

SuperSQLによるインタラクティブプレゼンテーション の自動生成

多田 光伸† 遠山 元道 #

† 慶應義塾大学大学院 理工学研究科 開放環境科学専攻 # 慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 / JST さきがけ研究 21

神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1 慶應義塾大学情報工学科遠山研究室

045-563-1141 内線 43244

† tada@db.ics.keio.ac.jp, # toyama@ics.keio.ac.jp

SMIL の登場によって映像と文字情報を同期させて表示することが可能になり、これらを組み合わせたマルチメディアコンテンツの配信サービスがストリーミング技術を用いて行われている。このようなコンテンツを生成するためにオーサリングツールを用いる方法があるが、個別に作成するのは面倒であり情報配信者側への負担が大きい。一方、情報利用者側にとっては大量のデータの中から必要なデータ・関心のあるデータだけを提示されることが望ましい。そこで本論文では、データベースから一つの質問文で SMIL ファイルを自動生成するシステムを実装し、さらにインタラクティブプレゼンテーション自動生成の為に必要な機構の拡張を提案する。

キーワード: SuperSQL、データベース出版、インタラクティブプレゼンテーション

Automated generation of interactive presentation by SuperSQL

Mitsunobu Tada † Motomichi Toyama #

† School of Science for OPEN and Environmental Systems, Faculty of Science and Technology, Keio University.

Department of Information and Computer Science,

Faculty of Science and Technology, Keio University/JST PRESTO

3-14-1, Hiyoshi Kouhoku-ku Yokohama-shi, Kanagawa-ken

+81-45-563-1141 ext.43244

†tada@db.ics.keio.ac.jp # toyama@ics.keio.ac.jp

SMIL makes it possible to display text and video data synchronized, and broadcast service of the multimedia contents which composed of these data is offered using streaming technologies. Although there is a method of using multimedia authoring tools in order to generate such contents, it is troublesome for administrators to make these individually and the burden is large. On the other hand, it is desirable that users are presented only data required or concerned from a large amount of data. In this paper, we develop the system which generates SMIL file automatically by a question from databases, and propose the extension of a mechanism required interactive presentation generation.

Keyword: SuperSQL , Database Publishing , Interactive Presentation

1 はじめに

近年、ストリーミング技術を用いたインターネットによる映像の配信・放送サービスがさかに行われている。このようなサービスに文字情報を組み合わせることで、映像の画質が悪い場合に情報を補足したり、関連情報を提示することができるが、そのための手段が不足していた。しかしながら、SMIL(Synchronized Multimedia Integrated Language)[11]の登場によって、HTMLだけでは困難であった映像と文字情報を同期させて表示させることが可能になり、テレビ局や新聞社などのニュースサイトなどで特に用いられている。このためのマルチメディアコンテンツを作成するためには、オーサリングツールを用いて一つずつ個別に生成するという方法が考えられるが、非常に手間がかかるため効率的でない。そこで、ある程度定型化したコンテンツでは映像・文字情報をデータベース内に格納し、必要なデータを検索・加工して出力するという方法が考えられる。

また、各ユーザーの環境や要求によって、検索結果をそのまま提示するのでは不十分な状況が考えられる。そこで得られた結果からユーザーが意図したようにデータを構成して提示する、マルチメディアプレゼンテーション [1][2] を生成する研究が行われている。そこで、本論文では SuperSQL[7][8][9] を用いて映像と文字情報を連携させた SMIL ファイルの自動生成を行うシステムについて説明し、さらにインタラクティブプレゼンテーションを自動生成するために必要な機構の拡張を提案する。

2 SMIL

SMIL は W3C(World Wide Web Consortium) によって 1998 年 6 月に SMIL1.0 として策定された、マルチメディアファイルを統合的に扱うマークアップ言語である。映像、音声、テキスト、画像、アニメーションなどのメディアを時間的に同期させて放送できるようにしたもので、ファイルの指定や表示位置、再生方法などが記述可能である。特に映像と文字情報を組み合わせて再生することができるため、情報利用者側へわかりやすく情報を伝えることができる。SMIL を用いることによって次のようなことが実現可能となる。

