

RMCP: Remote Media Control Protocol

時間管理機能の拡張と遅延を考慮した遠隔地間の合奏

早稲田大学 理工学部

後藤 真孝 根山 亮 菊地 淑晃 村岡 洋一

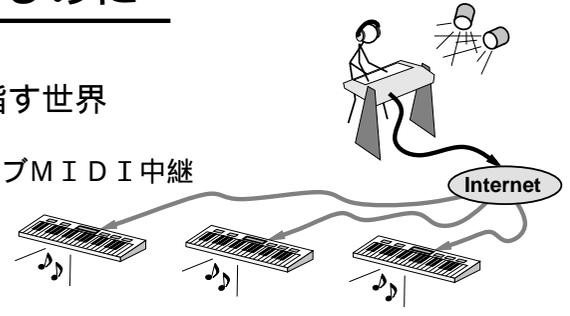
1997/07/20 情報処理学会 音楽情報科学研究会

No.1

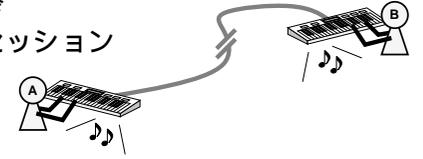
1. はじめに

□ 目指す世界

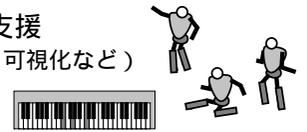
- ライブMIDI中継



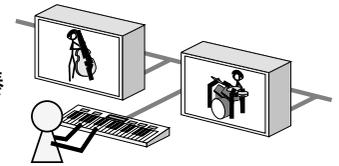
- 遠隔地間の合奏
ネットワークセッション



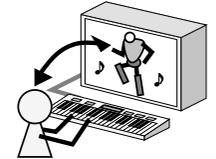
- 多様な計算機による合奏支援
(演奏関連情報のCGによる可視化など)



- 人間と複数の
計算機間の即興演奏



- CGキャラクターとの
インタラクション



No.2

□ 音楽情報処理のための ネットワークプロトコル

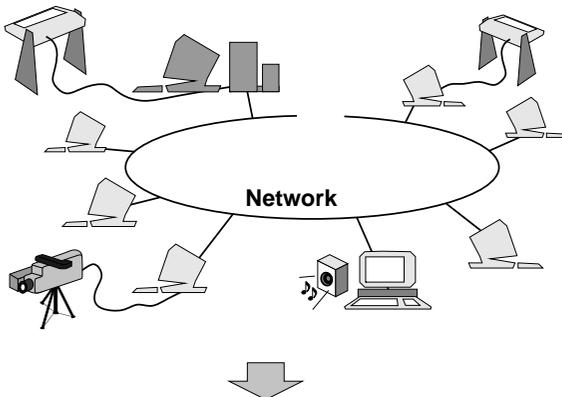
- シンボル化された音楽情報 (MIDI等) を通信

- ネットワークを活用した
新たな音楽アプリケーションを実現

- 音楽情報処理システムを分散実装

負荷分散

異なる計算機に接続されている
多様な機器を同時に活用できる



ネットワークを経由した効率の良い音楽情報の共有が重要

No.3

□ 従来研究 / 関連プロトコル

- MIDIに基づいたネットワークプロトコル
 - コネクション型
 - 分散したプロセス間での情報共有
遅延小さく抑えることは十分考慮されていない

- MIDI

- MIDI機器間での情報共有
全対全通信を実現するのは効率が悪い

- 低いバンド幅 / 局所的な通信

- MIDIに基づかない演奏情報の通信プロトコル

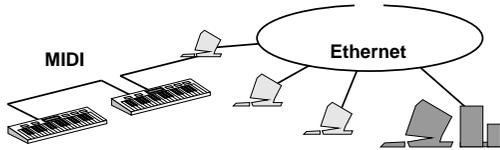
- 多くは特殊な機器の使用を前提

No.4

□ R M C P (Remote Media Control Protocol)

