手法は番組の各種定義を記述する**パーソナル番組マークアップ言語(Personalized Program Markup Language, PPML)**と呼ぶ言語と**パーソナル番組ビューア(Personalized Program Viewer, PPV)**と呼ぶ利用者向け視聴インタフェースとから構成される。本手法により、利用者の嗜好を反映した演出を含む、見ておもしろいコンテンツが生成可能となる。これにより従来制作に大きな手間がかかっていた、見て面白い質の高いコンテンツを提供可能となる。

1.3.4 携帯端末向けダイジェスト映像配信システム

本システムは、日本プロ野球機構が試合中にリアルタイムに配信する試合の経過データ(BIS データ)を利用して、野球の映像を利用者の携帯端末に配信するシステム*である。現在、商用サービスとしてKDDI及びNTTの携帯端末環境においてサービス運用されている。本システムは上記で述べた3つの手法を包含するものであり、それぞれの技術を利用してシステムが構築されている。

* サービス名は「ムービーモバスタ」。(株)文化工房(<http://www.bun.co.jp>)がKDDIのEZWeb、NTT DoCoMoのi-modeにおいて提供中。

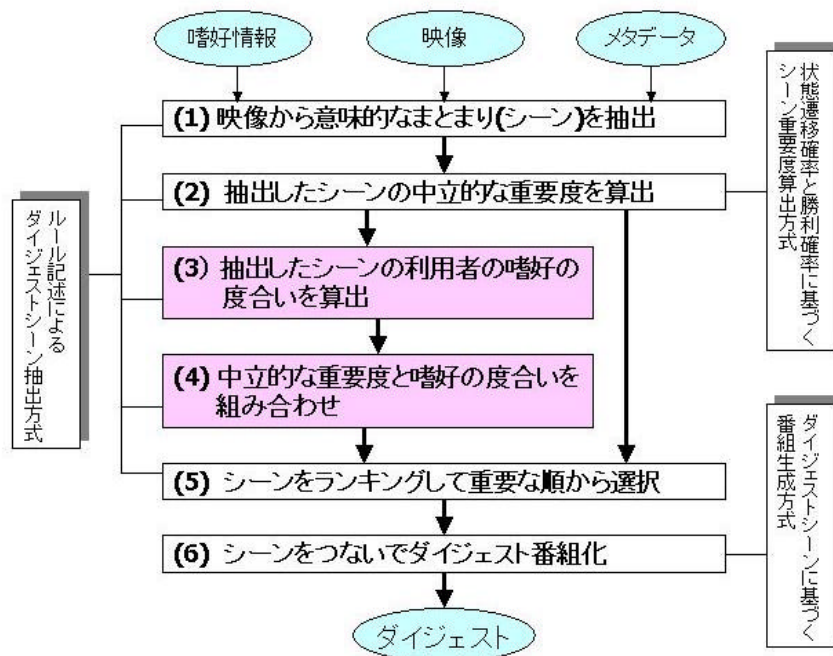


図 2 ダイジェスト生成のステップと各手法との関係

1.4 本稿の構成

本稿は以下の構成になっている。2 章では本研究の背景となるメタデータ配信サービスについて述べる。3 章ではダイジェスト生成の関連研究について述べる。4 章でルール記述に基づくダイジェストシーン抽出方式を、5 章で状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式、6 章でダイジェストシーンに基づく番組化方式を説明する。7 章で携帯端末向けダイジェスト映像配信システムについて述べていく。

2. メタデータ配信サービス

本研究では、メタデータを利用してダイジェストを生成する。ここでは、本研究の背景となるメタデータ配信サービスについて述べる。

野球やサッカーのような人気スポーツについては、試合のメタデータ配信サービスが既に存在する。日本プロ野球機構の BIS データ配信サービス[1]や、(株)アソボウズ[2]の Data Stadium などがこれに当たる。本サービスは放送局や新聞社などのコンテンツプロバイダ向けのものであり、両者ともプロ野球の試合で発生する試合開始、イニング開始、打席開始、投手交代、ヒットやアウトなどの各種事象情報をほぼリアルタイムで配信している。BIS データはこれに加えて、チーム及び登録選手の最新の成績情報も毎日深夜に配信している。アソボウズは、野球の他にサッカーやゴルフ、テニスといったスポーツに関してもメタデータ配信を行っている。

BIS データは日本プロ野球機構が配信している公式記録であり、信頼性が高く、多くの TV 局、新聞社などに利用されている。以下では、BIS データとしてどのような情報が配信されるかについて詳しく説明する。

2.1 BIS データ

BIS データとして配信されるメタデータは、以下の 2 種類に分類される。

1. 試合の構造を表現する **構造イベント**
試合開始、インニング開始、打席開始
2. 試合で発生したプレイの情報を表現する **プレイイベント**
投球、単打、本塁打などの打撃結果、二盗、三盗などの走塁結果、ダブルプレイ、トリプルプレイなどの守備結果、加点、選手交代
(打撃結果、走塁結果、守備結果の詳細については、表 1 を参照されたい。)

各メタデータはそれぞれ属性を持っている。たとえば、「試合開始」メタデータは、試合開始の日時 (yyyyMMdd-hhmmss)、ホームチーム名、アウェイチーム名、球場名など、「インニング開始」メタデータは、インニング開始の日時、インニング数、攻撃チーム名、スコアなど、「ヒット」メタデータは、ヒットが発生した日時、インニング数、スコア、

アウトカウント，走塁状況，投手名，打者名，安打種別などの属性をもつ²．各メタデータに属性として設定されている日時情報を用いて，メタデータと映像を結びつけることが可能となる．

表 1 BIS データにおける打撃結果，走塁結果，守備結果詳細

打撃結果	単打, 二塁打, 三塁打, 本塁打, 四球, 故意四球, 死球, 三振, ゴロ, ゴロ失策, フライ, ファウルフライ, フライ失策, ライナー, ファウルライナー, ライナー失策, 犠打, 犠打失策, 犠打野選, 犠飛, 犠飛失策, 野選, 併殺打, 併殺打失策, 打撃妨害出塁, 打撃妨害出塁, 走塁妨害出塁, 守備妨害, 規則違反, 途中交代, 途中終了
走塁結果	二盗, 三盗, 本盗, 二盗刺, 三盗刺, 本盗刺, 投手けん制刺一塁, 投手けん制刺二塁, 投手けん制刺三塁, 捕手けん制刺一塁, 捕手けん制刺二塁, 捕手けん制刺三
守備結果	ダブルプレー, トリプルプレー (三重殺), エラー (失策), 妨害, ワイルドピッチ (暴投), ボーク, パスボール (捕逸)

² BIS データフォーマットは，日本プロ野球機構と「BIS データ受信契約」を締結したコンテンツプロバイダにのみ開示されるため，本稿でその詳細を提示することはできない．

3. 関連研究

本章では，ダイジェスト生成方式の関連研究について述べる．

3.1 ダイジェスト生成のアプローチ

本節では，まずダイジェスト生成のアプローチにどのようなものがあるかについて述べる．ダイジェスト生成のアプローチには，大きく分けて次の2種類となる．

- A. 画像分析，音声解析などの認識技術を利用して，カメラカット，話者の変化などの検出を行い，ダイジェスト生成を行う方式
[3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22]
- B. 客観的に記述したメタデータを利用してダイジェスト生成を行う方式
[27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52]

3.1.1 認識技術の利用によるダイジェスト生成

認識技術の利用によるダイジェスト生成は，ニュース，ドラマ，スポーツなどの番組を対象としたものが多い．

ニュース，ドラマ映像を対象としたダイジェスト生成

ニュース映像に対しては画像における顔認識，音声認識による話者分析などによるシーン分割[3,4]や自動要約生成[5,6]，キーワードスポッティングなどによる場所，出来事の認識[7, 8]などがある．画面上に表示されるテロップの文字認識を利用した内容解析手法[9]も提案されている．ドラマ映像についても画像認識，音による盛り上がりの認識による要約生成[10]などがある．

ニュース番組は特に構造がはっきりしており，アナウンサーの顔の撮影手順やニュース項目の切り替え方，テロップの流し方などがパターン化されているため，画像解析や画面上のテロップの解析などが比較的容易である．また主な話者は発話訓練を充分に実施しているアナウンサーであり，音声認識も適用しやすい．ドラマもニュースほど番組の構造がはっきりしていないが，ニュースと同様パターン化された部分が多く，認識技術の適用に適したコンテンツであると考えられる．

スポーツ映像を対象としたダイジェスト生成

スポーツ映像に対しても，アナウンサーの発話からのキーワード探索と画像解析による選手の動きに関するアノテーション付け[11,12]，音声の解析などによる得点イベントの抽出[13,14,15]などが提案されている．スポーツ映像の画像特徴を解析することでプレイシーンのみを抽出する手法が野球とテニス[16,17]，アメリカンフットボール[18]，サッカー[19]などのスポーツに対して提案されている．映像特徴，音声解析のみならず，映像上に表示されているテキストを文字認識技術により解析してハイライトを抽出する手法[20]も提案されている．これらの方式は，さまざまな認識技術を利用しているため，人手を介さずに自動で映像を解析できる．しかしながらスポーツ映像の場合，ニュースやドラマと比較すると撮影手順やシーンの切り替えが明確でなく，アナウンサーが興奮して話すこともあり，観衆の歓声も混ざるなど，映像認識，音声認識の適用が容易でないという課題がある．上記で挙げた関連研究においても，誤認識が発生しやすいという課題が明らかになっている．

KDDI 研究所の「ダイジェスト・ハイライト自動生成技術」[21,22] は，アナウンサーの発話でなく，スポーツを観戦している聴衆の歓声を音声認識技術により解析し，映像解析と組合せて重要と思われるシーンを抽出する手法を提案している．聴衆の歓声の認識と映像解析と組合せることで，従来手法より精度の高いシーン抽出を実現している．この手法の課題は，複数の重要シーン候補があった場合にそれらを意味的にランキングすることが困難であるということが挙げられる．最終的なランキング（意味的なランキング）は人手でせざるを得ないため，ダイジェスト生成を支援するツールという位置付けとなっている．

認識技術の利用によるダイジェスト生成の課題

認識技術の利用によるダイジェスト生成方式の長所は、さまざまな認識技術を利用しているため、人手を介さずに自動で映像を解析できることである。その一方、画像や音声の特徴に強く関係する検索であるため、誤認識も多く、意味的な信頼度が比較的低くなりがちであるという課題がある。また複数の重要部分の候補があった際にそれらを意味的にランキングしにくいといった課題もある。

3.1.2 客観的に記述したメタデータを利用してダイジェスト生成を行う方式

この方式は客観的に記述したメタデータを利用するため、内容に関係した信頼性の高い重要場面の検索が可能となる。客観的に記述したメタデータとしては、前述のように日本プロ野球機構の BIS データ [1] や、(株)アソボウズ[2]の Data Stadium などがある。またテレビ番組のクローズドキャプションなどをメタデータとして利用する研究[23,24]やアナウンサーの発話内容を音声認識により解析しメタデータとして生成する研究[25,26]なども活発に行われている。映像メディアを意味情報に基づいて記述するための規格として MPEG7[70]標準もあり、客観的に記述したメタデータの利用は今後も広がっていくと考えられる。

客観的に記述したメタデータを利用してダイジェスト生成を行う方式の課題

一般にダイジェスト生成には高い信頼性が求められる。特に商用サービスへの展開を目指すうえでは、意味的に信頼性の高いダイジェスト生成は必須となる。客観的に記述したメタデータを利用してダイジェスト生成を行う方式は信頼性の高いダイジェスト生成に適しており、認識技術によるダイジェスト生成より実用的であると考えられる。一方、この方式の短所はメタデータの生成に手間がかかるということであるが、近年メタデータの付加/配信サービスが広まってきており、またメタデータ自動生成方式の研究も活発化していることから、この短所も解決されつつあるといえる。

3.1.3 本研究のアプローチ

本研究は最終的に商用サービスへの展開を目指している。そのため意味的に信頼性の高いダイジェスト生成は必須となる。そこで本研究では客観的に記述したメタデータを利用してダイジェスト生成を行うアプローチを採用する。

以降では、客観的に記述したメタデータを利用してダイジェスト生成を行う方式の関連研究について述べる。

3.2 メタデータを利用したシーン抽出方式に関する研究

ここでは、図1の「ダイジェストの生成ステップ」の「(1) 映像から意味的なまとまり(シーン)を抽出」する手法に関連する研究について述べる。

3.2.1 メタデータの出現パターンを利用したシーン抽出方式

是津らは内容記述が施されたビデオを対象に、内容記述の出現パターンにより、論理的な映像シーンを抽出する方式を提案している[27,28]。さらに、抽出されたシーン内容の類似度に基づく3つのパターンを定義し、意味劇な映像区間を発見する手法[29]へと応用している。

牛尼及び渡辺らは、メタデータを利用した正規表現ルールによる映像シーン抽出方式(イベント・アクティビティモデル)を提案している[30,31]。

これらの研究は、意味的なまとまりをもつ場面の抽出にのみ注目したものであり、各場面の重要度を相対的に判定し、ランキングするものではない。

3.2.2 ストーリーに基づくシーン抽出方式

鎌原らはメタデータの情報を利用して、ダイジェスト生成のための「シナリオテンプレート」をあらかじめ記述し、それに基づいて重要シーン抽出する方式をニュース[32,33]、野球[34,35]、料理[36]の各素材に対して提案している。この方式はニュースや料理などの

構造が比較的明確な素材には適しているが、動的に状況が変化するスポーツに向いているとは言い難い。その理由は、動的に状況が変化するスポーツに対して、必要な全てのシナリオテンプレートをあらかじめ用意することは難しいと考えるからである。また、スポーツの場合、試合がある程度経過しないとストーリーが定まらず、テンプレートを選択しにくいという課題もある。実際、鎌原らの手法はニュースや料理においてより好結果を挙げている。

3.2.3 本研究のアプローチ

図 1 の「ダイジェスト生成のステップ」で示したように、ダイジェストを生成するためには、意味的なまとまりを持つ場面を抽出するだけでは不十分である。抽出された場面の重要度を判定し、より重要な場面から選択する仕組みが必要となる。本研究はこの仕組みも提供するものであり、その点が本節で挙げた従来研究とは異なる。

また本研究で目指すシーン抽出は、試合の経過に応じて動的に実行されるものである。いつ試合の情報を取得しようとも、その時点で重要と認識されるシーンが抽出されなくてはならず、また抽出されるシーンは、試合の状況や利用者の嗜好を反映したものでなくてはならない。鎌原らが提案するストーリーテンプレートを利用すると、動的なシーン抽出が困難になり、利用者の嗜好を柔軟に反映することも難しくなる。

本研究は、メタデータの内容を解析し、シーンを抽出するとともに、その重要度を動的に算出する仕組みを実現する。動的なシーン抽出を可能とするところが、関連研究と大き

く異なる。

3.3 シーンの重要度算出に関する研究

次に、「ダイジェスト生成のステップ」(図 1)の以下の処理に関する研究について述べる。

- (2) 抽出したシーンの中立的な重要度を算出
- (3) 抽出したシーンにおける利用者の嗜好の度合いを算出

3.3.1 メタデータに重みを付加することでシーン重要度を算出する方式

寺口らは、メタデータ(サッカーにおけるゴールやシュートなどの発生事象を示す情報)を手動で作成し、メタデータにあらかじめ重みを付加することでシーンの重要度を算出し、ある一定の閾値を超えた重要度を持つ場面を重要場面として抽出する方式を提案している[37,38]。利用者の視聴行動から嗜好を抽出し、メタデータの重みに加えることで嗜好を反映した重要度算出手法も提案している[39,40]

馬場口らは、アメリカンフットボールを素材として、試合ごとに配信される得点やプレイをまとめたメタデータと放送映像のクローズドキャプションやテロップを対応付けてイベント情報を生成し[41]、利用者の嗜好と組合せて要約する手法を提案している[42,43]。本手法では、シーンの重要度算出のためにあらかじめ重要度の付加されたキーフレーズを

特定しておき、キーフレーズに合致したシーンの重要度を高くする、といった手法で重要シーンを抽出している。あらかじめ特定したキーフレーズによるシーン重要度算出のため、特定すべきキーフレーズの数が多くなる、他ジャンルのスポーツへの適用が難しくなる、といった課題がある。

山本らは、メタデータの重要度を時間関数として表現し、重要度の高いメタデータを含むシーンを重要シーンとして抽出する手法を提案している[44]。

メタデータに重みを付加することでシーン重要度を算出する方式の課題

関連研究で述べられている手法では、メタデータの重要度は固定（あらかじめ決まった値）であり、状況に応じて変化するものとして定義されていない。山本らの手法においても、時間関数はメタデータごとに固定されており、状況に応じて時間関数が変わる、といった提案はされていない。しかし、メタデータの重要度は試合の状況に応じて動的に決まるものであり、あらかじめ設定されている重要度だけでは不十分な場合がある。たとえばサッカーの試合において、同じシュートでも得点差が開いた状況のゴール（「成功したプレイ」）と、うまくいけば逆転できたのに実際には失敗したシュート（「惜しかったプレイ」）では明らかに後者の方が重要となる。ゴールやシュートに対してあらかじめ固定された重要度が設定されていると、後者ような「惜しかったプレイ」のシーンの重要性を表現しきれない。シーンの真の重要度はその状況に応じて決まるものであり、それを考慮しなければ精度の良い重要場面抽出は実現できない。

3.3.2 本研究のアプローチ

本研究で提案する方式は、試合の状況に応じたシーン重要度算出を可能とするものである。試合の状況をルールに反映することで、状況に応じたシーン重要度の算出が可能となる。 「逆転しそうだったシュート」のような「惜しかったプレイ」も重要場面として抽出される。このような動的なシーン重要度算出方式は関連研究では提案されておらず、新規性の高い手法であると考えられる。

3.4 状態遷移モデルを利用したシーン重要度算出方式に関する研究

シーンの重要度を判定する手法として、状態遷移モデルを利用する方式がある。本研究でも、「(2) 抽出したシーンの中立的な重要度を算出」を実現するために、状態遷移確率を利用する手法を提案している。そこで本節では状態遷移モデルを利用したシーン重要度算出の関連研究について述べる。

牛尼らは、メタデータの出現を統計的に解析し、イベントの系列を状態遷移モデル化することで、イベント系列を含むシーンの重要度を判定し、映像の概略を生成する手法を提案している[45,46]。

新田らは、スポーツのジャンルによらない意味内容解析のために、多くのスポーツ映像に共通する特徴をもとにベイジアンネットワークを利用する手法を提案している[47,48]。本手法は新田らの従来手法（シーンの重要度算出のためにあらかじめ重要度の付加された

キーフレーズを特定しておき，キーフレーズに合致したシーンの重要度を高くする[42,43])
における「キーフレーズが特定されて，他ジャンルへの適用が困難となる」という課題を
解決する手法として提案されている．

山本らは試合の内容の変化を 6 種類の状態遷移モデルにより管理，解析し，特定の状態
遷移に合致するシーンがあった場合に，そのシーンの重要度を高くする手法を提案してい
る[49]．また隠れマルコフモデルでモデル化される推計的な構造を利用して，ゲームの各ス
テータスを解析し，シーンの重要度を抽出する手法[50,51,52]も提案されている．

状態遷移モデルを利用したシーン重要度算出方式の課題

本節で述べた手法は全て，試合において実際に起こった事象に対して状態遷移モデルを
適用し，ナレーションを生成やシーン分割を行うものであり，状態の遷移結果の重要性を
測るものである．しかしながら，シーンの重要度は試合の状況に応じて動的に決まるもの
であり，結果として遷移した状態の重要度を測るだけでは不十分な場合がある．たとえば
サッカーの試合において，同じシュートでも得点差が開いた状況のゴール（「成功したプレ
イ」）と，うまくいけば逆転できたのに実際には失敗したシュート（「惜しかったプレイ」）
では明らかに後者の方が重要となる．このような「うまくいきそうだったが，結果として
うまくいかなかった状態（惜しかったプレイ）」の重要性を図る手法は，関連研究では述べ
られていない．

3.4.1 本研究のアプローチ

本研究の方式は，状態遷移確率を利用して次の遷移状態を予測し，状態としての重要度を算出するものである．状態の予測を行うという点で他の手法とは大きく異なる．状態を予測することで，結果としてうまくいかなかったが惜しかったプレイの重要度を算出することが可能となり，より質の高い映像内容解析が実現できる．

3.5 ダイジェスト番組生成方式

図1の「ダイジェスト生成のステップ」の最後は，ランキングして得られたダイジェストシーン列をつないでダイジェスト番組とする「(6) シーンをつないでダイジェスト番組化」である．ここでは，ダイジェスト番組生成方式に関する関連研究について述べる．

本研究で提案する番組化手法は，利用者の嗜好を反映した演出を含む，見ておもしろいダイジェスト番組を生成する仕組みを提供するものである **パーソナル番組マークアップ言語 (Personalized Program Markup Language, PPML)** と呼ぶ番組記述言語により，番組メタファや演出をテンプレートとして記述しDB化し，それらを動的に選択しダイジェストシーン列と組合せることで番組を生成する．生成された番組は **パーソナル番組ビューア (Personalized Program Viewer, PPV)** と呼ぶ利用者向け視聴インタフェースで視聴される．本研究の提案する手法により，多様でかつ質の高いダイジェスト番組の生成及び提示が可能となる．

そこで本節では以下を関連研究として述べる．

1. 従来から提供されている番組化システム
2. 番組記述言語
3. 自動番組変換手法

さらにそれらと比較した本研究のアプローチについて述べる．

3.5.1 番組化システム

番組生成を動的に行う，あるいは支援するシステムを**番組化システム**と呼ぶ．NHK 技術研究所で研究している効率的番組制作支援システム DTPP(Desk Top Program Production) は，卓上で企画から制作までの全工程を行えることを目標とするトータルなシステムであり，番組ソフトを大量に，効率的に制作するための支援を行う[53]．但し，どのように視聴者に見せるかという番組演出自体を生成する機能はない．

3.5.2 番組記述言語

W3C が開発した SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language) Boston は，テキスト及び静止画，動画間の同期を記述できる XML ベースの言語である[54,55]．映像と

音声のタイムベースによる同期制御の他，利用者の接続帯域に応じたコンテンツ配信などが可能である．

TVML は TV 番組作成ツールとして NHK 技術研究所で開発されたシナリオ記述言語である[56,57]．あらかじめ CG で用意してあるキャラクタに対して TVML 言語により台詞，動作，セット，カメラワークなどを記述する．TVML プレーヤは，スクリプトの内容をパースし，通常の TV 番組のように端末上で再生する．ニュースの素材を利用して，TVML の番組を自動的に生成するシステムも構築されている[58,59]．

TV 型ユーザインタフェース記述言語としては，デジタル放送で採用されている BML(Broadcast Markup Language)[60]がある．BML は ARIB(社団法人電波産業会)によって策定された XML をベースとしたマークアップ言語であり，デジタル放送における画面レイアウトや動作記述など，データ放送用ユーザインタフェースとして必要な機能を提供している．B-XML は，BML に対して DTD 等の拡張をしたものである．

3.5.3 自動番組変換の手法

以上は番組記述言語であったが，次に Web ページなどの画像とテキストからなるコンテンツを自動的に番組形式へ変換する手法に関する研究について述べる．

服部・灘本・田中らは，Web ページ全般を対象とした TV 番組形式への変換を考え，Web 情報を TV 番組のように受動的に視聴できる番組化機能を実現するために S-XML(Scripting-XML)を提案してきた[61,62,63]．S-XML では，S-XML コードから TVML

コードへの変換を行う際に，XSLTスタイルシートのテンプレートを用いて，その演出スタイル（教室スタイル，討論会スタイルなど）が指定できる．またS-XMLには，「明るい雰囲気」などというような雰囲気を指定するタグや，起承転結を表すタグがあり，すでに実装を行っている．

近藤ら[64]は，S-XMLを利用してデータベースからの検索結果を自動的にTV番組のように視聴できる呈示方式も提案している．

矢部らの研究[65]ではネットニュースの議論から脚本を作成し，台詞をCGキャラクタに割り当て，議論をテレビの討論番組のように見せる手法を提案し，TVMLを用いて実現している．この手法の対象はネットニュースの議論に限られていて，演出方法もパターン化されており，多様な演出を実現するための演出テンプレートのDB化手法については論じられていない．

道家ら[58]は，TVMLを用いて，利用者が番組に必要な情報を与えるだけで，様々なニュース番組が自動生成できる手法を考案し，その番組の構成要素を，XMLを用いて記述する手法を考案した．本研究で提案する番組化手法では，利用者の嗜好を反映した感情レベルと呼ぶ指標を計算し，その値に基づいて演出を自動選択する．利用者の嗜好の反映という点では，本研究における提案手法のほうがより強く反映可能と考える．

3.5.4 本研究のアプローチ

ここでは，上述した関連研究と，「パーソナル番組マークアップ言語(Personalized Program Markup Language, PPML)」の記述能力の違いを述べ，次に従来の番組生成システムと本研究の番組化手法の機能を比較することにより，本研究のアプローチを示す．

3.5.4.1 既存言語と PPML との記述能力比較

表2に既存言語とPPMLとの記述能力の比較を示す．以下の4機能に対して比較を行う．

同期制御

位置レイアウト

感情表現

仮想キャラクタ

ここでいう感情表現とは，「うれしい」，「よかったですね」，「残念でした」，「悲しいことに…」といった利用者の気持ちを表現する言葉である．本研究の番組化手法では，ダイジェストシーンの内容と利用者の嗜好から感情表現を生成する．また仮想キャラクタとは，TVMLなどに登場するCGで制作された仮想的なキャラクタを指す．表2の比較において，上記4つの機能に注目したのは，番組記述言語においては，素材を提示する際の同期制御に加えて，番組としての空間的な制御，仮想キャラクタ及びその表現制御が演出を含む番組生

成に必須であると考えたためである。以下に各言語の記述能力について表2を参照しながら説明する。

SMIL :

SMILでは順次実行及び並列実行を、タグ<SEQ>及び<PAR>で記述することができる。しかしSMILに仮想キャラクタ記述機能はない。

TMVL :

TMVLは仮想キャラクタによる解説機能をもつが、同期制御機能及び異なる素材を並列に再生する機能がなく、位置レイアウト機能もない。感情表現としてみると、TMVLには仮想キャラクタに話させるときに、"excite"などの指定を行うと、手を動かしながら話すなどの機能がある。

BML/B-XML :

BML/B-XMLは同期制御機能を備えるが、仮想キャラクタ記述機能はない。

S-XML :

S-XMLは起承転結タグにより、キャラクタの振る舞いが変わり、たとえば、おとなしくしていたのが、次第に活発になり、予想外の動きをし、最後はおとなしくなるなどの動きをする。よって、S-XMLの感情表現を とした。

PPML :

PPMLはS-XMLの基本概念を基に，SMILとの連動を考慮して設計された言語である．図3に，S-XMLとPPMLの関係を示す．上段は，対象とするコンテンツ，中段はスクリプティング層，下段は呈示層を示す．S-XMLに対してPPMLに追加された機能は，感情表現機能及び呈示層の各プレーヤ間の同期を制御する機能である．

表 2 番組記述言語の記述能力比較

	S-XML	SMIL	TVML	BML/ B-XML	PPML
同期制御			×		
位置レイアウト	×		×		
感情表現		×		×	
仮想キャラクタ		×		×	

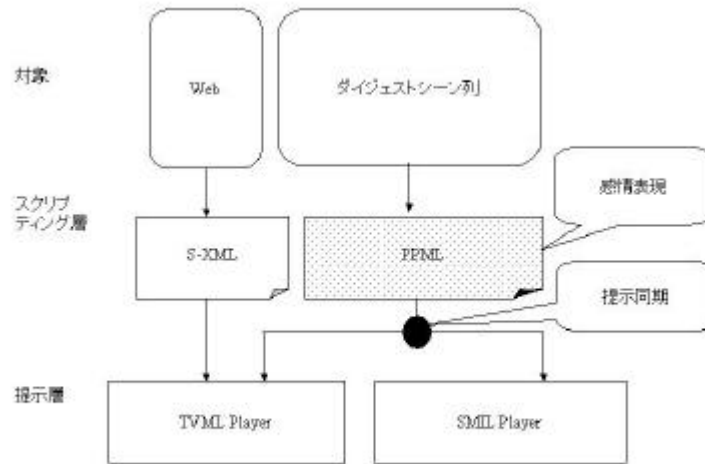


図 3 S-XML と PPML の関係

3.5.4.2 従来番組化手法と本研究における番組化手法の比較

次に、従来の番組化手法に関する研究と本研究で提案する番組化手法を比較する。本研究における番組化手法の新しい点は以下の通りである。

1. メタデータの内容及び視聴者の嗜好情報により視聴者のスタンスで感情レベルを計算し、それを反映する演出を自動生成した点
2. 演出テンプレートをデータベース化し、再利用できるフレームを提案し、試作した点

上記の 1 によって、従来の番組化手法では実現できなかった、パーソナルな番組生成が可能となる。また 2 により、多様な演出を持つ番組の動的な生成が可能となる。従来の番組化手法と比較してより効率的でかつ見ておもしろい番組生成が実現できる。

4. ルール記述によるダイジェスト シーン抽出方式

4.1 本研究における位置付け

試合の状況や利用者の嗜好を反映した重要場面を自動的に抽出し、質の高いダイジェストとして番組化する仕組みを実現するために、本研究では図 1 に示すようなダイジェスト生成のステップを規定した。本章で論じる手法は、メタデータによるルール記述を利用することで、利用者の嗜好を反映したパーソナルなダイジェストシーンを抽出する方式（PDMS：Personal Digest Making Scheme）であり、図 1 のダイジェスト生成の 6 ステップにおける以下の 5 つの処理を行う。

- (1) 映像から意味的なまとまり（シーン）を抽出

- (2) 抽出したシーンの中立的な重要度を算出
- (3) パーソナルなダイジェストを生成する場合は ,さらに抽出したシーンにおける利用者の嗜好の度合いを算出
- (4) 中立的な重要度と嗜好の度合いを組合せ最終的なシーン重要度を算出
- (5) シーン重要度に基づいてシーンをランキングし ,重要な順からダイジェストを構成するシーンを選択 (ダイジェストシーン列を生成)

本方式は野球映像を対象としている . 対象素材として野球を選択したのは , BIS データを始めとするメタデータ配信サービスが既に存在していることと , コンテンツとしての人気が高く利用者の嗜好も多様であり , 商用システムへの展開が容易であると考えたためである .

