

重負荷作業を解消する直感操作型運搬補助システムの開発(第3報)

坂東 直行 山田 俊郎

Development of an intuitive operation type transport assist system for eliminating heavy load work(3rd Report)

Naoyuki BANDO Toshio YAMADA

あらまし 画一的な操作感であった従来のホイストに対し、自在に操作している感覚を与えられるインタフェースを開発することを目的に研究を行った。

作業内容に応じて適切なインタフェースは変わるという考えのもと、4つのインタフェースを開発し、これらをシームレスに使えることを示した。また、荷物に直接力を与えることで操作可能なこと、動作時の衝撃を抑えた操作が可能なることを示した。

これにより、本研究でねらいとした操作感が得られるものと期待できる。

キーワード ホイスト、インタフェース、無線通信

1. はじめに

本研究では、荷揚げ荷降ろし作業に着目し、身体に対する負荷の軽減を図るため、荷の重量を機械が負いつつ、かつ、作業性を損なわないよう直感的な操作ができるシステムの開発を目指している。シンプルな解としてホイストを改良することとし、これまでに巻き上げ機の本体構造を見直して電磁ブレーキなしに機能する動力伝達機構を開発した(図1)。これによりスムーズな動き出しが可能となった。

今年度は、操作者による操作入力を検知し、巻き上げ機本体を動かす信号に変換するインタフェースを開発したので報告する。

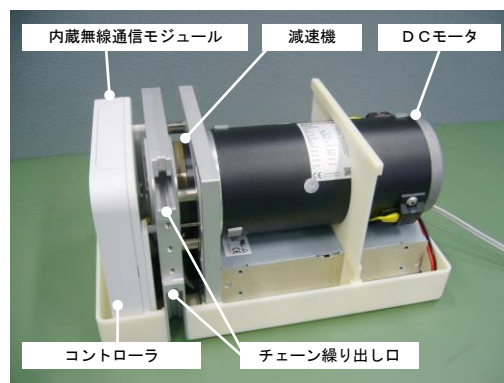


図1 開発した巻き上げ機本体

2. 開発したインタフェース

本研究では4種類のインタフェースを開発した。以下に概要を示す。

2. 1 スライドインタフェース

図2はスライドインタフェースと呼ぶユニットで、荷物を吊るチェーンに固定し、スライダを上下に操作することでチェーンの巻き上げ・繰り出しを制御できるようにするものである。スライド量に応じて無段階に速度をコントロールできる。また、操作者がスライダをある空間高さに固定したらチェーンがそこまで繰り出されて止まるため、自在に高さコントロールができる。なお、スライダの一部はボディから突き出している。この部分は、操作者がコントロールを誤り、チェーンを巻き上げすぎ

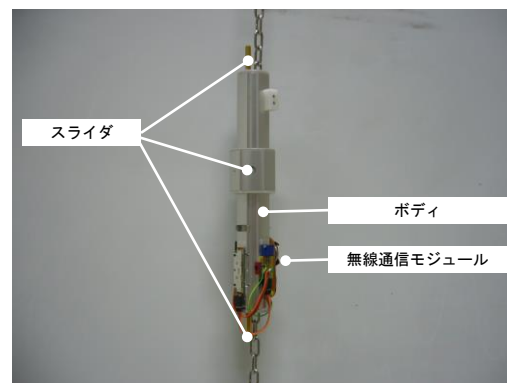


図2 スライドインタフェース

た際にそれを検知できるようにするため、巻き上げ機等に接触するよう設けている。よって、スライドインタフェースは安全装置としても働く。

2. 2 フェーダイインタフェース

図3はフェーダイインタフェースと呼ぶユニットで、ワイパーをスライドガイドに従って滑らせた量に応じてチェーンの巻き上げ・繰り出しを制御するものである。ガイド横のボタンはモード切替スイッチとなっており、速度制御もしくは位置制御を選択できる。

速度制御モードでは、ワイパーは内蔵モータによってスライドガイド中央に位置決めされる。操作者はモータによる位置決め制御がなされているワイパーをスライドさせるため、操作反力を感じることができ、そこから速度と操作量の関係を推察できる。

位置制御モードでは、ワイパー位置はチェーンの繰り出し量と対応付けられる。スライドガイドの長さに対し、適当なゲインを乗じた長さだけチェーンは動く。ゲインはモード切替スイッチの下にあるボリュームで調整できる。ワイパーは現在のチェーンの繰り出し長さに対応するスライドガイド上の位置に内蔵モータによって位置決めされる。操作者はモータによる位置決めがなされているワイパーを動かし目標繰り出し量を指定する。その目標量となるようチェーンは繰り出され、目標量と現時点の繰り出し量との間にギャップがある間、操作者には反力が返る。チェーンの繰り出し量が目標量と一致したとき反力はゼロとなり、ここから操作者は繰り出し量が指定した量になったことを知ることができる。

