



# 1. はじめに

近年、インターネットの普及と高速ネットワーク技術の発展により、動画像・音声・テキストを対象としたマルチメディア情報提供サービスの研究が盛んに行われている。また、動画像とテキスト情報を同時にユーザに提供するという商用サービスも行われ始めている。

インターネット等を利用した不特定多数のユーザが参加するネットワーク型の放送サービスでは、ユーザは単なる映像ストリームの受信者になるだけでなく、ユーザ自身が映像ストリームの提供者になることが可能となる。これは、ネットワーク上に、番組制作者が番組制作を行う上で有効な映像ストリームが無数に点在することを意味する。

ライブ映像ストリーム配信サービスにおいてユーザは、リアルタイムに変化するライブ映像ストリーム（以下、素材映像ストリームという）の提供も可能であると考えられる。しかし、従来の番組進行は静的に決まっており、動的な変更は困難である。

例えば、マラソン中継においては沿道ユーザからのリアルタイムな素材映像ストリーム提供が考えられる。また、野球中継においては、ユーザから応援メッセージ、評論といった素材映像ストリームの提供が考えられる。我々は、新しいインターネット放送サービスの提供に関する研究を行っている。文献[1][2]では、ライブ映像に対してリアルタイムに内容記述する方式と実装方式について述べた。

本稿では不特定多数の素材映像ストリームをリアルタイムに編集した番組を作成・配信することで動的な番組構成を実現可能とする方式を提案する。本方式での要件としては以下の2つが挙げられる。

- ユーザによる素材映像ストリームのリアルタイム配信機能  
番組制作者が素材映像ストリームの内容を知るための情報をリアルタイムに配信できること
- 素材映像ストリームを用いた動的な番組編集機能

ユーザより提供される素材映像ストリームの内容をリアルタイムに処理し、動的に組み合わせた番組制作が行えること

すなわち、情報提供者から随時送信されてくる素材映像ストリームに関する情報を受信する仕組みと、素材映像ストリームの所在管理といった煩雑な管理のない仕組みが必要となる。

本稿では、2章にてアプローチと従来手法との比較を行う。3章で素材映像ストリームに対する内容記述の手法を、4章でリアルタイムに素材映像ストリームを編集するためのスクリプトを用いた番組進行記述について述べる。5章では設計・開発を行ったプロトタイプシステム *ScoopCast* について述べる。最後に、まとめと今後の課題について述べる。

## 2. アプローチ

### 2.1 本研究の目的

本研究の目的は、情報提供者から送信されてくる不特定多数の素材映像ストリームをリアルタイムに編集・配信することで、動的な番組構成を実現可能とすることである。図1に概要を示す。

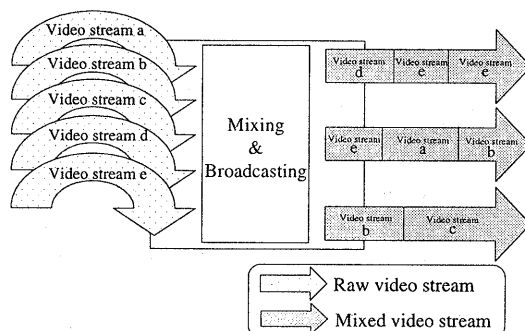


図1:ライブ映像ストリームの編集と配信

ここで、編集とはユーザが内容記述を行い、番組制作者がスクリプトを用いた番組進行記

述を使用することで素材映像ストリームを選択することである。また、配信とは、ユーザ・番組制作者が番組進行記述に従い映像ストリームを不特定多数のユーザに送信することである。

## 2.2 提案する方式

### 2.2.1 素材映像ストリームのリアルタイム配信機能

情報提供者が素材映像ストリームを配信するためには、以下の2つの機能が必要となる。

- リアルタイム素材映像ストリーム配信機能  
ユーザが情報提供者になるために、情報提供者、ユーザを明確に区別するのではなく、ユーザ自身にもリアルタイムに情報提供可能な機構を持たせる
- リアルタイム内容記述機能  
素材映像ストリームに対しリアルタイムに内容記述を行い、情報提供を行う。

