

コンテンツ集約による音楽セッション方式の検討

小嶋 克徳† 近藤 育雄†† 上島 紳一†,††

† 関西大学大学院総合情報学研究科知識情報学専攻

†† 関西大学大学院総合情報学研究科総合情報学専攻

〒 569-1144 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1

E-mail: {majiko, ikuo, ueshima }@ia.kutc.kansai-u.ac.jp

あらまし 本稿では、クラブ DJ の演奏を参考にした分散型の音楽セッションの実現を検討する。DJ はあらかじめ用意しておいたレコードを素材にこれらを次々と再生してゆくことによって楽曲を完成させていく。通常のストリーミングシステムは、楽曲の品質を重視する立場から見ると、本稿の想定環境の様に参加者の役割が対称的な環境下においてそのまま利用することができない。ここでは、音楽セッションをモデル化したコンテンツ集約文書の生成とその文書間の関係定義を基本的なアイデアとしたインターネット上における音楽セッションを提案する。その方法として、音楽セッション時に利用されるフレーズ群を、コンテンツの音楽的構造を根拠として分割された区間単位をステップにもつ時間軸上へ配置する方式を検討する。実験セッションの結果、本方式の有効性を確認し、音楽セッションの定量的な特徴を観察することができた。

キーワード 音楽セッション, 同期呈示, コンテンツ融合, RDF/RSS

A Study of Distributed Jam Method using Content Aggregation

Katsunori KOJIMA, Ikuo KONDO, Shinichi UESHIMA

Graduate School of Informatics, Kansai University

Ryozenji 2-1-1, Takatsuki, Osaka, 569-1144 JAPAN

E-mail: {majiko, ikuo, ueshima }@ia.kutc.kansai-u.ac.jp

Abstract In this paper, we discuss mounting the distributed jam session that refers to club DJ performance. DJ is a music performer, and they reconstruct to the sequence by representation one after another the material of the tune prepared beforehand. As a result, a new musical content is completed by the fusion of individual materials. The adoption of a usual Internet streaming system is not suitable under an environment that each performer has symmetric role, because the control of the time line cannot be defined via the bottom up fashion. In this paper, we propose viable way of the distributed jam session of which a basic idea is the modeling for actual jam session to the document with aggregation capability of musical content and the definition of binary relation between those document. This method divides a jam session into more subsection on grounds the musical structure of content, and the contents arrange to those sections. By the experiment session, we confirmed the effectiveness of this method, and observed a quantitative feature of the distributed jam session.

Keyword jam session, synchronous presentation, contents fusion, RDF/RSS

1. まえがき

音楽は聴くだけでなく、実際に演奏することも大きな魅力のひとつである。また、複数人でセッション(ジャムセッ

ション、即興演奏ともいう)をすると、ひとりで演奏するのは違った楽しさを体験することができる。

ここで、クラブ DJ の演奏を参考にして、インターネットを介した分散型音楽セッション実現のシナリオを想像する。DJ はあらかじめ用意しておいたレコードを素材にして、こ

れを次々と再生していくことでひとつのシーケンスへと再構成し、結果としてひとつの楽曲を完成させていく。

まず、研究の開始段階で、いくつかの著名なインターネットストリーミングシステムをそのまま用いて楽曲の断片を配信し、これを合成することによる DJ の模倣を検討した。ところが、楽曲のエンコード/デコード時間やデータ転送速度などが原因と推測される再生遅延が大きく、ジャムセッションとして成立し難いことが分かっていた。

ジャムセッションに参加するノード間の通信経路上で発生する時間遅延は物理現象として不可避であるので、現実的に解決することの極めて困難な限界が存在する。これは、通話やインスタントメッセージなど実時間性の要件がたかだか best effort なアプリケーションであれば許容されうるが、時間に敏感な芸術である音楽においては、システムそのものの説得力に影響する。このため、分散型音楽セッションシステムは時間軸を考慮したモデルでなくてはならず、タイムライン(ジャムセッションの時間軸)は、演奏者らによって明示的に制御できなければならない。

加えて、タイムラインを考慮しないモデル上でノード間のインタラクションを実現しようとする、通常はネットワークの帯域幅以上の品質のコンテンツを転送することができない。これでは、使用されるジャムセッションの素材は、音楽家の立場からすると音楽セッションの作品価値を増大させるか否かによって決定され、かつそれが意図したタイミングで呈示されるべきであるのに、帯域幅という作品価値とは無関係な要因によって選択しうる素材が制限されてしまうことになる。

ここで我々は、コンテンツ同士の関係定義に従ったまとめ送り(バルク)転送を検討する。もし、共有タイムライン上で使用されている素材どうしの時間的關係を利用することができるのなら、各ノードは同時に呈示するべき素材を知ることができるので、結果として、コンテンツを演奏者が意図した通りの正しい順序に維持したまま、素材を重ね合せて(重畳)呈示をすることができるようになる。ジャムセッションに当てはめると、セッション内を任意の時間区間に分割し、この区間内にコンテンツが揃うように保証することができれば、これを連続することによってセッションを成立させることができるようになる。

