

フィードバック変調器による 油圧駆動型建設機械の精密位置決めの容易化

横小路泰義（神戸大学）

研究背景

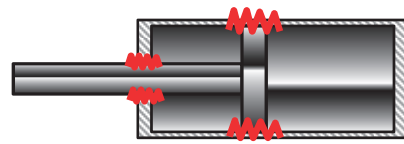
- ▶ **建設機械**は、災害現場の復興などにも用いられる
→ 建設作業以外の広い応用範囲
- ▶ 瓦礫除去や解体作業では時として**精度が求められる**
→ 操縦には**熟練**が必要
- ▶ 熟練オペレータの不足
→ **初心者**でも**正確な作業**を行える技術が必要



建設機械による解体作業

油圧駆動システムの利点と問題点

- ▶ 利点
 - ▶ 大出力, 高い出力重量比
 - ▶ 水, 泥など, 過酷な環境下で運用可能
- ▶ 問題点
 - ▶ 油圧シリンダとピストン摺動部の(変動)摩擦
 - ▶ 通常の制御では正確な位置決めが困難



→ 正確な作業を行うためには, この問題を克服する制御法が必要

研究目的

- ▶ 当研究グループの研究実績
 - ▶ 油圧駆動型重作業用レスキューロボットにフィードバック変調器(FBM)を適用
 - ▶ 摩擦の影響の軽減に成功
- ▶ 本研究の目的
 - ▶ フィードバック変調器を小型油圧ショベルに適用し以下を検証
 - ▶ 初心者でも容易に精密位置決め可能か
 - ▶ 低コストな改造で適用可能か
 - ▶ 簡単な不感帯補償制御と比較して優位性があるか



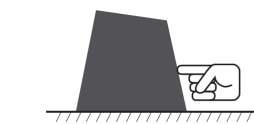
T-52援
竜



PC0
1

FBMによる摩擦補償の基本的考え方

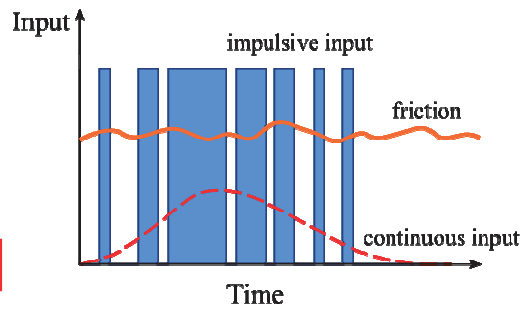
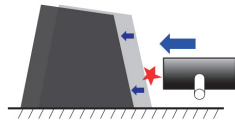
床との摩擦で位置を微調整できない



変換



ハンマーで叩いて調整

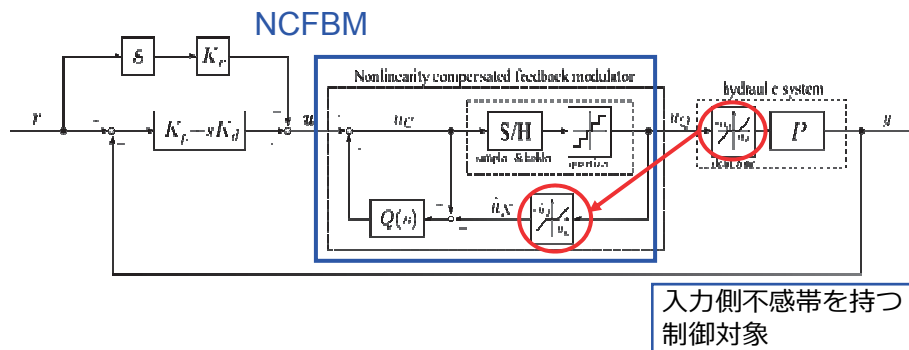


連続値入力からパルス入力への変換
(量子化)にフィードバック変調器(FBM)を使用
(正親ら, 2007)