上記機能をプロバイディング機能とし、プロバイディング機能を有すユーザを特に、プロバイダと呼ぶ。

### 2.2.2 素材映像ストリームを用いた動的な番組編集機能

番組制作者が不特定多数の素材映像ストリームを組み合わせ動的に番組編集を行うため、以下の機能が必要となる。

- スクリプト等による番組編集機能  
不特定多数のプロバイダに素材映像ストリームの要求を行うために、番組進行をスクリプト等の記述言語により記述する。

上記機能をディレクティング機能とし、ディレクティング機能を有すユーザを特に、ディレクタと呼ぶ。

## 2.3 従来手法との比較

表1に従来の人手による素材映像ストリーム編集方式と、本方式の比較を示す。本手法では、ディレクタによりスクリプト言語等で記述された番組進行にしたがい、分散して存在する不特定多数の素材映像ストリームを自動切替えることで、一つの番組を作成するものである。これにより、プロバイダの所在、素材映像ストリーム内容を自動的に認識し、素材映像ストリーム編集が可能となる。

表1. 切替え方式の比較

	従来の番組編集方式	本方式
映像切替えタイミングの指示	ディレクタの指示による	スクリプト等による
切替え方式	手動切替え	自動切替え
扱う映像ストリーム	既知の分散映像(所在、数が固定)	未知の不特定多数分散映像(所在、数が不明)

白井らの手法[3]は複数映像ストリームの動的切替えによる番組制作をエージェント指向のスクリプト言語を使用して実現している。しかし、エージェント指向のスクリプト言語を使用し、分散配置されたプロバイダの素材映像ストリーム編集を行う場合、文献[4]が指摘しているように所在情報管理が常に解決しなければならない問題となる。

スクリプトにより記述された番組進行に従い、番組制作を行う手法としてはNHK技研により開発されたTVML[6]や、W3Cにて規格化されたSMIL[7]、Ronaldらの手法[8]や原田らの手法[9]がある。これらの手法は、あらかじめ蓄積されたCG、動画、音声といったマルチメディア情報を対象に、各記述方式により記述された番組進行にしたがい番組が作成される。

番組の再構成についての研究としては、ニュースを素材にした八幡らの研究がある。[5]これらの手法は、蓄積メディアが対象であり、ライブ映像の動的な番組構成変更を扱うことができない。

### 3. 内容記述付き映像ストリームの配信

#### 3.1 番組編集と内容記述

番組とは、不特定多数の素材映像ストリームをディレクタの番組構成に従った編集により制作された映像ストリームのことである。

不特定多数の素材映像ストリームを手動で切り替えるのは限界がある。また、いつ、どのプロバイダから送信されてくるかわからない素材映像ストリームの到着を待つことは非効率である。このような場合、プロバイダは素材映像ストリームに対しディレクタが番組編集上、必要となる有益な情報を素材映像ストリームに対し内容記述する必要がある。さらに、ライブ中継においては、リアルタイムに内容記述を行い、素材映像ストリームと共に随時送信する必要がある。

例えば、マラソン中継においてディレクタがある選手の素材映像ストリームを要望しているが、どのプロバイダもその選手の素材映像ストリームを持っていない場合である。このような場合、プロバイダはその選手の素材映像ストリームが用意出来次第、素材映像ストリームと共にディレクタに知らせる必要がある。図2に概要を示す。

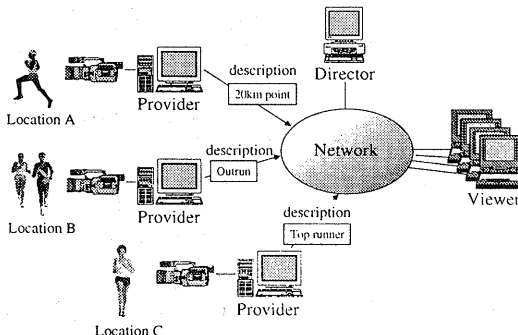


図2：内容記述情報の送信概要

#### 3.2 リアルタイム内容記述

素材映像ストリームに対し内容記述を行う場合、重要となるのが内容記述の効率化である。リアルタイム内容記述は随時、手入力にて行うことも可能である。しかし、効率の良い内容記述を行う場合、内容記述ツールの使用が有効である。