このときの区間長はあらゆる値が想定されるが、楽曲は 8 や 16 などの小節を単位とするフレーズの連続構造を顕著にもち、同じフレーズを繰り返すことは既知である。これを根拠にして、タイムラインを単位フレーズの整数倍となるように分割し、フレーズを繰り返し(ループ)演奏すれば、演奏者の音楽的知識とよくなじむ。この構造的特徴に注目して実際のデータ転送タスクを発生させることで、主にネットワークに由来する遅延をシステム内へ織り込む。次の単位区間の再生開始時間に間に合うように、もしくはコンテンツが揃うまで時間的遷移を発生させないことで、時間同期を実現する。

本稿では、コンテンツ集約文書の生成とその文書間の関係

定義を基本的なアイデアとしたインターネット上におけるジャムセッションを提案する。実際のジャムセッションをモデル化し RDF/RSS[1]にて記述する。繰返しの単位となっているシーン同士を、ジャムセッションの進行と対応するように順序付けることで、セッションを成立させる。

本稿の構成は、2 で提案システムにおけるジャムセッションのモデル化、3 で関連研究、4 で実装および実験的考察、5 で音楽的考察の後、6 でまとめる。

2. ジャムセッションのモデリング

2.1. ジャムセッションのモデル

提案システムは、遅延をシステム内に織込んだ新しいジャムセッションシステムである。本システムのジャムセッションは、通常に行われる演奏者が一ヶ所に集まって行うジャムセッションや既存の音楽製作環境を参考にした図 1 のモデルをもつ。

演奏者とノード ジャムセッション参加ノードはリポジトリをひとつもち、演奏者はこれを介してしてジャムセッションの情報空間へアクセスする。各ノードの役割は対称的で演奏エージェントであるとともに聴衆でもある。

セッション 集団即興演奏により 1 曲を作成する過程を表す。楽譜やジャムセッションそのものと対応する。ひとつのセッションは、演奏の開始と終了を示す head シーンと tail シーンを必ず持つ。アプリケーションは head から順に再生してゆき、tail で停止する。

シーン セッション内でコンテンツの同時呈示と繰返し再生を行う区間単位を示す。楽譜でいうリピート記号による繰返し区間や、イントロ、A メロ等に対応する。

トラック 各セッション者がジャムセッションにおいて受け持つ部分を示す。楽譜でいうパートに相当する。

フレーズ 本ジャムセッションモデルで取り扱う最小粒度であり、時間区間毎に各トラックが再生するコンテンツへの参照を示す。実際のコンテンツ(musical contents)の所在はいろいろであるが、ノード同士は対称的なので、ジャムセッション開始時に各ノードがそれぞれに持ち寄っている状態が通常である。

図 1 で Jam の付いている要素はジャムセッションに関する情報を示している。リポジトリは、セッションやシーン、フレーズ、演奏者、他ノードへの接続性を含むジャムセッション空間内のすべての情報資源に対するインタフェースとして働く。

また、リポジトリは我々が ERSS(Enhanced RSS)と呼んでいる RSS1.0 を拡張した書式[2]にて記述する。ERSS と

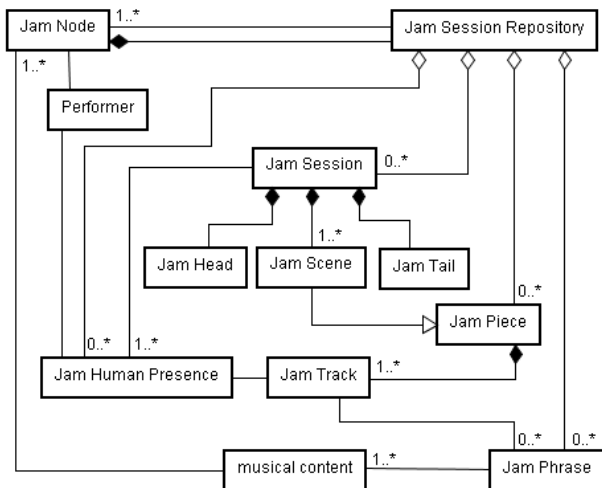


図1 ジャムセッションのモデル

RSS1.0 の最も大きな相違点は、第 2 レベルの要素へその要素の型情報を含めていることである。ここで集約とは、形式的には RSS 文書の構造変換操作だが、内部的に型情報を使うことで要素へのメソッドの振り舞いを各要素ごとに様々なものとするを含んでいる。ジャムセッション空間を ERSS で記述することは、アプリケーションへ次のような機能を与えている。

