

触覚フィードバックを含む遠隔制御システムの構築と ネットワークQoS向上による制御応答性改善および 遠隔操作支援可能性の検討

豊橋技術科学大学

研究基盤センター 助教 今村 孝

函館工業高等専門学校

情報工学科 助教 小山慎哉

豊橋技術科学大学

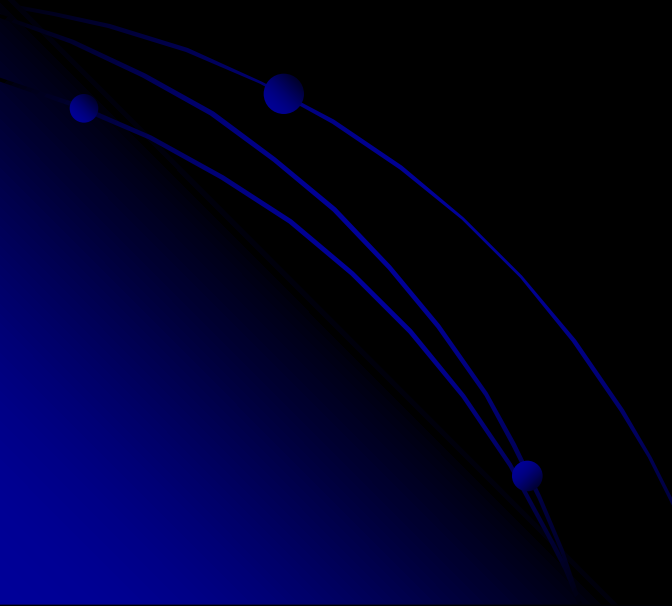
生産システム工学系 准教授 三好孝典

情報メディア基盤センター 准教授 廣津登志夫

助教 岡部正幸

助手 久松住子

本日の報告内容

- QoSサービスモニター利用の概要
 - 適用事例：遠隔制御システム の紹介
 - 試行実験経過報告
 - まとめ
- 

QoSサービスモニター利用の概要

● 遠隔制御環境における、映像・音声情報共有

- ・遠隔操作指令
- ・作業者映像(VGA1ch)・音声

函館工業高等専門学校
(北海道函館市)



豊橋技術科学大学(愛知県豊橋市)



- ・力覚フィードバック
- ・環境映像(VGA2ch)・音声
- ・動作方法の教示

遠隔地間のコミュニケーションを実現する、映像と音声の優先制御

高専-技科大間 遠隔制御システム

- 豊橋技科大高専連携教育研究プロジェクト
 - 函館高専を含む9高専が参画(H20年度)

1)高専における遠隔制御実験基礎基盤の構築

各高専におけるネットワーク通信環境の調査

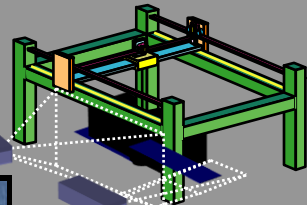
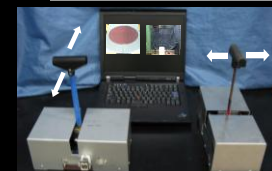
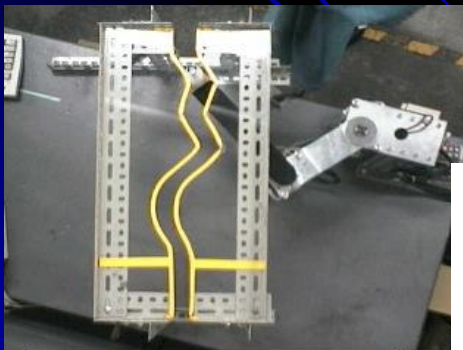
ネットワーク環境に依存しない, 安全な遠隔制御系の構築・検証

