

遠隔ロボット間の協調作業における 力情報を用いたロボット位置制御実験

伊藤誠志郎¹，石橋 豊¹，黄 平国²，
立岩 佑一郎¹

¹名古屋工業大学，²岐阜聖徳学園大学

電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会
2020年 9月3日



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
- ・システムを複数用いることで、行うことで様々な作業を行うことが可能
- ・QoS(Quality of Service)保証のないネットワークを介して力覚情報を伝達すると、ネットワーク遅延などによりQoE(Quality of Experience)が劣化してしまうので、QoS制御や安定化制御を行うことが必要

先行研究(1/2)

*1 Y. Hara *et al.*, NetGames, Nov. 2012.

*2 K. Kanaishi *et al.*, ICTCE, Nov. 2019.

- ・二つの遠隔ロボットシステムの協調作業において、マスター・スレーブの関係を持たせた際に適応型 Δ 因果順序制御^{*1}を適用^{*2}
- ・実験により、物体に加わる力が軽減されることを確認



- ・この制御はシステム間で位置情報を送受信することが必要
- ・災害現場などロボット間通信が困難な場合に、ロボット間通信を行わずに力覚情報のみで作業できるようにする必要

先行研究(2/2)

*3 石川 他, 信学技報, July 2019.

- ・二つの遠隔ロボットシステムが対等な立場なとき, 協調作業する場合において, 力覚情報を用いて物体に加わる力の軽減する方向にロボット位置を調整する「**力情報を用いたロボット位置制御**」を適用^{*3}
- ・実験により, 物体に加わる力が軽減されることを確認し有効性を調査