- 時間軸上で個々のファイルの再生タイミングの指定によるプレゼンテーションの動作記述

- プレゼンテーションの画面レイアウト記述
- メディアオブジェクトに対するハイパーリンクの設定

SMIL は XML に準拠しており、またマルチメディアプレゼンテーションの作成、レイアウト、表示を容易にするという点で今後の普及が期待される。SMIL コンテンツは RealPlayer[10] を用いて閲覧することができる。

3 SuperSQL

SuperSQL は SQL を拡張したデータベース出版言語であり、HTML、Java、LaTeX、Excel ワークシート、VRML、XML 等の様々な媒体上で多様なレイアウトのドキュメントを生成することが可能である。本研究では SMIL でのドキュメント生成を実現する。

SuperSQL の質問文は、SQL の SELECT 句を *GENERATE < medium > < TFE >* の構文をもつ *GENERATE* 句で置き換えたものである。*< medium >* で出力媒体の指定を行う。*< TFE >* はターゲットリストの拡張である Target Form Expression を表し、結合子、反復子などのレイアウト指定演算子を持つ一種の式である。

3.1 SMIL 生成系の実現

SMIL では再生する RealMovie ファイルや RealText ファイルを開始(終了)時間とともに指定することで映像データと文字データの同期再生を実現できる。RealMovie ファイルはストリーミング映像データであり、RealText ファイルは再生する文字データや装飾情報が記述されている。本システムではこの 2 種類のファイルを生成することでプレゼンテーションを実現する。データベースからの質問出力が映像の URL であった場合には、SMIL ファイルを生成し、映像データへのリンクを生成する。また質問出力が文字データであった場合には新たに RealText ファイルを生成し、SMIL ファイルからそのファイルへのリンクを生成する。

3.2 SuperSQL 演算子の実装

SuperSQL 質問文では水平、垂直、深度の各次元の結合子を「,」「!」「%」で表現している。SMIL 生成系においては水平・垂直の次元をプレゼンテーションの画面レイアウト指定に用い、深度次元をハ

イパーリンクの生成に用いる。本研究では既存の次元に加えて SMIL で時間軸上のレイアウトを行うために時間次元への拡張を行い、結合子に「#」を用いる。これらの演算子を用いることでプレゼンテーションの多様なレイアウトを実現する。

3.2.1 水平・垂直次元の連結・反復

- (1) 結合子 … 両辺のオブジェクトを結合し並べて表示する。水平結合子の場合は横に、垂直結合子の場合は縦に並べてレイアウトする。

・ 水平結合子 (,)

例 : title, actor →

title ₁	actor ₁
--------------------	--------------------

・ 垂直結合子 (!)

例 : title! actor →

title ₁
actor ₁

- (2) 反復子 ([] の対の後に結合子が続く) … オペランドのインスタンスがある限り、対応する次元の方向に繰り返して配置する。

・ 水平反復子 ([],)

例 : [title],
→

title ₁	title ₂	...	title ₁₀
--------------------	--------------------	-----	---------------------

・ 垂直反復子 ([] !)

例 : [title]!
→

title ₁
title ₂
...
title ₁₀

- (3) 結合子 + 反復子

・ 垂直反復子 + 水平結合子 ([,] !)

… 異なる属性のデータを水平方向に連結し、それをインスタンスのある限り垂直方向に繰り返す。

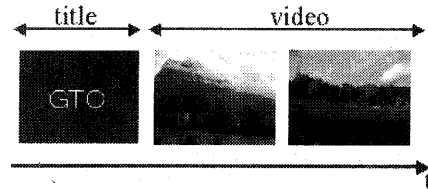
例 : [title, actor]! →

title ₁	actor ₁
title ₂	actor ₂
...	...
title ₁₀	actor ₁₀

3.2.2 時間次元の連結・反復

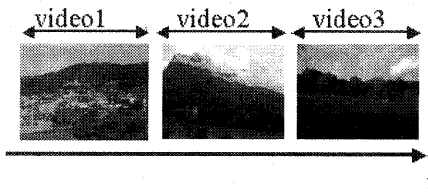
- (1) 時間結合子 (#) … 両辺のオブジェクトを時間軸に添って連結して出力する。次の場合、同じ画面領域にタイトル (文字列) を表示した後に、動画を表示する。