• 音楽用通信プロトコル

- 計算機ネットワークを介して
シンボル化された音楽情報を共有
- 計算機ネットワークとMIDIを融合



- コネクションレス型
- 複数プロセス間での情報共有
ブロードキャストを利用して通信
➡ 再送のオーバーヘッドがなく効率が良い

• 時間管理機能がない
パケットは受信直後に処理

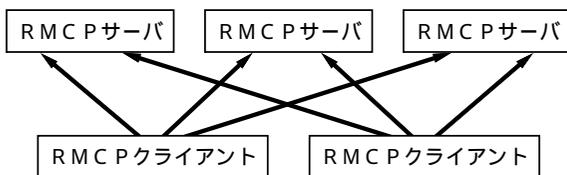
• WANでの運用が実用上困難
十分高速で信頼性の高い通信回線が前提



本研究で解決

No.5

□ マルチサーバ・マルチクライアント・モデル



• R M C Pクライアント

- R M C Pパケットを生成し
すべてのサーバへ向けてブロードキャスト
MIDI機器から得たMIDIメッセージ
ユーザのインタラクション内容
- コネクションレス型の片方向の送信

• R M C Pサーバ

- ブロードキャストされたパケットを受信し
様々な方法で利用
MIDI機器を制御して音を鳴らす
音楽情報を視覚化
音楽に反応するCGを生成
- 通信量を増やすことなく多様なサーバを追加可能
すべてのサーバが共有して同時に活用

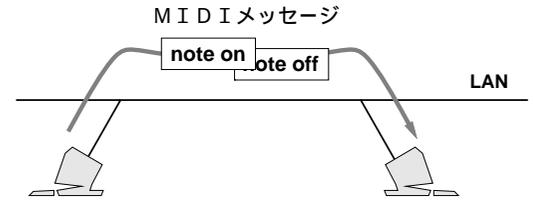
No.7

2 . R M C P の概要

□ ネットワークを介した音楽情報の共有

• R M C Pパケット

- 様々な音楽情報の伝送単位
- 分散した計算機上の複数のプロセスによって共有



No.6

□ 設計指針

• R M C Pサーバ・クライアントの設計指針

実現したい機能を再利用が可能なように
できるだけ小さなプロセスに分けて実装



- 容易な実装
各サーバ・クライアントは
それぞれに特化した処理に専念
- 高い拡張性
サーバを単に追加するだけで新たな機能を実現
- 効果的な負荷分散
各サーバ・クライアントを
異なる計算機上に割り当てることが容易

No.8

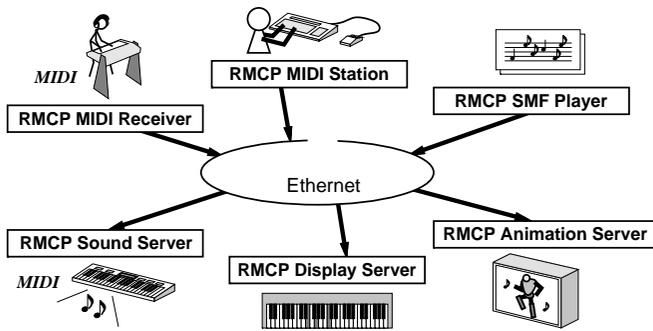
□ 基本的なサーバ・クライアント

• R M C Pクライアント

- RMCP MIDI Receiver** MIDI 機器から受信
- RMCP MIDI Station** 計算機のキーボードとマウスで演奏
- RMCP SMF Player** 標準MIDIファイルを再生

• R M C Pサーバ

- RMCP Sound Server** MIDI 機器へ送信
- RMCP Display Server** 画面上の鍵盤の色を変えて視覚化
- RMCP Animation Server** 音楽に反応したリアルタイムCG