2)高専学生を対象とした遠隔制御体験型実習の内容検討

研究装置・機材を用いた遠隔制御体験内容の提案・検討・評価

遠隔制御体験実習の試行と評価

最終目標: 継続的な高専連携基盤の構築

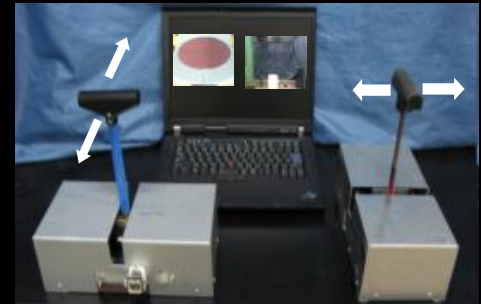


高専-技科大間 遠隔制御システム

H19年度実績

- 岐阜, 小山, 熊本電波, 石川 の各高専との遠隔制御実験をSINET上で実施

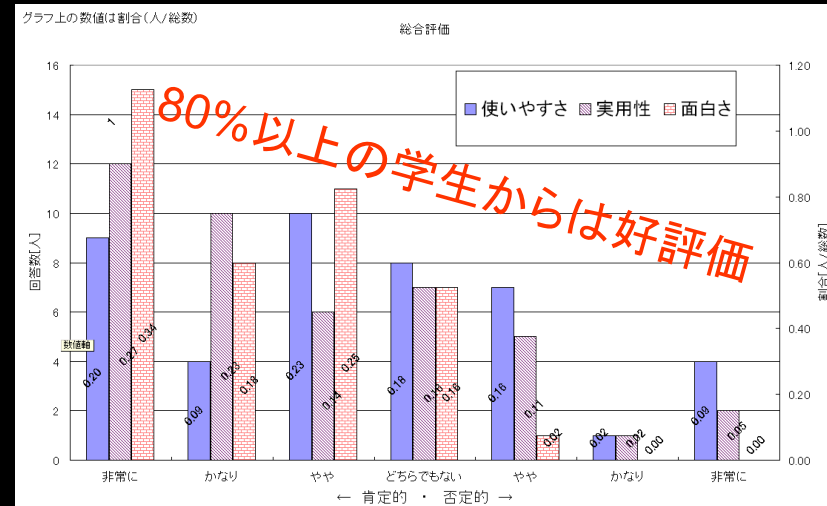
- のべ140名の学生が体験・参加
- どの高専からも安定した実験実施が可能
- 実験後のアンケート実施



- 興味喚起度合いの調査
- 問題点の抽出
- 作業量の定量化

映像や音声の途切れが問題

- ・体験学生の興味に影響
- ・実施時の安全管理上不可欠



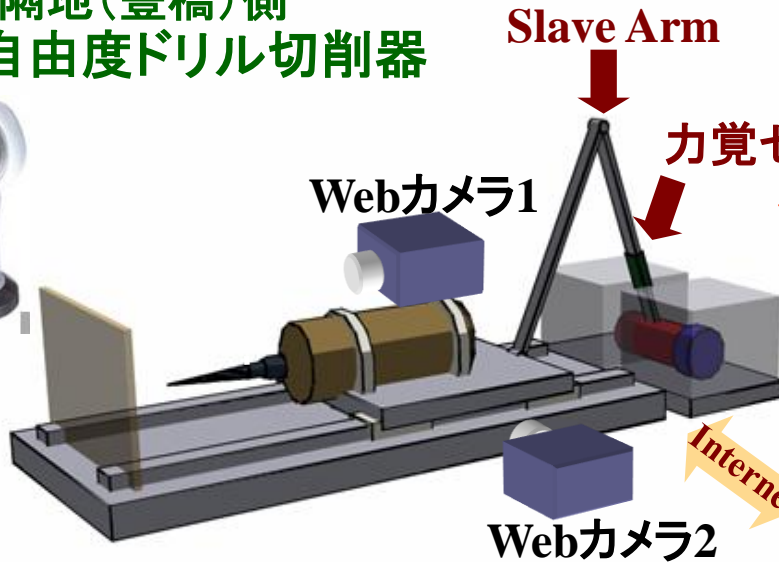
QoSサービスの利用を検討

遠隔ドリル操作 体験システム

遠隔地(豊橋)側
1自由度ドリル切削器



Canon VB-C50
(映像・音声)