4.2 PDMS への入力情報

PDMS への入力情報は , 放送局などのコンテンツプロバイダにより配信される **ビデオデータ** , メタデータである **基本記述子 (primitive descriptor)** と 利用者が自分の端末を通して入力する **嗜好情報 (viewer preferences)** である . 各データについて以下に説明する .

4.2.1 ビデオデータ

放送局などが制作するタイムコードの付きビデオデータを入力とする。以下のようなフレーム列で表現されると定義する。

ビデオデータ：(f₁...f_n)

ビデオデータは、静止画像であるフレームの列 f₁ ... f_n である。各フレームは識別子となるフレーム番号 fno、及びそのフレームが表現する経過時間(先頭フレーム f₁ からの相対時間)を示すタイムコード timecode、イメージデータ img の3つ組で表現されるとした。

4.2.2 基本記述子

基本記述子は BIS データやアソボウズのデータとして得られるメタデータであり、以下のように定義する。

基本記述子：(pid, type, fno, {attr₁, ..., attr_n})

pid:	基本記述子の識別子
type:	基本記述子の型
fno:	対応付けられるフレーム識別子
attr ₁ , ..., attr _n :	基本記述子の属性

基本記述子の型は，以下の2種類に分類できる．

1. **構造イベント**

「試合開始(game_start)」、「イニング開始(beginning_of_inning)」、「打席開始(at_bat)」といった試合の構造を示す基本記述子の型

2. **プレイイベント**

「投球(pitch)」、「安打(hit)」、「アウト(out)」、「加点(additional_run)」といった試合で発生したプレイを示す基本記述子の型

表3は，基本記述子の型一覧である．各基本記述子はフレーム識別子 fno を属性としてもつ．このフレーム識別子は，BIS データやアソボウズのデータの属性として記述されているメタデータの発生日時と映像のタイムコードから算出されるものであり，これにより映像と基本記述子が結びつけられる．{attr1, ..., attrn}は各基本記述子の固有属性であり，各属性は属性名と値のペアとして表現される．どのような属性を持つかは基本記述子の型に依存して決定される．付録1に基本記述子の型と属性の一覧を示す．

表 3 基本記述子の型一覧

構造イベント	試合開始, イニング開始, 打席開始, 打席終了, イニング終了, 試合終了
プレイイベント	選手交替, 投球, 好送球, 好捕, 失策(進塁), 暴投, 捕逸, ボーク, 野選, 牽制悪送球, 打撃妨害, 走塁妨害, 失策(打球), 凡打, 三振, 三振(3バント), 犠打, 犠飛, 通常のアウト, 盗塁死, 走塁死, 牽制死, 飛び出し, OvRun, 守備妨害, 隠球, 規則違反, 併殺打, 併殺打失策, 安打, 四球, 敬遠, 死球, 送球間(入替り), 野選, 犠打野選, 二塁打, 三塁打, 通常の進塁, 送球間, 失策, 振逃げ, 盗塁, 暴投, 捕逸, タッチアップ, ボーク, 打撃妨害, 走塁妨害, 犠打失策, 犠飛失策, 二塁打(エンタイトル), 加点, その他

図 4 は基本記述子の例である。各行が 1 つの基本記述子 となっている。

- 1, 試合開始, 100, 公式戦, セリーグ, 20030623, 18:00:00, 18:01:23, TokyoDome, 50000, Giants, Carp, 13
- 2, イニング開始, 130, 1, 表, 0, 0, 1, Carp, Giants
- 3, 打席開始, 2800, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, Nomura, Kuwata
- 4, 投球, 2950, Kuwata, Nomura, ストレート
- 5, 安打, 3130, Nomura, Kuwata, 1, right, liner
- 6, 打席終了, 4000, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, Nomura, Kuwata
- 7, 打席開始, 4250, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 2, Tomashino, Kuwata
- 8, 投球, 5135, Kuwata, Tomashino, カーブ
- 9, 投球, 5500, Kuwata, Tomashino, ストレート
- 10, 二塁打, 5340, Tomashino, Kuwata, 2, left, liner
- 11, 加点, 6150, Nomura, Kuwata, 1, 表, 0, 1, 0
- 12, 打席終了, 6700, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, Tomashino, Kuwata
- :
- :
- 52, 三振, 23440, Yamamoto, Kuwata,

図 4 基本記述子の例

4.2.3 嗜好情報

嗜好情報は、誰が、何を、どれくらい好きかを表現する、利用者により入力される情報である。

嗜好情報：(uid, prefid, name, category, weight)

uid: 利用者の識別子
prefid: 嗜好情報の識別子
name: 嗜好項目名
category: 各嗜好項目のカテゴリ
weight: 嗜好の度合い(0<= weight <=1)

野球の場合、category 及び name は以下の項目とした。

category : 「チーム」、または「選手」
name : category がチームのときは、プロ野球のセ・パ両リーグ 12 球団名
 category が選手のときは、一軍登録名

以下に巨人ファン及び 選手のファンの嗜好情報 の例を示す:

(1, 1, "巨人", "チーム", 0.8) // 巨人ファン

(1, 2, " × ×", "選手", 1) // 選手のファン

4.3 3つのルールと生成情報

図1で規定したダイジェスト生成ステップを実現するために、本手法では、以下の3つのルールを提案する。

1. シーン抽出ルール (*Scene Extraction Rule*)

映像から意味的なまとまり(シーン)を抽出するルール。ダイジェスト生成ステップの「(1) 映像から意味的なまとまり(シーン)を抽出」を実現する。

2. ステータスパラメタ算出ルール (*Status Parameter Calculation Rule*)

抽出したシーンの中立的な重要度を算出するためのルール。ダイジェスト生成ステップの「(2) 抽出したシーンの中立的な重要度を算出」を実現する。

3. 嗜好パラメタ算出ルール (*Preference Parameter Calculation Rule*)

抽出したシーンにおける利用者の嗜好の度合いを算出するルール。ダイジェスト生成ステップの「(3) 抽出したシーンにおける利用者の嗜好の度合いを算出」を実現する。

以下に各ルールの説明と、ルールにより生成される情報について述べる。

4.3.1 シーン抽出ルール

本ルールはダイジェスト生成ステップの以下の処理を実現するためのルールである。

(1) 映像から意味的なまとまり（シーン）を抽出

本ルールはシーンを抽出するとともに、基本記述子に意味的情報を付加するアノテーションも生成する。以下では、シーン及びアノテーションについて説明する。

シーンは意味的なまとまりをもつフレーム列である。以下のような組で表現される。

シーン： (sid, type, ffno, lfno)

sid:	シーンの識別子
type:	シーンの型
ffno:	開始フレームの識別子
lfno:	終了フレームの識別子

野球番組の場合、「イニング」（基本記述子「イニング開始」から「イニング終了」まで）、「投球」（基本記述子「投球」から次の「投球」の直前まで）などの各種のシーンの型が考えられる。シーン抽出ルールによりこれらのシーンは動的に抽出される。

アノテーションは基本記述子の補足情報である。シーン抽出ルールにより、複数の基本記述子の情報から複合的な意味を持つ記述が自動的に生成されアノテーションとなる。アノテーションは以下のような組で表現される。

アノテーション: (aid , type , pid)

aid: アノテーションの識別子
type: アノテーションの型
pid: 対応する基本記述子の識別子

アノテーションの型 type は、アノテーションの種類を表す。例えば野球番組の場合、「タイムリーヒット」、「逆転ホームラン」などのアノテーションが考えられる。それぞれ基本記述子「安打」、「本塁打」のアノテーションとなり、pid にはその基本記述子を特定する識別子が設定される。

シーン抽出ルールは次のようなマークアップ言語で表現される。なお以降の記述において下線が付加されている用語は非終端記号を示す。

```
Scene 抽出ルール::=  
  <Scene_Extract_Rule>  
    <type> シーンタイプ </>  
    <pattern> パターン </>  
    {<annotation> アノテーション指定 </>}  
  </Scene_Extract_Rule>
```

パターン::=

```
{ <start> 開始基本記述子 </> }  
{ <end> 終了基本記述子 </> }  
<regexp> 基本記述子パターン </>
```

アノテーション指定::=

```
<name> アノテーションタイプ </>  
<spot> 基本記述子位置 </>
```

基本記述子列においてパターンが成立した場合、シーンタイプで示される型のシーンが生成される。開始基本記述子、終了基本記述子は、シーン抽出のためのマッチングの範囲を規定するものである。開始基本記述子が発生すると、基本記述子パターンのマッチングが開始される。終了基本記述子が発生する前に基本記述子パターンのマッチが完了すれば、シーンは抽出される。パターンマッチの前に終了基本記述子が発生してしまった場合は、パターンマッチ処理は中止となる。開始基本記述子、終了基本記述子が省略された場合は、試合の開始から終了までの範囲で基本記述子パターンのマッチング処理が実行されることになる。

基本記述子パターンは、基本記述子の正規表現で表される。基本記述子パターンには、演算の優先度を指定する括弧 " () ", Scene の開始及び終了基本記述子を表す " ^ ", " \$ " も利用できる。また基本記述子の属性データ attr に関する各種の条件も角括弧 " [] " を用いて指定できる。基本記述子が1回以上現れることを示す演算子は "+", 0回以上の繰り返し演算子は "*". 任意の型のイベントは "." で表わす。

シーン抽出が完了すると、アノテーション指定で指定されたアノテーションが、基本記述子位置で参照されている基本記述子に付加される。基本記述子位置の参照は、基本記述

子パターンにおいて参照したい基本記述子を「¥(... ¥)」で囲んでおき、その順番の番号で指定することとする。以下にシーン抽出ルールの例を示す。

```
<Scene_Extract_Rule>
  <type> 逆転 </>
  <pattern>
    <start> イニング開始 </>
    <end> (イニング終了|打席開始) </>
    <regexp>
      ¥((安打|四球|死球|本塁打)
        [攻撃チーム得点<守備チーム得点]¥)
      (.)* (¥(加点¥) (.)*)+
      . [攻撃チーム得点>守備チーム得点]
    </> </>
  <annotation>
    <name> 逆転のきっかけ </>
    <spot> ¥1 </></>
  <annotation>
    <name> 逆転の瞬間</>
    <spot> ¥2[$] </></>
</Scene_Extract_Rule>
```

上記は、逆転のシーンを生成するためのルールである。基本記述子「イニング開始」の後に、「安打」、「四球」、「死球」または「本塁打」基本記述子が発生する。その際、攻撃チームの得点が守備チームより低く、その後、加点を示す基本記述子「加点」が1回以上発生し、その直後に攻撃チームの得点が高くなっているシーンを逆転シーンとして抽出する。

シーンが抽出されると、パターン内の基本記述子(「安打」、「四球」、「死球」または「本塁打」、¥1で参照される)にアノテーション「逆転のきっかけ」が生成付加される。さら

に、次にマッチした加点のうち、最後の加点（¥2[\$]で参照される）にアノテーション「逆転のきっかけ」が生成付加される。

このシーン抽出及びアノテーション生成処理により、映像の意味的なまとまり発見と複合的な意味付けが可能となる。

4.3.2 ステータスパラメタ算出ルール

本ルールはダイジェスト生成ステップの以下の処理を実現する。

(2) 抽出したシーンの中立的な重要度を算出

各シーンの中立的な重要度を算出するためにステータスパラメタと呼ぶ指標を定義する。以下ではステータスパラメタについて説明する。

ステータスパラメタは基本記述子の重要度を示す指標であり、基本記述子及びアノテーションの情報に基づき算出される。映像上の1つの基本記述子につき、ステータスパラメタは複数個算出される。ステータスパラメタは以下の組で表現される。

ステータスパラメタ: (type, pid, value)

type: パラメタの型

pid: 対応する基本記述子の識別子
value: パラメタの値

ステータスパラメタの型 type は、重要度の種類を表す。pid で特定される基本記述子におけるステータスパラメタ値が value となる。例えば野球番組の場合、表 4 ような 4 つのステータスパラメタがあり、表 4 で示すような基本記述子やアノテーションが発生したとき、その値が大きくなるとした。

ステータスパラメタの算出は「ステータスパラメタ算出ルール」により行う。このルールも予め定義して DB 化しておく。ステータスパラメタ算出ルールは以下のようなマークアップ言語で表現される。

```
ステータスパラメタ算出ルール ::=
<Status_Paramter_Calc_Rule>
  <trigger> トリガーイベント名</>
  <rule> ルール指定 </> {<rule> ルール指定 </>}
  { <trigger> トリガーイベント名</>
    <rule> ルール指定 </> {<rule> ルール指定 </>} }
</Status_Paramter_Calc_Rule >
```

```
トリガーイベント名 ::=
(基本記述子の型 | アノテーションの型)
```

```
ルール指定 ::=
<type> ステータスパラメタの型 </>
<op> 演算子 </> <value> 値 | 式 </>
```

表 4 野球におけるステータスパラメタとその内容，値を制御する基本記述子と
アノテーション

ステータスパラメタ	内容	値をプラスにする基本記述子・アノテーション	値をマイナスにする基本記述子・
攻撃レベル	攻撃的な調子を示す	6打席連続本塁打, 5打席連続本塁打, 4者連続本塁打, 4打席連続本塁打, 3者連続本塁打, 3打席連続本塁打, 満塁本塁打, 3点本塁打, 2者連続本塁打, 2打席連続本塁打, 2点本塁打, 本塁打, 三塁打, 二塁打, エンタイトル二塁打, 逆転, 内野安打, 本塁盗塁, 安打, 3塁盗塁, 2塁盗塁, タイムリー, 先制, 同点, 勝越, 打点, 振逃げ, 犠牲フライ, 犠牲バント, 得点まで繋がったヒット(試合終了時の総得点 = 1), 得点まで繋がったヒット(試合終了時の総得点 = 2), 得点まで繋がったヒット(試合終了時の総得点 = 3), 得点まで繋がったヒット(試合終了時の総得点 = 4)	オーバーラン, 守備妨害
守備レベル	守備的な調子を示す	完全試合, ノーヒットノーラン, 完封勝利, 完投勝利, トリプルプレー, 最終打者打取(決着1), 最終打者打取(決着2), 最終打者打取(決着3), 最終打者打取(決着4), 最終打者打取(引分, Home), 最終打者打取(引分, Away), ダブルプレー, 三振, 三振(3バント), クリーンナップのアウト, 3者連続三振, 好捕, 好送球, チェンジ, 3者凡退, アウト, 凡打, 併殺打, 併殺打失策, 牽制死, 盗塁死	四球, 死球, 失策
投手レベル	投手の調子を示す	三振, 三振(3バント), クリーンナップのアウト, 3者連続三振, 凡打, 併殺打, 併殺打失策	四球, 死球
興奮レベル	興奮する度合いを示す	代打, 2アウト, 得点圏ランナー生還で逆転, 得点圏ランナー生還で同点, 得点圏ランナー生還で先制, 得点圏ランナー生還で勝越, 一塁, 二塁, 三塁, 一、二塁, 一、三塁, 二、三塁, 満塁	

トリガーイベント名には，基本記述子の型，アノテーションの型を指定する．指定された基本記述子，あるいはアノテーションが発生すると，以降に記述されているルールが発火する．ルール指定には，ステータスパラメタの型の名前とその算出式（演算子と値または式）を定義する．基本記述子の場合はそのステータスパラメタの値を算出する．アノテーションの場合は，そのアノテーション付加されている基本記述子のステータスパラメタの

値を算出する。演算子には、四則演算子を指定する。該当基本記述子において既にステータスパラメタ値が算出されていた場合は、その値を基に新しい値を求める。算出されていない場合は、初期値 0 として値を求める。

以下にステータスパラメタ算出ルールの例を示す。

```
<Status_Paramter_Calc_Rule>
  <trigger> 本塁打 </>
  //基本記述子「本塁打」が発生
  <rule> <type>攻撃レベル</> <op>+</> <value>    </></>
</Status_Paramter_Calc_Rule>

<Status_Paramter_Calc_Rule>
  <trigger> 逆転のきっかけ </>
  //Annotation「逆転のきっかけ」の生成
  <rule> <type>攻撃レベル</> <op>+</>
    <value>    </></>
</Status_Paramter_Calc_Rule>
```

上記は野球番組において基本記述子「本塁打」とアノテーション「逆転のきっかけ」が発生した場合のステータスパラメタ算出手続きを記述した例である。「本塁打」が発生すると、該当する基本記述子における「攻撃レベル」パラメタの値が加算される。また「逆転」シーンの抽出によりアノテーション「逆転のきっかけ」が生成されると、アノテーション「逆転のきっかけ」が付加されている基本記述子の攻撃レベルが加算される。図 5 はステータスパラメタの算出例である。安打や加点が発生すると、攻撃レベルの値が大きくなる例を示している。このイベント駆動型のステータスパラメタの算出処理により、動的な重要度の算出が可能となる。

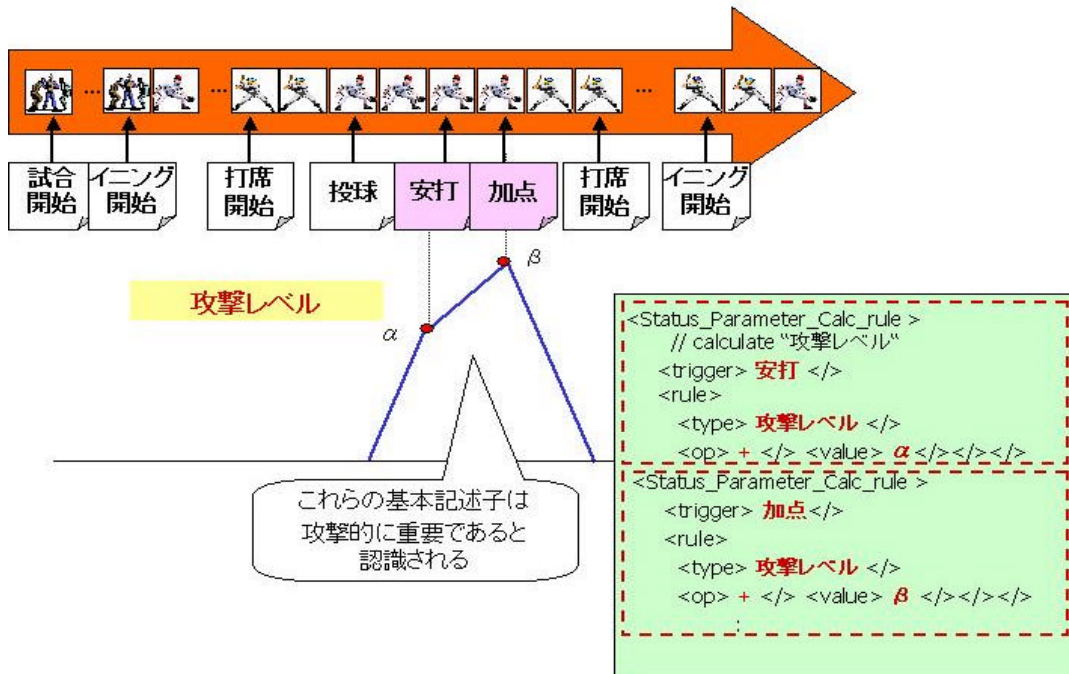


図 5 ステータスパラメタ算出例

4.3.3 嗜好パラメタ算出ルール

嗜好パラメタ算出ルールは、ダイジェスト生成ステップの「(3) 抽出したシーンにおける利用者の嗜好の度合いを算出」を実現するためのルールである。利用者の嗜好は嗜好パラメタと定義する以下のような指標により表現される。

嗜好パラメタは各基本記述子における利用者の嗜好の度合いを表現する指標であり、以下のような組で表現される。

嗜好パラメタ: (uid, pid, value)

uid: 利用者の識別子
pid: 対応する基本記述子の識別子
value: パラメタの値

利用者の好きなチームや選手に関連する基本記述子が発現した場合、嗜好パラメタの値は高くなる。嗜好パラメタ算出ルールは、以下のようなマークアップ言語で表現される。

```
嗜好パラメタ算出ルール::=  
<Preference_Paramter_Calc_Rule>  
  <trigger> トリガーイベント名</>  
  <rule> 嗜好パラメタ算出ルール指定 </>  
  {<rule> 嗜好パラメタ算出ルール指定 </>}  
  {<trigger> トリガーイベント名</>  
  <rule> 嗜好パラメタ算出ルール指定 </>  
  {<rule> 嗜好パラメタ算出ルール指定 </>}}  
</ Preference__Paramter_Calc_Rule >
```

```
トリガーイベント名::=  
  ( 基本記述子の型 | アノテーションの型 )  
嗜好パラメタ算出ルール指定::=  
  <type>嗜好パラメタ </>  
  <op> 演算子 </> <value> 値|式 </>
```

トリガーイベント名には、基本記述子の型、アノテーションの型を指定する。指定された基本記述子、あるいはアノテーションが発生すると、以降に記述されているルールが発火する。嗜好パラメタ算出ルール指定には、嗜好パラメタとその算出式（演算子と値または式）を定義する。以下は嗜好パラメタ算出の例である。

```

<Preference_Paramter_Calc_Rule>
  <trigger> 投球[主役選手名=$Name] </>
  //利用者の好みの選手が投手であったとき
  <rule> <type>嗜好レベル(SX) </> <op>+</>
  <value> ( * $Weight) </></>
</Preference_Paramter_Calc_Rule >

< Preference_Paramter_Calc_Rule >
  <trigger> 安打[主役選手名= $ Name] </>
  //利用者の好みの選手が安打を打ったとき
  <rule> <type>嗜好レベル(SX) </> <op>+</>
  <value> ( * $Weight) </></>
</Preference_Paramter_Calc_Rule >

```

上記の例において，利用者の識別子，嗜好項目名，カテゴリ名及び嗜好の重み は SX, \$Name, \$Category, \$Weight として参照される．嗜好パラメタは，嗜好レベル(SX)として表現される．嗜好パラメタ算出ルールでは，利用者の好みの選手が登場した場合，嗜好パラメタを重み（Weight）に応じて加算している．基本記述子「安打」の打者名（主役選手名）が利用者の好きな打者名と一致したとき，嗜好パラメタの値は，"(* \$Weight)" 増加する．

4.4 ダイジェスト作成プロセス

PDMS のダイジェスト作成プロセスは，以下の 2 つのステップから構成される(図 7)．

Step1：シーン抽出ステップ

Step2：重要シーン選択ステップ

以下，上記 2 つのステップについて説明する．

Step1：シーン抽出ステップ

シーン抽出ステップは，これまで説明してきた 3 つのルール（シーン抽出ルール，ステイタスパラメタ算出ルール，嗜好パラメタ算出ルール）を利用して，図 1 の「ダイジェスト生成のステップ」のうち以下の処理を実現する．

- (1) 映像から意味的なまとまり（シーン）を抽出 シーン抽出ルールを利用
- (2) 抽出したシーンの中立的な重要度を算出 ステイタスパラメタ算出ルールを利用
- (3) パーソナルなダイジェストを生成する場合は，さらに抽出したシーンにおける利用者の嗜好の度合いを算出 嗜好パラメタ算出ルールを利用

Step2：重要シーンの選択ステップ

重要シーンの選択ステップは，「ダイジェストの総時間」，「抽出するシーンの粒度」，「シーン選択に利用するステイタス/嗜好パラメタの集合」を利用者からの入力とし，図 1 の「ダイジェスト生成のステップ」のうち，以下の処理を実現する．

- (4) 中立的な重要度と嗜好の度合いを組合せ最終的なシーン重要度を算出
- (5) シーン重要度に基づいてシーンをランキングし、重要な順からダイジェストを構成するシーンを選択（ダイジェストシーン列を生成）

中立的な重要度（ステイタスパラメタ）と嗜好の度合い（嗜好パラメタ）を組合せた最終的な重要度を **シーン重要度** と呼ぶ。シーン重要度は以下の組で表現される。

シーン重要度： (sid, value)

sid: シーンの識別子
value: シーンの重要度値

シーン s_i の重要度 $S(s_i)$ は以下のように算出される。

$$S(s_i) = \sum_{sp} (get_value(s_i, sp_j)) + \sum_{pp} (get_value(s_i, pp_k)) \quad (1)$$

シーン s_i の重要度 $S(s_i)$ は、シーン s_i のフレーム列内に存在する基本記述子に付加されたステイタスパラメタ sp_j 及び嗜好パラメタ pp_k のうち、利用者により利用パラメタとして指定されたパラメタの値の和となる。(1)式の $get_value(s_i, sp_i)$ はシーン s_i のフレーム列内に存在する基本記述子に付加されたパラメタ sp_i の合計値を返す関数である。

図 6 にダイジェスト作成プロセスの手続きを示す。本プロセスは基本記述子列と嗜好情報を入力とし、シーンの重要度によって選択されたダイジェストシーン列を返す。前述の通り、本プロセスは「シーン抽出ステップ」と「重要シーン選択」の 2 つのステップからなる。シーン抽出ステップでは、抽出されたシーンの集合、算出されたステータスパラメタの集合及び嗜好パラメタの集合を返す。次に利用者から「ダイジェスト総時間」、「シーン粒度」、「利用パラメタ」を入力値として得る。重要シーン選択ステップでは、シーン抽出ステップの結果を利用してシーン重要度を算出し、重要度に基づいてシーンをランキングし、ダイジェスト総時間に合わせて選択したダイジェストシーン列を返す。