例 : title# video →



- (2) 時間反復子 ([] #) … オペランドのインスタンスがある限り、時間軸に添って繰り返して出力する。次の場合、同じ画面領域に最初の動画を表示した後に次の動画を表示する。

例 : [video]# →



3.2.3 深度次元の連結・反復

- (1) 深度結合子 (%) … 両辺のオブジェクト間にハイパーリンクを生成して出力する。次の場合、画面領域にタイトル (文字列) を表示し、タイトルのハイパーリンクをクリックすることでその動画を表示する。

例 : title % video →

title ₁	⇒	video ₁
--------------------	---	--------------------

3.3 メディア指定と装飾指定

データベースから出力された情報が映像データへの URL であるのか、それとも文字データであるのかを区別するために、質問文の中にどのようなメディアであるかを明示するメディア指定子を導入した。これは質問文の属性を引数にとることで実現する。例えば映像である場合には「video(属性名)」、文字情報である場合には「textstream(属性名)」等のように記述する。

また SuperSQL では、質問文の中で多彩な装飾指定を行うことができる。これは質問文の属性の後に装飾指定子「@{ 装飾指定 }」を記述することで実現される。装飾指定では画面表示領域のサイズ、文字のフォントサイズ、色などを指定することができる。

3.4 実行例

図1のスキーマを持つデータベースに対して、図2の SuperSQL 質問文を与えた際に生成される SMIL ドキュメントの実行例を図3に示す。この実行例では映画の予告編の映像とともに、その映画のタイトル・解説と出演俳優の名前を垂直方向に反復して出力している。

映 画	ID	タイトル	URL	解説
俳 優	ID	名前	所属	
映画-俳優	映画 ID	俳優 ID		

図 1: サンプルデータベース 1 のスキーマ

```

GENERATE SMIL
[
  textstream(映画.タイトル)
    @{width=160, height=40, size=5}!
  video(映画.URL)@{width=160, height=120}!
  textstream(映画.解説)
    @{width=160, height=25}!
    [textstream(俳優.名前)
      @{width=160, height=30}]!
],
FROM 映画, 俳優
WHERE 映画.ID = 俳優.ID

```

図 2: SuperSQL 質問文の例

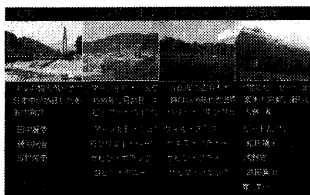


図 3: 実行例

4 インタラクティブプレゼンテーション生成への拡張

前章までで、SuperSQL を用いた SMIL ドキュメント生成系について述べてきた。しかしながら本システムで生成したプレゼンテーションには次のような問題点が考えられる。

- ・ストーリー性の欠如
空間的なレイアウトのみを考慮し、個々の映像データの関連を考慮していないため、映像を再生する順序にストーリーの流れがない
- ・プレゼンテーション内容の動的な変更の不可
一旦質問文を与えてプレゼンテーションを生成してしまうと、プレゼンテーション構成はまったく変わらない
- ・ユーザーの興味が変わる可能性
ユーザーが期待していたプレゼンテーションと異なる場合やプレゼンテーション中にユーザーが異なる情報に興味を持つ場合は、関連情報へのナビゲーションが必要である

そこで、プレゼンテーションにストーリー性を持たせるための制約設定、そしてユーザーの行動やデータベース内部の変化を検出し、その時点で最適な素材・構成を選択して状況に応じたプレゼンテーションを自動生成するためにアクティブデータベース [3][4][5] と ECA ルールを用いて解決する。また動作履歴をデータベースに保存して用いることで、データベースに格納された大量のデータからのナビゲーションや個々のユーザーに特化したプレゼンテーションを実現する。