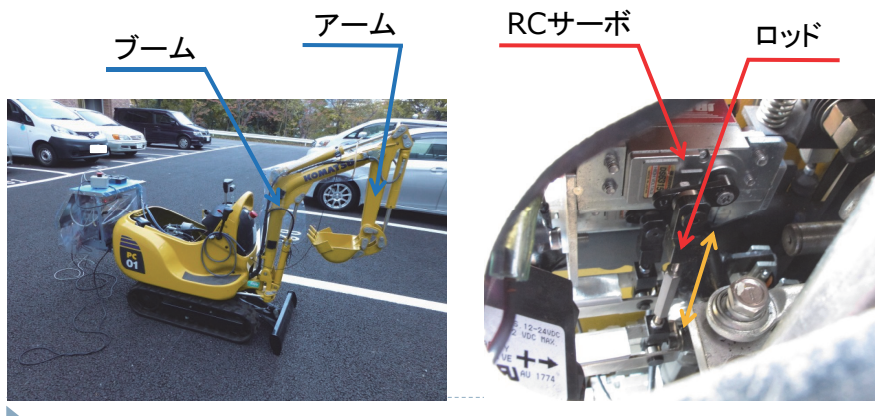
非線形特性補償型フィードバック変調器(NCFBM)

- ▶ FBM内のフィードバックループに**推定不感帯**を挿入
- ▶ 制御対象の不感帯の影響を反映でき、制御性能が向上



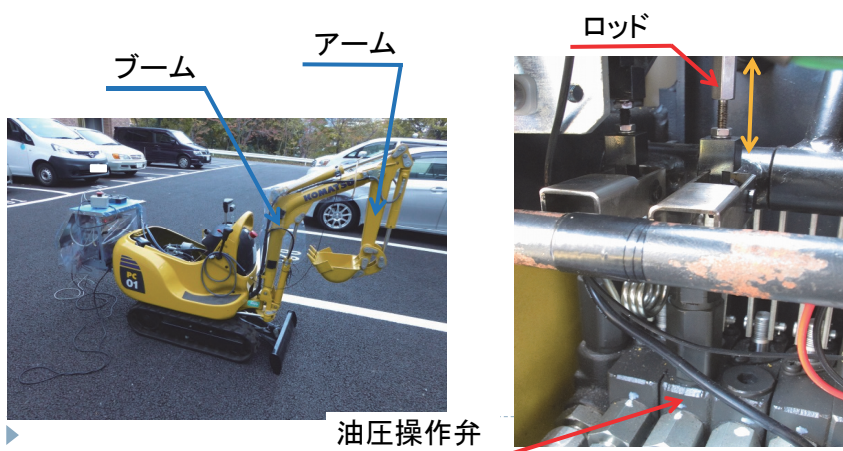
実験機 (1/2)

- ▶ コマツ製 マイクロショベル PC01
- ▶ アーム, ブーム, 旋回の油圧操作弁をRCサーボで開閉



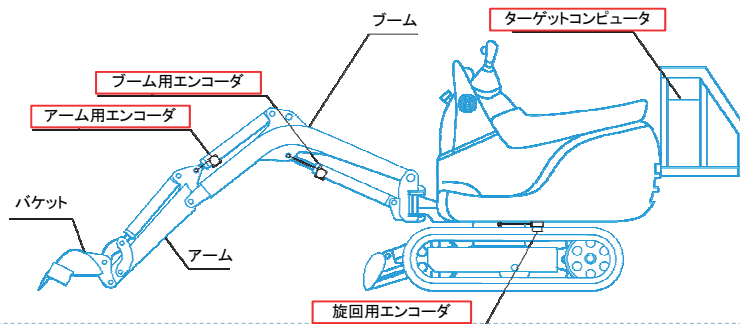
実験機 (1/2)

- ▶ コマツ製 マイクロショベル PC01
- ▶ アーム, ブーム, 旋回の油圧操作弁をRCサーボで開閉



実験機 (2/2)

- ▶ アームおよびブームのシリンダの伸びと旋回軸角度をエンコーダで計測→バケット先端位置の計算が可能
- ▶ 搭載型コンピュータ(VxWorks リアルタイムOS)
- ▶ RCサーボへの指令角度 [deg]を制御入力とする