リアルタイム内容記述には次の機能がある。

- 記述対象特有のルールに基づく記述の自動化
- データベースと連携した関連情報の入手

例えば、野球のライブ中継では登録選手、ゲーム進行（ストライク3つでワンアウト）、アクション（ヒット、ホームラン等）といったルールに基づき、ゲームの流れを予測する事が可能である。また、あるキーワードに関連した複数の情報がデータベースに登録されている場合、それらを組み合わせることも可能である。図3に野球中継でのリアルタイム内容記述ツールの画面を示す。ここでは、ある選手が打席についた時点で選手の関連情報をデータベースより事前に検索取得し、自動的にリアルタイム内容記述ツール画面に反映している。内容記述情報を送信するタイミングは、例えば野球では、打者がイベント（ヒット、ホームラン、三振といったその打席での結果）を起こした時点である。

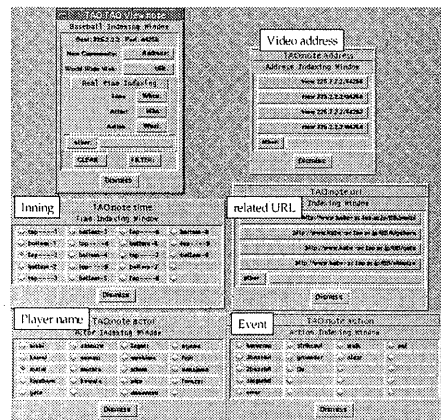


図3：リアルタイム内容記述ツール

筆者らは、ライブ映像ストリームに対し、リアルタイムに内容記述する手法を提案した。[10] 野球中継における記述内容は、選手名、打者のイベント、イニング、URL情報といった素材映像ストリームに関連するキーワードであり、素材映像ストリームと同期して送信する。

## 4. スケルトンによる番組編集

### 4.1 素材映像ストリーム編集と番組制作

ディレクタは複数のプロバイダからの素材映像ストリームを編集することで番組制作を行う。図4に番組構成を示す。例えば、既に持っている映像ストリームの途中に、他のプロバイダからの素材映像ストリームを部分的に組み込んだり、差し替えたりすることで効果的な番組制作を行う。例としては以下の場合が考えられる。

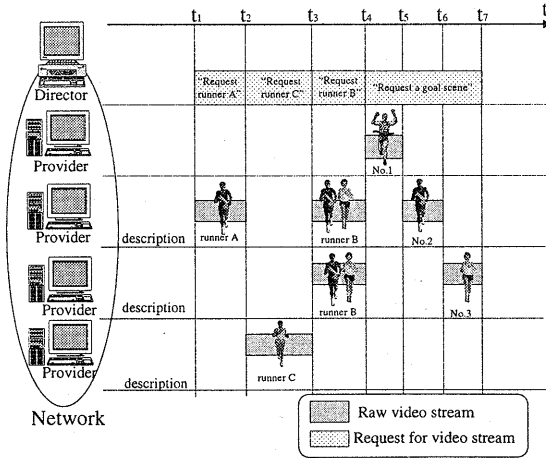


図4：番組構成

#### — スポーツ中継における映像

例えばマラソン中継時に、沿道にいるプロバイダからの素材映像ストリームを部分的に番組に組み込むことで、多彩な視点でのマラソン中継を行う。

#### — 実況天気情報

不特定多数の各地からの天気状況を組み合わせることで、リアルタイムに天気情報を提供する。

#### — 公共行事の映像

例えば、地方の行事（パレード、祭り、記念行事など）において、不特定多数の場所にいるプロバイダからの素材映像ストリームを組み合わせることで、分散して発生するイベントを集約して提供する。