- (1) リポジトリはセッションやフレーズなど特定の型をもつ ERSS 文書を集約した ERSS 文書である。ERSS 文書中より特定の型をもつ該当文書を抽出することは容易である。
- (2) ジャムセッションを示す文書は head, tail および複数の scene を集約するといった被集約要素の種類に一定の制限を加える。
- (3) 各要素のドキュメントモデル(子ノード)を統制することで、piece と特定の session と関係付けられた piece である scene との型に継承を定義する。

ERSS は提案システムのために作成したものではないので詳細は別の機会に譲る、ジャムセッション空間のようなボトムアップに生成されるデータセットの処理に合致するものと考えている。

2.2. ジャムセッションの状態遷移

図 2 に、ジャムセッションの開始から終了までの間の状態遷移を図示する。各ノードは、常に図中のうちひとつの状態をとる。

まず参加ノードは、リポジトリをオープンしてジャムセッ

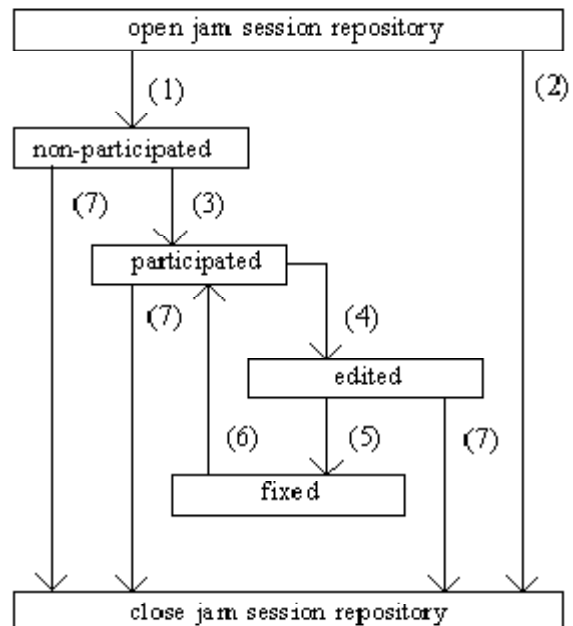


図2 ジャムセッションの状態

- (1) リポジトリへの接続
- (2) リポジトリ接続の拒否
- (3) 選択ジャムセッションへの参加要求
- (4) 編集シーンの選択
- (5) 担当トラックのフレーズを確定
- (6) 編集シーンの確定
- (7) リポジトリからの切断

ション空間へのアクセスを準備する。リポジトリを開くことに成功すると、非参加状態に遷移する。この状態のノードは、まだ特定のジャムセッションに属していないので、演奏行為をすることができない。

リポジトリの中から希望するジャムセッションを選択し参加状態になることで、他のノードと合同演奏を行うことができるようになる。既参加ノードから参加許可通知を得ることに成功すると、新規に参加するノードは自身の担当するトラック番号を得て、演奏行為を行うことができるようになる。

本システムでの演奏行為は、ジャムセッションよりシーンを選択し、そのシーン中の担当トラックへフレーズを割り当てる行為と等しい。ある特定のシーンを選択すると、ノードは選択したシーンの内容が変更中であることを示す編集状態へ遷移する。

演奏者が選択シーンにおける担当トラックのフレーズを決定すると、ノードは他ノードへフレーズ識別子を送信し、確定状態へ遷移する。ジャムセッションは、時間順に並んだシーンの編集状態と確定状態を交互に完了させて先を進めて(シーン移行)行き、確定を完了したシーンを順に再生してゆくことで成立する。なお、各トラックを同期して再生する

ために必要となる確定状態の完了条件については後述する。
 ノードは最後に終了状態へ遷移し、リポジトリを閉じる。
 各ノードは、自身がジャムセッションから離脱することを伝える方法は、担当トラックを全ノードに既知である終了フレーズに設定することで行う。

2.3. シーンの同期

時間軸の制御

本方式での同期を短く言うと、コンテンツ同士の相対的な同時呈示の保証である。我々は、ジャムセッションの目的として演奏そのものの楽しさとともに共同作曲を想定しており、素材同士を意図した時間に呈示することが同期であると捉えている。つまり、遅れてきた相手の演奏に合わせているだけでは、同じ時間に演奏しあうことにはなるが、演奏者間で共通の楽曲を作り上げる目的にはそぐわない。一義的に述べると、任意の2つのコンテンツの間で、時間上の前後関係を必ず求めることができなければならない。

以下に、時間の制御方法の2類型を示す。本システムでは、フレーズ長を単位に時間軸を制御し遅延を考慮する後者の方法を採用した。

- (1) コンテンツへタイムスタンプを与える方法。サーバの時刻など共通の仮想時刻によってジャムセッションの時間軸を制御する（後藤ら[3][4]）。
- (2) コンテンツベースの方法。実時間とタイムラインとの対応付けが曖昧であるが、中心的な役割を果たすノードが存在しなくても、また実時間に依存することなく、コンテンツの再生開始時点を揃えて呈示することができる。