- ・この制御をそのままマスタ・スレーブの関係を持たせるために適用すると, スレーブロボットが速く動きすぎて危険

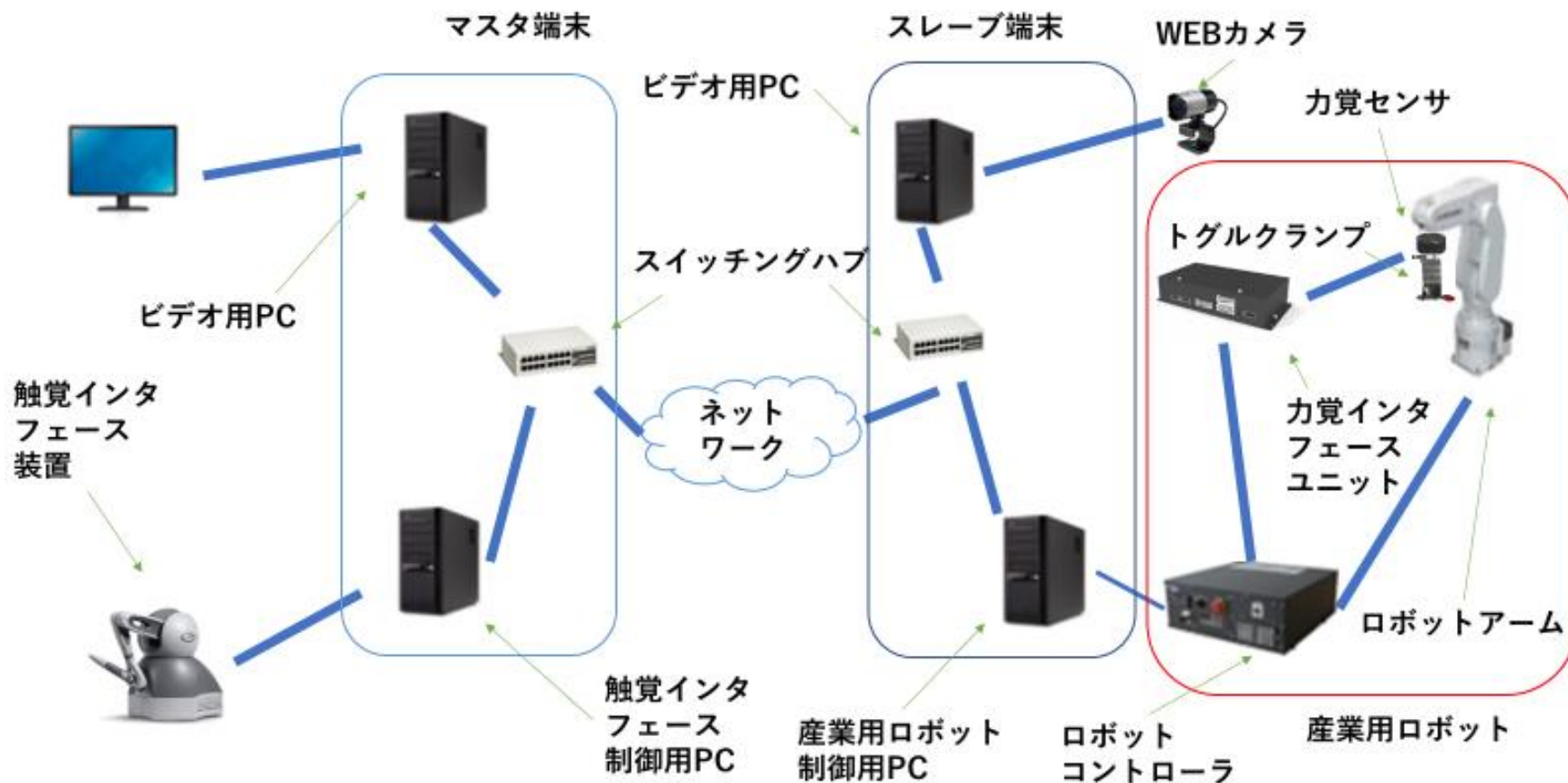


本報告

- ・力情報を用いたロボット位置制御を拡張しロボット間通信を行わずにスレーブロボットをマスターロボットに追従させる

- ・実験によって、力情報を用いたロボット位置制御の有効性を確認

システム構成





力情報を用いたロボット位置制御

*3 石川 他, 信学技報, July 2019.

$$P_t = K F_t$$

P_t : 時刻 t (ms)におけるロボット位置調整ベクトル

F_t : 時刻 t (ms)における物体に加わる力(N)

K : 物体に加わる力に掛ける係数

係数 K の最適値は0.279 *3

これをマスタ・スレーブシステムに適用すると,
早く動きすぎて危険(適用する周期の違いなどが主要因)



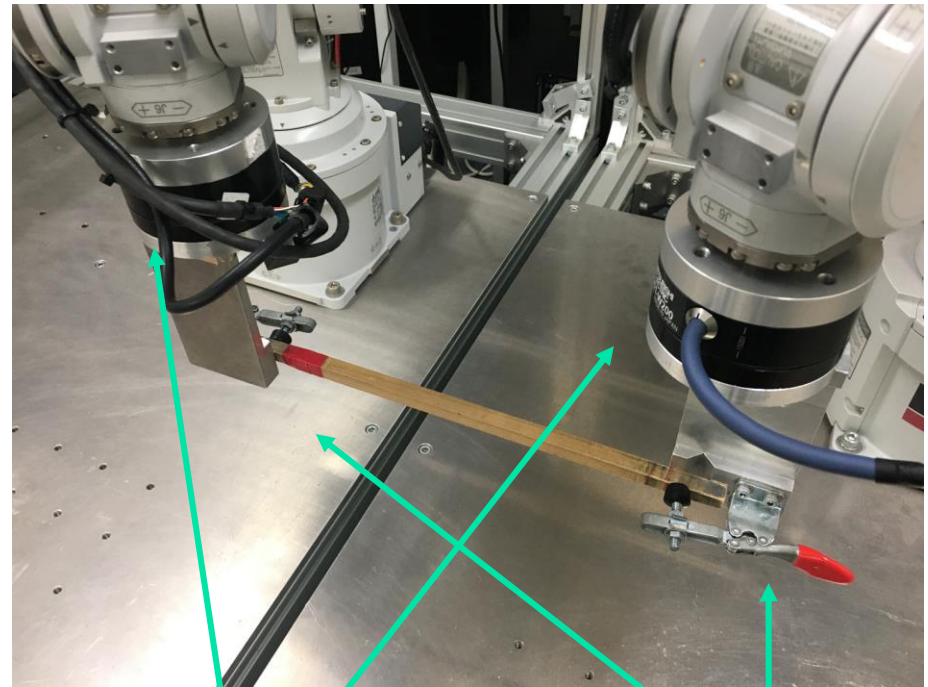
係数 K の最適な値を調査

実験方法

- ・二つのロボットアームで角材を一緒に運ぶ協調作業を行う
- ・動作の安定化のためロボットは前後にのみに動作
- ・同じ条件で実験するため、マスタロボットは決められた速度で自動的に動作