図 6 の手続きでは、基本記述子列、嗜好情報を入力としてバッチ的にダイジェスト生成プロセスを実行しているが、試合の経過に応じて基本記述子をリアルタイムに解析し、ダイジェストシーン列を動的に生成する手続きも考えられる。

本プロセスにおいて選択されるシーンは利用パラメタに依存して異なる(図 7)。たとえば図 7 において、攻撃レベルのみが選択された場合と、攻撃レベルと嗜好パラメタが選択された場合では、抽出される重要なシーンが異なることになる。

```

ダイジェスト作成プロセス(基本記述子列, 嗜好情報) {
    (シーン集合, ステータスパラメタ集合, 嗜好パラメタ集合)
    = シーン抽出ステップ(基本記述子列, 嗜好情報)
    // シーンが抽出され, ステータスパラメタ集合, 嗜好パラメタ集合が返される

    (ダイジェスト総時間, シーン粒度, 利用パラメタ列) = ユーザ入力()
    // ダイジェスト生成にあたり, ユーザからの入力を得る

    ダイジェストシーン列
    = 重要シーン選択ステップ(シーン集合, ステータスパラメタ集合, 嗜好パラメタ集合, ダイジェスト総時
    間, シーン粒度, 利用パラメタ列)
    // シーン重要度によりランキングされ, 選択されたダイジェストシーン列を返す

    return ダイジェストシーン列
}

シーン抽出ステップ(基本記述子列, 嗜好情報) {
    foreach(基本記述子 in 基本記述子列) {
        if(パターンチェック(基本記述子))
            (シーン集合, アンテーション付き基本記述子列) = シーン抽出ルール(基本記述子)
            // シーン集合とアンテーション付き基本記述子集合を生成
    }
    foreach(基本記述子 in アンテーション付き基本記述子列) {
        if(ステータスパラメタトリガーチェック(基本記述子))
            (ステータスパラメタ集合) = ステータスパラメタ算出ルール(シーン集合, 基本記述子)
            // アンテーション付き基本記述子をトリガとして, ルールが起動され, ステータスパラメタ値を算出
    }
    foreach(基本記述子 in アンテーション付き基本記述子列) {
        if(嗜好パラメタトリガーチェック(基本記述子, 嗜好情報))
            (嗜好パラメタ集合) = 嗜好パラメタ算出ルール(シーン集合, 基本記述子, 嗜好情報)
            // アンテーション付き基本記述子をトリガとして, ルールが起動され, 嗜好パラメタを算出
    }
    return (シーン集合, ステータスパラメタ集合, 嗜好パラメタ集合)
}

重要シーン選択ステップ(シーン集合, ステータスパラメタ集合, 嗜好パラメタ集合, ダイジェスト総時間, シーン粒度, 利
用パラメタ) {
    シーン重要度集合 = シーン重要度算出(シーン集合, ステータスパラメタ集合, 嗜好パラメタ集合, シーン粒度, 利
    用パラメタ列)
    // 指定された粒度のシーンに対して, 指定された利用パラメタ列の値からシーン重要度を算出

    ダイジェストシーン列 = シーン選択(シーン集合, シーン重要度集合, ダイジェスト総時間)
    // ダイジェスト総時間に合わせて, シーン重要度の高い順にシーンを選択

    return ダイジェストシーン列
}

```

図 6 ダイジェスト作成手続き

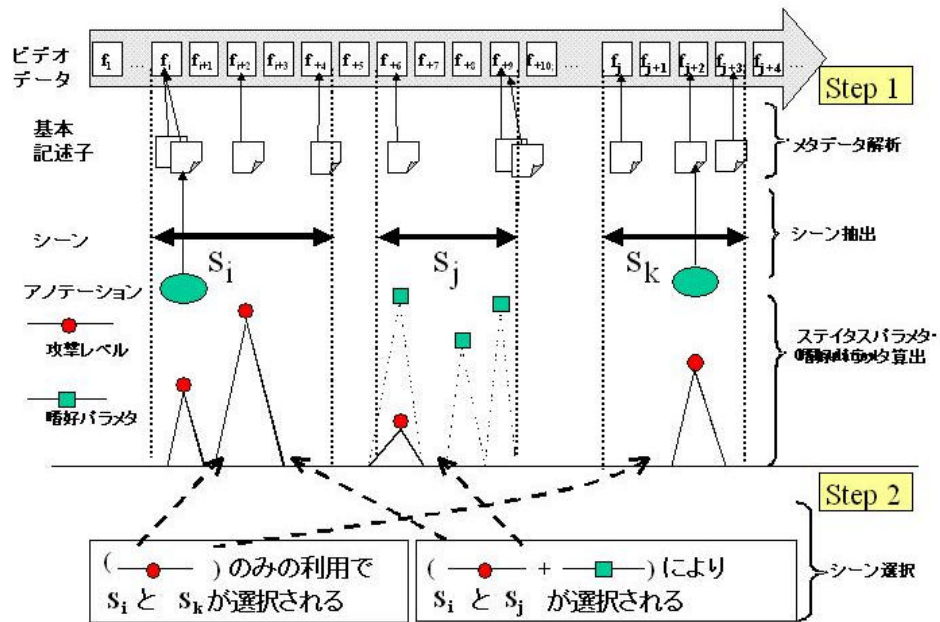


図 7 ダイジェスト作成プロセス

4.5 状況に応じたルール記述

シーンの重要度は試合の状況に応じて動的に決まる。たとえばサッカーの試合において、同じシュートでも得点差が開いた状況のシュートと、うまくいけば逆転できたのに実際には失敗したシュートでは明らかに後者の方が重要となる。試合の状況を考慮しなければ精度の良い重要場面抽出は実現できない。

そこで本研究では、試合のさまざまな状況をルール記述に反映することで、状況を考慮した重要度算出を実現することとした。具体的には、各パラメタ値の算出の際に加算する

値を変数とし、各種のチューニングにより変数の値を制御できるようにした。加算される値は、以下のような傾向をもつとした。

- イニングが進むにつれ、ヒットや本塁打などのプレイイベントにおける攻撃レベルの加算値は徐々に高くなる。
- ダブルプレイ、トリプルプレイなどの守備レベルの加算値もイニングが進むにつれ徐々に高くなる。
- 得点差、塁状況を参照し、得点圏ランナー生還で同点、逆転、先制などが可能ならば、興奮レベルの加算値は高くなる。その際、イニングが進むにつれ、加算する値は徐々に高くなる。
- あらかじめ重要選手を登録しておき、該当選手の打席の場合、興奮レベルの加算値を上げる。その際、イニングが進むにつれ、加算する値を徐々に上げる。

付録 2 の「ステータスパラメタにおける加算値の調整結果一覧」に、ステータスパラメタの加算値をチューニングにより調整した結果のリスト（一部抜粋）を示す。イニングが進むにつれ徐々に加算値は増加している。

付録 3 の「ステータスパラメタ算出ルール（一部抜粋）」は得点差、塁状況といった各種状況を反映したルール記述の例である。各状況に応じてルールを記述する必要が生じるため、ルール記述が増大・複雑化する傾向にある。

4.6 プロトタイプシステム

図 8, 9 は, 本方式に基づいて作成したプロトタイプシステムの画面例である。本プロトタイプシステムは, 基本記述子のファイルと, 「シーン抽出ルール」, 「ステータスパラメタ算出ルール」, 「嗜好パラメタ算出ルール」の 3 つのルールを記述したファイル, 利用者 (ViewerA) の嗜好情報を入力とする。これらの入力データを入力とし, 図 8 の左画面にあるような解析結果を得る。図 8 の左画面の階層構造は, 試合の構造を表現している。グラフは縦軸が重要度値, 横軸が時間を示しており, ステータスパラメタ, 嗜好パラメタの値の変化を表している。

利用者は, 図 8 の右画面を通して, 以下を入力する。

- ダイジェストの総時間
- 抽出するシーンの粒度
- シーン選択に利用するステータス/嗜好パラメタの集合

図 9 は利用者の入力に基づいて, ダイジェストシーンを抽出した例である。図 10 の画面上で網掛けの帯で示されているのが, PDMS がダイジェストとして抽出したシーンである。利用者の嗜好が Nishi 選手を好きというものであったので, PDMS はこの利用者のために, 3 つの Nishi 選手のシーンを抽出している。灰色の帯をクリックするか, シーンの構造をクリックすると, 該当するシーンが再生される。

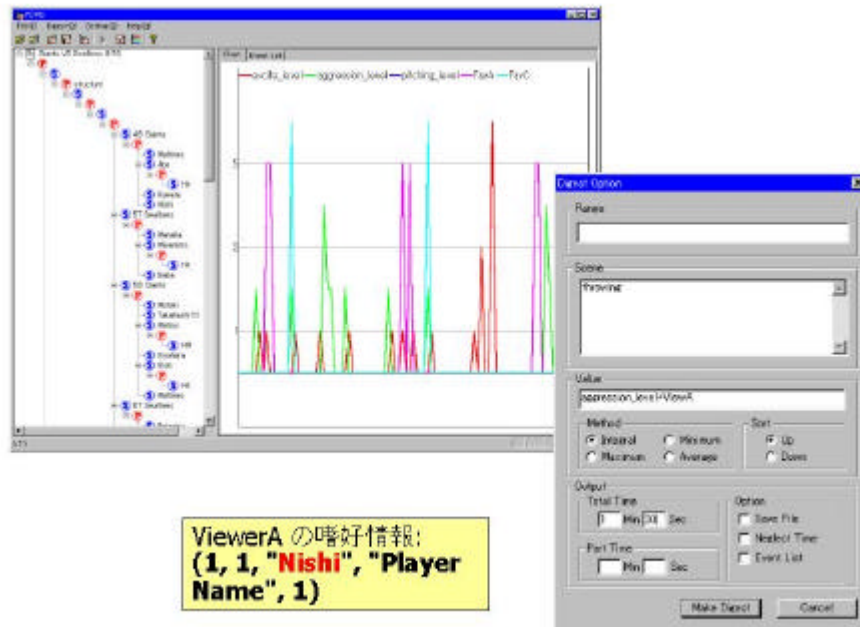


図 8 プロトタイプの画面イメージ(1)

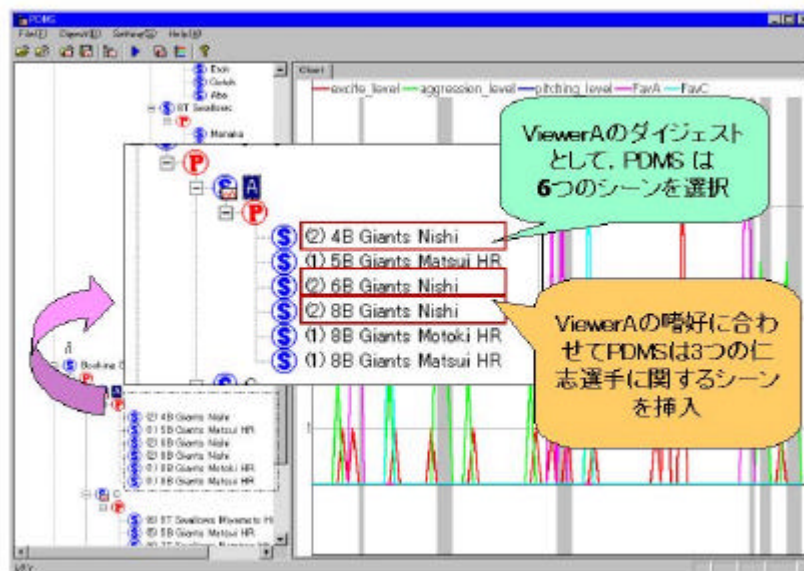


図 9 プロトタイプの画面イメージ(2)

4.7 評価

本方式を 2002 年に開催された日本プロ野球の試合に適用し評価を行った。本節では、評価データ、評価方法、評価結果及び得られた知見について報告する。

4.7.1 評価データ

2002 年のプロ野球 98 試合を評価データとした。試合の状況に依存した有効性を評価するために評価データを以下の 3 つのタイプに分類することとした。

- 投手戦 30 試合
両チームの得点がそれぞれ 3 点以下。
- ワンサイドゲーム 34 試合
どちらかのチームが 4 点以上得点し、かつ両チームの得点差が 4 点以上
- 乱打戦 34 試合
両チームそれぞれの得点が 4 点以上であり、かつ得点差が 3 点以下

正解データとして、(株)文化工房[66]の番組制作ディレクターに次のようなダイジェストの作成を依頼した。

- 利用者の嗜好を反映しない中立のダイジェスト
- 利用者の嗜好を反映したホームチームファン向けダイジェスト
- 利用者の嗜好を反映したアウェイチームファン向けダイジェスト

各ダイジェストはその試合において重要と思われるシーンのベスト 10 から構成されるとして、1 つの試合に対して中立、ホームチームファン向け、アウェイチームファン向けの 3 つのダイジェストが正解データとして存在するため、98 試合で合計 294 個のダイジェストが (株)文化工房[66]の番組制作ディレクターにより提供された。

4.7.1.1 チューニング

ステータスパラメタの加算値を調整するために、以下のようなチューニングデータを用いた。

チューニング用データ

2002 年のプロ野球の 24 試合(評価データとは別の試合)をチューニング用データとした。評価データと同様、以下の 3 つのタイプに分類した。

- 投手戦 8 試合
- ワンサイドゲーム 8 試合
- 乱打戦 8 試合

チューニング用正解データ

上記の 24 試合について正解データと同様に（株）文化工房[66]の番組制作ディレクターに次のようなチューニング用正解データの作成を依頼した。

- 利用者の嗜好を反映しない中立のダイジェスト
- 利用者の嗜好を反映したホームチームファン向けダイジェスト
- 利用者の嗜好を反映したアウェイチームファン向けダイジェスト

チューニングにより，ステイタスパラメタの加算値の調整を行った。調整結果は，付録 2 の「各ステイタスパラメタにおける加算値の調整結果一覧(一部抜粋)」を参照されたい。

4.7.1.2 実験に使用したルール

実験には以下のルールを使用した。

シーン抽出ルール(4 ルール，約 200 行)

試合，イニング，打席，1 プレイ（投球から結果がでるまで）のシーンを抽出。

ステイタスパラメタ算出ルール(42 ルール，約 5000 行)

攻撃レベル，投手レベル，守備レベル，興奮レベルの各ステイタスパラメタ値を算出。

試合の状況を保持し，状況に応じた重要度値を設定，時間が進むにつれ，加算する重要度値を大きくしていくといった処理をルールとして記述．得点差，出塁状況などを参照して，状況を判断し，興奮レベルの値に反映するといった処理も記述した．

嗜好パラメタ算出ルール(1 ルール，約 500 行)

嗜好項目はチームとし，攻撃時は，攻撃レベル，興奮レベルの合計値に Weight を積算した値を嗜好パラメタ値とし，守備時は 投手レベル，守備レベル，興奮レベルの合計値に Weight

を積算した値を嗜好パラメタ値とするようにした．

付録 3 に「ステイタスパラメタ算出ルール（一部抜粋）^{*}」を添付する．

4.7.2 評価方法

評価データ 98 試合に対して，本手法により以下の 3 種類のダイジェストシーンを自動抽出した．

- 利用者の嗜好を反映しない中立のダイジェスト
- 利用者の嗜好を反映したホームチームファン向けダイジェスト
- 利用者の嗜好を反映したアウェイチームファン向けダイジェスト

^{*} ルール記述は商用サービスにおけるノウハウとなるため，本稿で全てを開示することはできない．

本手法により自動抽出したシーンと、番組制作ディレクターが手動で抽出したシーンを比較し、適合率を以下のように算出した。

$$\text{適合率} = \frac{\text{本方式により抽出された重要シーン中の正解シーンの数}}{\text{本方式により抽出された重要シーンの数(10シーン)}} \quad (2)$$

98 試合に対して自動抽出されているシーンの妥当性をそれぞれ確認した。また自動抽出したシーンにおける適合率の平均を求め、本手法の妥当性を評価した。

4.7.3 評価結果及び得られた知見

自動抽出されたシーンの妥当性

表 5 は、自動抽出結果の一例である。左から順に中立、ホームチーム(ロッテ)ファン向け、アウェイ(近鉄)ファン向けの正解ダイジェストシーン(番組ディレクターによる手動選択結果)をリストアップした。本手法により自動抽出されたシーンが正解データと合致する場合には「自動抽出」の欄に を書いている。正解データに対する適合率も併せて記載している。以下、自動抽出シーンの妥当性に関する知見をまとめる。

- 表 5 の自動抽出結果は、中立、ホームチームファン向け、アウェイチームファン向けの 3 つのダイジェストに対して高い適合率(0.8~0.9)を示しており、表 5 の試合において「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」の有効が示されている。

- 網掛けされているシーンは番組制作ディレクターがそれぞれのチームのファン向けに選択したものであり、このシーン選択が利用者の嗜好反映となる。表5の試合に対する抽出結果にはこのような嗜好を反映したシーンも含まれており、嗜好パラメタ算出ルールの有効性が示されている。

表 5 抽出シーン結果の例

2002/8/21 ロッテ-近鉄

中立				ホームチーム(ロッテ) ファン向け				アウェイチーム(近鉄)ファン向け			
イニング	点数	内容	自動抽出	イニング	点数	内容	自動抽出	イニング	点数	内容	自動抽出
1表	0-1	先頭 鷹野 右中間本塁打 先制 無死		1表	0-1	無死一塁 ローズ 左飛 諸 種好捕 1死一塁		1表	0-1	先頭 鷹野 右中間本塁打 先制 無死	
1表	0-3	1死一塁 中村 左越 2点 本塁打 1死		1裏	2-3	1死一塁 福浦 右越 2点 本塁打 1死		1表	0-1	無死 高須 二塁への内野 安打 無死一塁	#N/A
1裏	2-3	1死一塁 福浦 右越 2点 本塁打 1死		4裏	2-3	2死 清水将 左前打 2死 一塁	#N/A	1表	0-3	1死一塁 中村 左越 2点 本塁打 1死	
4裏	4-3	2死一塁 渡辺正 左越 2 点本塁打 逆転 2死		4裏	4-3	2死一塁 渡辺正 左越 2 点本塁打 逆転 2死		3裏	2-3	2死二、三塁 初芝 右飛 チェンジ	
5裏	6-3	1死一塁 メイ 右中間 2点 本塁打 1死		5裏	6-3	1死一塁 メイ 右中間 2点 本塁打 1死		6裏	6-3	2死二塁 小坂 三振 チェ ンジ	
7裏	7-3	1死三塁 メイ 右前適時打 (1点) 1死一塁		7表	6-3	2死一、三塁 阿部 三振 チェンジ		7表	6-3	2死一塁 大村 左越打 2 死一、三塁	
8表	7-3	先頭 代打森谷 右飛 立 川好捕 1死		7裏	6-3	先頭 サブロー 左への二 塁打 高須失策 無死三塁		9表	7-3	先頭 中村 右前打 無死 一塁	#N/A
9表	7-4	1死一、二塁 大村 左線 適時二塁打(1点) 1死二、 三塁		7裏	7-3	1死三塁 メイ 右前適時打 (1点) 1死一塁		9表	7-3	1死一塁 代打川口 投強 襲内野安打 1死一、二塁	
9表	7-5	1死二、三塁 代打犠部 二ゴロ 川口生還(1点) 2 死三塁	#N/A	8表	7-3	先頭 代打森谷 右飛 立 川好捕 1死		9表	7-4	1死一、二塁 大村 左線 適時二塁打(1点) 1死二、 三塁	
9表	7-5	2死三塁 代打益田 三振 試合終了		9表	7-5	2死三塁 代打益田 三振 試合終了		9表	7-5	1死二、三塁 代打犠部 二ゴロ 川口生還(1点) 2 死三塁	
適合率			0.9	適合率			0.9	適合率			0.8

本手法の有効性の評価

表 6 は 98 試合の評価データにおける適合率の平均を示したものである。以下、98 試合の評価データにおける本手法の有効性の評価をまとめる。

- 乱打戦，ワンサイドゲームでは適合率の平均がそれぞれ 0.76，0.72，投手戦では 0.62 となり，全体の平均で 0.70 と高い値を示すことができた．本手法における中立の重要シーン抽出の効果が現れていると考えられ，ステータスパラメタ算出ルールの有効性を示すことができたと考える．
- 表 6 において，嗜好を反映したホームチームファン向け，アウェイチームファン向けのダイジェストに関しても中立の場合とほぼ同様の高い適合率の平均を得ることができた．嗜好を反映しない中立の自動抽出の結果と専門家が作成したダイジェストとの適合率は非常に低く（平均で 0.43，0.45），嗜好を反映させた自動抽出結果との適合率は高い（平均で 0.71）ことから，本手法における嗜好反映の効果が現れていると考えられる．
- しかしながら，乱打戦やワンサイドに比べて，投手戦の適合率がやや低い傾向にある．これは，乱打戦やワンサイドには攻撃が成功した場面が多いため，ルール記述によるシーン重要度算出が十分に効果を上げており，利用者の嗜好を反映したダイジェスト生成が実現できるが，一方，投手戦においては攻撃に成功した場面が少ないため，シーンをランキングしにくいためと考える．

表 6 ダイジェスト抽出の結果

専門家が作成した ダイジェスト (正解)	自動抽出 ダイジェスト	試合の型			全試合平均
		乱打線の 適合率	ワンサイドの 適合率	投手戦の 適合率	
中立	中立	0.76	0.72	0.62	0.70
ホームチーム ファン向け	Homeチーム ファン向け	0.70	0.75	0.67	0.71
	中立	0.53	0.40	0.37	0.43
アウェイチーム ファン向け	Awayチーム ファン向け	0.71	0.73	0.70	0.71
	中立	0.43	0.52	0.41	0.45

本手法の課題

正解データには、逆転などのチャンスだったが、結果として攻撃に失敗しチャンス을逃してしまっような場面が含まれている。また同じような事象が発生した場面でも、得点差、出塁状況を考慮し、イニングがより進んだもの（試合終了に近いもの）を選択している。この傾向をルールとして表現するために、本研究では以下のような処理をルールとして記述した。

1. 試合が経過するにつれ、パラメタに加算する値を調整する（大きくしていく）
2. 得点差、出塁状況などを考慮して、重要算出を行う

上記のような処理をルールとして記述すると、以下のような課題が新たに生まれてくる。

A. **ルールの記述そのものが増大し複雑になり，保守も困難になる．**

今回の実験に利用したステイタパラメタ算出ルールは，42 個(約 5000 行)のルールから構成されており(付録 3 の「ステイタパラメタ算出ルール(一部抜粋)」参照)，保守も困難な状況になってしまう．

B. **他ジャンルのスポーツへの適用も困難となる．**

ルール記述に基づく汎用なモデルでありながら 記述が複雑なために汎用性に欠け，新たなジャンルのスポーツへ適用しにくい．

上記の課題を解決するためには，複雑なルールを利用せずに重要度算出を可能となる方式が必要となる．次章で述べる「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」ではこの課題を解決する手法を提案する．

4.7.4 関連研究との比較

前項では，番組ディレクターによる重要シーンの手動選択結果と本手法による自動抽出結果を比較することで本手法の妥当性について論じた．本項では関連研究との比較により本手法の妥当性について論じる．

本手法の関連研究*には，メタデータの出現パターンによりシーンを抽出する方式

* 関連の詳細については「3. 関連研究」を参照されたい．

[27,30] ,シナリオテンプレートによるシーン抽出方式[34] ,メタデータに重みを付加することで重要シーンを抽出する方式[37,40,42,44]などがある .

メタデータの出現パターンによりシーンを抽出する方式[27,30]では ,意味的なまとまりとしてのシーンが正しく抽出されたかどうかの評価のみをしている .本手法では ,意味的なまとまりとしてのシーンを抽出した後 ,シーンを重要度によりランキングした結果の妥当性を評価しているため ,評価のポイントが関連研究とは異なる .しかしながら ,シーンが正しく抽出できていなければ ,そのランキング結果も妥当なものとならないだろうと考えられる .前項の評価によりダイジェストとして妥当なシーンが抽出されていることが確認されていることから ,本手法が妥当なシーンを抽出していることがわかる .

シナリオテンプレートによるシーン抽出方式[34]では ,試合の説明文が適切に生成されたか否かについて開発者自身による評価を行っており ,該当試合のダイジェストとして妥当なシーンを抽出できたかについて第 3 者が提供した妥当性を有すると思われるデータに基づく評価は行っていない .なお ,ここで言う「第 3 者が提供した妥当性を有すると思われるデータ」とは ,スポーツニュース番組のダイジェストや ,番組制作ディレクターが手動で選択したダイジェストを指す .本手法では ,番組制作ディレクターによる手動選択結果に基づいた評価を行っているため ,ダイジェスト生成における本手法の信頼性はより高いと考える .

メタデータに重みを付加することで重要シーンを抽出する方式[37,40,42,44]においても ,たとえばコーナーキックやシュートといった重要と思われるプレイを抽出できたか否か (それ以外の冗長なシーンを省くことができたか否か) という視点での評価は行われて

いるが[37,42,44]，第3者が提供した妥当性を有すると思われるデータに基づく評価」は行われていない．本手法では，番組制作ディレクターによる手動選択結果に基づいた評価を行っているため，関連研究の手法よりも信頼性が高いとすることができる．

また，関連研究[40]では，利用者の嗜好をトレーニングデータにより学習し，利用者の好みのシーンが抽出できているか否かを利用者ごとの手動のシーン選択結果と比較することで評価している．評価実験では44%の適合率と75%の再現率を達成できたとの報告がされている．しかしながら[40]が作成対象としているダイジェストは，携帯端末向けの16秒の短いコンテンツであり，トレーニングデータも4試合，評価試合も2試合と本手法の評価データ数(98試合)と比較すると少ない．適合率も44%と若干低い値となっている．本手法と[40]ではダイジェスト生成の手法や対象とするスポーツが異なるため，直接比較することはできないが，評価データ数および適合率の点では本手法が[40]を上回っていると言える．

5. 状態遷移確率と勝利確率に基づく シーン重要度算出方式

5.1 本研究における位置付け

前章の「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」で述べた課題を解決するために、本章では「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」を提案する。本方式は、図1の「ダイジェスト生成のステップ」における以下の処理を実現するものであり、複雑なルールを記述せずに状況に応じたシーンの重要度判定を可能とする仕組みを実現することを目的とする。

- (2) 抽出したシーンの中立的な重要度を算出

たとえば、野球で 2 死満塁、得点差 3 点で、打率 3 割以上のバッターの打席場面があったとする。ここで打者が本塁打を打って逆転を達成した場合（「成功したプレイ」）はもちろん重要な場面となるが、たとえ結果が三振であっても逆転のチャンスだったということ（「惜しかったプレイ」）、重要な場面として認識されなければならない。前章でも述べたように、このような状況判断をルールとして記述することは可能であるが、想定される状況の数は多いため、ルール記述が増大し複雑さが増し、メンテナンスも困難になる。システム開発のコストも大きくなる。

そこで本手法では、ルール記述がもっとも複雑化しているステイタスパラメタ算出ルールに注目し、ステイタスパラメタ算出ルールを利用せずに中立のシーン重要度算出を行う方式について論じる。

本手法では、試合の状況変化を状態の遷移と捉え、実際の状態遷移の結果から算出される**結果重要度 (Result Importance, RI)** と次に遷移する状態を予測することで算出される**状況重要度 (Situation Importance, SI)** の 2 つの値を利用する。この 2 つの値を用いることで、「成功したプレイ」のみならず「惜しかったプレイ」の抽出も可能となる。統計的な値を利用するため、ルール記述やメンテナンスの手間が不要となり、他ジャンルへのスポーツの適用もさらに容易となる。

5.2 試合における状態

本手法では、「試合の状態」といった概念を利用する。試合の状態は、試合におけるある時点の状況とする。たとえば野球の場合、打席シーンごとに状態があると考え、打席の開始時の状況が状態となるとした。

ここで野球における打席開始時の状態を次のように定義する。

状態：(イニング数, ホームチーム識別子, アウェイチーム識別子, ホームチームスコア, アウェイチームスコア, アウトカウント, 塁状況, 登場選手の識別子)

各打席シーンは、シーンの最後に発生した**プレイイベント**(「2.1 BIS データ」参照)により、次の打席へ移行する。これに従い、状態 q_i も状態 q_j へ遷移すると考えた。以下に野球の状態の例を示す。

野球の試合における初期状態 q_0

q_0 : (イニング数 = 1st top, ホームチーム識別子 = Hid, アウェイチーム識別子 = Aid, ホームチームスコア = 0, アウェイチームスコア = 0, アウトカウント=0, 塁状況 = 0, 登場選手の識別子 = {BatterId, PitcherId,..}).