### 4.2 素材映像ストリームのための進行スケルトン

ライブ映像中継において、プロバイダのもつ素材映像ストリームはリアルタイムに変化する。また、ネットワーク型の放送サービスにおいては、プロバイダやユーザ自体の存在が不明確である。このため、ディレクタはどのプロバイダがどんな素材映像ストリームを持っているかを明確に管理することができない。

筆者らの手法ではまず、ディレクタにより作成された番組進行をスクリプト言語により記述する。これを進行スケルトンと呼ぶ。すなわち、進行スケルトンは、ディレクタが番組進行上必要とする各映像ストリームに対する品質、素材内容、時間情報といった要求の集合である。この進行スケルトンを不特定のプロバイダに同報することで、所有者を意識することなく、素材映像ストリーム要求が可能となる。

進行スケルトンはリアルタイムに変化する。プロバイダは送信されてくる進行スケルトンの内容を判断し、要求内容にあった素材映像ストリームをもつ場合には、送信指示に従って送信する。進行スケルトンの構成要素は、以下の2つの部分からなる。

#### ● 意味的内容記述のマッチングによるフィルタリング部分

##### — キーワード

例)  
keyword : 要求内容

#### ● 構造的記述のマッチングによる送信制御部分

##### — 時間、フレームレート、品質 etc.

例)  
start\_t : 送信開始時間 (H:M:S)  
send\_t : 送信時間制限 (sec)  
quality : 映像の画品質 (size, f/s)

## 5. プロトタイプシステム *ScoopCast*

### 5.1 システム概要

提案手法の検証のために、プロトタイプシステム *ScoopCast* を設計・開発した。システムの機能を以下に示す。

- 進行スケルトンにより素材映像ストリームの切り替えを自動（場合により半自動）で行う機能
- リアルタイムに変化する素材映像ストリームを扱う機能
- 未知の不特定多数の分散された素材映像ストリームを扱う機能

*ScoopCast* は、ディレクタ、プロバイダから構成される。ディレクタは進行スケルトンを送信し、プロバイダは受信した進行スケルトンに基づいて素材映像ストリームを送信する。*ScoopCast* は、マルチキャストネットワークを用いて実装されている。マルチキャスト通信方式の利用により、ディレクタが作成した進行スケルトンを同時にプロバイダに受信させる事が可能になる。ディレクタは、Real Time Control Protocol (RTCP) [11]を用いて進行スケルトンを送信し、プロバイダは Real-time Transport Protocol (RTP) を用いて素材映像ストリームを送信する。図 5 にシステム概要を示す。

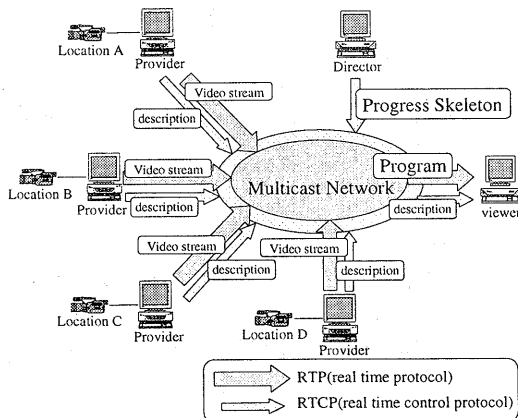


図 5：システム概要

### 5.2 システム実装

本論文においては、Mbone[12]において広く使用されている Vic の機能を拡張し *ScoopCast* を実現した。Vic は the video conferencing tool の略称であり Lawrence Berkeley National Laboratory の Network Research Group[13]によって開発された。

*ScoopCast* は、RTCP パケットの 1 つのタイプである SDES (source description) パケット上に進行スケルトンを実装した。Vic に追加した機能は、SDES パケットに実装した進行スケルトンの送信機能、受信機能の 2 点である。