4.1 プレゼンテーション生成の為の制約設定

検索結果からプレゼンテーションを生成するためには、映像の意味的な関連や時空間的配置を考慮しなければならない、そのために用いる制約の設定が必要となる。

例えば検索結果を修正してプレゼンテーションに用いるコンテンツを決定する包含・除外制約や、プレゼンテーションの各コンテンツを再生する順序を決定する構成制約、ユーザーがあるコンテンツを以前に視聴している場合にのみ、特定のコンテンツを視聴できるようにする巡回制約 [6] 等が考えられる。また、プレゼンテーションの基準時間を質問文に記

述し、それよりもプレゼンテーション時間が長い場合には、検索結果からランキングを行い時間を調整するといった方法も考えられる。

4.1.1 プレゼンテーション包含除外制約

この制約はプレゼンテーションに用いるコンテンツを決定するために用いる。質問文によってデータベースに問い合わせを行い、その検索結果と本制約を照合してプレゼンテーションに用いるコンテンツを決定する。例えばコンテンツ A とコンテンツ B をプレゼンテーションする際には、コンテンツ C もプレゼンテーションするべきであるとプレゼンテーション配信者が考えた場合、プレゼンテーション包含制約 ($A \& B \Rightarrow C$) を設定する。プレゼンテーションを生成する際にデータベースからの検索結果にコンテンツ A とコンテンツ B が含まれていた場合には検索結果のコンテンツに加えてコンテンツ C もプレゼンテーション内容に加えて生成する。A か B のどちらか片方が含まれていればコンテンツ C もプレゼンテーションするという場合には ($A \mid B \Rightarrow C$) を設定する。また包含制約とは逆にコンテンツ A とコンテンツ B がプレゼンテーションされる場合には、コンテンツ C はプレゼンテーションするべきではないとプレゼンテーション管理者が考えた場合、プレゼンテーション除外制約 ($A \& B \Rightarrow \neg C$) を設定する。

4.1.2 プレゼンテーション構成制約

この制約はプレゼンテーション包含除外制約を用いて決定されたコンテンツをどのような順序で再生するかを決定するために用いる。例えば、3つの映像コンテンツ A、B、C をプレゼンテーションする際に2つ以上のコンテンツを並行して再生することを考えると4パターンのプレゼンテーションスケジュールが考えられ、各コンテンツの順序を考えるとスケジュールパターンはそれ以上に増大する。時間結合子と時間反復子を用いるだけではすべてのスケジュールパターンに対応したプレゼンテーションを生成することができない。そこでこの制約を用いて時間結合子と時間反復子では実現できない複雑なスケジュールパターンのプレゼンテーションを実現する。

(1) 順次 (Sequential)

コンテンツ A、B をプレゼンテーションする

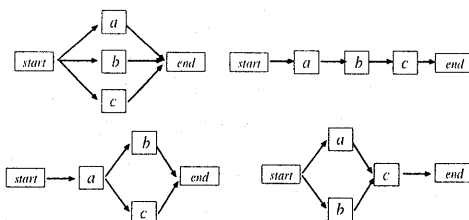


図 4: プレゼンテーションスケジュールパターン

とき、コンテンツ A の後にコンテンツ B を再生する

(2) 分割 (Split)

コンテンツ A、B、C をプレゼンテーションするとき、コンテンツ A を再生した後にコンテンツ B および C を再生する

(3) 並列 (Parallel)

コンテンツ A、B をプレゼンテーションするとき、コンテンツ A とコンテンツ B を同時に並列再生する

(4) 統合 (Merge)