初期状態 q_0 において、バッターがシングルヒットを打つと、状態 q_0 は状態 q_j に遷移

q_j : (イニング数 = 1st top, ホームチーム識別子 = Hid, アウェイチーム識別子 = Aid, ホームチームスコア = 0, アウェイチームスコア = 0, アウトカウント=0, 塁状況 = 1, 登場選手の識別子 = {BatterId, PitcherId,..}).

初期状態 q_0 において, バッターが三振に打ち取られた場合, 状態 q_0 は状態 q_k に遷移

q_k : (イニング数 = 1st top, ホームチーム識別子 = Hid, アウェイチーム識別子 = Aid, ホームチームスコア = 0, アウェイチームスコア = 0, アウトカウント= 1, 塁状況 = 1, 登場選手の識別子 = {BatterId, PitcherId,..}).

打席シーンはシーンの最後に発生したプレイイベントにより次の打席シーンに移行する。それに従い状態も遷移する。プレイイベントは試合のルールにより定義されており, 登場選手もあらかじめ決まっているので, 1 つの試合においてある状態から次に遷移する状態数は有限個と考えることができる。ある状態から次に遷移する状態への遷移確率が過去の試合のデータベースなどを利用して算出されていれば, 次に遷移する状態は 1 次マルコフモデルを適用して予測可能となる。図 10 は野球における状態の構成要素をアウトカウント, 塁状況に限定した場合の状態遷移を表したものである。1 つのイニング内では, 「0 アウト」, 「1 アウト」, 「2 アウト」, 「3 アウト (チェンジ)」の 4 つのアウトがある。また 1 つのアウト内では, 「ランナーなし」, 「1 塁」, 「2 塁」, 「3 塁」, 「1,2 塁」, 「1,3 塁」, 「2,3 塁」, 「満塁」といった 8 つの塁状況がある。このことから 1 つのイニング内において, アウトカウントと塁状況に注目すると 25 個の状態($8 * 3 + 1$) があることになる。

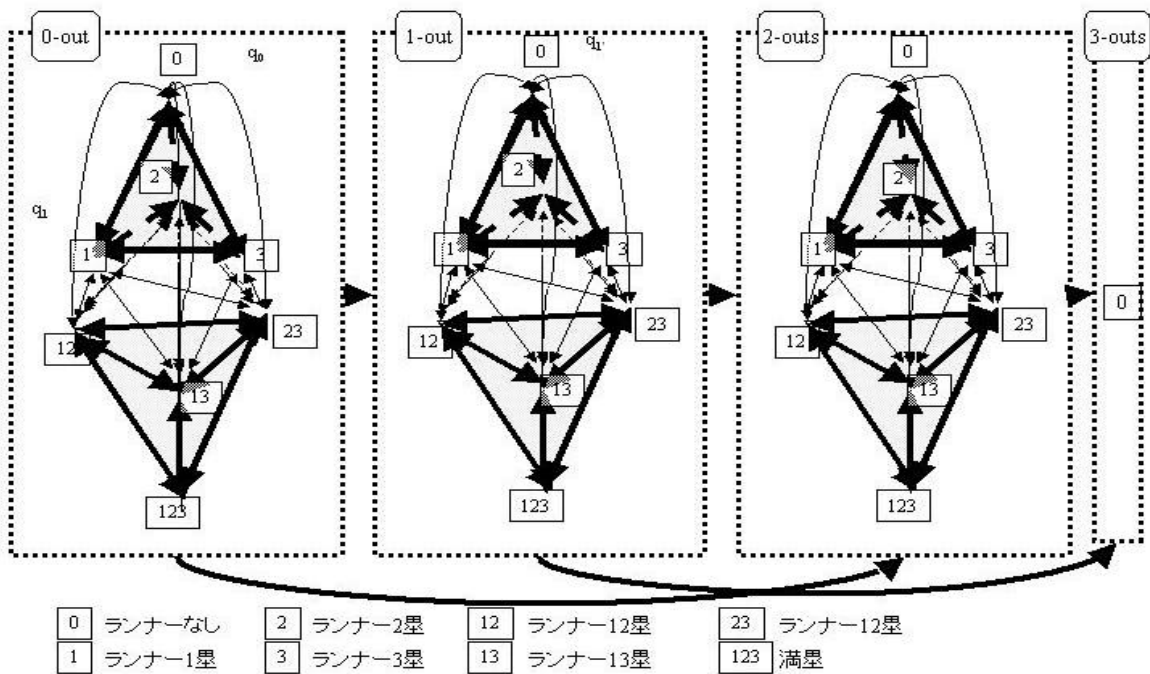


図 10 野球における状態

5.3 状態遷移確率の抽象化

状態の遷移確率は、その状態に登場している選手に大きく依存する。たとえば得点圏にランナーがいる状態で、高打率の打者が登場している場合は、低打率の打者が登場している場合より得点追加の可能性が高くなり、得点が追加された状態への遷移確率が大きくなる。このことから状態遷移確率の算出には、選手の成績データを考慮しなければならないことがわかる。

日本プロ野球機構の BIS データのデータベースには、一軍に登録されている選手の各種成績（投手の場合は、防御率、被安打数など、打者の場合は打率、得点圏打率、本塁打数など）が記録されている。また過去の試合の詳細なデータも記録されている。これらのデータを利用すれば、イニング数、スコア、アウトカウント、塁状況、登場選手を考慮した状態遷移確率を統計的に求めることが可能となる。しかしながら、新人選手の場合などで十分な登場場面数がなく、状態遷移確率を求めるに欠ける場合がある。また、登場選手の組合せ全てに対して、状態遷移確率を算出するのは手間がかかるという課題もある。そこで本手法では、打者を以下の 3 つのグループに分類し、状態遷移確率を抽象化することとした。

- 高打率の打者（打率 3 割以上）
- 中打率の打者（打率 2 割 5 分～3 割未満）
- 低打率の打者（打率 2 割 5 分未満）

それぞれのグループについて、前節で述べた 25 個の状態に対する状態遷移確率を過去の試合の記録データベースから算出とした。表 7 は状態遷移確率の表である。2003 年に開催されたプロ野球 100 試合、7788 打席から状態遷移確率を求めている。打者が打席に立っている状態（from）から次の状態（to）へ遷移する確率を示している。網掛けされている部分は、論理的に遷移しない状態を示している。

5.4 勝利確率

本手法では、シーンの重要度を算出するために、**勝利確率 (Winning Probability, WP)** と呼ぶ指標を考案した。勝利確率 WP は「状態 q_i に対して定義される値であり、状態 q_i がある場合に、最終的にホームチームがアウェイチームを破って試合に勝利する確率」と定義する。WP の値域は 0~1 であり、式“(1- WP)”はホームチームが勝たない場合、すなわち引き分る/負けるなどの確率を示す。以下に WP 値の特徴を示す。

- 得点差(ホームチームの得点からアウェイチームの得点を引いた値)が大きければ WP 値は大きくなり、小さければ WP 値も小さくなる傾向にある。つまり、得点差が大きいほど勝利確率は高くなる。
- 得点差が正值のとき、試合の経過時間が大きくなるほど、WP の値も大きくなる傾向にある。これは逃げ切る確率が高くなるからである。状態 q_i における WP は関数 $w_p(q_i)$ として表現する。

本研究では、野球の試合の状態 q_i における勝利確率 WP をイニング数と得点差から統計的に求めている(図 11)。図 11 の勝利確率は 2003 年に開催された日本プロ野球の 100 試合のデータを基に算出されている。勝利確率はイニングごとに求めており、同じイニング内における勝利確率は同じ値であるとしている。各グラフにおいて、x 軸は得点差 delta を表現しており、y 軸は勝利確率 WP の値を表している。たとえばイニング数が 2 で得点差が 5

点といった状態は試合ではほとんど見られないため、データ数が少なく信頼性の高い勝利確率を求めることができない。その場合は値を近似して勝利確率を求めている。

5.5 シーン重要度の導出

本手法では、実際に状態が遷移した結果から算出される結果重要度 (Result Importance, RI) と次に遷移する状態を予測することで算出される状況重要度 (Situation Importance, SI) の2つの値からシーンの最終的重要度を算出する。

結果重要度 RI は実際の状態遷移に基づく重要度を示し、状況重要度 SI は状態遷移の予測による重要度を示す。結果重要度 RI の値は、より試合に勝てそうな状態に遷移した場合に高くなる。一方状況重要度 SI の値は、実際の遷移結果に関わらず、その状態がより試合に勝てそうな状態に遷移しそうでであると予測された場合に高くなる。

結果重要度 RI はシーン s_i における状態 q_i の勝利確率 WP と次のシーン s_{i+1} における状態 q_j の勝利確率 WP の差として以下のように表現される。

$$RI(q_i) = abs(WP(q_j) - WP(q_i)) \quad (3)$$

ここで、 $WP()$ は与えられた状態における勝利確率 WP を返す関数であり、(3)式により勝利確率 WP を大きく変化させた状態が重要となる。たとえば逆転を達成した状態があったとき、状態 q_i と次の状態 q_j における WP の差は大きくなり、 q_i は重要な状態となる。

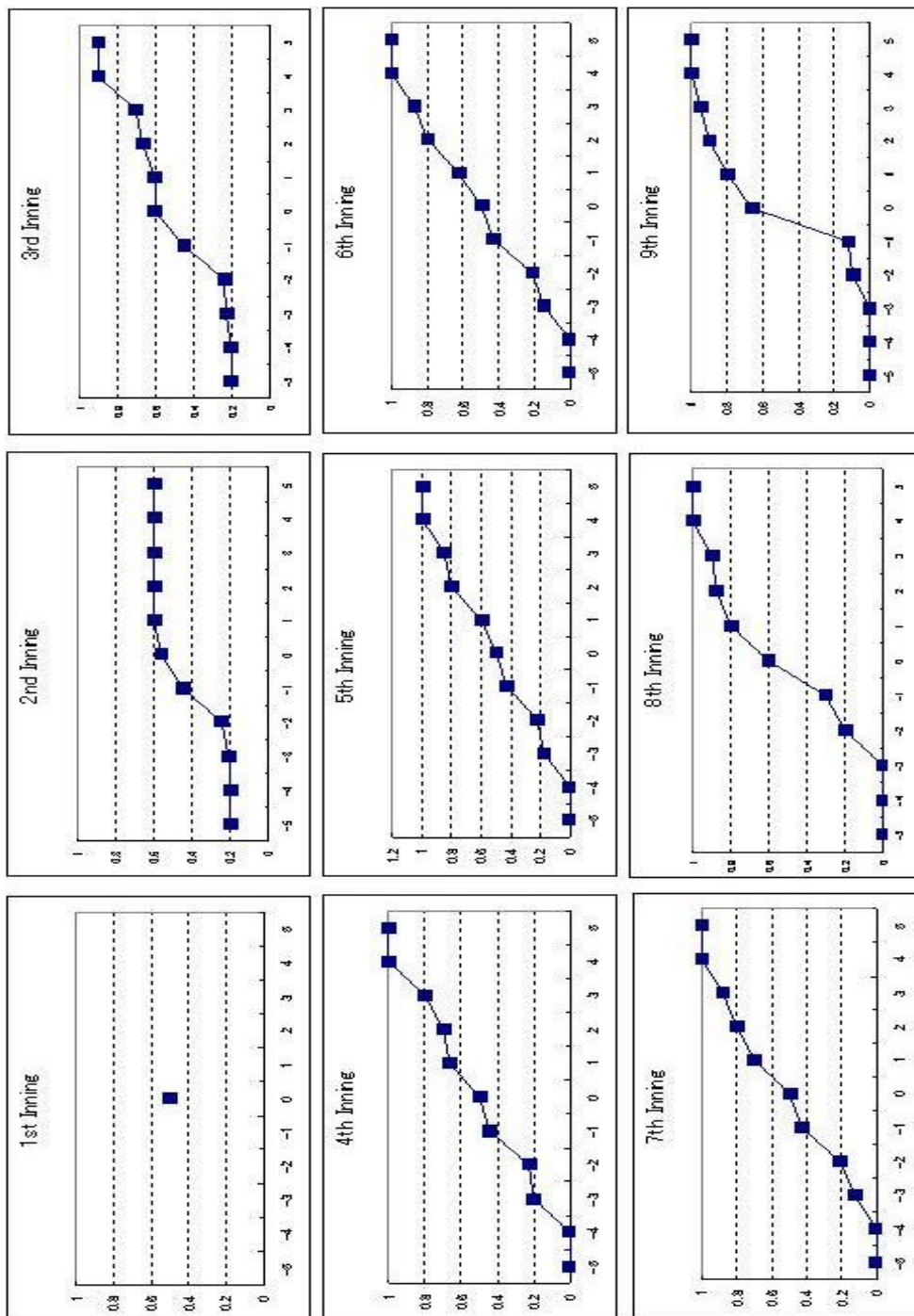


図 11 野球の勝利確率

状況重要度 SI は、シーン s_i の状態 q_i における遷移可能状態 q_k を予測し、状態 q_k に遷移する確率と、遷移可能状態 q_k の WP (predictive WP) を用いて以下のように表現される。

$$SI(q_i) = abs(\sum_k (P(q_k | q_i) * WP(q_k)) - WP(q_i)) \quad (4)$$

状態 q_i が遷移可能な状態 q_k は複数あると考えられるので、最終的な予測勝利確率 WP は $P(q_k | q_i) * WP(q_{i+1})$ の和となる。(4)式により、この和と $WP(q_i)$ の差が q_i の状況重要度 SI となる。

結果重要度 RI と状況重要度 SI を利用して最終的重要度 (Final Significance, FS) が算出される。

$$FS(q_i) = a * RI(q_i) + b * SI(q_i) \quad (5)$$

、 は最終的重要度 FS を算出する際の結果重要度 RI と状況重要度 SI の重みである。

図 12 に本手法におけるシーン重要度算出の手続きを示す。

```

シーン重要度算出 (シーン集合) {
    前シーン = NULL
    foreach(シーン in シーン集合) {
        if (前シーン != NULL)
            RI(状態(前シーン)) = abs(WP(状態(シーン)) - WP(状態(前シーン)))
            // 前シーンの状態における結果重要度を算出

            遷移可能状態集合 = 状態予測(状態(シーン))
            // 遷移する状態を予測

            foreach(遷移可能状態 in 遷移可能状態集合) {
                SI(シーン) += 状態遷移確率(状態(シーン), 遷移可能状態) * WP(遷移可能状態)
            }

            SI(状態(シーン)) = abs(SI(状態(シーン)) - WP(状態(シーン)))
            // シーンの状態重要度を算出

        前シーン = シーン
    }
}

```

図 12 シーン重要度算出手続き

図 12 において「状態(シーン)」は、シーンにおける状態を返す関数である。また「状態予測(状態(シーン))」は、「状態(シーン)」における遷移可能状態の集合を返す関数である。「状態遷移確率(状態(シーン), 遷移可能状態)」は、「状態(シーン)」から遷移可能状態に遷移する状態遷移確率を示す関数である。シーン重要度算出手続きにおいては、まず実際に遷移した結果に基づいて算出される結果重要度(前シーンの結果重要度)を求める。次に該当シーンにおける遷移可能状態集合を求め、各遷移可能状態への状態遷移確率と勝利確率を積算値として求め、「状態(シーン)」の状況重要度に加算する。加算結果から「状態(シーン)」の勝利確率を引いたものが、状況重要度となる。

最終的重要度 FS は、シーンの中立的な重要度であり、「ルール記述によるダイジェストシ

ーン抽出方式」における(1)式の**シーン重要度**の代替とすることができる（中立のダイジェストを生成する場合）。

状況重要度 SI が高いシーンは、その後の展開が期待できるシーンとみなすことができるので、利用者の興味を引くためのメール配信サービスなどにも適用可能である。メール配信サービスは野球のように比較的ゆっくりと状態が遷移するスポーツに特に有効であると考えられる。

5.6 評価

本手法を 2003 年のプロ野球の試合に対して適用し、評価を行った。本節では評価データ、評価方法、評価結果、得られた知見について報告する。

5.6.1 評価データ

評価データとして以下を用いた。

- 2003 年 6 月 23 日から 7 月 2 日までの間に開催された日本プロ野球の 9 試合

正解データは次の通りとした。

- 上記 9 試合に関して放送されたスポーツニュース番組のダイジェスト 19 本

5.6.2 評価方法

以下の2通りの評価を実施した。

結果重要度 RI と状況重要度 SI の有効性評価

本手法による抽出結果と19本のスポーツニュース番組のダイジェスト(正解データ)を比較し、平均適合率を算出し、本手法によるシーン重要度算出の有効性を評価した。その際、状況重要度 SI の効果を測るために、(5)式における α の値を(1,0)、(0,1)、(1,1)、(2,1)、(1,2)の5種類の組合せとして、シーンの最終的重要度 FS を求め、平均適合率を算出した。

「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」との比較

また、「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」を利用して評価データから中立のダイジェストシーンを自動抽出し、正解データに対する平均適合率を求めた。本手法による平均適合率の平均と、「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」による平均適合率の平均を比較し、本手法が「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」に対して遜色ない効果を示しているか、複雑なルール記述を利用しなくとも同様の効果をあげることが可能かについて評価した。

5.6.3 評価結果と得られた知見

結果重要度 RI と状況重要度 SI の有効性評価

表 8 は 19 本のスポーツニュース番組ダイジェストに対する本手法の重要シーン抽出結果の平均適合率である。5 種類の / の値の組合せごとに平均適合率を示している。以下に得られた知見を述べる。

- 結果重要度 RI, 状況重要度 SI は有効性である。

表 8 に示した 19 本のニュース番組中 15 本において, / が (1,1), (2,1) の場合に高い平均適合率を示しており, 結果重要度 RI, 状況重要度 SI を利用した本手法の有効性が確認できた。

- / の組合せにより, ダイジェストを制作するプロデューサーの意図を表現できる。

/ 値の組合せは, スポーツニュース番組ダイジェストを制作するプロデューサーの意図を表現していると考えられる。たとえば, 同じ試合に関する 4 つのダイジェスト (DigestID = 10, 11, 12 and 13) において, 2 つのダイジェスト (DigestID = 10 and 13) では状況重要度を考慮しないほうの平均適合率が高く, 他の 2 つのダイジェスト (DigestID = 11 and 12) では状況重要度を考慮したほうの平均適合率が高くなるという結果が得られた。これは, 最初の 2 つのダイジェストが結果としてよかった場面に注目した作り方をされているのに対し, 後者のダイジェストは, チャンスであったが結果として失敗して

しまった場面に注目したダイジェストとして作成されているためである。 / 値の調整により、ダイジェストを構成するシーンを変更することが可能となる。結果の重要度に注目したダイジェストを作成したいならば の値を高くし、状況重要度に注目したダイジェストを作成したいならば の値を高くすればいいということがわかった。

「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」との比較

表 9 は本手法と「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」との比較である。19 本のスポーツニュース番組ダイジェストに対する平均適合率を平均した結果の他、試合を「乱打戦」、「ワンサイドゲーム」、「投手戦」の 3 つの型で分類し、それぞれの平均適合率の平均を求めた結果も示している。なお、本手法による自動抽出結果は / が(1,1)と(1,0)の場合とした。

以下に本比較で得られた知見をまとめる。

- 「ルール記述によるダイジェスト生成」の中立のシーン抽出と比較して、遜色ないシーン選択が実現できている。

「ルール記述によるダイジェスト生成」の中立シーン抽出の平均適合率は全試合平均で 0.79 であり、一方、本手法によるシーン抽出の平均適合率は全試合平均で 0.74 であった (/ =(1,1)の場合)。「ルール記述によるダイジェスト生成」のほうが平均適合率の平均はやや高いがさほど大きな差はない。本手法によるシンプルな方法でも、「ルール記述によるダイジェスト生成」と比較して遜色ない結果を得ることが可能であることが

示せた。これにより、「ルール記述によるダイジェスト生成」の課題である、ルール記述の複雑さ、メンテナンスのしにくさを解決できる、保守性と汎用性の高いシーン抽出手法を実現できたと考える。

表 8 重要シーンの抽出結果例

Digest ID	Date	Game Info	Score	TVニュース番組名	シーン数	* RI + * SI				
						=1, =0	=0, =1	=1, =1	=2, =1	=1, =2
1	June. 24, 2003	Tigers vs. Carp	4-0	News10(NHK)	6	0.650	0.242	0.753	0.650	0.753
2	June. 25, 2003	Dragons	7-3	News23(TBS)	6	0.408	0.711	0.725	0.725	0.725
3	June. 25, 2003	Tigers vs. Carp	7-0	News23(TBS)	7	0.513	0.663	0.708	0.708	0.751
4	June. 25, 2003	Stars	7-6	News23(TBS)	13	0.569	0.604	0.664	0.633	0.657
5	June. 26, 2003	Giants vs. Bay Stars	2-3	スポーツ(Fuji TV)	12	0.679	0.778	0.859	0.866	0.754
6				出来事(NTV)	12	0.813	0.430	0.650	0.737	0.541
7				News10(NHK)	8	0.450	0.626	0.725	0.605	0.683
8				ニュースステーション(TV Asahi)	5	0.843	0.257	0.613	0.753	0.413
9				ズームイン(NTV)	6	0.669	0.436	0.753	0.731	0.753
10	June. 26, 2003	Tigers vs. Carp	4-7	スポーツ(Fuji TV)	13	0.811	0.493	0.743	0.788	0.701
11				出来事(NTV)	4	0.792	0.792	0.938	0.938	0.938
12				News10(NHK)	5	0.753	0.713	0.803	0.803	0.870
13				Dragons vs.	11	0.825	0.486	0.776	0.787	0.748
14	June. 28, 2003	Giants	1-0	サタデースポーツ(NHK)	8	0.554	0.603	0.570	0.634	0.665
15	July. 2, 2003	Giants vs. Carp	6-7	ニュースステーション(TV Asahi)	8	0.634	0.000	0.740	0.761	0.707
16				News10(NHK)	5	0.753	0.000	0.870	0.870	0.870
17				出来事(NTV)	12	0.684	0.000	0.720	0.779	0.688
18				おはよう日本(NHK)	3	0.611	0.000	0.889	0.889	0.889
19	July. 2, 2003	Bay Strats vs.	1-9	おはよう日本(NHK)	3	0.111	0.611	0.611	0.611	0.611
					平均	0.638	0.444	0.743	0.751	0.722

表 9 「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」との比較

ダイジェスト生成方式		試合の型			全試合平均
		乱打線の平均適合率(平均)	ワンサイトの平均適合率(平均)	投手戦の平均適合率(平均)	
本手法	状況重要度を考慮する (,)=(1,1)	0.79	0.69	0.70	0.74
	状況重要度を考慮しない (,)=(1,0)	0.68	0.42	0.67	0.64
ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式		0.86	0.74	0.71	0.79

5.7 サッカーへの適用

「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」の汎用性を確認するために、サッカーへの適用を行った。本節ではサッカーへの適用方法及びその結果について述べる。

5.7.1 サッカーにおける状態

サッカーは野球の打席シーンのような明確な区切りを持っていない。そこでサッカーでは試合の経過時間に注目し、試合経過 1 分ごとにシーンが変わり、状態も遷移するとした。この考えに基づいてサッカーにおける状態を以下のように定義した。

状態：(経過時間 ホームチーム識別子, アウェイチーム識別子, ホームチームスコア, アウェイチームスコア)

サッカーにおいては、試合で発生するプレイイベントのうちシュートに注目し、シュートが成功して得点が加算されたら得点差が変わり、勝利確率も大きく変わると考えた。図 13 は、サッカーにおける状態 q_i の状態遷移の様子を示したものである。

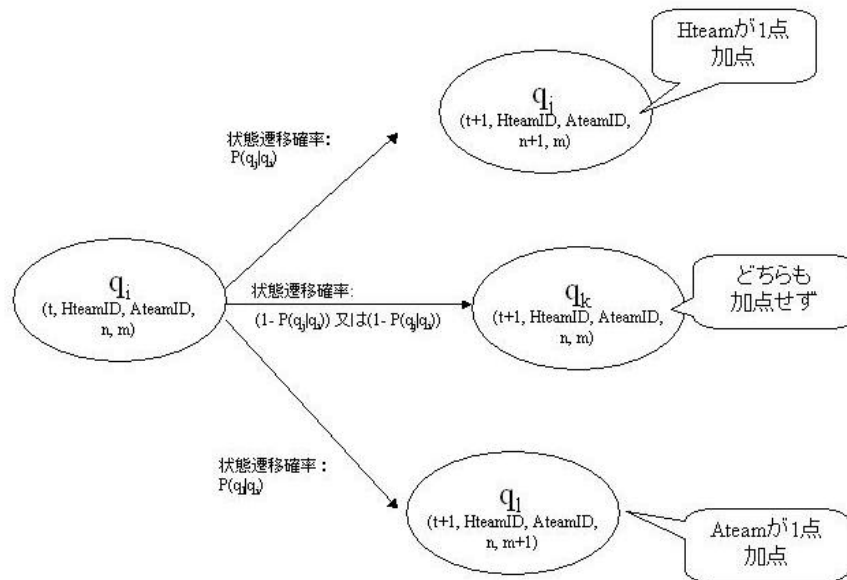


図 13 サッカーにおける状態遷移

5.7.2 サッカーにおける状態遷移確率

図 13 の説明をする . 状態 q_i (経過時間 = t , ホームチーム識別子 = $HteamID$, アウェイチーム識別子 = $AteamID$, ホームチームスコア = n , アウェイチームスコア = m) にあるとき , 次に遷移する状態は以下の 3 状態のうち , いずれか一つとなる .