Slave Arm

Webカメラ1

力覚センサ

スイッチを押しながら操作



ドリル回転
スイッチ

Internet

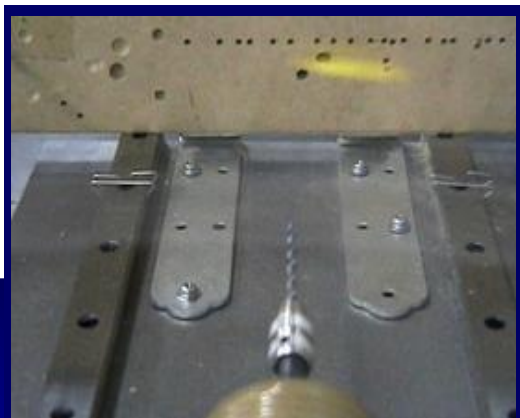
Webカメラ2

オペレータ(函館)側
ドリル操作作用アーム

Master Arm



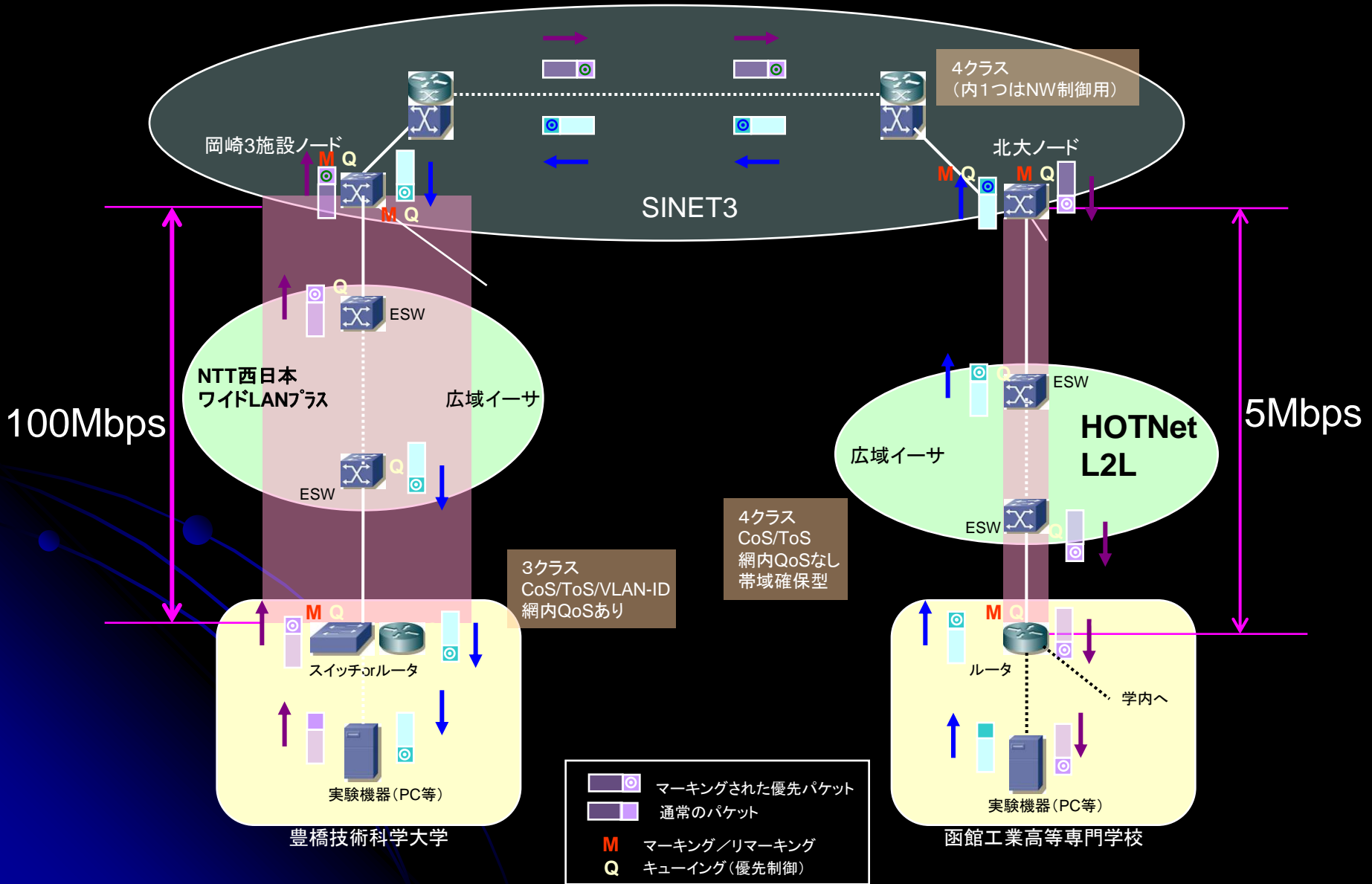
Webカメラ2 映像



Webカメラ1 映像

- 遠隔地のドリルを操作し、合板を切削(穴あけ)
- カメラ映像, 切削音に加え, 切削開始時や貫通時の操作抵抗を触覚反力として伝達

実験ネットワークの構成



実験実施への準備 (函館側)