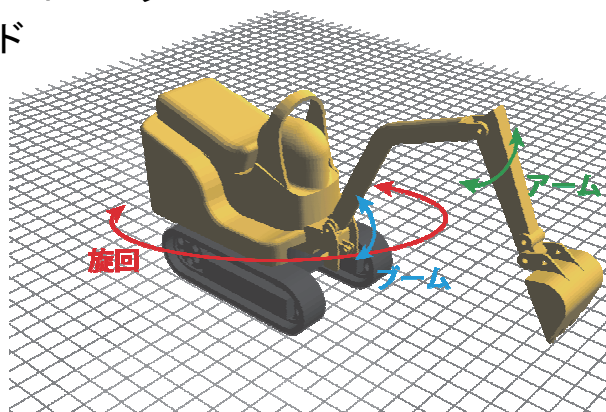
操縦装置

- ▶ ジョイスティックコントローラ
- ▶ 二つの制御モード
 - ▶ 各軸制御モード
 - ▶ 手先制御モード



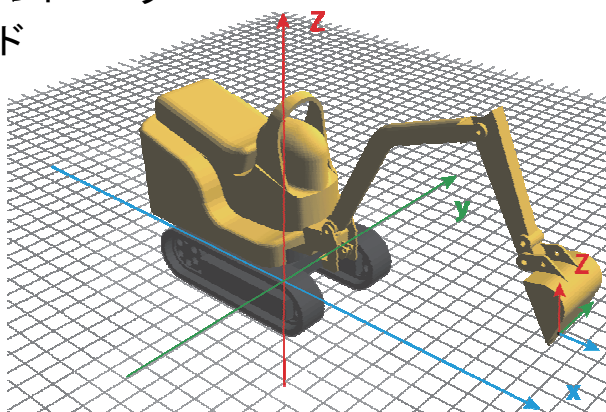
操縦装置

- ▶ ジョイスティックコントローラ
- ▶ 二つの制御モード
 - ▶ 各軸制御モード
 - ▶ 手先制御モード



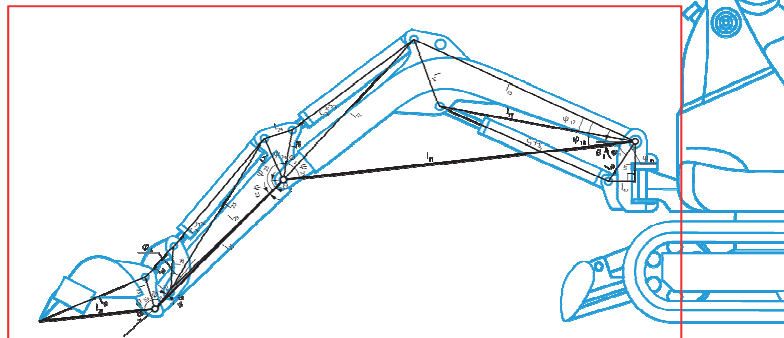
操縦装置

- ▶ ジョイスティックコントローラ
- ▶ 二つの制御モード
 - ▶ 各軸制御モード
 - ▶ 手先制御モード



多軸油圧アームにおける手先位置制御

- ▶ 多軸油圧駆動アームの**運動学モデル**の作成
- ▶ 手先目標位置からシリンダ目標位置を求める**逆運動学方程式の導出**