1. ホームチームがシュートし，成功して 1 点加算
状態 q_j (経過時間 = $t+1$ ，ホームチーム識別子=HteamID，アウェイチーム識別子=AteamID，ホームチームスコア= $n+1$ ，アウェイチームスコア= m)
2. 両チームとも得点を加算せず
状態 q_k (経過時間 = $t+1$ ，ホームチーム識別子=HteamID，アウェイチーム識別子=AteamID，ホームチームスコア= n ，アウェイチームスコア= m)
3. アウェイチームがシュートし，成功して 1 点加算
状態 q_l (経過時間 = $t+1$ ，ホームチーム識別子=HteamID，アウェイチーム識別子=AteamID，ホームチームスコア= n ，アウェイチームスコア= $m+1$)

上記の 3 つの状態において，1 と 3 はそれぞれホームチーム，またはアウェイチームのシュートが成功して，1 分後に得点が 1 点加算された状態となる．1 分間の間に複数の状態が発生するような場合（たとえば，1 分間のうちに続けて 2 本のシュートが発生し，両方とも成功して 2 点加算されるような場合）も考えられるが，そういった状況はごくまれなため，ここでは無視することとする．

本手法では，「シュートが発生した状態」から「シュートが成功して 1 点追加された状態」への遷移確率をシュートの質 QP で表現するとした． QP 値はボールのスピード，ゴールポストからの距離，シュートの種別から自動的に算出される値で，シュートが成功しそうであったかどうかを示す．表 10 は QP 値の決め方を示している． QP 値はボールのスピード，ボールの位置，シュートの種別といった 3 つの観点から決まるとした．なお表 10 における

「ゴールポスト」とは、ボールがゴールポストに蹴られたことを、また「ゴールマウス内」とはそのシュートがゴールマウスの中に入るようなコースをたどっており、キーパーやディフェンスにはじかれたことを示す。この QP 値の合計が、「シュートが発生した状態」から「シュートが成功して 1 点追加された状態」へ遷移する確率となる。

状態 q_i における遷移可能状態への遷移確率は、ホームチームのシュートか、アウェイチームのシュートかによって、以下ようになる。

1. ホームチームのシュートだった場合

ホームチームが 1 点加点した状態への遷移確率： $P(q_j | q_i) = QP$

両チームとも得点しない状態への遷移確率： $P(q_k | q_i) = 1 - P(q_j | q_i)$

アウェイチームが 1 点加点した状態への遷移確率： $P(q_l | q_i) = 0$

2. アウェイチームのシュートだった場合

アウェイチームが 1 点加点した状態への遷移確率： $P(q_l | q_i) = QP$

両チームとも得点しない状態への遷移確率： $P(q_k | q_i) = 1 - P(q_l | q_i)$

ホームチームが 1 点加点した状態への遷移確率： $P(q_j | q_i) = 0$

表 10 サッカーにおける状態遷移確率 QP 値

	QP 値			
ボール スピード	速い	中	遅い	
	0.3	0.1	0	
ボールの 位置	ゴール ポスト	ゴールマウス内	ゴールマウス外	
	0.3	0.2	0	
シュート の種別	ペナルティ キック	ダイレクト フリーキック	ドリブル	その他
	0.3	0.2	0.2	0

5.7.3 サッカーにおける勝利確率

図 14 は 2000 年の J1 リーグにおける 240 試合の記録データを元に算出したサッカーの勝利確率である。状態の要素を経過時間 t (分) と得点差 δ に限定し、サッカーの基本的な試合時間である 90 分以内にホームチームが試合に勝利する確率として求めている。図 14 において、 x 軸は試合の経過時間 t (分)、 y 軸は勝利確率 WP の値を示す。勝利確率を求めるにあたり、状態数が少なく信頼性の高い値を求めることができない場合がある。たとえば試合開始直後に得点差 $\delta = 2$ になるような状態はごくまれなため、勝利確率 WP 値の信頼性が低くなる。そこで状態数が 10 以上あるものについて確率値をプロットし、3 次の多項式近似による回帰分析を行い WP 関数を求めた。

状態 q_i (経過時間=0, ホームチームスコア=0, アウェイチームスコア=0) において勝利確率 WP 値は 0.46 となる。0.5 を下回っている理由は、図 14 の勝利確率 WP が 90 分以内の勝利確率を表現したものであり、引き分けや延長の場合は含んでいないためである。同

様の理由により，同じ t 値の場合の，得点差 $\text{delta} = -1$ の勝利確率 WP 値と得点差 $\text{delta} = 1$ の勝利確率 WP 値を足しても 1 を下回る．また，得点差 $\text{delta} = 1$ のときの勝利確率 WP を見ると分かるように，経過時間 t が増加するに従い，勝利確率 WP 値も増加傾向にある．

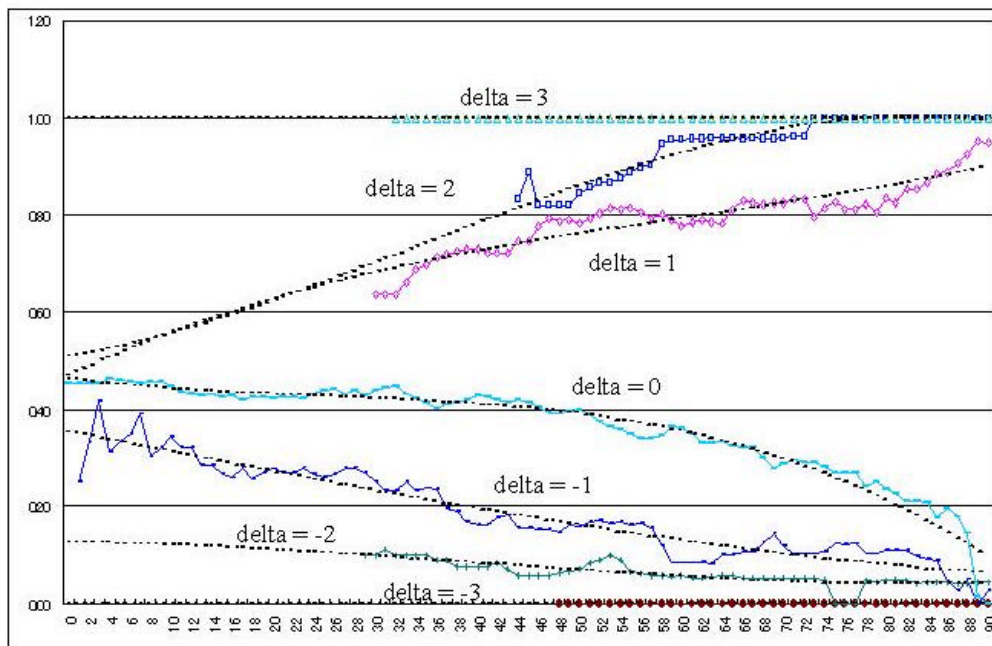


図 14 多項式近似による勝利確率 WP

5.7.4 シーン重要度の導出

5.7.4.1 結果重要度 RI

結果重要度 RI を求めるために勝利確率 WP を実際に起こった試合に対して算出する。図 15 における実線は 2001 年 3 月 3 日に日本において開催されたゼロックス・カップにおける WP の経過を示している。この試合は 0 対 3 で最終的にアウェイチームが勝利した試合であり、得点が追加されるたびに WP の値が下がっていく様子が図から読み取れる。

サッカーの試合において、シュートが成功して 1 点加点される(成功プレイ)と勝利確率は大きく変化する。勝利確率が大きく変化した時、そのプレイは重要であると認識できる。勝利確率の変化値が結果重要度 RI となる。図 15 では 3 つのゴールに対して結果重要度 RI を求めることができる。図 15 では 1 点目のゴールの結果重要度 RI がもっとも大きく、最重要であると認識される。

5.7.4.2 状況重要度 SI

サッカーにおける状況重要度 SI は得点に至らなかったシュートやダイレクトフリーキックなどの**惜しかったプレイ**に対して算出される。以下にサッカーにおける状況重要度を求める手続きについて述べる(図 12, 13 を参照)。なお以下では、ホームチームがシュートしたと仮定して説明する。

- シュートが発生したシーン(s_i)における状態 q_i が次に遷移すると予測される遷移可能状態集合は、ホームチームが1点加点した状態 q_j または両チームとも加点しない状態 q_k のいずれかである。関数「状態予測()」は、 q_j と q_k の2つの状態を返す。
- 1点加点した状態 q_j への遷移確率はシュートの質 QP で表現され、両チームとも得点しない状態への遷移確率は $P(q_k | q_i) = 1 - P(q_j | q_i)$ となる。この遷移確率と q_j 、 q_k における勝利確率から、状態 q_i における状況重要度 SI が求まる。

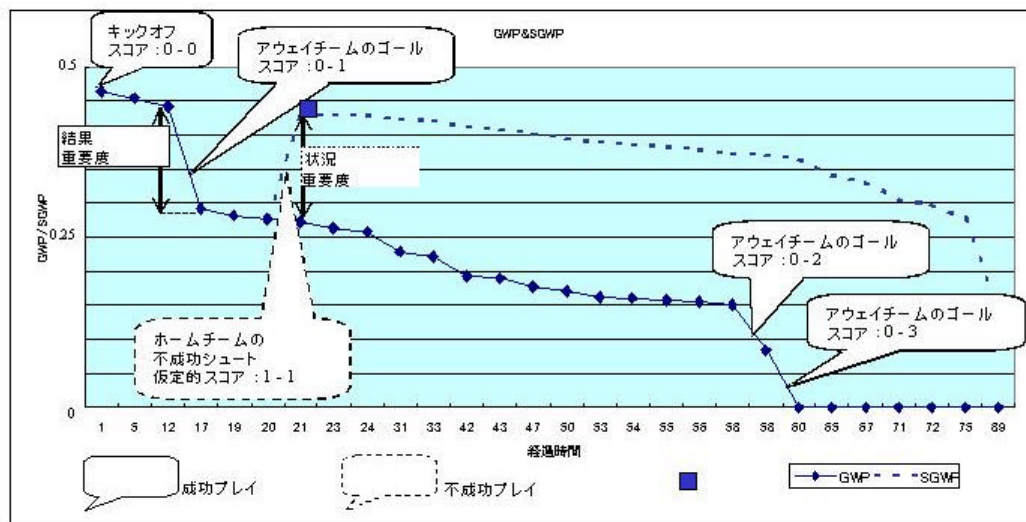


図 15 2001 年 3 月 3 日ゼロックス・カップにおける結果重要度と状況重要度

図 15 ではホームチームの不成功のプレイ(シュート)に対する予測状態(シュートが成功して 1 点追加された状態)の WP 値を求めている。さらにもしそのシュートが成功していたらその後試合の経過がどのように変化したか、という予想を点線により示した。図 15 に示すように、もしホームチームのシュートが成功していたならば、スコアは 1 対 1 になり、予測状態の得点差は 0 となる。勝利確率も 0.45 に近くなったであろう、ということが分かる。

5.7.5 サッカーにおける評価

5.7.5.1 評価データ

メタデータ

本手法の評価にあたり、シュート及びゴールが発生した時点における経過時間とプレイの内容、シュートの質を表現する QP 値について記述したメタデータを手動で作成した。

評価データ

評価対象として、日本で実際に開催されたサッカーの 3 試合、
、
を選んだ。

試合 : ゼロックス・カップ(2001 年 3 月 3 日開催)

試合 : J リーグ, 東京ヴェルディ対 FC 横浜 (2001 年 3 月 10 日開催)

試合 : J リーグ, 東京ヴェルディ対清水エスパルス (2001 年 3 月 10 日開催)

正解データ

正解データとして、放送局などのコンテンツプロバイダにより制作された上記サッカーの試合に関するスポーツニュース番組ダイジェスト(A,B,C)を正解データとした。これらのダイジェストは専門家が見てシーン選択した番組であり、その信頼性は高い。

5.7.5.2 評価方法

スポーツニュース番組ダイジェスト A, B, C が抽出したシーンに対する本手法の適合率を計算し、本手法が的確なシーン抽出を行っているかを評価し、本手法の性を確認した。

5.7.5.3 評価結果と得られた知見

以下に試合 , , のそれぞれにおける評価結果を示す。

試合 の評価結果

表 11 に、試合 の評価結果として結果重要度 RI, 状況重要度 SI, 最終的重要度 FS の各値を示した。最終的重要度 FS の算出式(5)において / の値は(1,1)とした。表 11 に示されたように、最も重要なプレイはアウェイチームの最初のゴール(t=17), 次に重要なプレイは、ホームチームによる惜しかったシュートである(t=21)であるとして、本手法では認識された。番組 A に対する適合率は 89%(9 プレイ中 8 プレイ選択), 番組 B に対する適合率は 100% (5 プレイ全て選択), 番組 C に対する適合率も 100% (4 プレイ全て選択) となっており、高い適合率を示すことができた。

試合 の評価結果

この試合はアウェイチームが延長の末、1対2の逆転勝利を収めた試合である。この試合に関しては、今回の実験では、0 t 90 の範囲では90分以内に勝利する勝利確率を、91分以降は延長して勝利する勝利確率を適用し、結果重要度 RI、状況重要度 SI、最終的重要度 FS の算出を行った。本手法では、以下の5つのプレイが重要プレイとして抽出された。なお[]内は最終的重要度 FS の値である。

1. 26分、ホームチームのゴール(成功、1対0) [0.178]
2. 46分、アウェイチームのダイレクトフリーキック(不成功) [0.112]
3. 81分、アウェイチームのシュート(不成功) [0.088]
4. 89分、アウェイチームのペナルティキック(成功、1対1) [0.128]
5. 111分、アウェイチームの逆転ゴール(成功、1対2) [0.708]

以下にダイジェスト番組 A、B に対する適合率を示す。

番組 A: (5 プレイ全て選択) 100%

番組 B: (5 プレイ中 3 プレイ選択) 60%

番組 A では、自動抽出された全てのプレイがダイジェストに含まれており、本手法の有効性が示された。しかし番組 B では、自動抽出されたプレイのうち 1、2、5 のみが選択され、

その他にアウェイチームの 2 本のシュート(不成功プレイ)が選択されており、適合率が 60% となっている。

試合 の評価結果

この試合はアウェイチームが 1 対 2 で勝利を収めた試合である。本手法による自動抽出では、以下の 6 つのプレイが重要プレイのベスト 6 として解析された。

1. 20 分, アウェイチームのシュート(不成功) [0.046]
2. 26 分, ホームチームのシュート(不成功) [0.070]
3. 41 分, アウェイチームのゴール(成功, 0 対 1) [0.254]
4. 66 分, アウェイチームのゴール(成功, 0 対 2) [0.056]
5. 79 分, ホームチームのシュート (不成功) [0.036]
6. 89 分, ホームチームのゴール(成功, 1 対 2) [0.050]

以下にダイジェスト番組 A, B に対する適合率を示す。

番組 A: (6 プレイ中 5 プレイ選択) 83%

番組 B: (4 プレイ 2 プレイ選択) 50%

番組 A では, 1, 2, 3, 4, 6 の 5 つのプレイの他に別のシュート(不成功プレイ)が選択されているため適合率が 83%となった。しかし, 本手法により抽出された惜しかったプレイ(1, 2)は含まれており, 本手法がほぼ妥当であることがわかる。番組 B では 3, 4, 5, 6 の 4 つ

のプレイが選択されている。本手法による順序付けでは、3, 2, 4, 6, 1, 5 の順となるので適合率は 50%となった。

以下に上記の結果から得られた知見を示す。

- 本手法のサッカーにおける適用は有効である

試合 では、ダイジェスト番組 A に対する適合率が 89%、ダイジェスト番組 B 及び C に対する適合率は 100%である。試合 , についても、ダイジェスト番組 A については、高い適合率を得ることができた。この結果から、本手法がサッカーにおける重要シーン抽出に対して有効であることを示していると言える。

- 人気選手のプレイならば最終的な重要度を上げるといった処理が必要となる

以下では、適合率が 100%にならなかった場合の理由を考察する。ダイジェスト制作者は「そのプレイがどの選手によるものなのか」という情報を利用し、人気選手のプレイならば優先的にシーンを抽出する、といった処理を行っている。試合 における番組 B、試合 における番組 B の適合率が低かったのも、ダイジェスト番組制作者が特定の選手に注目したプレイを選択していて、本手法がそういった属性（選手名などの属性）を考慮していないためである。今後、野球への適用と同様に登場選手などの属性、及びその選手の過去の成績などを参照して、重要度に反映していくべきであるということがわかる。

表 11 評価結果及び TV ダイジェスト番組との比較

	t	プレイ情報	結果重要度			状況重要度			最終的 重要度 FS	ダイジェスト 番組		
			delta	WP	SI	予測 WP	QP	RI		A (153)	B (90)	C (47)
1	1	アウェイチームのヘッディングシュート,不成功	0	0.464		0.298	0.1	0.017	0.017			
2	5	ホームチームのシュート,不成功	0	0.454		0.503	0.3	0.01	0.01			
3	12	アウェイチームのダイレクトフリーキック,不成功	0	0.441		0.295	0.3	0.044	0.044			
4	17	アウェイチームのゴール,成功	-1	0.292	0.149				0.149			
5	21	ホームチームのシュート,不成功	-1	0.272		0.431	0.7	0.113	0.113			
6	33	アウェイチームのシュート,不成功	-1	0.222		0.054	0.1	0.016	0.017			
7	53	アウェイチームのシュート,不成功	-1	0.162		0.08	0.3	0.025	0.025			
8	56	アウェイチームのシュート,不成功	-1	0.155		0.083	0.5	0.036	0.036			
9	57	アウェイチームのシュート,不成功	-1	0.15		0.084	0.7	0.046	0.046			
10	58	アウェイチームのゴール,成功	-2	0.084	0.066				0.066			
11	60	アウェイチームのヘッディングシュート,成功	-3	0	0.084				0.084			

6. ダイジェスト映像の番組による提示方式

本章で述べる「ダイジェスト映像の番組による提示方式」は、「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」及び「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」により得られたダイジェストシーン列の番組化を行うシステムである。図1のダイジェスト生成のステップにおける以下の処理を実現する。

(6) シーンをつないで番組化

ダイジェストシーン列をつないで一つの番組とする処理をここでは**番組化**と呼ぶ。番組化のためには、番組（コンテンツ）を表現する仕組みと、番組をTVや携帯などの受信端末上で再生する仕組みが必要となる。本手法では、番組を表現する仕組みとして、番組の各種定義を記述する**パーソナル番組マークアップ言語(Personalized Program Markup**

Language , *PPML*) , 及び再生利用者インタフェース・プログラムである**パーソナル番組ビューア(Personalized Program Viewer , *PPV*)**を提案する . *PPML*は異なる素材 (映像 , 音声 , 仮想キャラクタ , 字幕スーパーなど) の同期制御を行い , それぞれを好きな画面位置及びサイズでレイアウトできるマークアップ言語である .

6.1 番組化の要件

「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」及び「状態遷移と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」では , 視聴者への提示はダイジェストシーン列の順次再生のみであったが , これは利用者にとって親しみやすい提示方式とは言えない . 本研究で想定する利用者は計算機になじみのない子供や高齢者を含む広い層の人々であり , このような利用者がダイジェストシーン列の内容を容易に把握できるようにするためには , 受動的に視聴可能なTV番組風の提示方式が望ましいと考える . たとえば仮想キャラクタが各シーンの説明を台詞として話し , 関連する映像及びキャプションがその台詞に同期して再生 , 表示されるような番組ならば , 見ておもしろくわかりやすい番組となると考える .

従来からある番組生成システムとは , 演出を含めて番組のイメージ及びストーリーが制作者の間で固まっている状況において , それを記述し実行するシステムのことを指していた . 本研究で提案する番組化の手法は , ダイジェストシーン列を演出も含めて1本のコンテンツとして生成し , より質の高いコンテンツを効率的に生成する機能を提供するものである .

本研究では、番組生成に対して以下の要件が必要と考えた。

1. ダイジェストシーン間の接続表現を生成する機能

ダイジェストのTV番組化過程においては、仮想キャラクタが話す説明文をいかに生成するかが重要となる。ダイジェストシーン列のメタデータとして与えられている断片的な説明文字列をさらに分かりやすいものにするためには、シーン間の接続表現を挿入すると効果的である。

2. 視聴者の嗜好を反映した感情表現を生成する機能

視聴者がコンテンツに対してさらに親しみやすく感じるようにするためには、視聴者の立場を反映して、そのダイジェストシーンを見た時の嬉しさ、悲しさを表現できると効果的である。そこで各ダイジェストシーンに対して視聴者の嗜好を反映した感情表現生成機能が必要となる。

3. 番組メタファを定義する機能

番組化を行う時に重要なことは、始めに番組の演出スタイル(以後、番組メタファと呼ぶ)を定義することである。例えば、スタジオセットとして何を利用するか、出演する仮想キャラクタは誰か、小道具として何を使うか、などを番組メタファ定義として決めておく必要がある。

4. 番組メタファに対応する演出をテンプレートとして定義する機能

デジタル放送時代においては、コンテンツ不足が予想されており、番組コンテンツの2次利用が益々重要となってくる。そこで、番組の演出も2次利用可能な形

式でテンプレート化(演出テンプレート定義)し、それらを演出テンプレートデータベースとして蓄積することが必要となる。

5. 上記4つの表現及び定義を記述するための言語

上記1から4の要件を満たす手法においては、上記の番組メタファ及び演出テンプレートを定義する言語が必要となる。接続表現及び感情表現生成においても、生成された各表現を記述するための言語が必要である。この言語には、映像、テキスト、仮想キャラクタ等の異素材の同期制御、位置レイアウトなどを記述できる機能が要求される。

6. 上記言語を解釈し仮想キャラクタ、映像、スーパーキャプションなどの異なる素材の同期を制御しながらTV上で表示する機能

番組化生成においては、上記言語を解釈、実行し表示する番組生成及び表示機能(インタプリタ)が必要となる。仮想キャラクタや映像、字幕スーパーなどの各種異素材を利用し、それらの同期を制御することで、多様な演出表現による番組提示が実現可能となる。

この他、番組メタファそのものを定義する技術、演出テンプレート自体を記述する技術等が番組生成の要件として考えられるが、これらの要件に関しては、ここでは検討しない。

6.2 番組化の手法

本研究では、前節で述べた 6 個の要件を満たす番組生成のためのシステム（以下、**番組化システム**）と番組記述言語 PPML を設計し試作した。本節ではこの番組化システムと PPML の機能を説明する。

図 16 に番組化システムの概要を示す。以下で図 16 のシステムの流れについて説明する。

1. 「ルール記述によるダイジェストシーン抽出手法」及び「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出手法」により実現されるシステムの出力はメタデータ、重要度が付加されたダイジェストシーン列である。これが番組化システムの入力となる。
2. 番組化システムはダイジェストシーン列の内容を解析し、PPML 言語で記述されるダイジェストシーン定義を生成する。本定義は、接続表現を含む前書き説明文、イベント説明文、後書き説明文、感情レベルから構成される。
3. 次に、番組化システムはダイジェストシーン定義の内容に基づいて番組メタファを選択する。番組メタファも PPML で記述される。
4. さらに番組メタファの内容に基づいて演出テンプレートを選択する。この演出テンプレートも PPML で記述される。

5. ダイジェストシーン定義，番組メタファ，演出テンプレートを PPML インタプリタが解析し，番組として提示する．

以下に入力となるダイジェストシーンの形式を示す．

ダイジェストシーン：(sid, P, SP)

- sid: ダイジェストシーンとなるシーンの識別子
- P: ダイジェストシーンに付加されている基本記述子の集合
- SP: 基本記述子に付加されているステータスパラメタ，嗜好パラメタの集合．パラメタの型と値のペアから構成される．

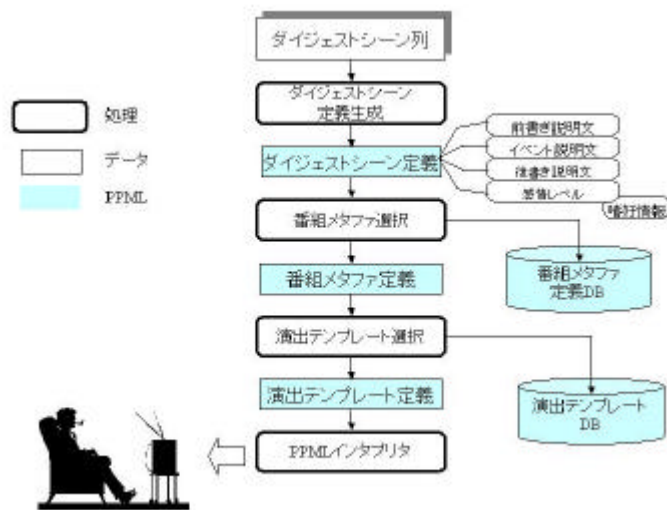


図 16 番組化システム概要

6.2.1 PPML 言語

PPML は異なる素材（映像，音声，仮想キャラクタ，字幕スーパーなど）の同期制御を行い，それぞれを好きな画面位置及びサイズでレイアウトする機能をもつマークアップ言語である．各ダイジェストシーンの情報，番組メタファ定義，仮想キャラクタを使った演出テンプレート定義を記述する．PPML のタグには，各ダイジェストシーンにおける<感情レベル指定>や番組メタファにおける<仮想キャラクタ指定>，<画面レイアウト指定>，及び演出テンプレートにおいて異素材の同期を制御する<逐次処理指定>，<並列処理指定>などがある．言語仕様の詳細は付録 4 の PPML 言語仕様を参照されたい．

6.2.2 ダイジェストシーン定義生成機能

ここでは，ダイジェストシーン定義の生成処理について説明する．本処理では，以下の 2 つの処理を行う．

1. 接続表現を含む説明文生成
2. 感情表現生成

6.2.2.1 接続表現を含む説明文生成処理

接続表現生成のため、入力された各ダイジェストシーンに対して**内容指標レベル**と呼ぶパラメタを定義し算出する。内容指標レベルは「ルール記述によるダイジェストシーン抽出手法」におけるステイタスパラメタを基に算出される。

接続関係は、内容指標レベルがシーン間でどのように変化するかを解析して生成される。一般に接続関係には並列、添加、選択、順接、逆説の5つのタイプがある[67]。接続関係判別関数はこれらのどれかを返り値とする。返り値として求められた接続関係のタイプにより、「しかし」、「さらに」などのあらかじめ用意されている接続表現を選択して、接続表現を生成する。

さらに、接続表現生成プロセスにおいて、あるシーンを説明する場合、シーンの階層構造を利用して、特定シーンに対して前書き説明文及び後書き説明文を生成し付加することにした。これらをまとめて状況説明文と呼ぶ。接続関係は、階層構造における同レベルの前後のシーン間に対して判定され、接続表現が生成される。

以下、野球番組を対象とした実装について説明する。野球番組に対しては、攻撃側チームの攻勢の度合いを内容指標レベルとし、(6)式のように定義した。(6)式において関数 \max は引数として与えられたステイタスパラメタに関して、対象となるシーン中で最も高い値を返す。内容指標レベルでは、攻撃チームが攻勢であれば正值、守備側が攻勢であれば負値となり、その値を興奮レベルで増幅させている。

$$\text{野球番組の内容指標レベル} = \frac{(\max(\text{攻撃レベル}) - \max(\text{守備レベル})) \times \max(\text{興奮レベル})}{\max(\text{興奮レベル})} \quad (6)$$

野球における実装

図 17 に野球における接続関係判別関数のアルゴリズム手順を示す。内容指標レベルの変化の様子によって、(A)攻勢持続、(B)劣勢化、(C)劣勢持続、(D)攻勢化の 4 つの場合分けを行い、形勢が逆転した場合「逆説」を、形勢が保持された場合「添加」を返り値とするようにした。本手法においては、野球試合の形勢表現に限った場合、「逆説」と「添加」の 2 通りの接続表現で十分と考えた。攻勢あるいは劣勢を判定する閾値として α 及び β を設定した。 α と β の間の必要条件は $\alpha > \beta$ であり、その条件範囲で調節していけばよいと考えている。今回の実装では $\alpha = 0.6$ 、 $\beta = 0.0$ を、それぞれ 6、0 に設定しており、攻勢、劣勢の区別が明確となって演出効果も上がっている。

野球番組においては「イニング - 打席 - 投球」のような階層構造が生成される。図 18 は、投球シーンを抽出の単位とした場合の、階層構造に従った状況説明生成処理の様子を示している。

6.2.2.2 感情表現生成機能

感情表現を生成する機能を付加するため、番組化システムでは、ダイジェストシーン列に対する視聴者の立場における感情の度合いを感情レベルとして算出する機能を追加した。この感情レベルの値により、ダイジェストシーンの説明文に利用者の視点に立った感情表現を加えたり、番組演出に利用者の感情を反映させたりすることが可能となる。

状況説明文生成において、前述した接続関係と共にこの感情レベルも使われる(図 18)。前書き説明文生成においては、感情レベルが正值の場合「嬉しいことに…」などの表現を

```

接続関係判別(シーン, 前シーン) {
  if (前シーン.内容指標レベル > α && シーン.内容指標レベル > α){
    // (A) 攻勢持続
    return 添加;
  } else if (前シーン.内容指標レベル > α && シーン.内容指標レベル < β){
    // (B) 劣勢化
    return 逆接;
  } else if (前シーン.内容指標レベル < β && シーン.内容指標レベル < β){
    // (C) 劣勢持続
    return 添加;
  } else if (前シーン.内容指標レベル < β && シーン.内容指標レベル > α){
    // (D) 攻勢化
    return 逆接;
  }
}
return NULL;
}