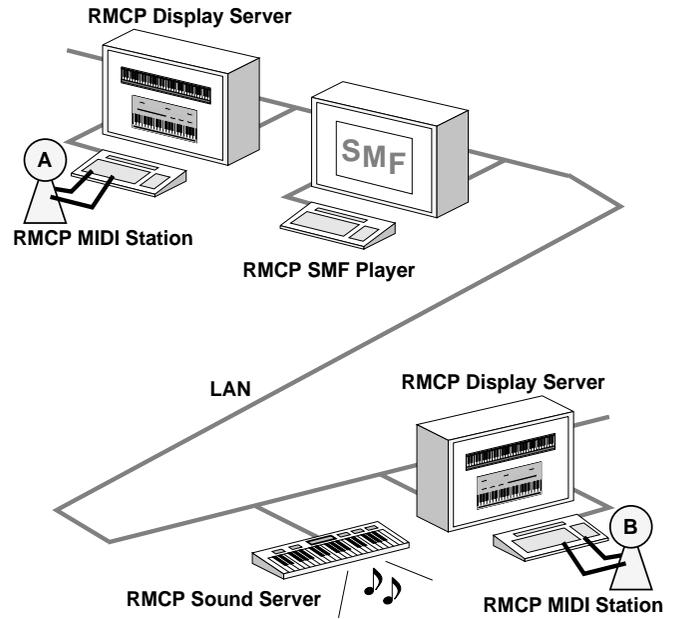
No.9

□ ネットワークセッション

アプリケーション1

• 複数の演奏者がLANを介して合奏

- 他の演奏者の音を聞く
- 視覚化された他の演奏者の演奏状態を見る



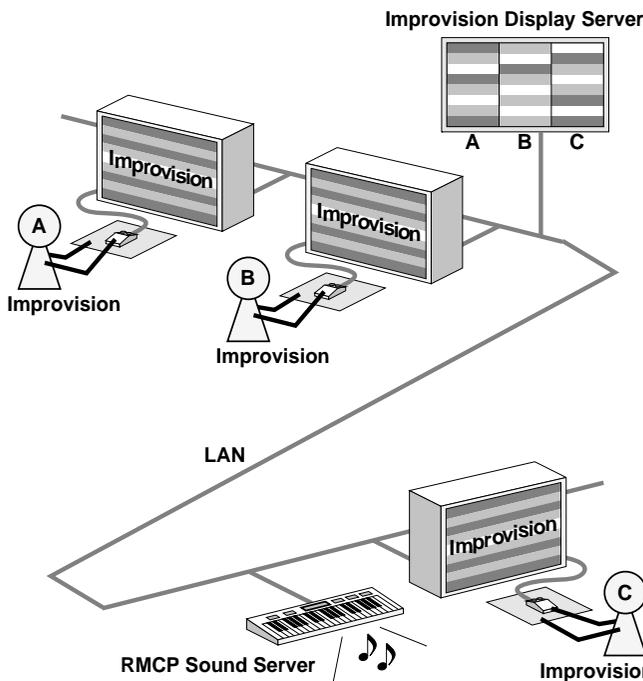
No.10

□ Improvisation

アプリケーション2

• 即興演奏用インタフェース

- 鍵盤演奏ができない人でもマウスだけで演奏
- 無調性でリズムのない音楽を対象



No.11

3. R M C Pの実装

□ R M C Pの通信

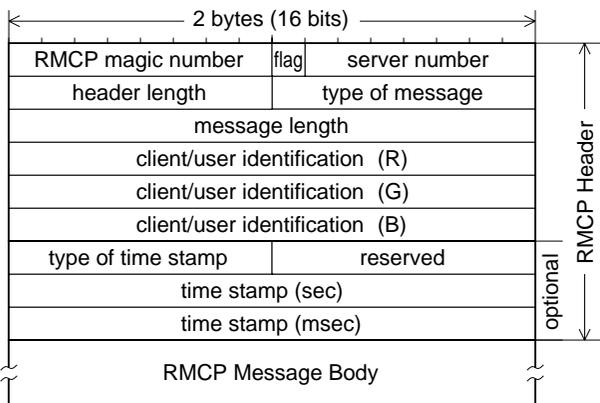
• コネクションレス型

- 下位レイヤー：UDP/IP
- ブロードキャスト通信
- 信頼性を確保しない

十分高速で信頼性の高いネットワークで運用
情報共有する際の遅延時間を小さく抑える

No.12

□ RMCP パケット



• 主要なメッセージの種類

- MIDI 情報 MIDI メッセージの伝送
- ビート情報 ビート時刻の伝送 (テンポ同期)
- コード情報 コード名・ボイスの伝送 F7
Cm7
- アニメーション情報 CG の生成・制御用
- ジェスチャー情報 ジェスチャー認識結果の伝送



