

# 力覚フィードバックを用いた人とロボット間の遠隔協調の高品質化

石橋 豊<sup>1</sup>, 黄 平国<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>名古屋工業大学, <sup>2</sup>星城大学

## 序論

### ・背景

- 力覚フィードバックを用いた遠隔ロボットシステムの研究が注目
- 力覚を用いることにより, 高効率な協調作業が期待

### ・問題点

インターネットのような, サービス品質(QoS: Quality of Service)保証がないネットワークを介して力覚に関する情報を転送すると, ユーザ体感品質(QoE: Quality of Experience)が大きく劣化

- ネットワーク遅延が大きくなると, 反力が増大
- システムの不安定現象(振動など)が発生

**QoS制御と安定化制御が必要**

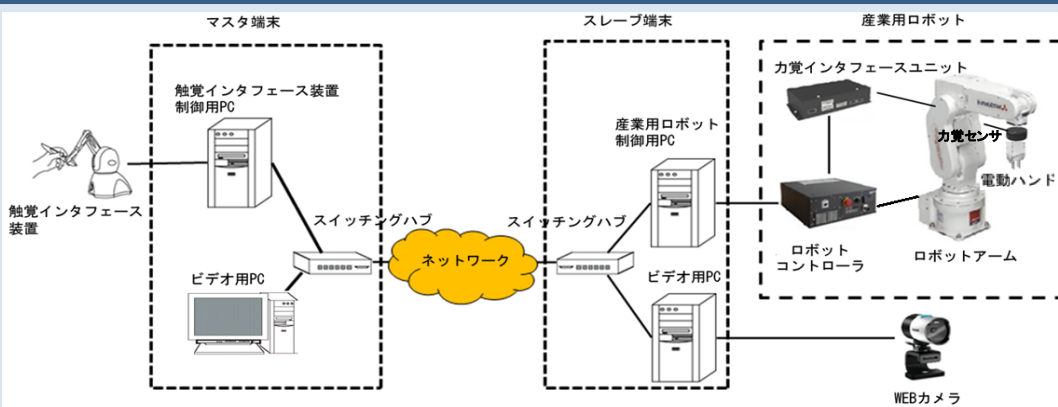
### ・本研究

力覚フィードバックを用いた遠隔ロボットシステムを対象とし, **高品質化**を実現

- **QoS制御**
  - ーロボット位置の追従制御
  - ー力情報を用いたロボット位置制御
  - ー適応型 $\Delta$ 因果順序制御
- **安定化制御**
  - ーフィルタによる安定化制御
  - ー衝突時反力制御
  - ー粘性による安定化制御

発表内容

## 力覚フィードバックを用いた遠隔ロボットシステム



- ビデを見ながら触覚インタフェース装置を使って, 力覚センサが付与された遠隔のロボットを操作
- ロボットからの力覚フィードバックによって高効率な作業が可能

## 実験方法

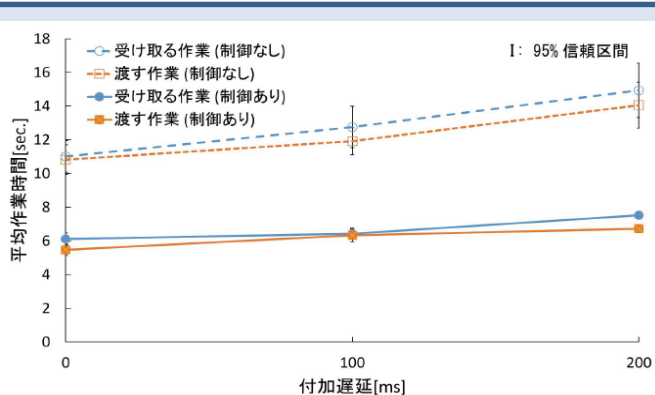
- システムを二つ扱い, 物体を手渡す作業と一緒に運ぶ作業を実施
- ネットワークエミュレータによって, 固定遅延を付加(付加遅延と呼ぶ)

## QoS制御

### ➢ ロボット位置の追従制御

システム間で, 物体を手渡す作業において, 一つのロボットアームの位置を, もう一方のロボットアームの位置へ自動的に近づけて行き, 手渡す際は手動操作と自動操作を組み合わせる制御

## 実験結果



結果1. 付加遅延に対する平均作業時間 (ロボット位置の追従制御)

### ➢ 力情報を用いたロボット位置制御

ロボットの力覚センサが検知した力を用いて, ロボットの作業対象(物体)に加わる力を減少する方向にロボット位置を調整

### ➢ 適応型 $\Delta$ 因果順序制御

二つのロボットアームの位置を同期させるために, ロボット制御用PCがロボットに送信する位置情報をもう一方のシステムのロボット制御用PCに送信するとともに, システム間のネットワーク遅延分だけロボットへの送信を遅延

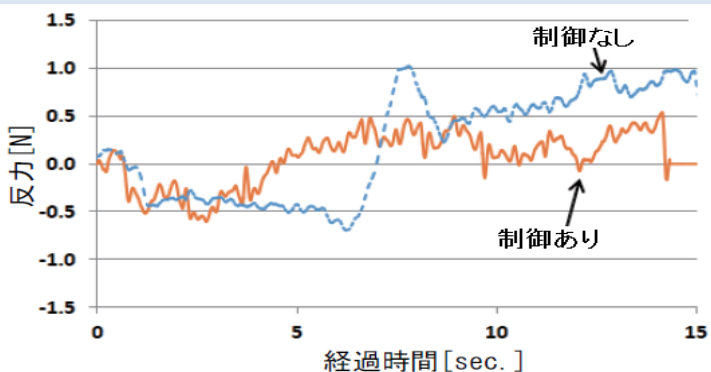
## 結論と今後の課題

### ➢ 結論

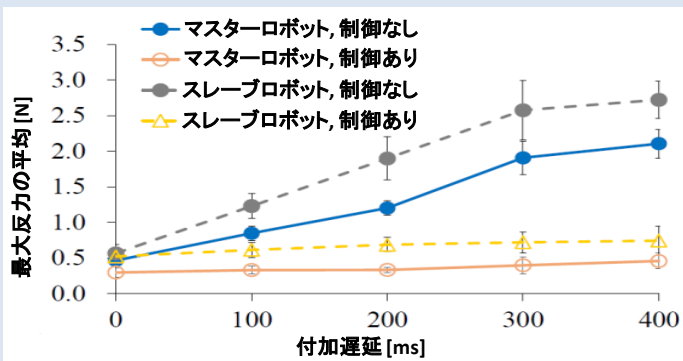
- 1) 力覚フィードバックを用いた遠隔ロボットシステムを扱い, 人とロボット間の遠隔協調の高品質化を実現するための取り組みとその成果を紹介
- 2) 提案しているQoS制御は有効であることが判明

### ➢ 今後の課題

- 1) 多様な条件下で制御の効果を調査
- 2) 安定化制御と組み合わせた効果を調査



結果2. 経過時間に対する反力 (力情報を用いたロボット位置制御)



結果3. 付加遅延に対する最大平均反力 (適応型 $\Delta$ 因果順序制御)