スレーブロボット

マスタロボット



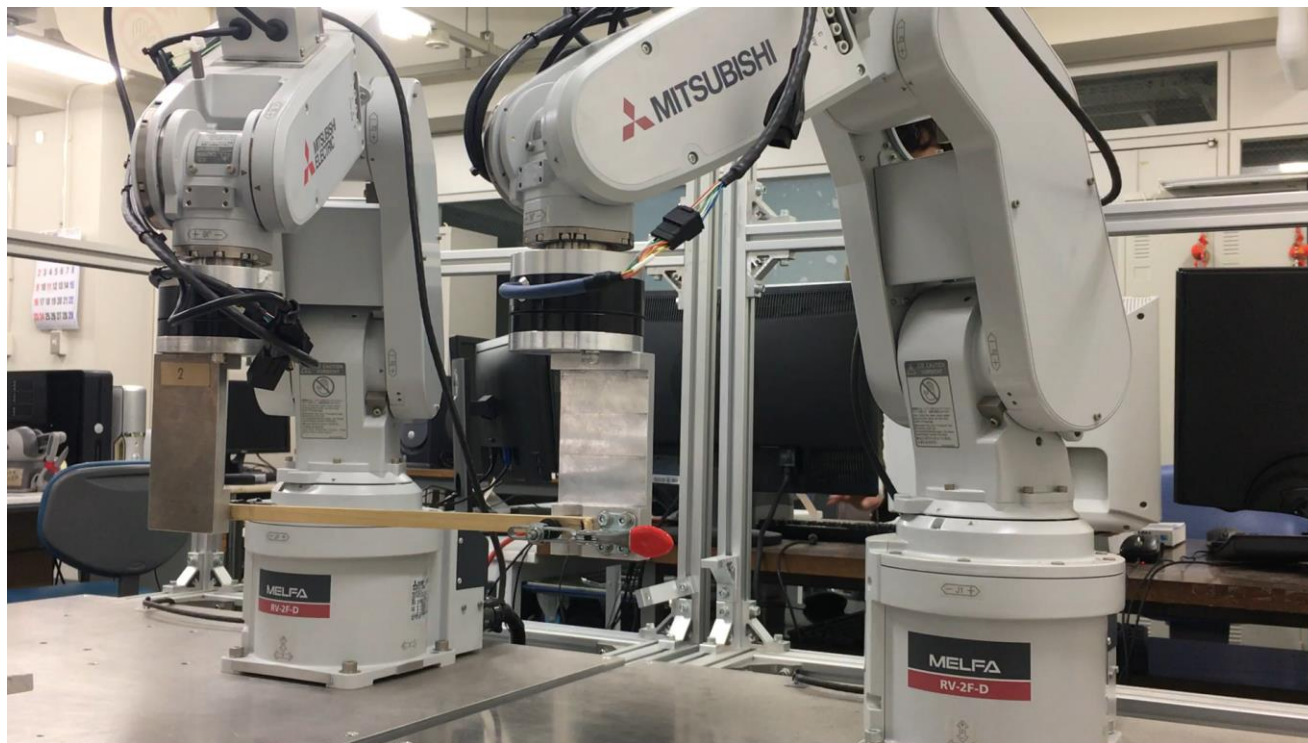
力覚センサ

トルククランプ

実験方法

スレーブロボット

マスタロボット



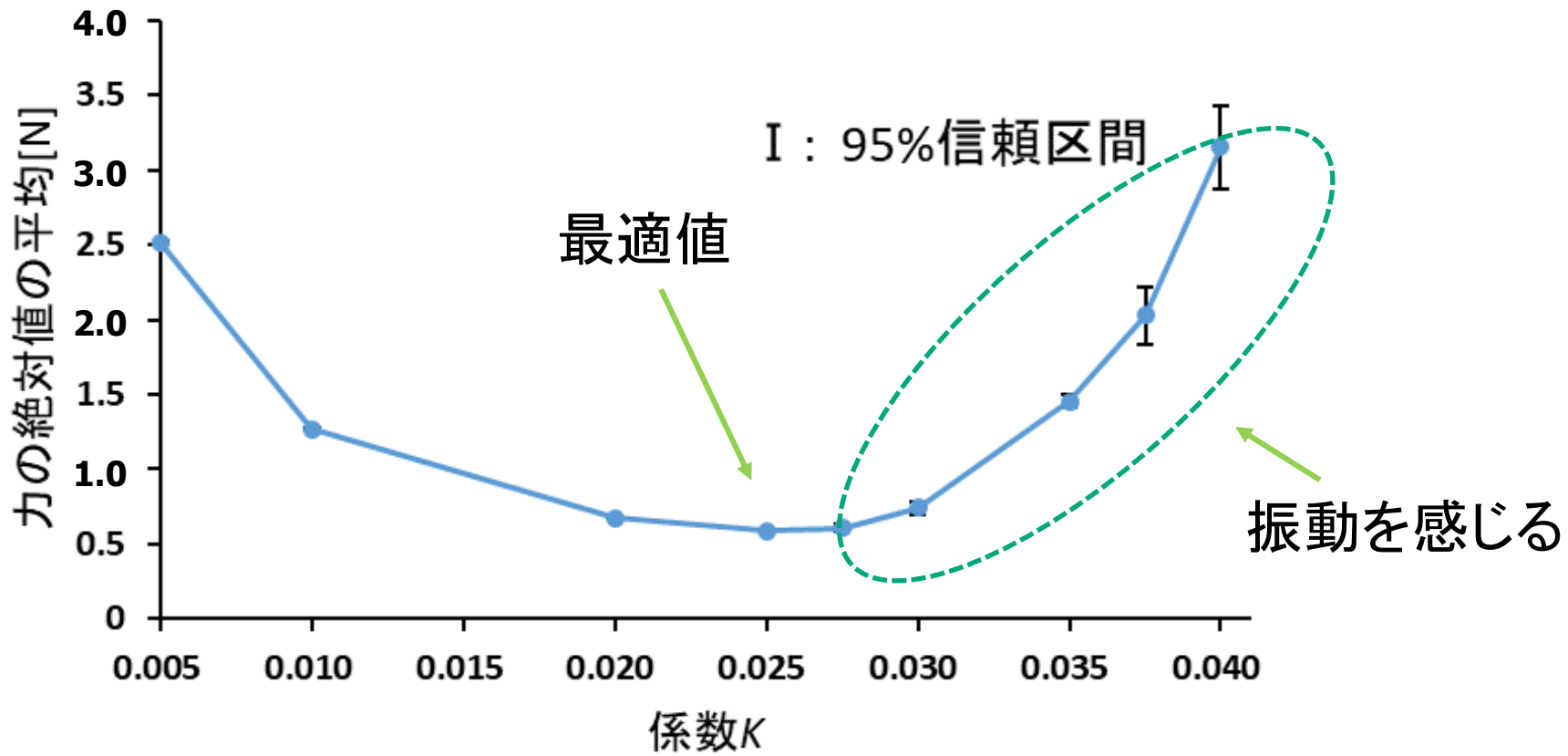
デモビデオ



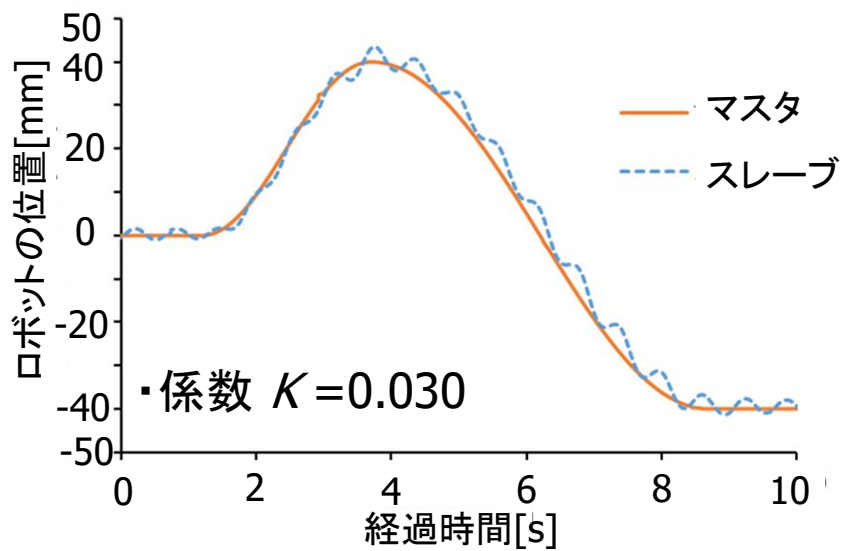