【輻輳が起きやすいのは函館側・・・改善】

- Hotnet接続線帯域幅の増速(3M→5M)
- Hotnet網内でのQoS対応
- SINETノードへの直収

(従来) 函館高専－HINET－SINET

→函館高専－SINETに変更

- ルータの入れ替えと実験用NWの準備
ルータの1ポートを実験NW用に占有利用
豊橋技科大以外との接続不可(ACLで規制)

QoSサービス比較実験

● 定性評価

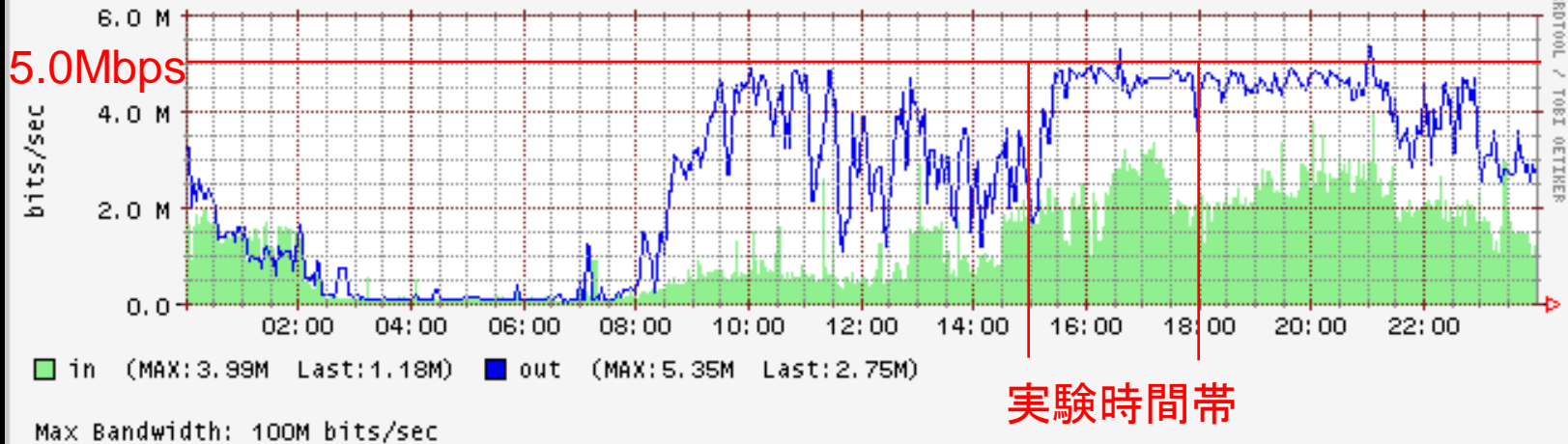
- 2008年11月18日 15:00～（非QoS）
 - 音声の途切れが著しい（電話回線等で代替）
 - 映像もコマ送りの的（低解像度（320×240）でも5fps程度）
- 2008年12月15日 17:00～（QoS）
 - 音声の途切れがなく，会話・教示がスムーズに実現
 - 映像についても問題なし（同解像度で10fps程度）

● 定量評価

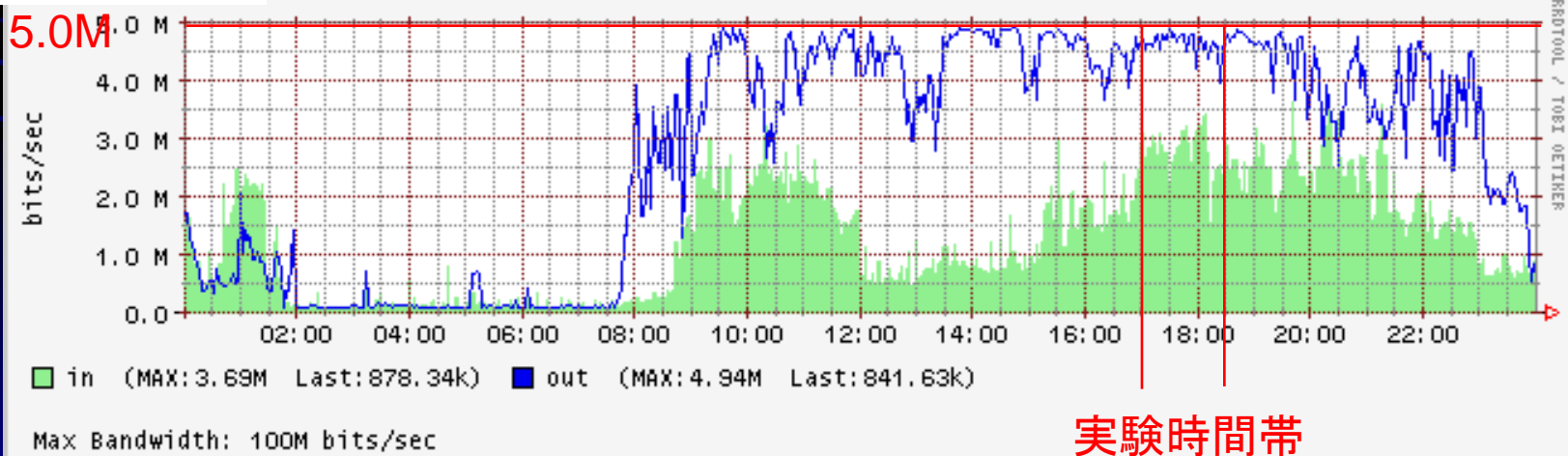
- ネットワークトラフィック（函館側入出力）を比較
 - いずれの実験においてもほぼ全帯域を使用
 - 同程度トラフィック下で，QoSによる優先制御の効果を確認