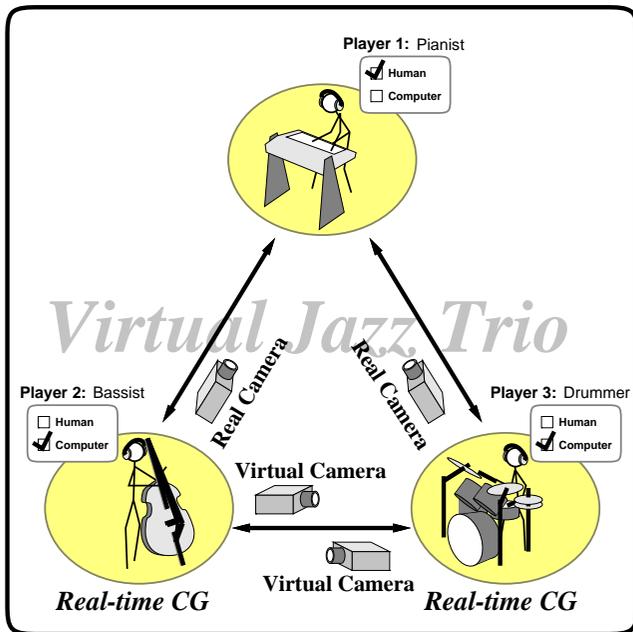
No.13

□ VirJa Session

• 仮想ジャズセッションシステム

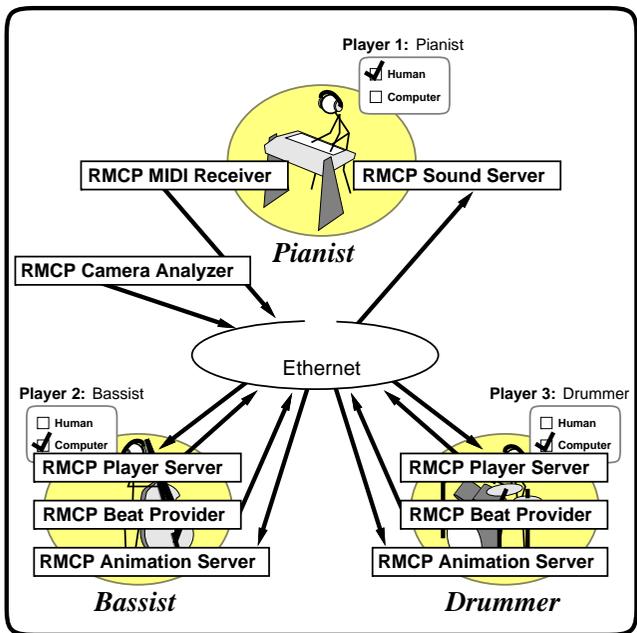
- 全演奏者間のマルチモーダルインタラクション

演奏音以外に視覚情報 (ジェスチャー) も交換



No.14

□ VirJa Session の実装



Virtual Jazz Session

□ 時間管理

• タイムスタンプを用いた時間管理機能

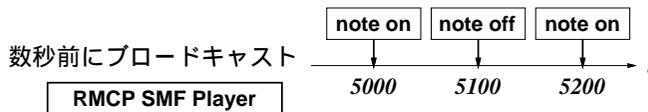
- サーバがクライアントの指定する時刻にパケット処理
- 二種類のパケット

タイムスタンプを付与されたパケット

タイムスタンプの時刻前に到着したパケット
バッファリングして時刻通りに処理
時間順を保証

タイムスタンプなしパケット

サーバ到着直後にその場で処理