シーンの移行確定

シーンの移行を確定する条件は、次の通りである。

- (i) 移行元シーンの終了条件を満たしていること
- (ii) 移行先シーンの準備が整っていること
- (iii) 他のノード全てが上記の条件を満たしていること

条件(i)は、シーン再生の繰り返し回数が所定回数以上であることを要求している。条件(ii)は、シーン移行後直ちにコンテンツ呈示を行うことのできる状態であることを要求している。条件(iii)は本方式の同期の定義からすると必須ではないが、できるだけ同一時間にシーン移行を発生させるために加えた条件である。

上記の条件を満たしたシーン移行の手順例を以下に示す(図3)。図3の上のフロー部分はA, B, C三人のジャムセッションにおけるトラックAのデータαの確定を示している。最上部のA, B, Cの表はAが持つαの準備完了確認状態を示している。

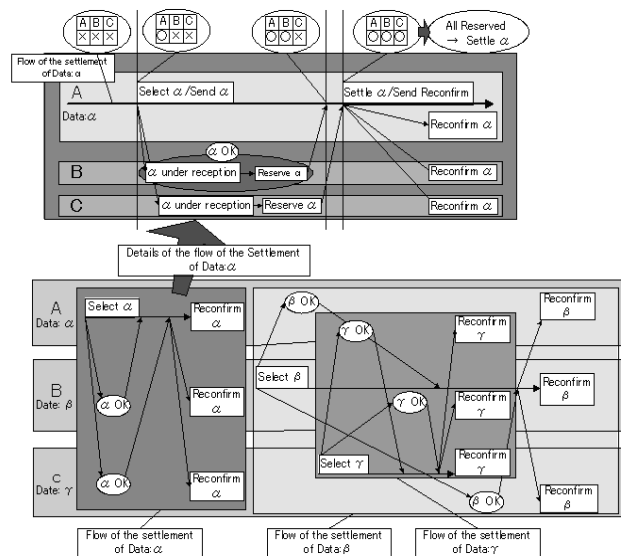


図3 シーン確定の流れ

1. Aがα値を決定する
2. Aが他の演奏者(BとC)にαを通知する
3. 他の演奏者は、次シーン中のトラックAの準備が完了後、Aに準備完了を通知する。
4. Aに全員から準備完了が到着する
5. Aは他の演奏者へ、全ノードのトラックAの準備が整ったことを通知する。

上記の方法を全演奏者について行った場合の結果例を図3下部に示す。この方法は、シーンの繰返し回数を演奏者全員が揃えばシーンの再生時間長が同じになることから、トラックごとに確定状態を求めて行き、全ノードの確定状態を揃えるやりかたである。どのような手順であっても各ノードへの遅延は不可避であるが、上記の方法は、シーン移行ずれの原因を、最後に確定されたトラックについての手順5のみとできる。

本モデルではシーン移行にずれが生じてても、各ノード上では同期が確保されている特徴を持っている。また、先行したセッション者と次のシーン移行時にタイミングを揃えることも可能である。そのため、ノード間でのシーン移行ずれの問題は大きなものではないと考えられる。

3. 関連研究

本節ではジャムセッションの先行事例を述べ、本研究の位置づけを明らかにする。

3.1. ジャムセッションに関する先行事例

ジャムセッションに関する研究には様々なものがあり、(1)コンピュータと人間とのセッションを対象にするものと、(2)ネットワークを介した人間同士が行うセッションをとに分類

することができる。

(1) コンピュータと人間とのジャムセッション

従来より、コンピュータと人間とでジャムセッションを行う試みは盛んである。JASPER[5]は MIDI で与えられる人間の演奏者のコード進行を入力として、演奏の緊張感を数値化するテンション値を抽出し、この値に適合するドラム演奏を出力するシステムである。青野ら[6]は、アコースティック楽器演奏を入力とした事前採譜なしジャムセッションシステムについて述べている。これらは、コンピュータが演奏用の楽器としてではなく、ジャムセッションそのものを行う試みである。

他にも、入力された旋律から次の旋律のリズムとメロディをリアルタイムに予測するシステム[8]や、旋律データの可視化および旋律創作ルールの抽出を行うもの[9]、ジャムセッション演奏者のジェスチャ入力に対して音楽フレーズを生成する方法[10]などがある。我々のアプローチは、各演奏者が使用するフレーズを選択し、これを各々のコンピュータ上で時間的に同期して呈示することでセッションを進行させるものであり、ジャムセッション過程のモデル化の部分に大きな違いがある。我々のアプローチによる最終的な演奏結果の音楽的な水準は、演奏者の力量や素材コンテンツの調整品質に依存したものとなるが、ジャムセッション自体はコード抽出など演奏解析部分の性能とは独立に実現可能な点が特長的である。

また、実際のジャムセッションは総合的なパフォーマンスである。コンテンツの選択という簡易な操作によって数多くセッションすることにより、参加者の音楽的な経験や知識が増える期待もある。