```

図 17 接続関係判別手順

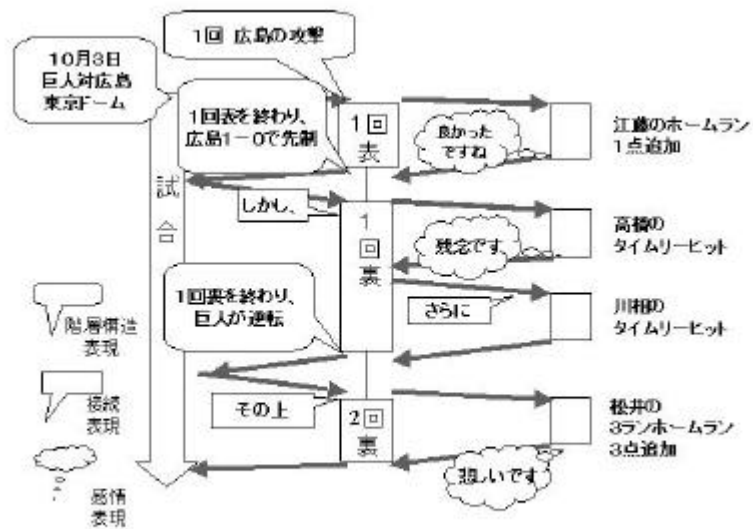


図 18 階層構造を用いた状況説明文生成例

加える．反対に負値の場合「残念なことに…」などの表現を付加する．また，後書き説明文生成の場合は「本当によかったですね」「全く残念な結果となってしまいました」などの表現を加える．これらは，いくつかの文例を用意しておき，同じ表現が続かないようにランダムに選んでいる．

野球における実装

以下に野球を対象とした実装について述べる．喜怒哀楽の細かい表現を可能とするためには，感情レベルは複数必要であるが，今回の実装では，感情レベルは 1 次元とし，正值は嬉しさを，負値は悲しさを表わすとした．球技の形勢に依存した感情の起伏の場合，感情レベルは攻勢の度合いを内容指標とした 1 次元で表現可能と考えたからである．汎用性を高め，さらに高次元な実際の人間の感情に対応するためには，複数の感情レベルを算出するように，実装を拡張する必要があると考えている．

図 19 に野球番組における感情レベル計算の手順を示す．感情レベルは，視聴者があらかじめ入力している嗜好情報に基づき計算される．野球番組の場合，視聴者の嗜好情報を「好きなチーム名」及び「好きな選手名」とし，本実装においては，好きな選手は必ず好きなチームに所属していることとした．感情レベルは始め攻撃チームファンの立場に立って計算し，利用者の嗜好が守備チームである場合，最後に正負の逆転をする．また感情レベル値は対象となるチームや選手への利用者の嗜好度が高いほど増幅される．将来拡張として，試合の流れに応じて の値を変動調節することを計画している．

```

感情レベル計算(シーン) {
    感情レベル = シーン.内容指標レベル;
    if (好きなチーム != シーン.攻撃チーム) {
        感情レベル *= (-1);
    }
    if (is_favorite(シーン.打者名)
        || is_favorite(シーン.投手名))
        感情レベル *= φ;
    シーン.感情レベル = 感情レベル;
    return シーン.感情レベル;
}

```

図 19 感情レベル計算手順

6.2.2.3 PPML によるダイジェストシーン定義

接続表現，感情表現生成の結果，以下の情報がダイジェストシーン定義として各シーンに対して生成される．

1. 前書き説明文
2. イベント説明文
3. 後書き説明文
4. 感情レベル

シーンによっては，前書き及び後書き説明文がない場合もある．番組化システムが算出した感情レベル値は，そのシーンの演出テンプレート検索で利用する．ダイジェストシーン定

義ファイルはPPMLで記述する．図20にその例を示す．番組化システムは，ダイジェストシーン列の内容に基づいて，上記の値を含むダイジェストシーン定義ファイルを自動的に生成する．

```
<scene>
<movie> //ダイジェストシーン指定
<from> 10111 </> <to> 25443 </>
</movie>
<prescript> //前書き説明文指定
10月3日巨人対広島戦が東京ドームで行われました．1回表，
広島は攻撃です．
</prescript>
<eventscrip> //イベント説明文指定
江藤の犠打で広島先制です．
</eventscrip>
<postscript> //後書き説明文指定
よかったですね．1回表を終わり，広島1対0で先制しています
．
</postscript>
<superimpose> //スーパーキャプション指定
1回オモテ（広島）：江藤の犠打で先制
</superimpose>
<emotion> //感情レベル指定
<param> <name> P1 </> <val> 10 </> </param>
</emotion>
</scene>
```

図 20 ダイジェストシーン定義例

本実装においては，本格的な日本語処理は行っていない．野球番組に対する自然な説明文生成の研究として[68]がある．この研究では，野球スコア表から自然な野球解説文を生成する日本語処理を研究している．将来さらに自然な説明文を生成するためには，こうした本格的な自然言語処理の研究の成果を取り入れることが必要と考える．

6.2.3 番組メタファ定義

以下では、番組化システムにおける番組演出定義及びその選択方法を説明する。番組演出定義も番組メタファ定義として、PPML によって行う。

番組制作者はあらかじめ番組メタファごとにその ID、番組において利用できる登場キャラクター、スタジオセット、カメラ、照明、小道具、サウンド等の番組環境の定義を番組メタファ定義ファイルとして記述し、データベースに蓄積しておく。番組化システムにおいては、一つの番組中、一貫して同じ番組メタファ環境を用いることとする。例えば、視聴者が、仮想キャラクターが 2 人である番組メタファ ID を選択したら、その環境に対応する演出だけを選択する。図 21 に番組メタファ定義の例を示す。

```
<head>
  <ID> 仮想キャラクター1人 </ID> //番組メタファID
  //スタジオセット 仮想キャラクターセット
  <studioset1> file="/usr/.../spark.iv" </>
  <studioset2> file="/usr/.../news.iv" </>
  :
  <mainCaster> name="BOB",
  file="/usr/.../Bob.acr" </>
  //小道具
  <prop1> filename="/usr/.../table.iv" </>
  <prop2> filename="/usr/.../sofa.iv" </>
  :
  //照明
  <leftLight> position=(1,1,1) rgb=(1,1,1) </>
  <rightLight> position=(-1,1,1) rgb=(1,1,1) </>
  :
</head>
```

図 21 番組メタファ定義例

6.2.4 PPML による演出テンプレート定義

多様な演出による番組を自動生成するために、番組制作者は、あらかじめ各種の演出定義を記述した演出テンプレートを作成して DB 化しておく。例えば、「非常にうれしい」ことを表現する演出の場合、演出テンプレート定義ファイルとして、次のようなものを用意しておく。

- 顔を真っ赤にさせて立ち上がる
- 嬉し涙を流す
- 万歳三唱する
- くす玉を割って鳩を飛ばす

番組生成の際には、一つの番組メタファに対応する演出テンプレートだけが選択されなければならない。一つの番組において、仮想キャラクタやスタジオセット、小道具などが突然変わると、番組の一貫性が失われしまうからである。そこで演出テンプレート定義に番組メタファ ID を記述し、同じ番組メタファ ID を持つ演出テンプレートだけが選ばれるようにしている。

また演出テンプレートの再利用のために、テンプレート内では以下の情報は変数として記述しておく。

1. PPML ダイジェストシーン定義ファイルに記載された項目

2. PPML 番組メタファ定義ファイルに記載された項目

演出テンプレート定義ファイルでは，上記変数を参照して，各キャラクタにどのような動作をさせ，説明文をしゃべらせるか，また，照明の動き，感情表現動作などを記述する．
図 22 に演出テンプレート定義の例である．記号”&”で始まる変数が参照変数である．

演出テンプレート定義ではコンテンツ間の同期は自由に記述できる．例えば，以下に示すような同期の取り方が考えられる．

1. 始めに前書き説明文を仮想キャラクタが喋る．
2. 次に，以下を並列で行う．
 - (2a) ダイジェストシーン映像再生
 - (2b) イベント説明文の喋り
 - (2c) スーパー(キャプション)表示
3. その後，後書き説明文を喋る．

上記の同期制御は，図22においては逐次処理<seq>と並列処理<par> により指定されている．最初に仮想キャラクタが前書き説明(&preScript)を台詞として話す．次に並列処理により，BGM(&sound1)及び映像(&movie)の再生さらに仮想キャラクタのイベント説明(&postScript)及び文字スーパー(&super)表示が同期をとって実行される．仮想キャラクタ

の台詞によるイベント説明及び文字スーパー表示は、それぞれ内部で逐次処理が実行され、最終的に映像/音声再生との同期が制御される。

6.2.5 番組生成及び表示

本節ではダイジェストシーン定義ファイル、番組メタファ定義ファイル、演出テンプレート定義ファイルを基に、番組を自動生成し、表示する処理（図 16 のダイジェストシーン定義生成、番組メタファ定義選択、演出テンプレート定義選択の各処理）について説明する。

```

<body>
<metaphorID> 仮想キャラクター1人 </metaphorID>
<seq>
//前書き説明
<talk> name=&mainCaster, text=&preScript,
lipsensitivity=5 </>
//並列開始
<par>
<sound start> sound=&sound1 </>
//映像シーン再生
<video> area="display", file=&movie </>
//イベント説明文
<seq>
<talk> name=&mainCaster,
text=&eventScript </>
//万歳三唱
<banzai> name=&mainCaster, pitch=3 </>
</seq>
//スーパー表示
<super> area="display", text=&super </>
</par> //並列終了
//後書き説明
<talk> name=&mainCaster, text=&postScript </>
</seq>
</body>

```

図 22 演出テンプレート定義例

前処理として以下を行う。

- あらかじめ TV 型受信端末のデータベースに番組メタファ定義、演出テンプレート定義が蓄積されている。
- 視聴者は TV 型受信端末のユーザインタフェースを通して嗜好情報(野球番組ならば、「好きなチーム名」と「好きな選手名」)を入力しておく。

- 視聴者がダイジェストを視聴したいと考えた場合、まず、「ルール記述によるダイジェストシーン抽出手法」、「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出手法」を利用して作成されたシステムにより、ダイジェストシーン列を得る。

ダイジェストシーン定義生成処理

番組化システムは、ダイジェストシーン定義に記述されている感情レベル値から感情 ID と呼ぶ識別子を生成する。感情 ID とは、「非常に嬉しい」「普通に嬉しい」「非常に悲しい」など、感情表現の識別子である。一般に複数存在する感情レベルに対して、その名前と値の範囲をあらかじめ指定しておく。指定されている全ての条件にマッチした場合に、その感情 ID に決定する。番組制作者はあらかじめ感情 ID 対応表に、感情 ID と対応する感情レベル値の範囲を定義しておき、受信端末に送出しておく。

番組メタファ定義選択処理

次に視聴者は、ダイジェストシーン列を、どのようなメタファの番組として見たいか、そのメタファの指定を番組化システムのユーザインタフェースを通して指定する。指定されたメタファに基づいて、番組化システムは番組を生成していく。

演出テンプレート選択処理

次に番組化システムは、その感情 ID を使って演出テンプレート DB を検索する。感情 ID と DB 上の演出テンプレートの関係は 1 対多の関係であり、その対応関係もあらかじめ番

組制作者により作成され，番組化システム内においてテーブルで管理される．現在の実装では，演出テンプレートを感情 ID ごとにグルーピングし，ファイル名の昇順で演出テンプレートを選択するようにしている．一つの感情 ID に複数の演出テンプレートを用意しておく理由は，番組がつまらなくならないように演出に多様性をもたせるためである．

PPML インタプリタ

PPML インタプリタは，ダイジェストシーン定義及び，番組メタファ定義を参照しながら，演出テンプレートの変数に実際のデータを埋め込む．演出テンプレートの記述に従って異素材（映像，音声，仮想キャラクタ，字幕スーパーなど）の同期制御を行い，それぞれを指定の画面位置及びサイズでレイアウトし，受信端末に番組を表示していく．

6.3 評価

本節では，本手法に基づいて開発した試作システムの概要及びその評価について述べる．

6.3.1 試作システムの概要

本研究では，以下の機能を持つ試作システムを開発した．

- ダイジェストシーン列からダイジェストシーン定義生成

- あらかじめ制作し登録しておいた番組メタファ定義ファイル，演出テンプレート定義ファイルと組合せてPPMLインタプリタにより番組として提示

本試作システムでは，パーソナル番組ビューアPPVの画面は，以下の3つの論理的エリアから構成されるとした．

1. 素材表示エリア
 - ・映像再生
 - ・字幕・文字スーパー表示
2. スタジオエリア
 - ・仮想キャラクタ動作
 - ・スタジオ演出効果（セット，照明，カメラ位置など含む）
3. 操作メニューエリア
 - ・利用者による操作メニュー選択

試作システムの仕様では，上記エリアの数は各1個とし，重ね合わせなしのタイル貼りレイアウトとした．理由はマルチウィンドウの表示形態として，重ね合せよりもタイル貼りレイアウトの方がコンピューターに不慣れな利用者に馴染み易いと考えたからである．
図23，24は試作システムの画面例である．



図 23 試作システム画面例(1)



図 24 試作システム画面例(2)

PPMLインタプリタ

試作システムにおいて、PPMLインタプリタはSMILプレーヤと、TVMLプレーヤのもつ各種機能呼び出して使うことを想定している。そのため演出の内容はSMIL及びTVMLの仕様に制約されている。例えば現在のTVMLでは「顔を真っ赤にして怒る」というような演出ができない。しかしこれはTVMLプレーヤの機能が拡張されれば解決される問題であると考えられる。また現バージョンのTVMLには、外部プログラムからTVMLプレーヤを制御する機能がない。そのためシーンを逐次的に生成し、SMIL、TVML双方のプレーヤを同時に制御しながら番組を生成/表示する機能が実現に至っておらず、SMILのもつ同期制御機能、位置レイアウト機能を本システムで利用することができない。現在の実装では、バッチ処理を行って番組全体のコードを一時的に実行可能なPPMLコードとして生成した後、TVMLの機能を利用して番組として表示するようにしている。外部処理機能がTVMLに追加された際には、シーンを逐次的に生成し、SMIL、TVMLプレーヤを同時に制御しながら番組を生成/表示するようになる予定である。

6.3.2 システムの評価

本項では、試作したシステムの評価を行う。

6.3.2.1 評価データ

素材は1998年10月3日に行われた「巨人対広島戦」の野球番組である。

6.3.2.2 評価手法

始めに要件であげた番組化システムの機能が実現されたか否かについて評価し、次に実行に要するファイルサイズ及び実行速度という2つの性能指標について評価を行う。

6.3.2.3 機能の評価に関する結果

番組化システムに対する要件がどのように実現されたかについて評価を述べる。

1. 接続表現生成機能

接続表現生成において、本番組化システムはまず接続関係判別関数により、シーン間の接続のタイプを判別している。次にその判別結果を用いて、あらかじめ接続のタイプごとに用意しておいた接続表現の群の中から一つの表現を選び、説明文に加える。このようにして本番組化システムでは接続表現生成機能が実現されている。

2. 感情表現生成機能

感情表現生成においては、視聴者の感情レベルを、ダイジェストシーンごとに計算する。次にその感情レベル値を用いて、あらかじめ感情ごとに用意されていた感情表現の群の中から一つの表現を選び、説明文に加える。その際、同じ表現ばかり続けて選択されないように選択には乱数を用いる。このようにして番組化システムでは感情表現生成機能が実現されている。

3. 番組メタファ定義

番組メタファ定義はあらかじめ制作し DB 化しておくため、各種の番組に再利用可能である。番組メタファ定義においては、仮想キャラクタの数、スタジオセット、カメラ、照明などの番組環境を定義し、指定された番組メタファに従って番組が生成される。

4. 演出テンプレート定義

演出テンプレート定義もあらかじめ制作し DB 化しておく。番組メタファ定義と同様に各種の番組に再利用可能である。本番組化手法では、1 つの番組メタファに対応して複数の演出テンプレートが定義できるとしている。演出テンプレートは感情レベルから導き出される感情 ID に対応付けられ、多様な演出の実現のために番組生成時に随時選択される。

5. PPML 言語

番組メタファ定義及び演出テンプレート定義のため PPML という言語があり、両定義機能が実現されている。また、PPML はダイジェストシーン列と番組化システムにより生成された説明文をまとめて、ダイジェストシーン定義を作成する際にも利用されている。

6. 番組生成及び表示機能

番組生成システムでは演出テンプレート選択過程において、各シーンの感情 ID に対応する演出を選択している。これにより視聴者の感情表現を反映する多様な演出を持つ番組が生成できる。また実行可能な PPML コードを実行表示する PPML インタプリタにより番組表示機能が実現されている。

以上の評価結果により、前述の 6 つの番組化システムへの要件は本試作システムにおいて実現されていることが確認できた。

番組化システムでは、感情レベルと感情 ID の対応表を利用して、シーンごとの感情 ID を判定しているが、よりきめの細かい演出による番組生成を実現するためには、感情 ID の定義方法及び判定方法をさらに改良する必要がある。また演出テンプレートの選択方法にも改良が必要であると考えられる。今回の試作により本手法が提案する 6 つの機能を利用した番組生成の大枠は確認できたが、より実用的かつ効果的な番組を生成するためにはさらに検討が必要である。

6.3.2.4 ファイルサイズの評価における結果

本番組化システムは、各種受信端末で動作することを目標としており、番組メタファ定義ファイル、演出テンプレート定義ファイルはあらかじめ受信端末に蓄積されるとしている。またダイジェストシーン定義ファイルは、ダイジェストシーン列の情報を利用して番組化システムが動的に生成する。受信端末は PC(パーソナルコンピュータ)に比べハードウ

エア的制限が多いため，その HD（ハードディスク）の容量は一般に小さいことが予想される．番組化システムで利用する各種ファイルのサイズが大きいと実用上問題となる．ファイルサイズが小さければ，データ放送や携帯向け配信などの各種サービスにおける利用が進み，演出テンプレートのファイル数を増やすことも可能となり，より多様な番組生成が実現できるという利点も生まれる．本節では番組化システムで利用するファイルのサイズが，各種受信端末で動作するにあたり，実用上問題ないかを評価する．

試作システムにおいて利用した各種定義ファイルのサイズ（KB）の情報を表 12 に示す．番組メタファ定義はメタファ ID が「仮想キャラクタ 1 人」と「仮想キャラクタ 2 人」の場合の 2 種類を用意した．それぞれの演出テンプレートとして，悲しい演出が 3 つ，嬉しい演出が 3 つ，合計 6 つのテンプレートを作成している．仮想キャラクタ 2 人の番組メタファの方が，1 人のものより演出テンプレートファイルのサイズが大きくなっている．これは仮想キャラクタ 2 人のほうがより複雑な演出を必要とするため，記述内容が増えるためである．

ダイジェストシーン定義ファイルにおいて，各シーンは番組映像中の開始フレームにより特定されるため，その大きさに各映像シーン自体の大きさは含まれていない．参考までに該当シーン自体のサイズ及び再生時の秒数を，表 12 ではダイジェストシーン定義ファイル名（「シーン 1」など）の後に続く“[]”で示した．表 10 において，仮想キャラクタ 1 人，2 人のファイルサイズの合計はそれぞれ 32KB，58KB となっている．

以下に本評価により得られた知見をまとめる．

- ファイルサイズは十分に小さく、本手法による番組化システムは実用レベルにある

ARIB(社団法人電波産業会)では、BS デジタル放送開始時の TV 型受信端末のメモリサイズとして 8MB 以上を推奨している[69]。HD 容量及び CPU の性能について ARIB では特に規定していないが、現状、HD 容量 は数百 GB 程度(標準モードで通常のテレビ放送ならば数百~千時間程度)、CPU は最低でも 100MIPS 程度(Windows CE 搭載のハンドヘルド PC 用 CPU 程度)が搭載されている。

通常、番組映像として放送される MPEG2 ファイルは 1 時間に 1~2 GB 程度の大きさであり、1 週間分の野球の試合(1 試合 3 時間として、5~6 試合)は十分蓄積可能である。このような番組映像ファイルに対して、今回の評価における PPML ファイルの合計サイズは充分小さく、受信端末における番組化システムが実現可能であることを示している。

6.3.2.5 実行速度の評価

ここでは、番組化システムが TV 型受信端末において実用上問題のない速度で動作するかについて評価する。

試作システムは PentiumII266MHz、メモリ 128MB、HD 容量 8G のマシンにおいて動作させた。このマシンにおける番組生成処理(番組全体のコード生成処理)の実行速度は、それぞれ表 13 の通りである。以下に実行速度の評価において得られた知見をまとめる。

- 実行速度は十分に速く、本手法によるリアルタイムな番組生成は実用レベルにある

仮想キャラクタ 1 人の場合よりも、2 人の仮想キャラクタを利用した高度な演出による番組化のほうが、番組生成の処理速度が遅くなることがわかる。しかし、両者の実行速度は 1 秒以内であるため、PentiumII 266MHz 程度のマシンであれば、リアルタイムに番組を生成しても実用上問題無いといえる。

2001 年時点における受信端末の CPU は 100MIPS 程度であったが、現在は、今回評価に用いたマシンに相当する程度の CPU、メモリが搭載されている受信端末も市場に出始めている。TV Anytime フォーラム[71]などでも、TV 型受信端末の性能が向上する可能性を想定して、新たなマルチメディアサービスの検討及び標準化を行っており、今後ますます受信端末の性能は向上していくと予想される。本手法による番組化システムは CPU に対する負荷も少なく、受信端末上で十分に動作可能と考える。

表 12 試作システムのファイル例

ファイルの種類		サイズ (Kbytes)	
		仮想キャラクタ 1人	仮想キャラクタ 2人
番組メタ定義		17.5	18.5
演出テンプレート定義	感情ID= 悲しい		
	テンプレートKanashii-A	0.2	1.5
	テンプレートKanashii-B	1.5	2.3
	テンプレートKanashii-C	1.8	8.9
	感情ID= 嬉しい		
	テンプレートUreshii-A	1.6	2.1
	テンプレートUreshii-B	2.5	5.1
	テンプレートUreshii-C	2.9	8.9
	ダイジェストシーン定義	シーン1[15sec, 6.1 MB]	0.5
	シーン2[20sec, 8.2 MB]	0.4	
	シーン3[18sec, 7.4 MB]	0.4	
	シーン4[24sec, 9.8MB]	0.5	
	シーン5[15sec, 6.2MB]	0.4	
	シーン6[30sec, 12.3MB]	0.2	
	シーン7[10sec, 4.1MB]	0.1	
合計		32.7	58

表13 試作システムの実行速度

仮想キャラクタ1人	0.6 sec
仮想キャラクタ2人	0.9 sec

7. 携帯端末向けダイジェスト映像配信システムの構築

これまで述べてきた「ルール記述によるダイジェストシーン抽出手法」、「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算手法」、「ダイジェストシーンに基づく番組生成方式」の3つの手法に基づき、野球のダイジェスト映像を配信する商用システムを開発した（図25）。本システムは、KDDI-auのEZWeb環境及びNTT DoCoMoのi-mode環境において現在、実運用中である。

7.1 システム構成

図25のシステム構成について説明する。映像は球場からブロードバンドにより直接取り込み、日本プロ野球機構がリアルタイムに配信する試合の経過情報（BISデータ）をメタデータとして利用する。BISデータ変換サーバはこのBISデータを解析し、ダイジェスト

サーバの入力となる基本記述子に変換する。ダイジェストサーバは、ルール記述による映像内容解析、結果重要度 RI 及び状況重要度 SI の値の算出を行い、各シーンの最終的重要度を算出する。コンテンツ配信サーバは、利用者からのダイジェスト配信リクエストに従い利用者ごとの嗜好パラメタ算出してシーンの重要度に反映し、その時点における重要シーンをダイジェストとして配信する。

本システムは利用者の嗜好に応じて状況重要度SIの高い映像シーンの情報を e-mail でリアルタイムに配信するサービスも実施している。利用者の好きなチームや選手がチャンス場面を迎えたときなどに、即座にメールで通知することで理由者の興味を引く情報を提供している。

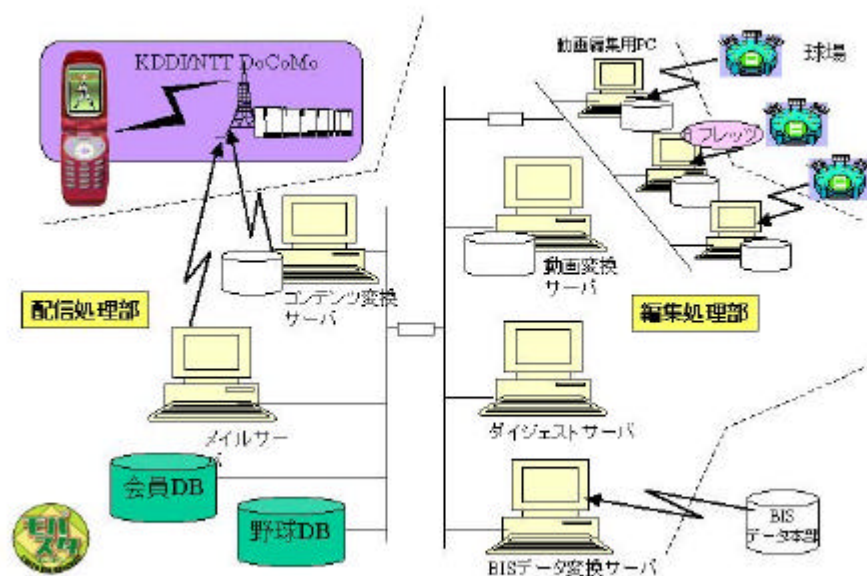


図 25 システム構成図

7.2 モジュール構成

図 26 に本システムのモジュール構成を示す。本章では、各モジュールにおいて、どのように処理を行っているかについて述べていく。

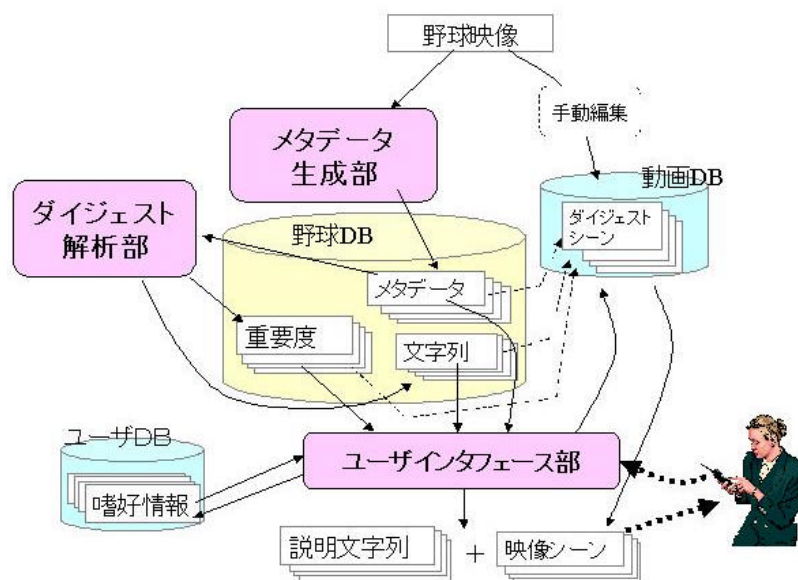


図 26 モジュール構成図

7.2.1 メタデータ生成部

メタデータ生成部は、BIS データ変換サーバ上で動作する処理部である。各球場から送られる野球映像（1試合につき1本の映像ソース）を入力データとして、日本プロ野球

機構から送信される BIS データを基に「ルール記述によるダイジェストシーン抽出手法」で述べられている「基本記述子(野球メタデータ)」を生成する。本処理部では BIS データに記述されている日時と映像上のタイムコードからメタデータと映像を大まかに関連付けるフレーム識別子を導出する*。