コンテンツ A、B、C をプレゼンテーションするとき、コンテンツ A とコンテンツ B の再生が終わった後にコンテンツ C を再生する

4.1.3 プレゼンテーション時間によるランキング

検索結果から生成されるプレゼンテーションは全体の時間を考慮していないため、すべての映像を見ていると非常に長時間のプレゼンテーションになってしまう、あるいは短時間の連続した映像の中である映像だけが長時間となりプレゼンテーションのバランスが悪くなるという状況が考えられる。そこで、プレゼンテーションの基準時間を質問文に記述して、その時間を越えるプレゼンテーションが生成された場合にはランキングを行って、プレゼンテーションが時間内に収まるように用いる映像の数を制限したり、各々の映像をすべてプレゼンテーションするのではなく、一定時間だけプレゼンテーションするようなダイジェスト版を生成するという手法が考えられる。

4.2 アクティブデータベースとECAルール

ユーザーにプレゼンテーションを配信する際に、状況に応じてその時点で最適な素材・構成を選択する必要がある。しかし、データベース側の内部変化やユーザー側の興味変化によって状況は刻々と変化するためそれに応じて素材・構成を選択を考慮しなければならない。例えば、プレゼンテーション中にデータベースにデータが挿入された場合、そのデータを含めてプレゼンテーションを再構成することでユーザーに最新情報としてプレゼンテーションできる。また、ユーザーがどんなコンテンツを視聴してきたかの履歴をリアルタイムに調べることで、ユーザーの関心の高そうなデータをプレゼンテーションに付加することができる。

そこでこの機構を実現するためにアクティブデータベースを用いる。アクティブデータベースは、データベースの内外で起こる事象の発生に対して規定された処理を行うデータベースである。その動作は発生する事象（イベント）、ルールの発火条件（コンディション）、実行される操作（アクション）の3つからなるECAルールで記述される。図5は本システムのECAルールの構文である。ユーザーの行動やデータベース内部の変化を動作履歴としてデータベースに蓄積し、このECAルールを用いてプレゼンテーションに動的に反映させる。本システムでは図6のイベントと図7のアクションを想定している。

ON イベント名 [TO 対象テーブル]
IF コンディション
THEN アクション

図 5: ECA ルール構文

4.3 動作履歴データベース

個々のユーザーがどのようなコンテンツを視聴したかといった情報や、データベースにいつどのような情報が格納されたかといった情報を動作履歴データベースに保存し、それを利用することによって、プレゼンテーションに最適な素材・構成を選択する。データベースに保存する動作履歴として、ある映像データへの配信要求・データベースへのアクセス（質問文の発行・データ参照、タプル挿入・削除・更

名称	内容
SELECT	データ参照
INSERT	データ挿入
DELETE	データ削除
UPDATE	データ更新
RECEIVE	サーバーのデータ受信
PRESENTATION_START	プレゼンテーションの開始
PRESENTATION_END	プレゼンテーションの終了

図 6: 本システムのイベント

名称	内容
QUERY (クエリー内容)	質問文実行
SEND (送信先、送信データ)	データ送信
MAIL (送信先、送信データ)	メール通知
DISPLAY (表示内容)	データ表示

図 7: 本システムのアクション

新)を考える。

観光案内	ID	観光名所名	解説	URL
	時間	ジャンル	優先度	都道府県
動作履歴	ID	ユーザー名	日付	時間
	アクション	オブジェクト		

図 8: サンプルデータベース2のスキーマ

観光案内データベースと動作履歴データベース（図8）を用いてECAルールによる機能の実現例を示す。

観光地に関する交通情報や気象情報など、プレゼンテーションとは別に緊急な情報をユーザーに提示したい場合ECAルール1を用いる。

プレゼンテーション中に湖の観光地のデータがデータベースに挿入されて、そのデータを利用してプレゼンテーションを再構成したい場合、ECAルール2を用いる。プレゼンテーションの再構成はアクションの中にSuperSQL質問文を埋め込むことによって実現している。

ECAルール3・4は、ユーザーが“湖”のジャンルの観光名所を10回以上閲覧した場合に、プレゼンテーションに加えてそのジャンルへの映像リンク一覧を表示する例である。