(2) 人と人とのジャムセッション支援

近年、ネットワークを介して人と人がリアルタイムにジャムセッションを行う分散音楽情報処理システムに関する研究が盛んになってきている。Open RemoteGIG[3][4]は、ネットワークの遅延を考慮した先駆的な遠隔セッションシステムであり、本稿の内容と強く関係する。Open RemoteGIG は、同一のコード進行の繰返しを一定のテンポで演奏することを前提にネットワーク経由のジャムセッションを実現する。このとき、演奏者はお互いのコード進行をその一周期分の時間だけ遅れて聞きあいながら演奏を進めてゆく設計にすることで、ネットワークの遅延を考慮している。ただし、2.3 節で述べたように時間軸の制御方法が異なっており、システム構成も純粋な対称型ではない。

また Open RemoteGIG では、ネットワーク伝送量を考慮して音源に MIDI を使用している。しかし、MIDI は再生環境ごとに再現音の異なることが多いことが知られていることと、広帯域ネットワーク接続の普及の点から、音楽データ(音響信号)を使うこととした。

3.2. コンテンツ集約によるオーサリング

前述のとおり、既往のジャムセッションシステムは MIDI

を用いたものが多い。この理由は様々であるが、アコースティック楽器からの入力をそのまま取り扱おうとすると、音響信号の処理や楽音の認識、自動採譜、旋律の生成など、それぞれがひとつの研究分野として存在する程度の困難さを伴うため、これを回避するための方策である点も大きい。

既往のシステムと提案システムとを比較すると、両者とも遠隔地点にいるセッション参加者どうしでひとつのジャムセッションをつくりあげるといった目的は同じであるが、実現アプローチは大きく異なっている。

前者は MIDI 機器を中心に据えた設計であり、機器どうしを音楽用通信プロトコルによって連携させてジャムセッションを実現するアプローチである。このアプローチによって設計されたシステムは、広く普及している MIDI 機器をそのまま使える利点とともに、同一音色の再現性やジャムセッションの素材に MIDI 規格に従ったものしか含めることができないなどの反面を持つ。

対して提案システムは、エンドユーザ主導なコンテンツのオーサリングによってジャムセッションを実現している。機器レベルの細かな制御は不得手であるが、素材となるコンテンツを直接取り扱うことができる。言い換えると、MIDI 機器によるジャムセッションシステムは伝統的な分散制御システムであるのに対し、提案システムはコンテンツどうしを融合するハイパーメディアのそれに近い。

コンテンツ集約によるジャムセッションの表現は、タイムラインをもったメディアの同期呈示アプリケーションに類似している。この例には、シーケンサと呼ばれる種々の音楽エディタや、SMIL[11]などのように画面レイアウトを含めたメディア提示の枠組みなど様々なものを挙げることができる。しかし、これらによって生成される作品は、コンテンツ作成者からトップダウンであるものとなる。すなわち、SMIL なら SMIL コンテンツ作成者が指定した素材を、コンテンツ作成者の指示した順に再現することはできるが、呈示素材への参照が非決定論的(使用素材への参照を予め決めておくことができなかったり、ジャムセッションのように成り行きで終了するなどの様)な用途は考慮されていない。

4. 実験的考察

提案方式の有効性を検証するために、実装およびジャムセッション実験を行った。

4.1. 実装および実験結果

実験ジャムセッションは、LAN に接続された 3 台の標準的な性能のパソコンを用いて行った。実験に用いたジャムセッション用素材は、あらかじめ時間や音楽の調性を統一したものを、ドラムとベースを中心に 71 種類を用意して行った。

実験ジャムセッションは都合 4 回実行することで行った。以降の考察は実験時に採取した動作記録をもとにすすめてゆく。実験セッションに出現したシーン内トラック総数は

56トラック、シーンの繰返し総数は118ステップ、総再生時間は1880秒であった。

実験の結果、いずれのノードでもシーン内の各トラックが正しく揃って再生することを確認した。また、まれにシーン移行時にずれが発生したが、各ノード上では正しくそろって再生され、繰返しを単位に正常なシーン移行が行われていることも確認した。これらにより、本方式は時間軸上へコンテンツを同期して集約できているといえる。

4.2. ジャムセッションの大きさ

ネットワーク上の情報空間について、定量的な分析手法は確立されていない。そこで、対称的な役割を果たすノードが非同期に動作するネットワークモデルであるP2Pの観点[12]を参考に評価する。

まず、あるジャムセッションが行われた時に、そのジャムセッションの占める情報空間がどのくらいの大きさをもつかを考える。情報空間における定量的な規模の定義は、計測対象や評価事項の種類による様々な視点からのものが予想されるが、空間内のファイルのサイズとするのが直感的であると考えられる。ここでは、セッション参加者が操作する単位であるトラックを粒度にして、それらのノード間での音響信号転送量に注目する。