RMCP Sound Server

演奏音はネットワークの遅延揺らぎの影響を受けない

RMCP Animation Server

予備動作をおこなってから発音タイミングで演奏

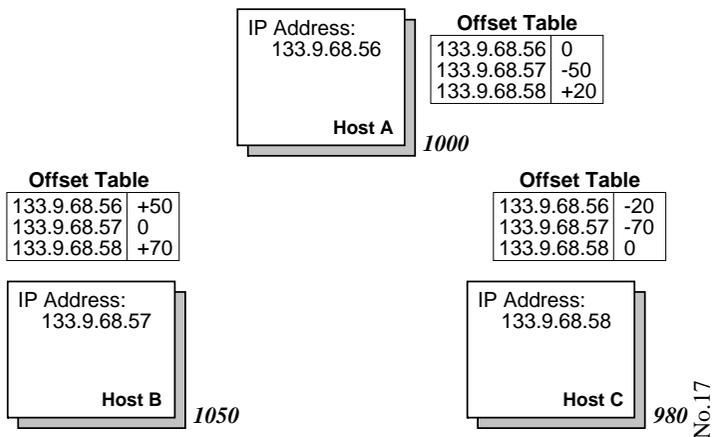


No.15

No.16

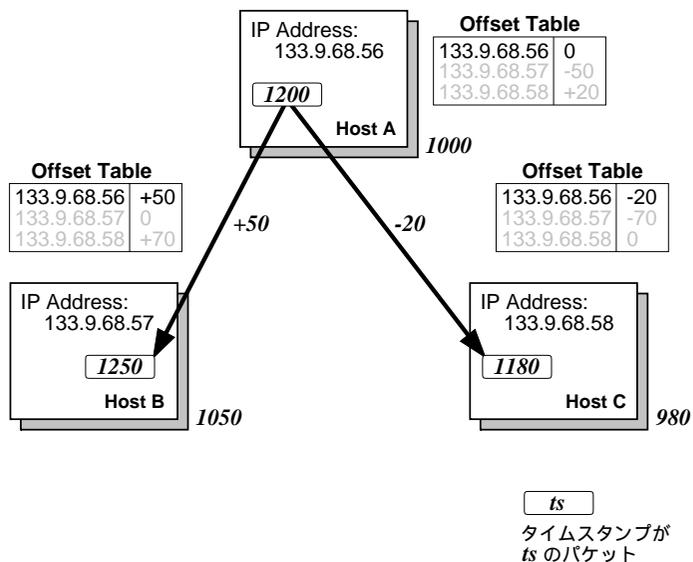
時刻同期サーバ

- 計算機間の時刻同期
 - 同じタイムスタンプのバケット
異なる計算機上のサーバによって同一時刻に処理
- 時刻同期サーバ **RMCP Time Synchronization Server**
 - あたかも異なる計算機の内部時計が同期しているかのようにサーバがタイムスタンプを処理可能
 - サーバ開発者は時刻同期を意識する必要がない
 - オフセットテーブル
計算機の内部時計の時刻差の表
送信時刻をつけて定期的にブロードキャスト