ECAルール5・6は、東京タワーの映像が全ユーザーで合計20回以上閲覧された場合に、優先度の

タプルを更新し、情報配信者にメール通知する例である。

このようにユーザーの行動やデータベース内部の変化を動作履歴データベースに保存し、ECA ルールを用いてリアルタイムに反映させることで、プレゼンテーションを再構成し、各ユーザーの興味のあるような情報にナビゲーションすることができる。また、用いる ECA ルールをユーザーに応じて変えることでプレゼンテーションのカスタマイズを行うこともできる。

```

ルール 1
ON  INSERT TO EmergencyInformationTable
IF  new.EmergencyLevel > 2
THEN DISPLAY(new.data);

ルール 2
ON  INSERT TO KankouTable
IF  new.genre="lake"
THEN Data = QUERY
    (GENERATE PRESENTATION
     [video(k.video) ! textstream(k.title)]#
     FROM KankouTable k
     WHERE k.genre="lake");
    DISPLAY(Data);

ルール 3
ON  INSERT TO HistoryTable
IF  new.action="browse"
THEN Data = QUERY
    (SELECT count(h.action)
     FROM HistoryTable h, KankouTable k
     WHERE h.user="A" and h.action="browse"
       and k.url=h.object and k.genre="lake");
    SEND(ECAServer, "Rule3", Data);

ルール 4
ON  RECEIVE
IF  new.datatype="Rule3" and new.data>=10
THEN Data = QUERY
    (GENERATE PRESENTATION
     [k.title # k.video]!
     FROM HistoryTable h, KankouTable k
     WHERE h.genre="lake");
    DISPLAY(Data);

```

図 9: ECA ルール例 1

4.4 プレゼンテーション生成の流れ

プレゼンテーション配信者は、ストリーミングサーバーに映像データ、データベースに文字データを格納する。また、ルールベースに制約と ECA ルールを格納する。始めにユーザーは SuperSQL 質問文をデータベースに発行し、検索結果をルールベース内の制約と照合して、プレゼンテーションに用

```

ルール 5
ON  INSERT TO KankouTable
IF  new.title="TokyoTower"
THEN Data=QUERY
    (SELECT count(h.action)
     FROM HistoryTable h, KankouTable k
     WHERE h.action="browse"
       and h.object=k.id
       and k.title="TokyoTower" );
    SEND(ECAServer, "Rule5", Data);

ルール 6
ON  RECEIVE
IF  new.datatype="Rule5" and new.data>=20
THEN QUERY
    (UPDATE HistoryTable set h.priority=2
     where k.title="TokyoTower");
    Mail(PresentationAdmin,
         "TokyoTower の優先度を更新しました。");

```

図 10: ECA ルール例 2

いるデータを再構成する。そのデータに基づいて SuperSQL 処理系がプレゼンテーションを生成し、ユーザーに配信する。

ユーザーがコンテンツを視聴したり、データベース内に変化が起こった時には動作履歴をデータベースに保存し、ルールベースの ECA ルールと照らし合わせ、該当するルールが存在した場合にはそのルールのアクションを実行する。

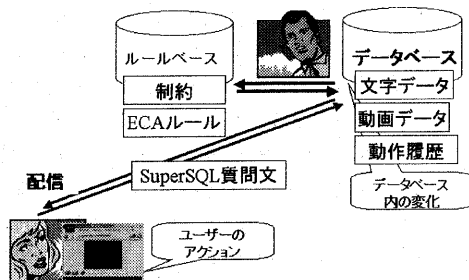


図 11: プレゼンテーション生成の流れ

5 システム構成

システム構成を図 12 に示す。インタラクティブプレゼンテーションの自動生成の為に、既存の SMIL 生成系システムに加えて、制約や ECA ルールを格納するルールベース、データベースの検索結果が

らプレゼンテーションの内容・構成を決定する最適化モジュール、アクティブデータベースを実現するためのイベント検出部、ECA ルール検索部、ECA ルール実行部などのモジュールが必要である。