2. 3 フォースインタフェース

図4はフォースインタフェースと呼ぶユニットで、内蔵する荷重センサにより外力を検出してチェーンの巻き上げ・繰り出しを制御するものである。

荷物を吊り下げ、静止した状態でセットスイッチを押すと、その時点の荷重センサの出力をゼロとし、ここからの外力の変化によって繰り出し速度を制御する。これにより操作者は荷物に直接触れて力を加えた方向に動かすことができ、インタフェースの存在を意識することなく作業することができる。

2. 4 ボタンインタフェース

図5はボタンインタフェースと呼ぶユニットで、従来ホイスの吊り下げ式ボタンコントローラを無線式にしたものである。ボタンで操作する方式のため、速度は一定速であるが、本体から離れた位置からでも操作することができる。

本研究では、直感的操作のできるインタフェースの開発を目的としているが、作業内容によっては直感性よりも単純さが求められるシーンもありうると想定される。ボタンインタフェースを用意したのは、直感性を必要とするシーンではそれに適うインタフェースを、単純さが求められるときはボタンインタフェースを使うなど、状況に応じて使い分けられるようにし、作業全体での操作

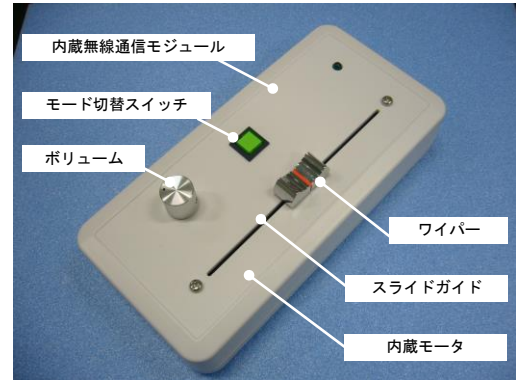


図3 フェーダイインタフェース

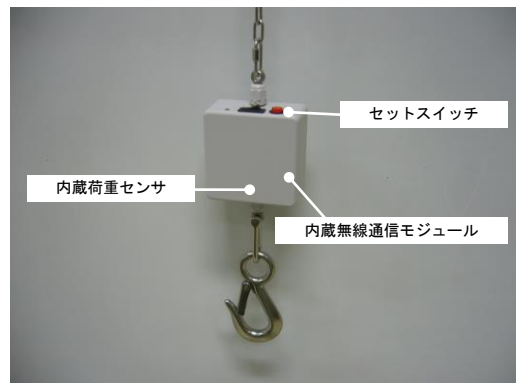


図4 フォースインタフェース



図5 ボタンインタフェース

感の向上を狙ったためである。

これらのインタフェースと巻き上げ機本体との間では、IEEE802.15.4規格に準じた無線によって通信を行っており、Wi-Fi等のように起動後コネクション確立まで待たされることなく、即時使うことが可能である。