- ディレクタの進行スケルトン送信機能  
進行スケルトンを SDES パケットとしてネットワークに送信する。
- プロバイダの進行スケルトン受信機能  
SDES パケットとして受信した進行スケルトンを理解し、制御条件に従って動作する。

SDES パケットは、定期的にネットワークに送信されるパケットであり、アプリケーション独自に拡張することが可能である。Vic における SDES パケットの利用法は、送信元の名前、e-mail アドレス等の自分自身についての情報提供が目的となっており、映像ストリームに対する情報の付加や、映像ストリームの制御等の積極的な利用を目的としては設計されていない。

ディレクタの進行スケルトン送信機能として、進行スケルトンを作成するための UI を Tk のウィジェットを利用し作成した。進行スケルトン作成 UI 上に設定された情報は、進行スケルトンのフォーマットに整えられ、送信命令で SDES パケットとして、ネットワークに送信される。

一方、プロバイダの進行スケルトンの受信機能として、進行スケルトンを制御信号として理解し、制御条件に従って動作する機能を追加した。プロバイダは進行スケルトンの要求内容を確認し、自分自身の素材映像ストリームの内容記述と一致する場合には、制御条件に従って送信する。進行スケルトンの時間

条件については OS のシステムコールを利用して  
している。開発環境は、以下のとおりである。

- Vic version : Vic-2.8
- OS : Solaris2.5.1
- コンパイラ : gcc(v2.7)
- UI 作成ツール : Tcl/tk (v7.5/4.1)

### 5.3 システム実行例

*ScoopCast* の実行例として仮想的にマラソン  
番組を作成した。なお、利用した機器環境を  
図 6 に示す。

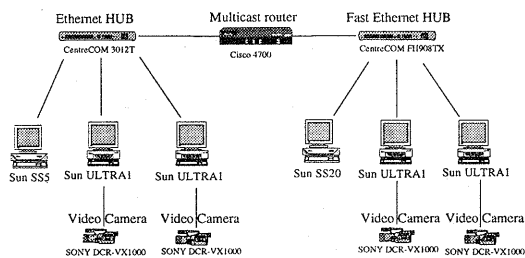


図 6 : 機器環境

プロバイダの役割をはずす Sun ULTRA1 4 台  
には、第一集団、第二集団、第三集団、ゴール  
地点を撮影するカメラを持つこととし、それ  
ぞれに対応するビデオテープをセットした。

番組は、午前 10 時 25 分より第一集団を 10  
分間放送し、次に第二集団を 5 分間放送後、  
第三集団を 5 分間、ゴール地点を 2 分間放送  
した後、最後に第一集団を 8 分間放送するこ  
ととした。下記の手順で試験を行った。

#### 1) 進行スケルトンの設定

ディレクタは、進行スケルトン作成 UI に素  
材映像ストリームを設定し、進行スケルトン  
を送信する。図 7 に、設定が行われた UI を示  
す。

送信されたスケルトンを以下に示す。

```
< keyword,start_t, send_t/.../.../.../...>
< group1,10:25,600/ group2,10:35, 300/
group3,10:40, 300/ goal-point,10:45, 120/
group1,10:47, 480>
```

#### 2) 要求内容のフィルタリング

プロバイダは、進行スケルトンを受信後、そ  
の要求内容を確認し、素材映像ストリームの  
内容記述と一致する場合、送信制御にしたが  
って送信する。Group2 と内容記述しているプ  
ロバイダは、10 時 35 分から、5 分間送信する。