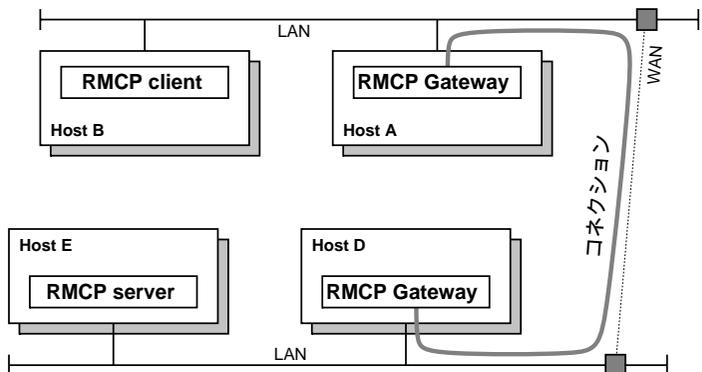
時刻同期サーバ

- RMCPサーバのタイムスタンプ処理



信頼性を確保したパケット中継

- RMCPをインターネットなどのWAN上で運用
 - 二つのLAN間で双方向にパケットを中継（共有）
- コネクション型
 - 下位レイヤー：TCP/IP
 - 信頼性を確保した通信を提供
WANはそもそも遅延時間が大きい
- RMCP Gateway
 - 一度中継したパケットは中継禁止フラグをセット
 - サーバ・クライアントは二つのLANがあたかも同一ネットワークであるかのように通信できる



RMCPをインターネットでも使いたい！



しかし...

現状のインターネットは

- 遅い
- パケットロス発生
- パケットの到着順が不定

□ 信頼性を確保したパケット中継

• 遠隔地間の通信

- ネットワークの遅延時間は不可避

光速でさえ地球半周に約 6 m s

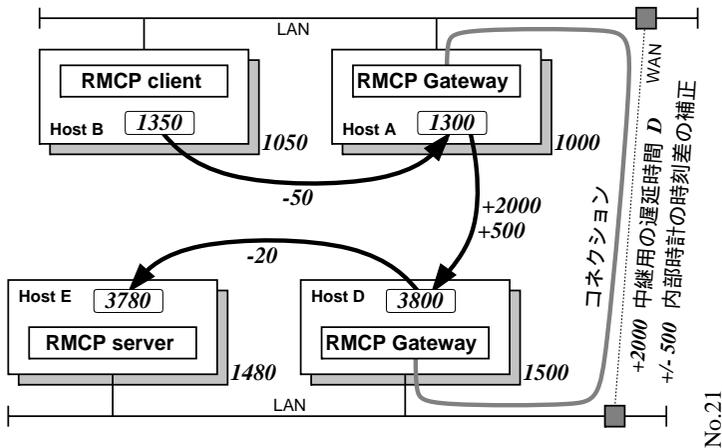


変動が非常に小さい一定の遅延時間を提供

- 中継用の遅延時間 D

ネットワークの遅延時間よりも十分大きく設定

受信側でバッファリングすることで
ネットワークに起因する変動の影響を回避



No.21

4 . 実験結果

• 実装言語 / OS (RMCP プログラミングライブラリ)

- 言語 : C 言語 J a v a 言語
- OS : IRIX-5.3 IRIX-6.2 Solaris-2.5 SunOS-4.1.3
HP-UX Linux-2.0 Windows-95 Windows-NT

• 遅延時間の測定

- クライアントからサーバへ到着するまでの遅延時間



平均値 0.30 ms 最小値 0.28 ms
標準偏差 0.06 ms 最大値 1.24 ms

- 速度的に M I D I に遜色なく情報伝送
- パケットロス・到着順に入れ換え等の問題は発生せず

• 様々な分散音楽情報処理システムを実現

- 必要な機能が再利用できて実装が容易になり
拡張性も高くなることを確認

No.23

□ RemoteGIG

アプリケーション 4

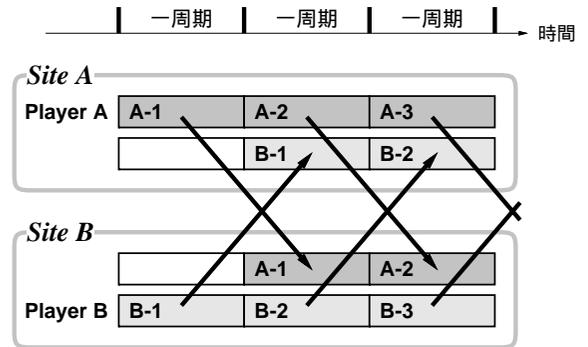
• 遅延を考慮した遠隔地間の合奏

- 遅延の大きい W A N を使ったリアルタイム演奏は困難
- 一箇所で合奏するモデルを遠隔地間に持ち込めない

• RemoteGIG



- インターネット等で不可避な遅延を積極的に利用した
新たな形態の遠隔地間の合奏モデル
- 同一のコード進行の繰り返しをテンポ一定で即興演奏
(ガイドドラム等が必要)