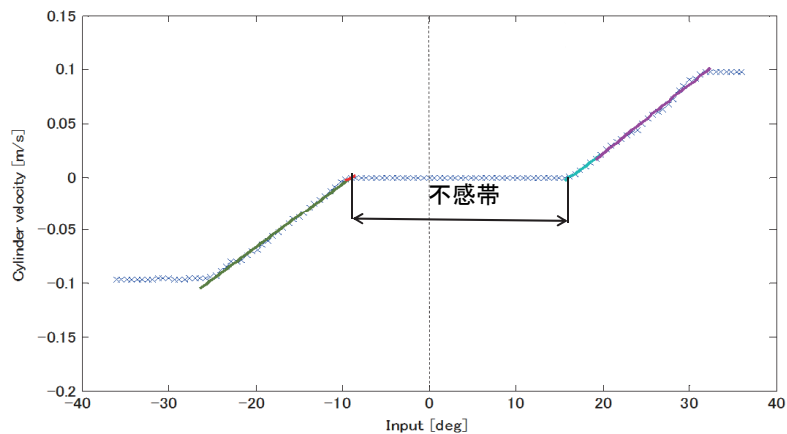


手先位置制御（x軸方向）



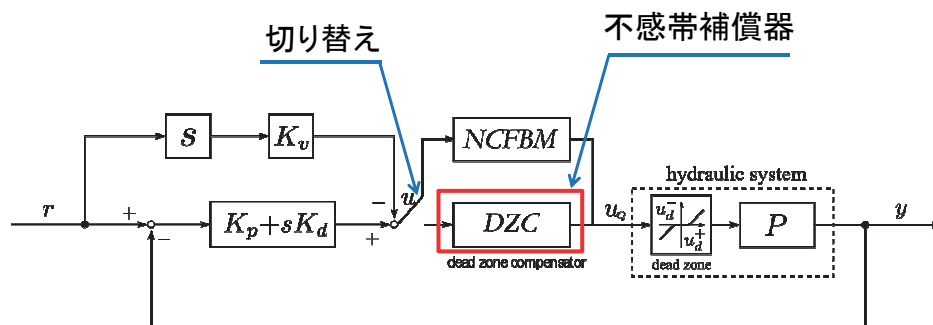
実験機の不感帯特性の同定

- ▶ RCサーボ指令値とシリンダ速度との関係をプロット
- ▶ RCサーボの指令値(角度[deg])で不感帯の大きさを表現



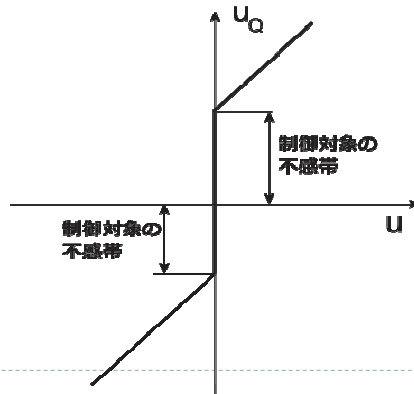
実験内容

- ▶ NCFBMと不感帯補償器との性能比較
- ▶ 正弦波入力に対するブーム関節への応答



比較対象：不感帯補償器

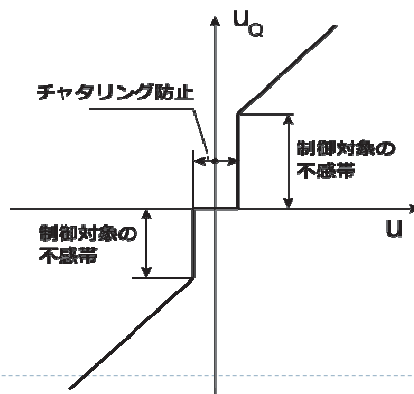
- ▶ 制御対象の持つ不感帯幅分入力を単純に底上げ
- ▶ 応答が振動的になるのを防ぐため、微小入力では0を出力