7.2.2 ダイジェスト解析部

ダイジェスト解析部は、ダイジェストサーバ上で動作する処理部である。メタデータ生成部が生成した野球メタデータを入力として、シーンを切り出し、各ダイジェストシーンの重要度を算出し、説明文字列を生成する。本処理部は、「ルール記述によるダイジェストシーン抽出手法」で行っていたダイジェスト生成の Step1 の処理における嗜好パラメタの算出以外と、「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出手法」の結果重要度 RI、状況重要度 SI を算出する処理を実装している。

また本処理部では、基本記述子から各ダイジェストシーンの説明文字列を生成する処理も行っている。シーンごとにそのシーンに入ったときの「前状況」と、シーン内で発生した事象に関する「主語」と「述語」、事象発生後の「後状況」を生成し、それらをつなげて文字列を構築するという処理である。

* コンテンツのクオリティを上げるために、最終的には手動で映像とメタデータの関連付けを行っている。

7.2.3 ユーザインタフェース部

ユーザインタフェース部は、以下の 2 つの処理を行う処理部である。

1. 利用者の嗜好情報の登録
2. 利用者ごとに重要なシーンを選択しダイジェストを生成

本処理部は、コンテンツ変換サーバ上で動作する。

7.2.3.1 嗜好登録処理

本システムにおける利用者の嗜好情報は、「好きなチーム名」と「好きな選手名」である。ユーザインタフェース部は、これらの嗜好情報を利用者ごとの情報として会員 DB に蓄積する。

7.2.3.2 シーン選択処理

シーン選択処理は、利用者のアクセスによって起動される処理である。「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」における嗜好パラメタ算出を行い、ダイジェスト解析部において既に算出されているステータスパラメタ値を元に、利用者ごとの各シーンの最終的重要度を求める。

「ルール記述によるダイジェストシーン抽出手法」では、嗜好パラメタはメタデータごとに Step1 の処理部であらかじめ算出されていた。これは「ルール記述によるダイジェストシーン抽出手法」で想定していた利用者数が数名程度と少ないため、全ての利用者分の嗜好パラメタをあらかじめ算出していても、システムに負荷がかからないと判断したためである。しかし本システムの場合、想定利用者数は数万人規模であり、登録している全ての利用者が本システムに常にアクセスするとは限らないため、利用者ごとの嗜好パラメタをあらかじめ算出しておくのは効率が悪い。そこで嗜好パラメタは利用者のアクセスのたびに算出し、その結果によってシーンの選択を行うように変更を行った。

7.3 サービス概要と運用状況

7.3.1 サービス概要

これまで説明してきたモジュール構成に基づいてシステムを実装し、2002年8月2日から携帯端末向けパーソナルダイジェスト配信サービスを開始している。本サービスは主にパ・リーグの試合を対象として、利用者の嗜好を反映したダイジェストを配信している(表14)。

表14のコンテンツのうち、本稿で述べたパーソナルダイジェスト配信システムの技術により自動生成されている情報は、「おこのみ選手ダイジェスト」と「おこのみチームダイジ

エスト」,「1分ダイジェスト」,「今日のヒーロー」のダイジェスト映像シーンと文字列,「各回詳細」における文字列である。

表 14 配信コンテンツ一覧

配信映像の種類		内容
嗜好情報	おこのみ選手ダイジェスト	お好み選手の打席,盗塁,ファインプレイなどの映像。投手の場合は,三振や連続三振,三者凡退などのシーン。〔最大6シーン〕。
	おこのみチームダイジェスト	お好みチームの重要攻撃や,投手の名場面を含む重要守備,ファインプレイなどのシーン。〔最大10シーン〕
中立情報	1分ダイジェスト	重要シーンを1分にまとめたダイジェスト映像。ホームチーム向けとアウェイチーム向けがある。〔1分~1分30秒〕
	今日のヒーロー	お立ち台に上がったヒーローのシーンをまとめてダイジェストとしたもの。〔1分~1分30秒〕
	各回詳細	各インニングの全てのプレイに関する説明文字列〔映像なし〕

図 27 に本サービスの画面例を示す。本サービスでは,おこのみ情報として,

- チーム 1つ
- 選手 3名

を指定できる。この嗜好情報に併せてポータル画面が自動生成される。ポータル画面では,各試合の詳細情報(中立情報)へのボタンと,利用者の嗜好項目(おこのみ選手とおこのみチーム)に関して,その日の試合の中からシステムが選択したベストシーンへのボタンが表示される。このボタンをクリックすると,その日の各嗜好項目のベストシーンが再生される。また各嗜好項目に対する個々の利用者にとって重要度の高いシーンを選択したダイジェストへのボタンも表示される。図 27 ではおこのみチームダイジェストとして,大阪

近鉄ダイジェストの画面例を表示している。近鉄ダイジェストでは、本システムが選択した近鉄の重要シーン（最大 10 シーン）がリストアップされており、それぞれをクリックすると映像が再生される。

また、本システムは利用者の嗜好に応じて状況重要度 SI の高い映像シーンの情報を e-mail でリアルタイム配信している。配信する文字列は、「ダイジェストシーンに基づく番組生成方式」における文字列作成機能を利用して、利用者の感情を反映した文字列としている。図 28 は、配信しているメールの例である。下線で示されている部分が本システムにより自動生成されている文字列である。

7.3.2 運用状況

本サービスではプロ野球のほぼ全試合に対してメタデータとダイジェストシーンを生成し、パーソナルダイジェストを配信している。メンテナンス時間を除いた 24 時間、映像配信サービスを行っている。

現場・編集センターにおいて、1 試合につき 2 名の担当者がメタデータ確認とダイジェストシーンの編集切り出しをそれぞれ行っている。以下にメタデータ、ダイジェストシーンの個数及び長さについてまとめる。

* 契約上の関係から、映像シーンはパ・リーグのほぼ全試合と一部の交流戦についてのみ配信している。

1. 試合あたりのメタデータの個数
1 試合につき 150 ~ 250 個
平均 200 個/試合
2. 1 試合あたりのダイジェストシーンの個数
1 試合につき 60 ~ 100 シーン
平均 80 シーン/試合
3. ダイジェストシーンの長さ
1 ダイジェストシーンにつき 5 秒 ~ 30 秒
平均 15 秒/ダイジェストシーン

メタデータは、試合中、ほぼリアルタイムに生成されており、事象（プレイ）が発生から 2 秒後には携帯端末に配信可能となっている。またダイジェストシーンはリアルタイムから遅れて 15 分後に編集切り出しが終了し、動画配信サーバへのアップロード処理を行っている。動画は本来ならばアップロード処理終了後直ちに配信することが可能である。しかし現在のところ、各種の権利関係によって、試合終了 15 分後から映像再生ボタンをアクティブにし、映像配信を開始している。



図 27 画面例

勝ったゼミメール	勝っても負けてもメール	どきどきメール	お好み選手メール
<p>日時: 5/18 18:01 件名: 試合速報 From: 巨人-ソフト</p> <p>あなたの登録しているマイチーム「ホークス」の試合が、20時18分、終わりました！</p> <p><u>ああ、今日がかつりリドール</u> <u>買って帰りました！</u> <u>阪行阪打大楽園(シゲ)</u> <u>ーイ！三輪留はやっぱり日本一や！</u></p> <p>5/18(日) ホ・口 福F 18:00</p> <p>口001 100 +--+--+ ホ104 101</p> <p>000 1 ---+ 10× 0</p>	<p>日時: 5/11 22:18 件名: 試合速報 From: 巨人-ソフト</p> <p>あなたの登録しているマイチーム「巨人」の試合が、22時15分、終わりました！</p> <p><u>夜とあってだったのに</u> <u>……「点差負け。ただこども</u> <u>試合だと、横内さんまた投げ</u> <u>たりするんじゃないかと冷や</u> <u>汗かたよね……</u></p> <p>5/11(日) 巨・中 東F 18:00</p> <p>中200 100 +--+--+ 巨000 203</p> <p>030 0 ---+ 000 5</p>	<p>日時: 4/27 21:01 件名: 試合経過まっせ！ From: 巨人-ソフト</p> <p>あなたの登録しているマイチーム「巨人」は、<u>6回0-0、2回一、二塁の</u> <u>場面を知りました。打者</u> <u>(志保野)！</u></p> <p>果たしてその結果は…？ ひょっとすると大どんでん返しか！？</p>	<p>日時: 4/27 21:01 件名: 試合 傑作 From: 巨人-ソフト</p> <p>あなたの登録しているマイ選手「遠藤健司」情報です！</p> <p><u>2表1-1 第2回二塁の場面</u> <u>で、右中間席の二塁打で</u> <u>した。</u></p> <p>さらに詳しい情報を見たい方は、下のアドレスをクリック！</p>

下線の部分はシステムが自動生成している

図 28 速報メールの例

7.3.3 利用状況

ここでは、利用者のアクセスログやアンケート*などから得られた利用状況について報告する。

図 29 は本サイトにおけるおこのみチームの設定状況を、一般の調査によるファン比率と比較したものである。本サイトでは、一般の調査に比べてパ・リーグのファンの比率が非常に高い(パ・リーグ対セ・リーグ= 約 3 : 5)ことがわかる。

また本サイトでは、一般にマイナーと言われる選手をお好み選手として設定している利用者が多く、多様な嗜好が見られている。さらに好みのチームや選手を嗜好登録している利用者の本サイトに対する満足度は高いというアンケート結果が得られている。

嗜好登録をしている利用者の解約率は 24%であり、嗜好登録をしていない利用者の解約率 47%と比べると非常に低く、特にマイナーな嗜好登録をしている利用者の解約率が低い(15%)ということもわかった。このことから、本サイトにおける利用者の嗜好は多様であり、特にマイナーな嗜好をもった利用者が満足してサイトを利用していることがわかる。

また利用者のアンケート(常設アンケート、モニターアンケート)において、マイ球団ページ、マイ選手ページの評価が高く、嗜好を反映したコンテンツ提供が有効であることも確認できている。

次に速報メールの効果について論じる。アクセスログの解析により、本サイトにおいてメールを設定している利用者は契約者のうち約 7 割を占めていることがわかった。またメ

* 2003 年度のサービスにおけるアクセスログ、アンケート。

メールを設定し受信している利用者の解約率は2割強であり、メールを利用していない利用者の解約率3割強より低いことがわかった。利用者アンケートにおいても速報メールに関する評価は高く、利用者の7割近くが1試合につき2~3通のメール配信を希望していることもわかった。このことから、適度な分量(この場合は、1試合につき2~3通)のメール配信を行うことは有効であることがわかる。

また、メールからサイトにアクセスしている利用者の比率は高く、マイ球団ページの場合、試合終了直後(ナイトゲームの場合通常21時ころ)のアクセスのうち、7割近くがメールからのアクセスであることもログからわかっている。このことから、携帯端末向けサイトにおいて、PUSH型でコンテンツを配信し、本サイトへのアクセスを促す方式は有効であると言える。

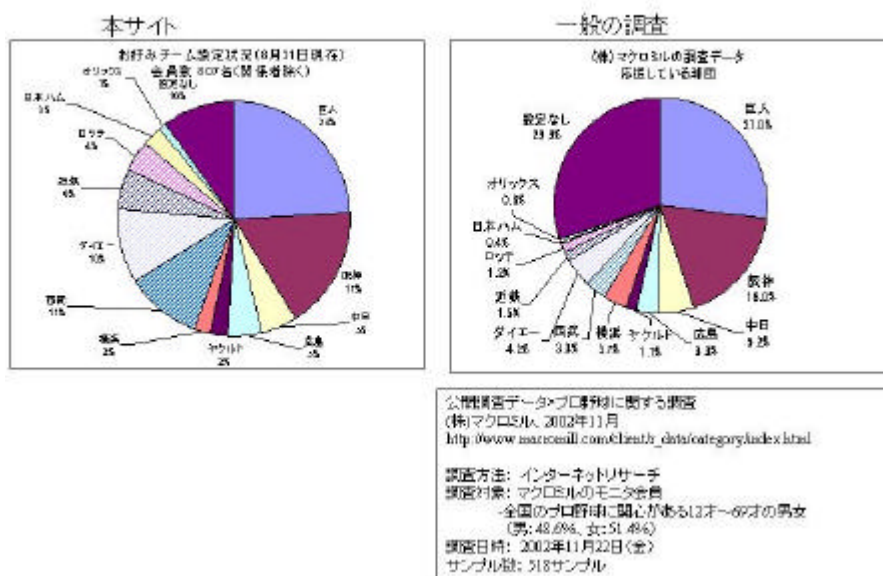


図 29 お好みチーム設定状況

8. 結論

本研究はスポーツ映像を対象とし，試合の経過データをメタデータとして，動的にダイジェストを生成する方式を提案するものである．本研究では，ダイジェスト作成処理は以下のステップから構成されると規定した(図 1)．

- (1) 映像から意味的なまとまり(シーン)を抽出
- (2) 出したシーンの中立的な重要度を算出
- (3) パーソナルなダイジェストを生成する場合は，さらに抽出したシーンにおける利用者の嗜好の度合いを算出
- (4) 中立的な重要度と嗜好の度合いを組合せ最終的なシーン重要度を算出
- (5) シーン重要度に基づいてシーンをランキングし，重要な順からダイジェストを構成するシーンを選択
- (6) 選択されたシーンをつないで一つの番組として生成して，利用者に提示

本研究で提案した手法は，上記のダイジェスト生成のステップに基づいて，動的なダイジェストシーン抽出，番組生成を行うものである．試合の状況としての評価を行い，結果としてよかった「成功プレイ」の場面だけでなく，結果としては失敗であったが状況としてはよかった「惜しかったプレイ」の抽出を可能とする．利用者の嗜好を反映する仕組みをもち，中立のダイジェストだけでなく嗜好を反映したパーソナルなダイジェストも生成する．抽出した結果のシーンをつないで，利用者の好む演出も含む番組として生成する機能も併せもつ．

本研究で提案する手法は，以下の3つから構成される．

1. ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式
2. 状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式
3. ダイジェストシーンに基づくバングに生成方式

また上記3つの提案手法に基づき，以下のような商用システムも開発した．

4. 携帯端末向けダイジェスト映像配信システム

以下では，上記3つの提案手法及び開発システムの結果概要について述べる．

1. ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式

本方式はルール記述を利用して意味的なまとまりであるシーンを抽出し、各シーンの中立的な重要度と利用者の嗜好を反映した重要度を算出するものである。シーンの重要度に応じてシーンをランキングし、重要な順からシーンを選択する。ルール記述を利用しているため、イニング数や塁状況、登場選手などの各種状況をルールに反映でき、試合の状況を評価することが可能となる。これにより「成功プレイ」だけでなく逆転のチャンスを逃したような「惜しかったプレイ」の抽出が実現できる。

本手法により自動抽出された重要シーンは、スポーツニュース番組のディレクターが手で選択した重要シーンに対して高い適合率を上げることができ、ルール記述によるダイジェストシーン抽出の有効性を示すことができた。しかしながら各種の状況をルールに反映させなくてはならないため、記述が複雑化及び増大し、メンテナンス性も低下するといった課題が発生した。他のジャンルのスポーツへの適用も困難になるという結果となった。

2. 状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式

本方式は、「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」の課題を解決する手法である。試合の経過を状態の遷移としてとらえ、過去の試合の記録データから試合の状態遷移確率を求める。またホームチームが試合に勝利する確率を表現する「勝利確率」を考案し、過去の試合の記録データから統計的に算出した。この状態遷移確率と勝利確率を組合せ、実際の状態遷移に基づく結果重要度と次に遷移する状態を予測することで状態としての重要度を表現する状況重要度を提案した。この結果重要度と状況重要度からシーンの最終的

重要度を算出することにより、「惜しかった場面」のような場面の抽出も可能となった。試合における統計的な値を利用することで、複雑なルールを使用することなく、状況に応じた重要場面判定が可能となった。野球とサッカーの両スポーツに本手法を適用し、TVのニュース番組で選択された重要シーンに対して本手法が高い適合率を挙げることができることを確認し、本手法の有効性及び汎用性を示した。勝利確率や状況重要度といった指標は、試合の状況の重要度を統計的かつ客観的に表現するものであり、関連研究には見られない新規性の高い指標である。

しかしながら本手法では、シーンに対する中立の重要度算出手法のみを検討しており、嗜好を反映した重要度算出の手法については論じていない。今後は、本手法をさらに拡張し、利用者ごとの嗜好を反映したシーン重要度算出手法へと応用していく必要がある。

3. ダイジェストシーンに基づく番組生成方式

「ダイジェストシーンに基づく番組生成方式」は、「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」及び「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」の結果として得られたダイジェストシーン列をつないで1つの番組として生成する方式である。本手法は番組生成のための以下の機能を備えている。

1. ダイジェストシーン間の接続表現を生成する機能
2. 視聴者の嗜好を反映した感情表現を生成する機能
3. 番組メタファを定義する機能
4. 番組メタファに対応する演出をテンプレートとして定義する機能

5. 上記 4 つの表現及び定義を記述するための言語 PPML
6. その言語を解釈し仮想キャラクタ，映像，スーパーキャプションなどの異なる素材の同期を制御しながら TV 上で表示する機能

本手法を「機能面」と「性能面」の両方から評価し，実用化の可能性を示すことができた．コンテンツ配信サービスを商用化するにあたっては，クオリティの高いコンテンツを提供することが重要であり，本手法により，単なるダイジェストシーン列の順次再生としての提示だけでなく「コンテンツとしての提示」を動的に実現できる可能性を示せた．

4. 携帯端末向けダイジェスト映像配信システム

上記 3 つの方式に基づいて，実際に野球の映像を利用者の携帯端末に配信する商用システムを開発した．本システムは現在も KDDI の EZWeb，NTT DoCoMo の i-mode においてサービス提供されており，多くの一般利用者に利用されている．

8.1 今後の展開

以下では，今後の展開について述べる．

1. 「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」と「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」の融合

今後は、「ルール記述によるダイジェストシーン抽出方式」と「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」を融合し、さらに効率の良いダイジェスト生成を実現していきたい。「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」はルール記述の手間も不要でメンテナンス性も良く、他ジャンルのスポーツへの適用も可能であるという利点がある一方で、ルール記述に比べ、きめの細かいダイジェスト生成にはやや不十分であるという欠点もある。そこで「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」を基本とし、足りない部分をルール記述で補う方針で融合していくことを検討中である。これにより、基本的な解析は「状態遷移確率と勝利確率に基づくシーン重要度算出方式」で行い、各スポーツに依存した部分のみルールで記述する、といった形のダイジェスト生成方式を確立していけるのではないかと考えている。

2. 認識技術の利用によるダイジェスト生成手法との融合

本研究ではメタデータを利用したダイジェスト生成手法について論じたが、本手法と関連研究に見られる各種認識技術を組合せ、より精度が高く、低コストで実現可能なシーン抽出及びシーン重要度算出方式を考案していきたいと考えている。

3. ストーリー性を重視したダイジェスト生成方式に関する検討

さらに完成度の高いコンテンツを利用者に提供するために、ストーリー性の高いダイジェストを生成する機能について検討する必要がある。実際に、一つのチームや特定の選手に注目して「優勝までの軌跡」や「記録達成までの苦労」といったダイジェストを視聴し

たいというニーズは高い。このようなダイジェストを生成するためには、試合をまたがった解析を行って、「試合のおもしろさ」のような「試合自体の重要度」を測る仕組みが必要となる。横断的に試合を解析し、試合としての重要度を判定した上で、重要場面を抽出する方式についても検討していきたいと考えている。

4. 他ジャンルのコンテンツへの適用

本手法をスポーツ以外のジャンルのコンテンツにも適用し、汎用的なダイジェスト生成アルゴリズムを考案していきたいと考えている。

本研究で提案した手法は、利用者がより満足できる質の高いダイジェストを動的にかつ低コストで制作する仕組みを提供するものであり、利用者の嗜好の多様化によるコンテンツ不足を解消する手段となる可能性をもつ。ブロードバンドネットワーク時代のコンテンツ制作・配信サービスの一つのモデルとして捕らえることができる。現在運用中の商用サービスを通して得られるさまざまなニーズを研究に反映させ、さらに有効なコンテンツ制作・配信手法を検討していきたいと考えている。

付録

付録 1 : 基本記述子の型と属性の一覧

基本記述子の型	属性	
構造イベント型	試合開始	試合種類, 所属リーグコード, 試合日付, 試合開始(予定)時間, 試合開始時間, 球場コード, 観衆, ホームチームコード, アウェイチームコード, 対戦数
	インニング開始	インニング数, 表裏, 攻撃チーム得点, 守備チーム得点, 打順, 攻撃チームID, 守備チームID
	打席開始	アウトカウント, 攻撃チーム得点, 走者累計, 守備チーム得点, 三塁走者の有無, 二塁走者の有無, 一塁走者の有無, 打順, 主役(選手ID), 脇役(選手ID)
	打席終了	アウトカウント, 攻撃チーム得点, 走者累計, 守備チーム得点, 三塁走者の有無, 二塁走者の有無, 一塁走者の有無, 打順, 主役(選手ID), 脇役(選手ID)
	インニング終了	インニング数, 表裏, 攻撃チーム得点, 守備チーム得点, 打順, 攻撃チームID, 守備チームID
プレイイベント	試合終了	試合種類, 所属リーグコード, 試合日付, 試合終了日付, 試合終了時間, 試合時間, 中断時間, 試合の勝敗, 試合状況コード, 状況理由コード, 試合形態コード, 試合結果コード, 終了インニング, 終了攻防, 終了アウトカウント, ホームチーム得点, アウェイチーム得点, 勝ち投手コード, 負け投手コード, セーブ投手コード
	選手交替	打順, 主役(選手ID), 誰から交代したか
プレイイベント	投球	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの種類
	好送球	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	好捕	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	失策(盗塁)	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	暴投	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	捕逸	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	ボーク	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	野選	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	牽制盗球	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	打撃妨害	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	走塁妨害	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	失策(打球)	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	凡打	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	三振	主役(選手ID), 脇役(選手ID)
	三振(3バント)	主役(選手ID), 脇役(選手ID)
	犠打	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	犠飛	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	通常のアウト	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	盗塁死	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	走塁死	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	牽制死	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	飛び出し	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	OverRun	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	守備妨害	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	隠球	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	規則違反	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	併殺打	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	併殺打失策	主役(選手ID), 脇役(選手ID), ボールの方向, 打球
	安打	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	四球	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	敬遠	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	死球	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	送球間(入替り)	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	野選	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	犠打野選	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	二塁打	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	三塁打	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	通常の進塁	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	送球間	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	失策	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	振逃げ	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	盗塁	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	暴投	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	捕逸	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	タッチアップ	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	ボーク	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	打撃妨害	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	走塁妨害	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	犠打失策	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	犠飛失策	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	イトル	主役(選手ID), 脇役(選手ID), 進塁先, ボールの方向, 打球
	加点	主役(選手ID), 脇役(選手ID), インニング数, 表裏, アウトカウント, 攻撃チーム得点, 守備チーム得点
	その他	コメント

打撃系のイベントの場合, 主役選手は打者, 脇役選手は投手となる. 守備系のイベントの場合, 主役選手は守備側の選手, 脇役選手は打者となる. 投球イベントの場合, 主役選手は投手, 脇役選手は打者となる.

付録2：各ステータスパラメタにおける加算値の調整結果一覧(一部抜粋)

1. 攻撃レベル値をプラスにするイベントの得点表

基本記述子, アノテーション	ステータスパラメタの加算値の計算式	1回	2回	3回	4回	5回	6回	7回	8回	9回
6打席連続本塁打	80 × 攻撃係数	80	80	80	88	88	96	112	128	160
5打席連続本塁打	70 × 攻撃係数	70	70	70	77	77	84	98	112	140
4者連続本塁打	60 × 攻撃係数	60	60	60	66	66	72	84	96	120
4打席連続本塁打	50 × 攻撃係数	50	50	50	55	55	60	70	80	100
3者連続本塁打	40 × 攻撃係数	40	40	40	44	44	48	56	64	80
3打席連続本塁打	30 × 攻撃係数	30	30	30	33	33	36	42	48	60
満塁本塁打	15 × 攻撃係数	15	15	15	16.5	16.5	18	21	24	30
3点本塁打	14 × 攻撃係数	14	14	14	15.4	15.4	16.8	19.6	22.4	28
2者連続本塁打	13 × 攻撃係数	13	13	13	14.3	14.3	15.6	18.2	20.8	26
2打席連続本塁打	12 × 攻撃係数	12	12	12	13.2	13.2	14.4	16.8	19.2	24
2点本塁打	11 × 攻撃係数	11	11	11	12.1	12.1	13.2	15.4	17.6	22
本塁打	10 × 攻撃係数	10	10	10	11	11	12	14	16	20
三塁打	10 × 攻撃係数	10	10	10	11	11	12	14	16	20
二塁打	8 × 攻撃係数	8	8	8	8.8	8.8	9.6	11.2	12.8	16
エンタイトル二塁打	8 × 攻撃係数	8	8	8	8.8	8.8	9.6	11.2	12.8	16
逆転	8 × 攻撃係数	8	8	8	8.8	8.8	9.6	11.2	12.8	16
内野安打	2 × 攻撃係数	2	2	2	2.2	2.2	2.4	2.8	3.2	4
本塁盗塁	10 × 攻撃係数	10	10	10	11	11	12	14	16	20
安打	3 × 攻撃係数	3	3	3	3.3	3.3	3.6	4.2	4.8	6
3塁盗塁	5 × 攻撃係数	5	5	5	5.5	5.5	6	7	8	10
2塁盗塁	4 × 攻撃係数	4	4	4	4.4	4.4	4.8	5.6	6.4	8
タイムリー	2 × 攻撃係数	2	2	2	2.2	2.2	2.4	2.8	3.2	4
先制	6 × 攻撃係数	6	6	6	6.6	6.6	7.2	8.4	9.6	12
同点	6 × 攻撃係数	6	6	6	6.6	6.6	7.2	8.4	9.6	12
勝越	6 × 攻撃係数	6	6	6	6.6	6.6	7.2	8.4	9.6	12
打点	2 × 攻撃係数	2	2	2	2.2	2.2	2.4	2.8	3.2	4
振逃げ	1 × 攻撃係数	1	1	1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	2
犠牲フライ	4 × 攻撃係数	4	4	4	4.4	4.4	4.8	5.6	6.4	8
犠牲バント	0.3 × 攻撃係数	0.3	0.3	0.3	0.33	0.33	0.36	0.42	0.48	0.6
得点まで繋がったヒット (試合終了時の総得点 = 1)	4 × 攻撃係数	4	4	4	4.4	4.4	4.8	5.6	6.4	8
得点まで繋がったヒット (試合終了時の総得点 = 2)	3 × 攻撃係数	3	3	3	3.3	3.3	3.6	4.2	4.8	6
得点まで繋がったヒット (試合終了時の総得点 = 3)	2 × 攻撃係数	2	2	2	2.2	2.2	2.4	2.8	3.2	4
得点まで繋がったヒット (試合終了時の総得点 = 4)	1 × 攻撃係数	1	1	1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	2

2. 攻撃レベル値をマイナスにするイベントの得点表

基本記述子, アノテーション	ステータスパラメタの加算値の計算式	1回	2回	3回	4回	5回	6回	7回	8回	9回
オーバースラン	3 × 攻撃係数	3	3	3	3.3	3.3	3.6	4.2	4.8	6
守備妨害	3 × 攻撃係数	3	3	3	3.3	3.3	3.6	4.2	4.8	6

A. 係数表

係数名	ステータスパラメタの加算値の計算式	1回	2回	3回	4回	5回	6回	7回	8回	9回
イニング係数	固定値	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	1
攻撃係数	1 + イニング係数	1	1	1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	2
守備係数	1 + イニング係数	1	1	1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	2
状況係数	1 + イニング係数	1	1	1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	2
投手係数	1 + イニング係数	1	1	1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	2
調整係数	1 + イニング係数	1	1	1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	2