- お互いの演奏を一周期分だけ遅れて聞いてセッション
- 無調性音楽等にも適用できる

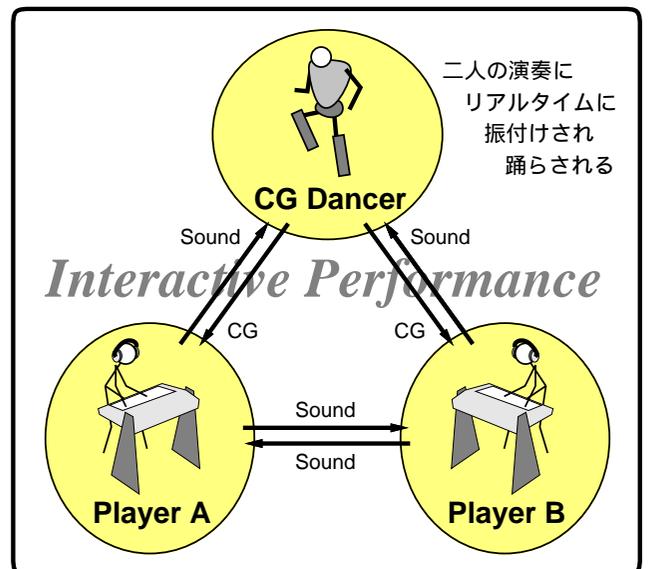
No.22

□ 仮想のダンサー “Cindy”

アプリケーション 5

• 音楽に踊らされる C G ダンサーによる インタラクティブパフォーマンス

- 聴覚と視覚によるマルチモーダルインタラクション
- 二人の演奏者にとっての新たな表現手段

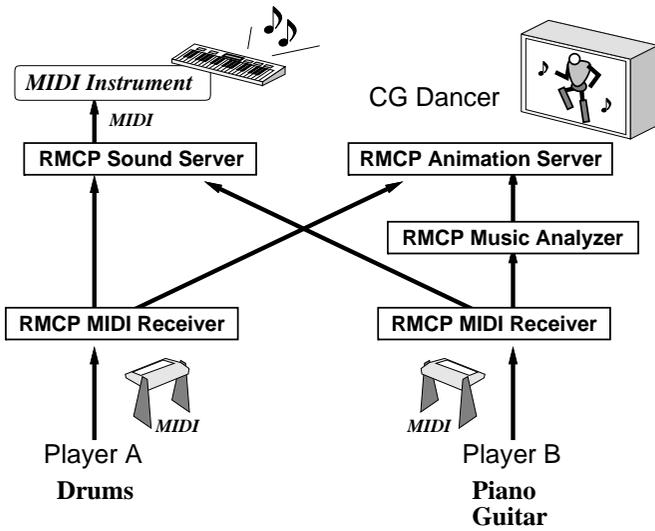


ドラムスを即興演奏

メロディー・コード楽器
を即興演奏

No.24

□ 仮想のダンサーの実装



No.25

5. おわりに

□ まとめ

- ネットワークプロトコルRMCP
ネットワーク経由で音楽情報を共有
- 時間管理機能
タイムスタンプ / 時刻同期サーバ
- 効率が良い実用的な情報共有
LAN: コネクションレス型 ブロードキャスト
WAN: コネクション型 信頼性を確保
- 遅延を考慮した遠隔地間の合奏
- 複数のOS上に実装され様々な目的で運用

□ WWW上で本日より公開!

<http://www.info.waseda.ac.jp/muraoka/members/goto/RMCP/>

No.26