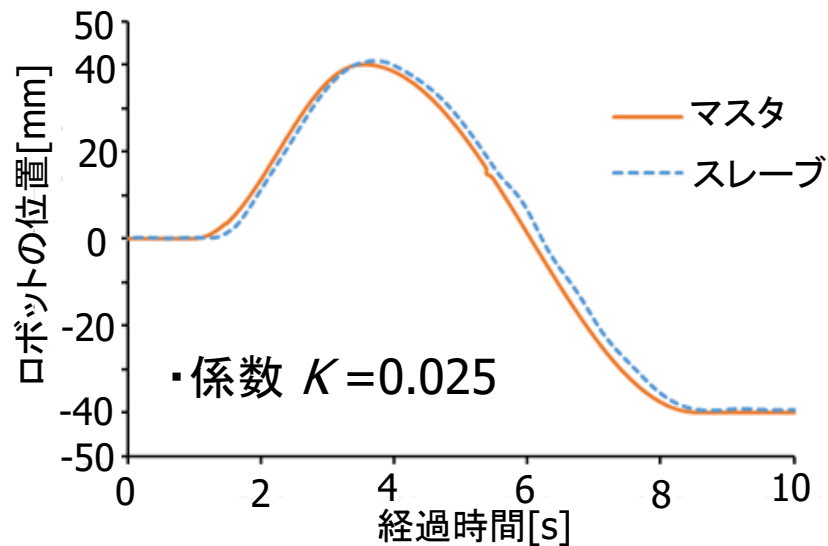
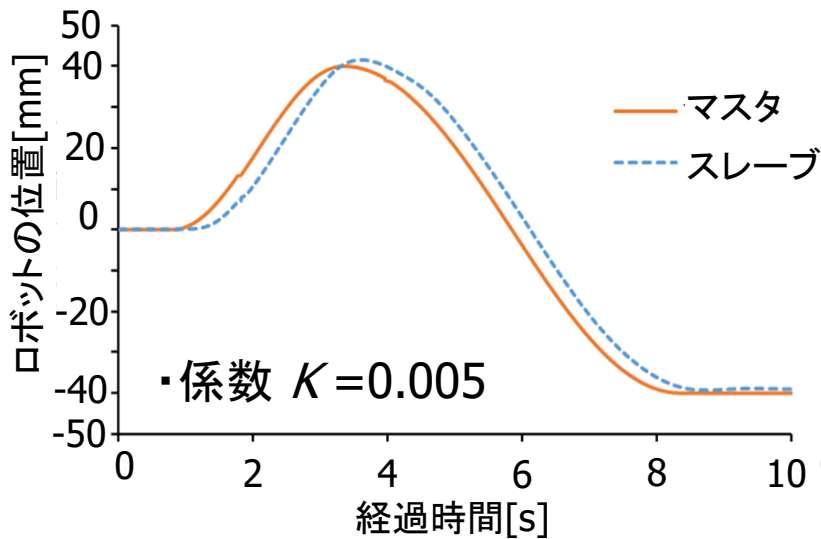
実験方法

- ・使用する木材の高さ, 幅, 長さはそれぞれ1cm,1cm,30cm
- ・係数 K は0.005から0.040までの九つの値を設定
- ・実験回数は各係数値10回
- ・角材に加わる力の絶対値の平均を計算

実験結果(1/2)



実験結果(2/2)





まとめ

- ・二つの遠隔ロボットシステムを用いた協調作業において、力情報を用いたロボット位置制御を用いてスレーブロボットをマスターロボットに追従させる方法を提案
- ・角材に加わる力が小さくなる最適な係数 K が存在する



今後の予定

- ・角材の材質や長さを変更したときの影響の調査
- ・ロボットの動かす速度が係数の値に及ぼす影響の調査
- ・角材に加わる平均の力の軽減