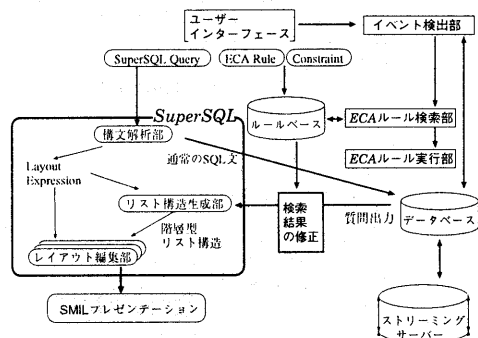


図 12: システム構成

6 応用例

応用例の一つとして、携帯電話や電気製品のインタラクティブマニュアル生成が考えられる。紙のマニュアルではわかりにくいような製品の複雑な操作方法も人が操作している実際の映像を用いることでよりわかりやすく伝えることができる。また、ある操作を行っている途中で割りこんで行うことができる操作が多数あるため、プレゼンテーションの分岐が多数考えられ、インタラクティブ性が非常に高く本システムの応用例に適していると考えている。

近年、このような製品の開発サイクルが早まっているため、製品のマニュアルの開発スピードにも短縮化が求められている。このようなインタラクティブマニュアルもデータベースに格納された既存の製品のデータを再利用し、相違部分だけを新しく加えることでマニュアルの生成サイクルの短縮化が可能である。また、SuperSQLを用いることで映像媒体の他の紙媒体、Web 媒体等多くの媒体への出力を容易に行うことができる。

また、授業や講義などの映像を利用した教育支援アプリケーションも考えられる。このような教育支援目的のアプリケーションでは、ある知識を前提とした上で次のステップに進むということが多く考えられるため、個々の映像の構成順序が重要である。そこでプレゼンテーション包含・除外制約や構成制約を簡単に記述できるようなインターフェースが必要

である。

7 おわりに

本論文では、SuperSQLを用いてSMIL ファイルから構成されるプレゼンテーションを自動生成するシステムについて説明し、インタラクティブプレゼンテーション自動生成のための拡張を提案した。本システムにより、データベースに格納されたデータから一つの質問文で多彩なレイアウトのクリップを自動生成することができ、編集自動化による情報配信者側の負担の軽減を実現できる。今後は本論文で提案した解決手法の実装を進め、プレゼンテーション自動生成のための最適な制約の設定、プレゼンテーション構成内容の最適化アルゴリズム、並びにより多くのECA ルールのイベント・アクションへの対応を行い、高品質なプレゼンテーションを自動生成するシステムを応用例に適用して評価する予定である。

参考文献

- [1] S.Adali, Veli Hakkoymaz, J.Kraft, G.Ozsoyoglu: Constraint-based automation of multimedia presentation assembly in *Proc. Multimedia Systems '99*, pp.500-518
- [2] S.Adali, M.L.Sapino, V.S.Subrahmanian: A Multimedia Presentation Algebra. in *Proc. ACM SIGMOD '99*, pp.121-132
- [3] 石川博: "アクティブデータベース" 情報処理, vol.35, no.2, pp.120-129(1994))
- [4] 寺田 努、塚本 昌彦、西尾 章治郎: "放送型データ受信のためのアクティブデータベースシステムの設計と実装" 電子情報通信学会論文誌 *D-I Vol83 No.12*, pp.1202-1283
- [5] 片山 薫、上林 彌彦: "能動データベースを利用した遠隔講義のための講義支援" 電子情報通信学会論文誌 *D-I Vol82 No.1*, pp.247-255
- [6] 清光 英成、田中 克己: "Web リンクの巡回に基づく動的なリンク活性化とアクセス管理" *ADBS '99*, pp.115-122
- [7] M. Toyama, SuperSQL: An Extended SQL for Database Publishing and Presentation, in *Proc. SIGMOD '98*, ACM(1998), pp.584-586.
- [8] SuperSQL, <http://www.db.ics.keio.ac.jp/ssql>
- [9] 田中宣行、遠山元道: TFEを用いた動画再生とレイアウト, 情報処理学会研究会報告, 96-DBS-109 pp.99-104
- [10] Real.com, <http://www.real.com>
- [11] W3C World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org>