トラフィック状況

2008年11月18日

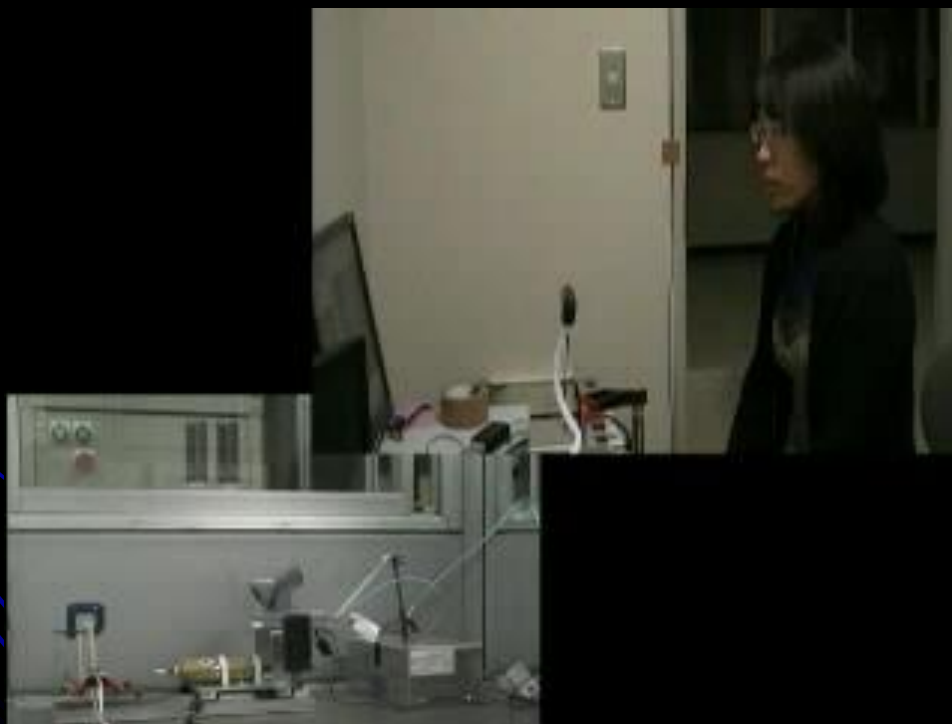


2008年12月15日



実験風景

- 2008年12月15日 実施(QoS設定下)



まとめ

- 遠隔制御実験 実施・支援環境の構築
 - 映像・音声データの安定通信へのQoS適用
 - 豊橋技科大一函館高専間での試験環境構築
- QoSサービス比較実験
 - 遠隔ドリル操作体験を対象
 - 非QoS/QoS下での実験を実施
 - 同程度のトラフィック下での音声回線の改善を確認
 - 操作体験者アンケート結果を統合し、最終的な評価を検討

謝辞

- 本試行サービス実施に際し、下記機関関係者のご協力を頂きましたことをここに記し、謝意を表します。
 - 国立情報学研究所 SINET 利用推進室
 - 北海道大学
 - 企画部情報基盤課IT推進グループネットワークチーム
 - HOTnet 北海道総合通信網株式会社
 - 函館工業高等専門学校
 - 豊橋技術科学大学・同情報メディア基盤センター