▶

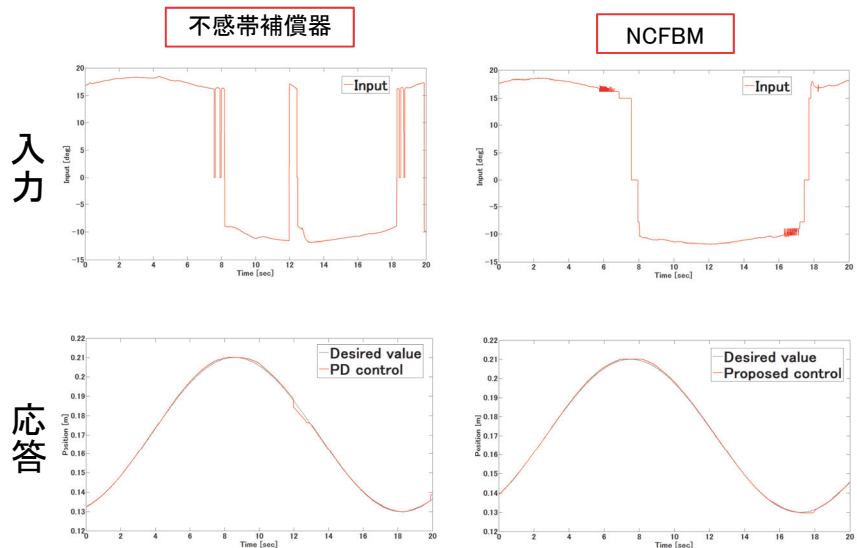
比較対象：不感帯補償器

- ▶ 制御対象の持つ不感帯幅分入力を単純に底上げ
- ▶ 応答が振動的になるのを防ぐため、微小入力では0を出力

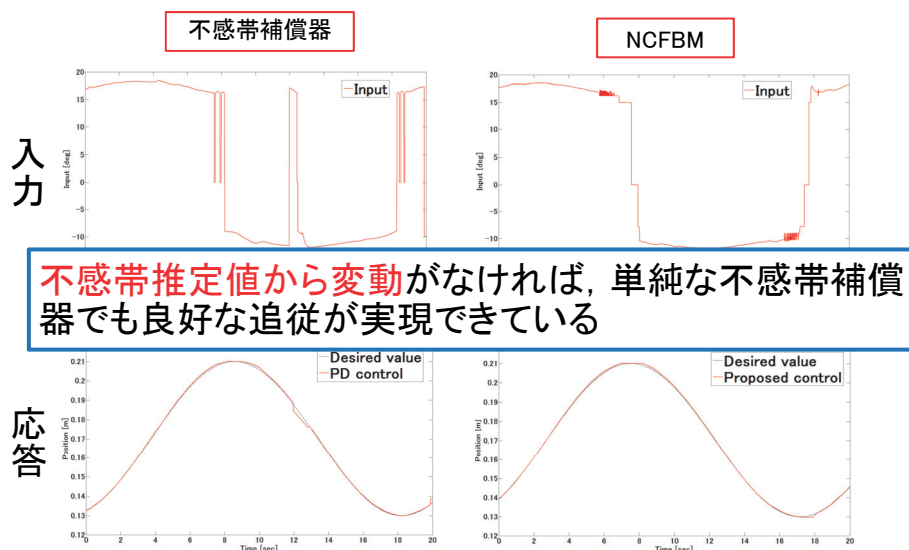


▶

実験結果（不感帯推定が正しい場合）

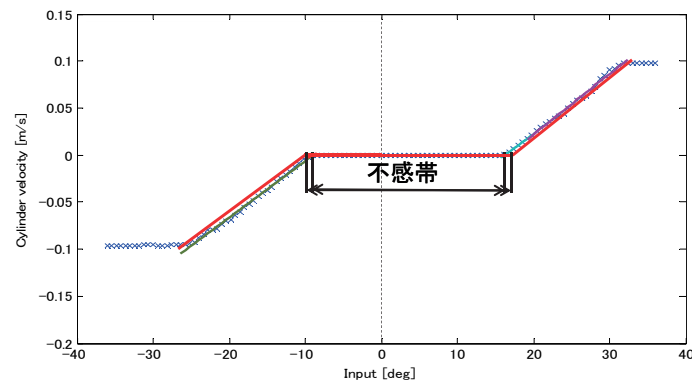


実験結果（不感帯推定が正しい場合）

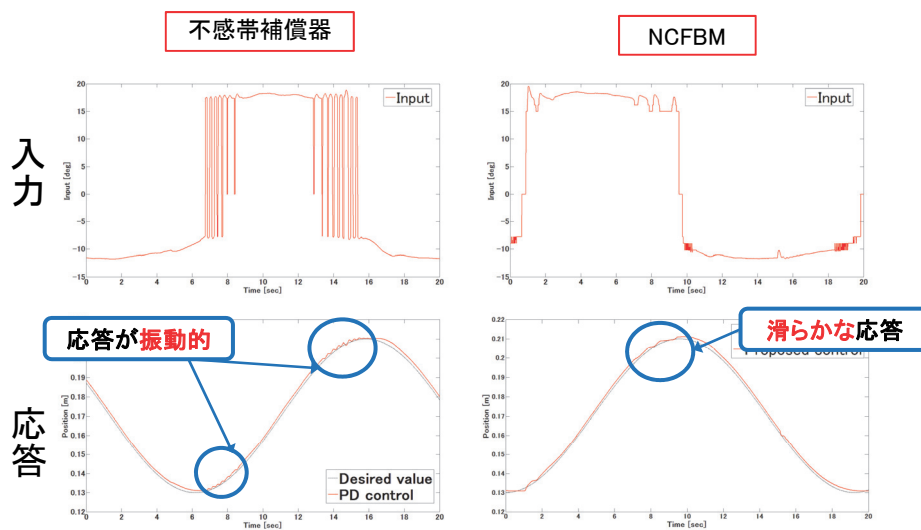


不感帯変動に対するロバスト性の検証

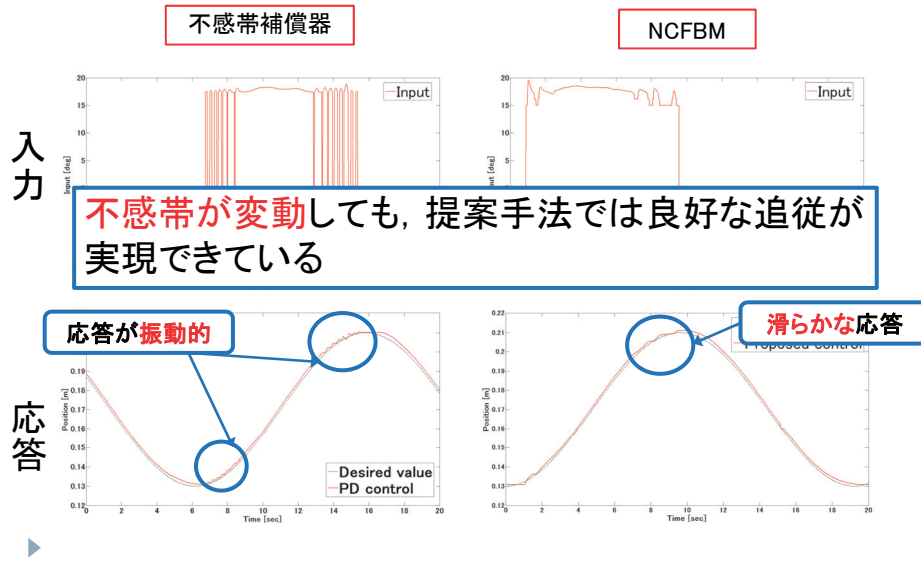
- ▶ 不感帯の推定値をRCサーボの指令値換算で1.2[deg] 実際より大きくする
- ▶ 擬似的な不感帯変動



実験結果（不感帯変動あり）



実験結果（不感帯変動あり）



まとめと今後の課題

- ▶ 油圧駆動型建設機械にフィードバック変調器を適用
- ▶ 有用性確認
 - ▶ 不感帯変動が生じた場合でも高精度な軌道追従が可能
 - ▶ 単純な不感帯補償に対しての優位性
- ▶ 低コスト
 - ▶ RCサーボによる油圧操作弁の開閉
- ▶ 初心者対応
 - ▶ 手先制御の実装→複合動作の容易化
 - ▶ フィードバック変調器による高精度位置決めの容易化
- ▶ 今後の課題
 - ▶ 複合動作時に提案手法を適用
 - ▶ 高精度な軌道追従制御の実現