付録 3 : ステータスパラメタ算出ルール (一部抜粋)

```
#=====
#           ステータスパラメタ算出ルール
#=====

#=====
#   打席開始時の状況による興奮レベル算出
#=====
<Status_Parameter_Calc_Rule>
  <Trigger> 打席開始[アウトカウント==2] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </> <value> %% 2 アウト%% * 係数.状況係数 </>
  </>
  <Trigger> 打席開始[1 塁走者の有無 !=0 && 2 塁走者の有無 ==0 && 3 塁走者の有無 ==0] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </> <value> %%一塁%% * 係数.状況係数 </>
  </>
  <Trigger> 打席開始[1 塁走者の有無 ==0 && 2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 ==0] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </> <value> %%二塁%% * 係数.状況係数 </>
  </>
  <Trigger> 打席開始[1 塁走者の有無 ==0 && 2 塁走者の有無 ==0 && 3 塁走者の有無 !=0] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </> <value> %%三塁%% * 係数.状況係数 </>
  </>
  <Trigger> 打席開始[1 塁走者の有無 !=0 && 2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 ==0] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </> <value> %%一、二塁%% * 係数.状況係数 </>
  </>
  <Trigger> 打席開始[1 塁走者の有無 ==0 && 2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 !=0] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </> <value> %%二、三塁%% * 係数.状況係数 </>
  </>
  <Trigger> 打席開始[1 塁走者の有無 !=0 && 2 塁走者の有無 ==0 && 3 塁走者の有無 !=0] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </> <value> %%一、三塁%% * 係数.状況係数 </>
  </>
  <Trigger> 打席開始[1 塁走者の有無 !=0 && 2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 !=0] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </> <value> %%満塁%% * 係数.状況係数 </>
  </>
  <Trigger> 打席開始[1 塁走者の有無 !=0 && 2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 !=0] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </> <value> %%満塁%% * 係数.状況係数 </>
  </>
  <Trigger> 打席開始[2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 ==0
    && [[攻撃チーム得点 == 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 == 0]] </>
    <rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
      <value> %%得点圏ランナーの生還で先制%% * 係数.状況係数 </>
  </>
</>
```

```

<Trigger> 打席開始[2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 ==0
  && [[攻撃チーム得点 == 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 != 0]] </>
<rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
  <value> %%得点圏ランナー生還で勝越%% * 係数.状況係数 </>
</>
<Trigger> 打席開始[2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 ==0
  && [[攻撃チーム得点 < 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 == 守備チーム得点-1]] </>
<rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
  <value> %%得点圏ランナー生還で同点%% * 係数.状況係数 </>
</>
<Trigger> 打席開始[2 塁ランナー ==0 && 3 塁走者の有無 !=0
  && [[攻撃チーム得点 == 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 == 0]] </>
<rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
  <value> %%得点圏ランナー生還で先制%% * 係数.状況係数 </>
</>
<Trigger> 打席開始[2 塁ランナー ==0 && 3 塁走者の有無 !=0
  && [[攻撃チーム得点 == 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 != 0]] </>
<rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
  <value> %%得点圏ランナー生還で勝ち越し%% * 係数.状況係数 </>
</>
<Trigger> 打席開始[2 塁ランナー ==0 && 3 塁走者の有無 !=0
  && [[攻撃チーム得点 < 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 == 守備チーム得点-1]] </>
<rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
  <value> %%得点圏ランナー生還で同点%% * 係数.状況係数 </>
</>
<Trigger> 打席開始[2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 !=0
  && [[攻撃チーム得点 == 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 ==0]] </>
<rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
  <value> %%得点圏ランナー生還で先制%% * 係数.状況係数 </>
</>
<Trigger> 打席開始[2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 !=0
  && [[攻撃チーム得点 == 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 !=0]] </>
<rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
  <value> %%得点圏ランナー生還で勝ち越し%% * 係数.状況係数 </>
</>
<Trigger> 打席開始[2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 !=0
  && [[攻撃チーム得点 < 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 == 守備チーム得点-1]] </>
<rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
  <value> %%得点圏ランナー生還で逆転%% * 係数.状況係数 </>
</>
<Trigger> 打席開始[2 塁走者の有無 !=0 && 3 塁走者の有無 !=0
  && [[攻撃チーム得点 < 守備チーム得点] && [攻撃チーム得点 == 守備チーム得点-2]] </>
<rule> <type> 興奮レベル </> <op> + </>
  <value> %%得点圏ランナー生還で同点%% * 係数.状況係数 </>
</></>

```

付録 4 : PPML 言語仕様

注 :<x>は予約語を示す .

1. ダイジェストシーン定義

<ダイジェストシーン定義> =

```
<scene>
  <ダイジェストシーン指定>
  [<前書き説明文指定>][<イベント説明文指定>][<後書き説明文指定>][<スーパーキャプション指定>]
  <感情レベル指定>
</scene>
```

<感情レベル指定> =

```
<emotion>
  <param> <name> <感情レベル名></name> <val> <レベル値> </val> </param>
</emotion>
```

2. 番組メタファ定義

<番組メタファ定義> =

```
<head> <番組メタファID 指定>
  <スタジオセット指定> <仮想キャラクタ指定> <画面レイアウト指定> <小道具指定>
  <カメラ指定> <証明指定> <ナレーション音声指定>
  [<音楽 効果音指定>][<タイトル指定>][<スーパーキャプション設定指定>][<シーン感覚指定>]
</head>
```

<仮想キャラクタ指定> =

```
<メインキャスター 指定>[<サブキャスター 指定>]
```

<メインキャスター 指定> =

```
<mainCaster>
  <name> <キャスター名></name> <file> <参照ファイル名></file>
```

```

    </mainCaster>
<サブキャスター 指定> =
    <subCaster>
        <name> <キャスター名></name> <file> <参照ファイル名></file>
    </subCaster>
<画面レイアウト 指定> =
    <layout>
<レイアウト要素 指定>
    </layout>
<レイアウト要素 指定> =
    <area>
        <name> <エリア名> </name> <height> <高さ指定></height> <width> <幅指定> </width>
    </area>
<エリア名> = root | display | studio | menu

```

3. 演出テンプレート定義

```

<演出テンプレート定義> =
    <番組メタファID 指定>
    <body>
        <文指定> {<文指定>}
    </body>
<文指定> = <逐次処理> | <並列処理> | <演出指定>
<逐次処理> = <seq> <文指定>{<文指定>}</seq>
<並列処理> = <par> <文指定>{<文指定>}</par>
<演出指定> =
    <台詞指定> | <映像再生指定> | <スーパーキャプション表示指定> | <音楽 効果音再生指定>
    | <動作指定> | <スタジオセット選択指定> | <小道具選択指定> | <カメラ選択指定>
    | <証明選択指定>

```

謝辞

本研究の遂行並びに論文の作成にあたり，懇切なるご指導を賜りました筑波大学大学院システム情報工学研究科の北川博之教授に謹んで感謝の意を表します．北川教授の建設的な提案，正確な批評，暖かい指導がなければ，私はここまで研究を進めることはできませんでした．北川教授の研究に向き合う厳しく真摯な姿勢から，私は非常に多くのことを学ぶことができました．心からの感謝を捧げます．

また，本研究の遂行にあたり，懇切なるご指導を賜りました京都大学大学院情報学研究科の田中克己教授，兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科の角谷和俊教授に謹んで謝意を表します．

本研究の遂行にあたり，有益なご指導とさまざまなご支援を賜りました（株）リコー 常務執行役員・ソフトウェア研究開発本部 國井秀子本部長に謹んで謝意を表します．

研究の指導者として，時には友人として常に厳しく有益なご指導と，暖かい励ましを賜りました学習院大学経済学部経営学科の白田由香利教授に心からの感謝を捧げます．

研究の指導者として、理解ある上司として適切なご指導、ご助言を賜りました(株)リコーソフトウェア研究開発本部ソリューション研究所の飯沢篤志所長に謹んで謝意を表します。

また本研究の遂行にご協力いただいた、日本放送協会 野口英男氏、木村武史氏を始めとする(株)次世代情報放送システム研究所の研究メンバーに感謝いたします。

共同研究者として、会社の同僚として、本研究に対し常に的確なご助言を賜りました(株)リコーの真野博子氏に謝意を表します。

本研究を商用サービス化するにあたり、さまざまなご助力を賜りました(株)リコーの椎名敏雄氏、国友享二氏、青木延一氏、加登岡隆氏、(株)文化工房の伊藤幸久氏、奥田浩一氏を始めとする皆様に心からの感謝を捧げます。

本研究におけるさまざまなプロトタイプを作成し、商用サービスにおけるプログラムを開発担当してくれた滝口晃生氏、尾川浩紀氏に心より感謝いたします。

本論文に対する的確なコメントを賜りました筑波大学大学院システム情報工学研究科論文審査委員会の北川博之教授、大保信夫教授、田中二郎教授、西原清一教授、大田友一教授、石川佳治助教授に謹んで謝意を表します。

最後に、日頃より研究活動を支えてくれた家族、夫 橋本隆、息子 龍一郎、娘 沙季、父母 佐藤富善・朋子、妹 金沢万理子に心から感謝します。

参考文献

- [1] 日本プロ野球機構 公式記録 BIS データ: <http://www.npb-bis.com/>
- [2] 株式会社 アソボウズ: <http://www.asobous.co.jp/>
- [3] 杉山義昭, 西田昌史, 有木康雄, Video assembler: 動画像処理と音声処理によるニュース記事内容の分割, 第4回知能メディアシンポジウム論文集, pp. 23-30, 1998.
- [4] S.Satoh, Y. Nakamura, and T. Kanade: Name-it: Naming and detecting faces in news videos, *Proc. of IEEE Multimedia*, vol. 6, no. 1, pp. 22-35, 1999.
- [5] Q. Huang, Z. Liu, A. Rosenberg, D. Gibbon, and B. Shahraray: Automated generation of news content hierarchy by integrating audio, video, and text information, *Proc. of ICASPP '99*, pp.3025-3028, 1999.
- [6] M. A. Smith and T. Kanade: Video Skimming and Characterization through the Combination of Image and Language Understanding, *Proc. of the 1998 Intl. Workshop on Content-Based Access of Image and Video Database (CAIVD '98)*, IEEE Computer Society, 1998, pp. 61-70.
- [7] Y. Nakamura and T. Kanade: Semantic Analysis for Video Contents Extraction - Spotting by Association in News Video, *Proc. of ACM Multimedia*, Nov. 1997, pp. 393-401.

- [8] A. G. Hauptmann, and D. Lee: Topic Labeling of Broadcast News Stories in the Informedia Digital Video Library, *Proc. of the 3rd ACM International Conference on Digital Libraries*, ACM Press, June 23-26, 1998, Pittsburgh, PA, USA, pp. 287-288.
- [9] Y. Ariki, and K. Matsuura: Automatic Classification of TV News Articles Based on Telop Character Recognition, *Proc. of the IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS) Volume II*, 1999, pp. 148-152.
- [10] R. Lienhart, S. Pfeiffer, and W. Effelsberg: Video abstracting, *Commun. ACM*, vol. 40, no. 12, pp. 55-62, 1997.
- [11] 新田直子, 馬場口登, 北橋忠宏: 言語と画像の情報統合によるスポーツ映像へのアノテーション付け, *画像認識・理解シンポジウム(MIRU2000)*, pp. I-319- I-324, 2000 .
- [12] M. Lazarescu, S. Venkatesh, G. West, and T. Caelli: On the automated interpretation and indexing of American football, *Proc. of IEEE ICMCS'99*, vol.1, pp. 802-806, 1999.
- [13] Y. Chang, W. Zeng, I. Kamel, and R. Alonso: Integrated image and speech analysis for content-based video indexing, *Proc of IEEE ICMCS'96*, pp. 306-313, 1996.
- [14] N. Babaguchi, S. Sasamori, T. Kitahashi, and R. Jain: Detecting events from continuous media by intermodal collaboration and knowledge use, *Proc of IEEE ICMCS '99*, vol.1, pp. 792-786, 1999.
- [15] N. Babaguchi, Y. Kawai, and T. Kitahashi: Event based indexing of broadcasted sports video by intermodal collaboration, *IEEE Trans. Multimedia*, vol. 4, no. 1, pp. 68-75, 2002.
- [16] D.Zhong, and S.F.Chang, Structure Analysis of Sports Video Using Domain Models, *Proc. of IEEE ICME'01*, pp.920-923, Aug. 2001.
- [17] H. Miyamori, Automatic Generation of Personalized Video Digest Based on Context Flow and Distinctive Events *Proc of International Conference on Image and Video Retrieval(CIVR04, LNCS3115, Springer Verlag*, pp.179-188, 2004.

- [18] B. Li and M. I. Sezan: Event detection and summarization in American football broadcast video, *Proc. of the SPIE conf. on Storage and Retrieval for Media Databases*, vol. 4676, pp. 202-213, Jan. 2002.
- [19] P.Xu, L.Xie, S.F.Chang, A.Divakaran, A.Vetro, and H.Sun, Algorithms and System for Segmentation and Structure analysis in Soccer Video, *Proc. of IEEE ICME'01*, pp.928-931, Aug.2001.
- [20] D. Tjondronegoro, Y. P. Chen and B. Pham, Integrating Highlights for More Complete Sports Video Summarization, *IEEE Multimedia*, pp.22-37, October-December, 2004.
- [21] M. Sugano, Y. Nakajima, H. Yanagihara: Automated MPEG Audio-Video Summarization and Description, *Proc. of the IEEE 2002 International Conference on Image Processing (ICIP2002)*, Vol.1, pp. 956-959., Sep., 2002.
- [22] Y. Nakajima, A. Yoneyama, H. Yanagihara and M. Sugano: Moving object detection from MPEG coded data, *Proc. of SPIE, 2nd ACM International Conference on Digital Libraries*, pp. 988-996, 1998.
- [23] W.Zhu, C.Toklu, and SP.Liou, Automatic News Video Segmentation and Categorization Based on Closed-Captioned Text, *ISIS technical report series*, Vol 2001-20, Dec. 2001.
- [24] N. Nitta and N. Babaguchi: Automatic Story Segmentation of Closed-Caption Text for Semantic Content Analysis of Broadcasted Sports Video, *Proc. of 8th International Workshop on Multimedia Information (MIS2002)*, Tempe, AZ, pp.110-116, 2002.
- [25] 佐藤 庄衛: 音声認識によるメタデータ生成, NHK 放送技術研究所 R&D, No.92, pp.51 (2005 年 7 月).
- [26] 桑野秀豪, 松尾義博, 川添雄彦: 映像・音声認識, 言語処理の適用による経済化-メタデータ生成技術-, NTT 技術ジャーナル, pp. 22-25, 2004 年 5 月.
- [27] 是津耕司, 上原邦昭, 田中克己: 時刻印付オーサリンググラフによるビデオ映像のシーン検索, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 4, pp. 923-932 (1998 年 4 月).

- [28] K. Zettsu, K. Uehara, and K. Tanaka: Semantic Structures for Video Data Indexing, Shojiro Nishio, and Fumio Kishino (Eds.): Advanced Multimedia Content Processing, First International Conference, AMCP '98, Osaka, Japan, November, 9-11, 1998, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1554, Springer, 1999, pp. 356-369.
- [29] 是津耕司, 上原邦昭, 田中克己: 映像の意味的構造の発見, 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 1, pp. 12-23 (2000年1月).
- [30] T. Ushiyama, and T. Watanabe: A Framework for Using Transitional Roles of Entities for Scene Retrievals Based on Event-Activity Model, *Information Processing Society of Japan Transactions on Database*, Vol. 40, No. SIG 3(TOD 1), Feb. 1999, pp. 114-123 (in Japanese).
- [31] T. Ushiyama, J. Suzuki and T. Watanabe: Design and Implementation of a Video Database System Supporting Semantic Contents-Based Scene Retrieval, *Proc. of the 6th International Conference of Virtual Systems and MultiMedia (VSMM '00)*, pp.617-626, 2000.
- [32] J. Kamahara, T. Kaneda, M. Ikezawa, S. Shimojo, S. Nishio, and H. Miyahara: Scenario Language for automatic News Recomposition on The News-on Demand, *Technical Report of IEICE DE95-50*, Vol. 95, No. 287, pp.1-8, 1995 (in Japanese).
- [33] J. Kamahara, Y. Nomura, K. Ueda, K. Kandori, S. Shimojo, and H. Miyahara: A TV News Recommendation System with Automatic Recomposition, Shojiro Nishio, and Fumio Kishino (Eds.): *Advanced Multimedia Content Processing, Proc. of First International Conference, AMCP '98*, Osaka, Japan, November, 9-11, 1998, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 1554, Springer, 1999, pp. 221-235.
- [34] 岡本道也, 植田和憲, 鎌原淳三, 下條真司, 宮原秀夫: 教師付学習を利用したストーリー性を持つシナリオテンプレートによるスポーツダイジェスト自動生成機構, "第11回データ工学ワークショップ(DEWS2000) 論文集, March 2000.

- [35] M. Okamoto, K. Ueda, J. Kamahara, S. Shimojo and H. Miyahara, An Architecture of Personalized Sports Digest System with Scenario Templates, *Proc. of 7th International Conference on Database Systems for Advanced Applications(DASFAA2001)*, pp. 170-171, April 2001.
- [36] M. Okamoto, J. Kamahara, S. Shimojo and H. Miyahara, Automatic Production of Personalized Contents with Dynamic Scenario, *Proc. of 2001 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM'01)*, Vol. 1, pp. 91-94, August 2001.
- [37] 寺口 正義, 益満 健, 越後 富夫, 関口 俊一, 栄藤 稔: 時区間インデックス生成によるパーソナルビデオダイジェスト, 信学技報 PRMU2001-91 (2001-09)
- [38] T. Echigo, K. Masumitsu, M. Teraguchi, M. Etoh and S. Sekiguchi: Personalized Delivery of Digest Video Managed on MPEG-7, *Proc. of IEEE International Conference on Information Technology: Coding and Computing*, pp. 216-220, April 2001.
- [39] K. Masumitsu and T. Echigo: Meta-Data Framework for Constructing Individualized Video Digest, *Proc. of IEEE International Conference On Image Processing 2001*, Vol. 2, pp. 390-393, Thessalonki, Greece, 2001.
- [40] A. Jaimes, T. Echigo, M. Teraguchi and F. Satoh: Learning Personalized Video Highlights From Detailed MPEG-7 Metadata, *Proc. of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 2002)*, pp.133-136, Sept. 22-25, 2002.
- [41] N. Babaguchi Towards Abstracting Sports Video Highlights, *Proc. of IEEE Intl. Conference on Multimedia and Expo 2001*, Vol. 3 pp. 1519-1522, Tokyo, Japan, 2001.
- [42] 新田直子, 馬場口登, 北橋忠宏: 放送型スポーツ映像の構造を考慮した重要シーンへの自動アノテーション付け, 電子情報通信学会論文誌, D-II, vol. J84-D-II, No. 8, pp. 1834-1847, 2001.

- [43] N.Nitta, N.Babaguchi and T.Kitahashi, Story Based Representation for Broadcasted Sports Video and Automatic Story Segmentation, *Proc. of ICME'02*, pp.813-816, 2002.
- [44] 山本 晃司, 大盛善啓, 井田 孝: スポーツ映像を対象としたユーザ適応型映像要約システム, 電子情報通信学会技術報告, IE2003-250, pp.31-36, Mar.2004.
- [45] 牛尼剛聡, 渡邊豊英: ハイパービデオを利用したビデオ・データベースの意味構造に基づくブラウジング手法, 第12回データ工学ワークショップ (DEWS01) 論文集 (CD-ROM), 2001.
- [46] 牛尼剛聡, 渡邊豊英: ビデオ・データベース・ブラウジングのための意味内容記述に基づいたストーリーボード生成手法, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.42, No.SIG8 (TOD10), pp.124-138, 2001.
- [47] 新田直子, 馬場口登: 放送型スポーツ映像の意味内容獲得のためのストーリー分割法, 電子情報通信学会論文誌, D-II, vol. J86-D-II, No. 8, pp. 1222-1233, 2003.
- [48] N. Nitta, N. Babaguchi and T. Kitahashi, Generating Semantic Descriptions of Broadcasted Sports Video Based on Structure of Sports Game, *Multimedia Tools and Applications*, Vol.25, No.1, pp.59-83, 2005.
- [49] 山本晃司, 大盛善啓, 井田 孝: スポーツ映像要約のための状態遷移モデルを利用したナレーション生成, 電子情報通信学会技術報告, IE2004-205, pp.35-40, Feb.2005.
- [50] J. S. Boreczky and L. D. Wilcox: A Hidden Markov Model framework for video segmentation using audio and image features, *Proc. of the ICASSP 98*, vol. 6, (Seattle), pp. 3741-3744, 1998.
- [51] L. Xie, S.-F. Chang, A. Divakaran and H. Sun, Structure analysis of soccer video with Hidden Markov Models, *Proc. of the ICASSP*, pp. 767-775, 2002.
- [52] S. Eickeler and S. Müller: Content-based video indexing of TV broadcast news using Hidden Markov Models, *Proc. of the ICASSP99*, (Phoenix), pp. 2997-3000, 1999.

- [53] 上田博唯:コンピューターを駆使した最新の放送番組制作技術, 情報処理, Vol.40, No.11, pp.1112-1118, 1999.
- [54] SMIL: <http://www.w3.org/AudioVideo/>.
- [55] SMIL Boston: <http://www.w3.mag.keio.ac.jp/TR/smil-boston/cover.html>. M. Hayashi, H. Ueda, T. Kurihara: TVML (TV program Making Language)-automatic TV program generation from text-based script, *Proc of Imagina '99*, PP.31-42, 1999.
- [56] 林正樹: 番組記述言語 TMVL を使った情報の番組化, 情報処理学会 DBS 研究会技術報告, Vol.2000, No. 10, 2000-DBS-120-13, pp. 91-98, 2000.
- [57] NHK 放送技術研究所 TVML: <http://www.str1.nhk.or.jp/TVML/index.html>.
- [58] 道家守, 林正樹, 牧野英二: T V M L を用いた番組情報からのニュース番組自動生成, 映像情報メディア学会誌, No.7, pp.1097-1103, 2000.
- [59] 浜口斉周, 道家守, 林正樹: MPEG-7 メタデータを用いた自動番組制作システムの検討, 情報処理学会第 65 回全国大会 予稿集, 4E-3 3-37, 38, 2003.
- [60] ARIB (社 団 法 人 電 波 産 業 会): デ ジ タ ル 放 送 に お け る デ ー タ 放 送 符 号 化 方 式 と 伝 送 方 式 : http://www.arib.or.jp/tyosakenkyu/kikaku_hoso/hoso_std-b024.html.
- [61] 灘本明代, 服部多栄子, 近藤宏行, 沢中郁夫, 田中克己: Web コンテンツの受動的視聴のための自動変換とスクリーン作成マークアップ言語, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.42No.SIG1 (TOD8), p.p. 103-116, 2001.
- [62] 大島 裕明, 灘本 明代, 田中 克己: パソチャンネル: SXML を用いたコンテンツ複合化による番組のパーソナライゼーション, 情報処理学会研究報告, Vol.2001, No.70, 2001-DBS-125(1)-20, pp.151-158, 2001 .
- [63] 服部 多栄子, 沢中 郁夫, 灘本 明代, 田中 克己: Web の受動的視聴のための同期化可能領域の発見と番組化用マークアップ言語 SXML, 情報処理学会研究報告, Vol.2000, No.44, 2000-DBS-121-2, pp.9-16, 2000.

- [64] 近藤宏行, 灘本明代, 田中克己: モバイル環境における検索エンジンの出力結果の再構成と呈示, 情報処理学会研究報告, Vol.2000, No.69 00-DBS-122-26, pp.55-62 2000.
- [65] 矢部純, 高橋伸, 柴山悦哉: ニューススレッドからの番組自動生成, 情報処理学会第 8 5 回 HI 研究会技術報告, 1999.
- [66] 株式会社文化工房: <http://www.bun.co.jp>.
- [67] 松山羊一: 中学国文法, 昇龍堂(1989).
- [68] 畑田のぶ子, 相沢輝昭: 記録表からの文生成の一手法, 情報処理学会第 23 回全国大会講演論文集, 4M-13(1981).
- [69] 社団法人電波産業会: BS デジタル放送運用規程, ARIB TRB15 1.1 版(2000).
- [70] MPEG MDS Group: Text of 15938-5 FCD information technology – Multimedia content description interface – Part 5 multimedia description schemes, *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG01/M7009*, Singapore, 2001.
- [71] TV Anytime Forum: Available at <http://www.strl.nhk.or.jp/publica/bt/en/n0002-4.html>

本論文に関する公表論文リスト

【学術雑誌論文】

1. 橋本隆子,白田由香利,真野博子,飯沢篤志:「TV受信端末におけるダイジェスト視聴システム」,情報処理学会論文誌:データベース,vol.41 No. SIG 3, pp.71-84, 2000年5月.
2. 橋本隆子,白田由香利,灘本明代,服部多栄子,飯沢篤志,田中克己,角谷和俊:「ダイジェスト映像シーンとマークアップ言語に基づくTV番組生成システム」,情報処理学会論文誌:データベース,vol.42 No. SIG 1, pp.117-130, 2001年6月.
3. 橋本隆子,白田由香利,飯沢篤志,北川博之:「ターニングポイントの解析に基づくダイジェスト作成方式」,情報処理学会論文誌データベース,Vol.43 No. SIG5,pp.1-11,2002年6月.
4. T. Hashimoto, T. Katooka, A. Iizawa, and, H. Kitagawa: “Important Scene Analysis Model using Result Importance and Situation Importance”, *International Journal of Wireless and Mobile Computing*, 8 pages, May 2005 (to appear).

【学術雑誌レター論文】

5. 橋本隆子,加登岡隆,飯沢篤志 : 「モバイル環境におけるプロ野球パーソナルダイジェスト配信システム」,日本データベース学会Letters (DBSJ Letters), Vol.1 No.2, pp.24-27,2003年3月.

【査読付国際会議論文】

6. Y. Shirota, T. Hashimoto, A. Nadamoto, T. Hattori, A. Iizawa, K. Tanaka, and K. Sumiya: “A TV Programming Generation System Using Digest Scenes and a Scripting Markup Language”, *Proc. of the 34th Hawaii International Conference on System Science (HICSS34)* and CD-ROM of full papers, Hawaii, USA, 8 pages, Jan. 3-6, 2001.
7. T. Hashimoto, Y. Shirota, A. Iizawa, and H. Kitagawa: “A Rule-based Scheme to Make Personal Digests from Video Program Meta Data”, *Proc. of the 12th International Conference (DEXA2001)*, Sep. 3-7, 2001, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 2113, Springer, pp.243-253, 2001.
8. T. Hashimoto, Y. Shirota, A. Iizawa, and H. Kitagawa: “Digest Making Method Based on Turning Point Analysis”, *Proc of the 2nd International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE2001)*, pp.91-99, Dec. 2001.
9. T. Hashimoto, T. Katooka, and A. Iizawa: “Personal Digest System for Professional Baseball Programs in Mobile Environment”, *Proc of the 4th International Conference on Mobile Data Management (MDM2003)*, pp.396-400, Jan. 2003.
10. T. Hashimoto, T. Katooka, A. Iizawa, and H. Kitagawa : “Significant Scene Extraction Method Using Situation Importance”, *Proc. of the 6th International Workshop on Multimedia Network Systems and Applications (MNSA'2004)*, Mar. 21-26, 2004.

【査読付国際会議インダストリ論文】

11. T. Hashimoto, Y. Shirota, Atsushi Iizawa, and H. S. Kunii: “Personalized Digests of Sports Programs Using Intuitive Retrieval and Semantic Analysis”, *Proc. of the 19th International Conference on Conceptual Modeling (ER2000)*, Salt Lake City, Utah, USA, Oct. 9-12, 2000, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 1920, Springer, pp. 584-585, 2000.