図4に、シーン移行毎のフレーズ累積転送量を示す。図中の各線は、次の4つの転送方式におけるフレーズ累積転送量について、シーンを単位とする時間毎にプロットしたものである。

- (a) 単純転送 フレーズの繰返しが発生する毎にデータ転送が生じるとした場合の推定値（動作記録を元に推定される転送量）。
- (b) リピート転送 シーン移行ごとにフレーズの転送が発生すると想定した際の推定値。
- (c) ノード+トラック 受信したフレーズをキャッシュしておき、2回目以降の参照時には溜めておいたものを使った場合の値、本実装の挙動。
- (d) トラックのみ コンテンツを一意に識別できるラベルを使用できる前提を想定した際の推定値。

シーン経過とともに同一フレーズがキャッシュ内より再利用されてゆくことが予想され、累積転送量は期待値である(a)>(b)>(c)>(d)と一致する結果となった。これは、本稿で論じているコンテンツ集約による提案ジャムセッションモデルの実装を数値より裏付けるものであり、本方式は繰返しを多用するメディアの配信へ広く応用可能な方法であるといえる。

単純転送(a)は通常のストリーミングシステムと類似であるので、既往システムは、特にスプリッタやキャッシュサーバと呼ばれる構成部分に、配信コンテンツの構造を根拠にした帯域幅の効率化余地を持っていると推測される。

また、本システムをCDN(Content Delivery Network)として

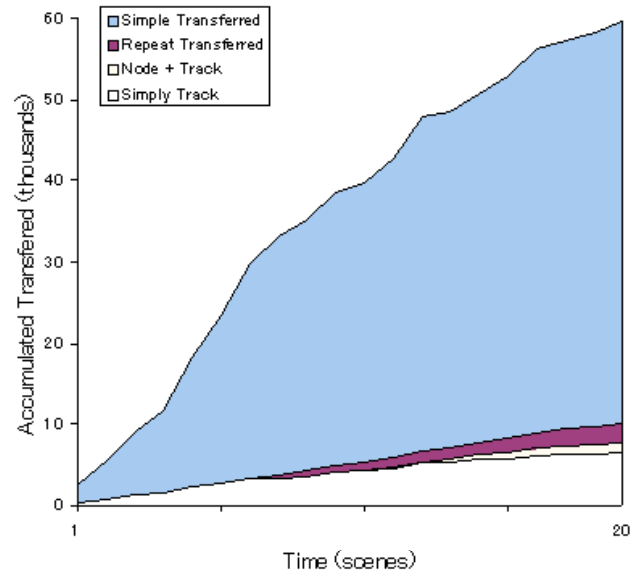


図4 シーン移行毎のフレーズ累積転送量

捉えると、ネットワークの負荷低減効果に加えて、ループを単位にしたコンテンツの同時提示を保障している点が新しい。先行研究には、DNSや経路情報を使った配信サーバ選択機構の提案[13]や、マルチキャストの適用例としてコンテンツ配信への応用を挙げているもの[14]はあるが、負荷低減による高速化やスケラビリティの確保を論点とするものである。我々の知る範囲内では、実時間性を厳しく要求するアプリケーションでコンテンツの同時提示を保障する手法や応用システムは存在しない。

4.3. ジャムセッションのフロー

つぎに、ジャムセッションのフローについて検証する。前項のストック値はベースネットワーク上の転送量であるので、ベースネットワークの輻輳や情報圧縮技術の種類などによる影響を含んでおり、ジャムセッション空間にとっては見かけ上の値である。このため、ジャムセッション空間上におけるコンテンツの移動を分析するために、各転送方式間のコンテンツの出入りの量を比較し、音楽的な理由によるコンテンツの再利用性を評価する。

図5に、前項の各方式のフローを比較するため、累積転送量値をリピート転送方式を制御値とした「ノード+トラック」および「トラックのみ」各方式の経時的な転送量の変化を示す。コンテンツの流量は一時的な変化があっても、ジャムセッション全体では漸減傾向にあることがわかる。この原因は、トラックの参照に局所性が存在すること原因であると推測される。現在の実装では、実験セッションのように少数の参加ノードを想定しているためキャッシュしたコンテンツを適応的に削除するようにはなっていないが、今後のスケールアップ