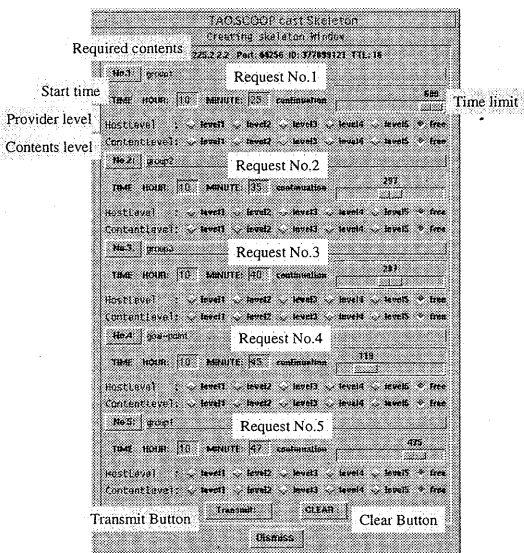


図 7 : 進行スケルトン作成 UI

#### 3) 番組の配信

マラソン番組が進行スケルトンに記述されたと  
おり放送され終了する。図 8 にマラソン番  
組を受信している視聴者の画面イメージを示  
す。

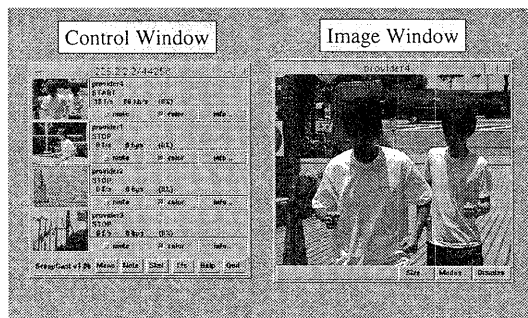


図 8 : 視聴者の画面イメージ

以上のように、進行スケルトンに基づいて、プロバイダが素材映像ストリームを送信する事により、番組が作成されることを確認した。

## 6. おわりに

本稿では、ネットワーク環境下における、不特定多数の素材映像ストリームをリアルタイムに編集した番組を作成・配信することで動的な番組構成を実現可能とする方式を提案した。また、マルチキャスト通信方式のリアルタイム性、同報性を利用し、以下の機能を実現した。

- ユーザによる素材映像ストリームのリアルタイム配信機能
- 素材映像ストリームを用いた動的な番組編集機能

今後の課題としては、以下の2点が挙げられる。

- 内容記述において共起関係などを使用した関連語句記述への拡張
- より複雑な番組編集を行うために進行スケルトンの改良

## 謝辞

著者の一部(田中)は本研究において、一部、文部省重点領域研究(課題番号08244103)及び、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「マルチメディア・コンテンツの高次処理の研究」によっている。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- [1] 川口他：マルチキャスト通信における映像と付加情報の同期送信方式, 1997 電気情報学会春全国大会 B7-146
- [2] 川口他：マルチキャスト通信における映像と付加情報の同期表示方式, 1997 電子情報通信学会夏全国大会 B7-76
- [3] 白井他：AgentCast 次世代放送サービスを実現するフレームワークの提案, 第85回 マルチメディア通信と分散処理研究会, 46, 1997-11
- [4] 久保田他：より柔軟な分散データベース統合方式の提案, 第8回データ工学ワークショップ, DEWS'97, pp. 85-90, 1997-3
- [5] 八幡他：ニュース・オン・デマンドシステムにおけるニュースデータベースの設計, 電子情報通信学会, 信学技報, DE95-50, pp. 1-8, 1995-10
- [6] TVML: <http://www.strl.nhk.or.jp/TVML/index.html>
- [7] SMIL: <http://www.w3.org/Press/SMIL>
- [8] Ronald Baecker, Alan J Rosenthal, Naomi Friedlander, Eric Smith, Andrew Cohen: A Multimedia System for Authoring Motion Pictures, ACM Multimedia 96, Boston MA USA, pp. 31-42
- [9] Komei Harada, Eiichiro Tanaka, Ryuichi Ogawa, Yoshinori Hara: A Multimedia Storyboarding System with Seamless Authoring Support, ACM Multimedia 96, Boston MA USA, pp. 341-351
- [10] 川口他：内容記述付き映像ストリームの配信とフィルタリング方式, 1998 第9回データ工学ワークショップ, DEWS'98, 15
- [11] RTCP: RFC1889
- [12] Mbone: <http://209.1.118.11/techinfo/mbone.html>
- [13] Lawrence Berkeley National Laboratory: <http://www-nrg.ee.lbl.gov/>