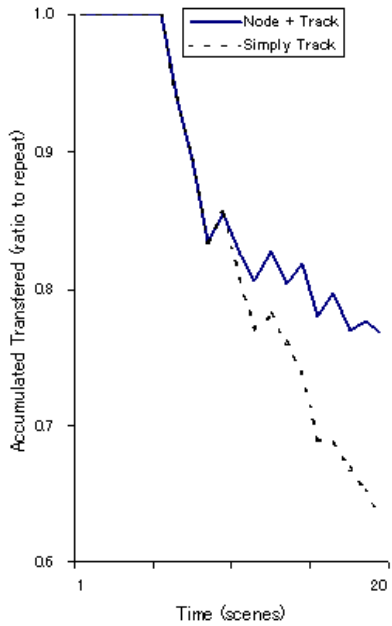


図5 ジャムセッションフローの経時的な変化

ブや他用途への応用を展開するためには、この点について議論が必要となる。

また、ジャムセッション空間の規模は、時間よりもノード数に対して敏感であると考えられる。ストック値の上昇はジャムセッション空間上で新規なコンテンツの出現を指しているが、これを楽曲の立場から解釈すると、リフ（楽曲を特徴づける印象的なリフレインフレーズ）やドラムの頻出パターン等と似ている。個別のフレーズ選択行為は、曲のもつ雰囲気や各演奏者の意図、感性などの要因や、フレーズの作られ方（例えば、ドラムパートのバスドラムやスネアドラムなどを分けて用意しておくか否かなど）に左右される。そのため、スケーラブルなジャムセッションシステムのためには、システム内でこれらの要因と対応している各ノードの役割や演奏者情報の制御がより重要となると考えられる。

4.4. リンクの構造

演奏者間のインタラクションを検証する。前項にて、フレーズの参照に局所性のあることが示されたが、これを分析することで、演奏家間のインタラクションを構造的に解釈できるようになると期待される。演奏者の意図や感性といった主観的・概念的な要因を直接に一般化することは難しいが、フレーズ参照の局所性など位相的な特徴を抽出することによって、ジャムセッションを構造的に解釈できるようになることを期待している。

図6は、本実験セッションにおける各フレーズのリンク数をプロットし、それから求められた接続性の近似曲線を示している。この結果は、P2Pシステムの評価における power-law に類似している。P2Pネットワークの接続性を定量的に解釈

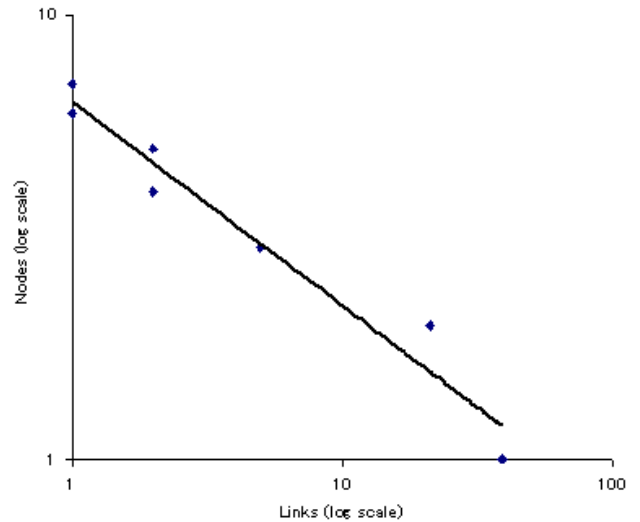


図6 ジャムセッション内のフレーズの接続性

すると、少数のハブノード（被リンク数の多いピア）と多数のリーフノード（末端ノード）の存在を表す power-law の成り立つことが知られている[12][15]。今回の実験結果のみではまだ分散型ジャムセッションを一般化するのに慎重を要するが、すべてのコンテンツへの参照が一樣ではなく、P2Pの接続性と同様の結果が導かれたことは興味深い。

今後、実験ジャムセッションを多数回繰り返すことで、分散型ジャムセッションの構造を定量化する試みを予定している。

5. 音楽的考察

本手法では、シーンの繰り返し回数をセッション者全員がそろえることでシーンの同期をとり、常に全セッション者と時間同期を取っている。

また、シーンを同期させながら音楽ファイルを使ってセッションすることで、コード進行やリズムパターンに制限がなく、自由なセッションを行うことができる。使うフレーズの種類によって演奏の幅は広がり、セッションででき上がる音楽にジャンルの制限がない。

特に、本セッションでは演奏する音楽ジャンルにテクノを採用した。テクノはわれわれのセッションシステムのヒントにしたクラブDJの演奏によく使われるダンスミュージックのひとつである。特徴として、リズムが中心で、コード進行が簡単なものが多いことがあげられる。そして、曲の構成が2のべき乗の小節単位であり、繰り返しを多用する曲調であるため、本手法のセッションの題材として適している。

また、ここで使用するフレーズは楽器ひとつの音だけと限らず、複数の楽器のアンサンブルであることもあり、それらを重ねて再生させて音楽となる。本セッションに使用するフ

レーズは演奏速度(BPM),調整,小節数を等しくし,同時に,それらのフレーズは繰り返し再生しても遜色のないループフレーズとする.

また,クラブ DJ の演奏方法もセッション方法の参考にした. DJ はレコードから流れる音をフレーズ単位の素材として扱って作曲・演奏する. その際, DJ 用ミキサー等によって Volume や EQ 等を駆使し,素材を自在に変化させて,音楽を合成していく. 例えば,片方のレコードの Volume をフェードアウトさせ,もう一方のレコードをフェードインさせることでスムーズに流れる音を変化させたり,EQ を使って,一方のレコードは低音,もう一方は高・中音として新しい音楽フレーズを創造したりする.

そこで,再生中のシーンから次のシーンへと移行する際,クラブ DJ のようにフレーズに対して,Volume や EQ を変化させるエフェクトパターンを使用することで,フレーズに変化を与えた演奏を可能にする.

本セッションでは演奏時の操作が少ないという特徴がある. 操作内容は,(1)次に使用するフレーズの選択,(2)そのフレーズの Volume と EQ 値の設定,(3)シーン移行時のエフェクトの指定,によるトラックの決定と,シーンの繰り返し回数の決定,参加者の承認だけである. セッション時の操作が少ないので,音楽の初心者であってもセッションすることができ,本セッションを利用することで作曲や編曲などの音楽制作の経験になると考える.

そして,本セッションでは使用したシーンを保存するので,セッション後にセッションを再現することでセッション中の演奏者のセッションの流れやシーン生成の意図をくみ取ることが可能となる. さらに,保存したシーンを再構築することで新たな楽曲の創造が可能となる.

実際のセッション演奏する場合と比べると,意思疎通は難しいが,セッション時は少ない操作でシーン決定し,以前使用したシーンを利用することで意思疎通する内容を簡略化して対応している.

6. おわりに

本稿では,コンテンツ集約によってクラブ DJ の演奏を参考にしたジャムセッションの提案を行った. 提案システムは,参加者の役割が対称的な環境下において,音楽的な根拠をもつタイムライン上へコンテンツを集約し,これらを同期して呈示することができる.

実験セッションにより,提案方法が有効に機能することを確認した. ジャムセッション空間を定量的に検証するために,そのストックおよびフローを定義した. トラック間のリンク構造を調査したところ,すべてのコンテンツへの参照が一樣ではなく特定フレーズへのかたよりを観察することができた.

今後の課題として,(1)提案方式のスケールアップによる検証,(2)他の適用領域での有効性の調査,などを挙げる事ができる.

文献

- [1] RSS-DEV Working Group : RDF Site Summary (RSS) 1.0, <http://web.resource.org/rss/1.0/spec>
- [2] I. Kondo and S. Ueshima : Content-based Navigation System over Ad Hoc Wireless Network, IEICE Proc. of APSITT'03, pp.333-338, Nov. 2003.
- [3] 後藤, 根山, 村岡, "RMCP: 遠隔音楽制御用プロトコルを中心とした音楽情報処理", 情処論 Vol.40 No.3, pp.1335-1345, Mar. 1999.
- [4] 後藤, 根山, "Open RemoteGIG: 遅延を考慮した不特定多数による遠隔セッションシステム", 情処論, Vol.43 No.2, pp.299-309, Feb. 2002.
- [5] 和気, 加藤, 才脇, 井口, "テンションパラメータを用いた協調型自動演奏システム JASPER", 情処論, Vol.35 No. 7, pp.1469-1481, Jul. 1994.
- [6] 青野, 片寄, 井口 : アコースティック楽器を用いたセッションシステムの開発, 信学論 Vol.J82-D2 No.11, pp.1847-1856, Nov. 1999.
- [7] 金森, 片寄, 新美, 平井, 井口 : ジャズセッションのための音楽認識処理の一実現方法, 情処論, Vol.36 No.1, pp.139-152, Jan. 1995.
- [8] 松尾, 片寄, 井口 : 旋律予測のコンピューテーショナルモデルに関する一検討, 情処論, Vol.41, No.2, pp.498-508, Feb. 2000.
- [9] 西本, 間瀬, 中津 : フレーズと音プリミティブの相互関係の可視化による旋律創作支援の試み, 情処論, Vol.40 No.2, pp.687-697, Feb. 1999.
- [10] 小谷 : エージェントとユーザの共同演奏システム, 情処論, Vol.39 No.5, pp.1547-1555, May 1998.
- [11] WWW Consortium : Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0), <http://www.w3.org/TR/smil20/>
- [12] M. Ripeanu and S. Iamnitchi : Mapping the Gnutella Network, IEEE Internet Computing, Vol.6 No.3, pp.50-57, Jan. 2002.
- [13] 下川, 木場, 中川, 山本, 吉田 : 広域分散環境における DNS と経路情報を利用したサーバ選択機構, 信学論 Vol.J86-B No.8, pp.1454-1462, Aug. 2003.
- [14] 木下 : リライアブルマルチキャスト技術の最新動向, 信学論 Vol.J85-B No.11, pp.1819-1842, Nov. 2002.
- [15] S. Miura, I. Kondo and S. Ueshima : Realization of Scalable P2P Simulator and Connectivity Features of Networks Generated by Practical Scenarios, IEEE Proc. of PACRIM'03, pp.134-138, Sep. 2003.