3. 操作の特徴

3. 1 シームレスな操作

前述したインタフェースは個々に機能するとともに、同時利用もできる。

図6に各インタフェース操作に基づく制御信号、実際に

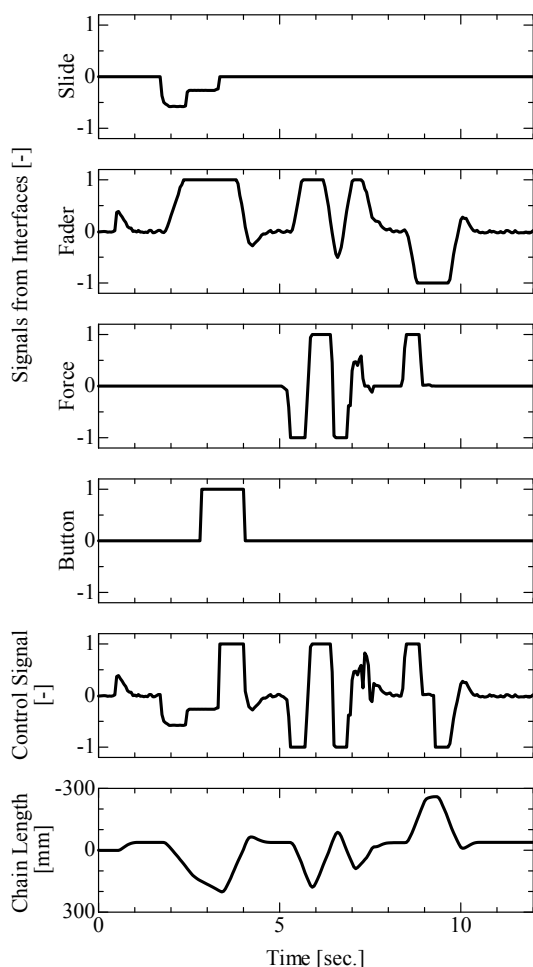


図6 インタフェースを同時操作したときの動作

用いられた制御信号およびチェーンの繰り出し量を示す。横軸は時間[sec.]を表し、縦軸の制御信号は巻き上げ機の最大出力を1とした単位で表しており、符号+は巻き上げ動作、符号-は繰り出し動作を表す。チェーンの繰り出し量は+の場合は繰り出し、-の場合は巻き上げを表す。

各インタフェースには優先度が設けられており、スライドインタフェース、フォースインタフェース、ボタンインタフェース、フェーダインタフェースの順になっている。例えば、フェーダインタフェースが入力されている状態で、フォースインタフェースが操作されると、本体制御信号もフォースインタフェースによるものに直ちに切り替わり、操作がなくなるとフェーダインタフェースによるものに戻る。

これにより、操作内容に応じて、最も使いやすいインタフェースを選んで適時切り替えながら即操作することができる。

3. 2 荷物をもった操作

図7にフォースコントローラを使った操作の事例を示す。ここでは長尺物の両端を人が持つ状況を想定し、そ

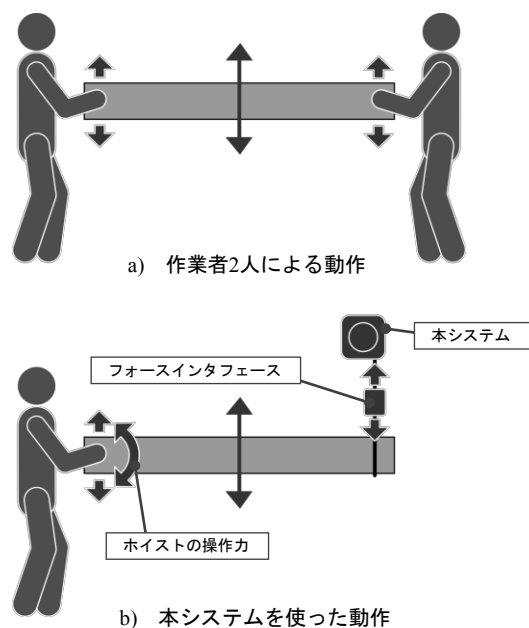


図7 フォースインタフェースによる
操作例（長尺物の昇降動作）

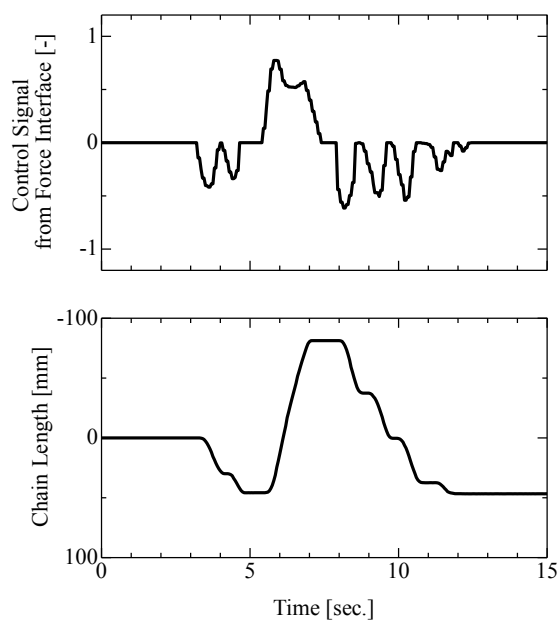


図8 フォースインタフェースによる
長尺物の操作結果

のうち一人を本システムに置き換え、一人で操作できるかを試している。

図8に示すように、荷物自体に力を加えることでチェーンの繰り出し動作を制御できており、インタフェースに手が届かない場合や、荷物から手を離せない場合でも本システムは機能することがわかる。

3. 3 衝撃の少ない操作

従来のホイストはボタン入力があるとモータ出力を最大にして動き出そうとする。その際荷物には衝撃が働く。

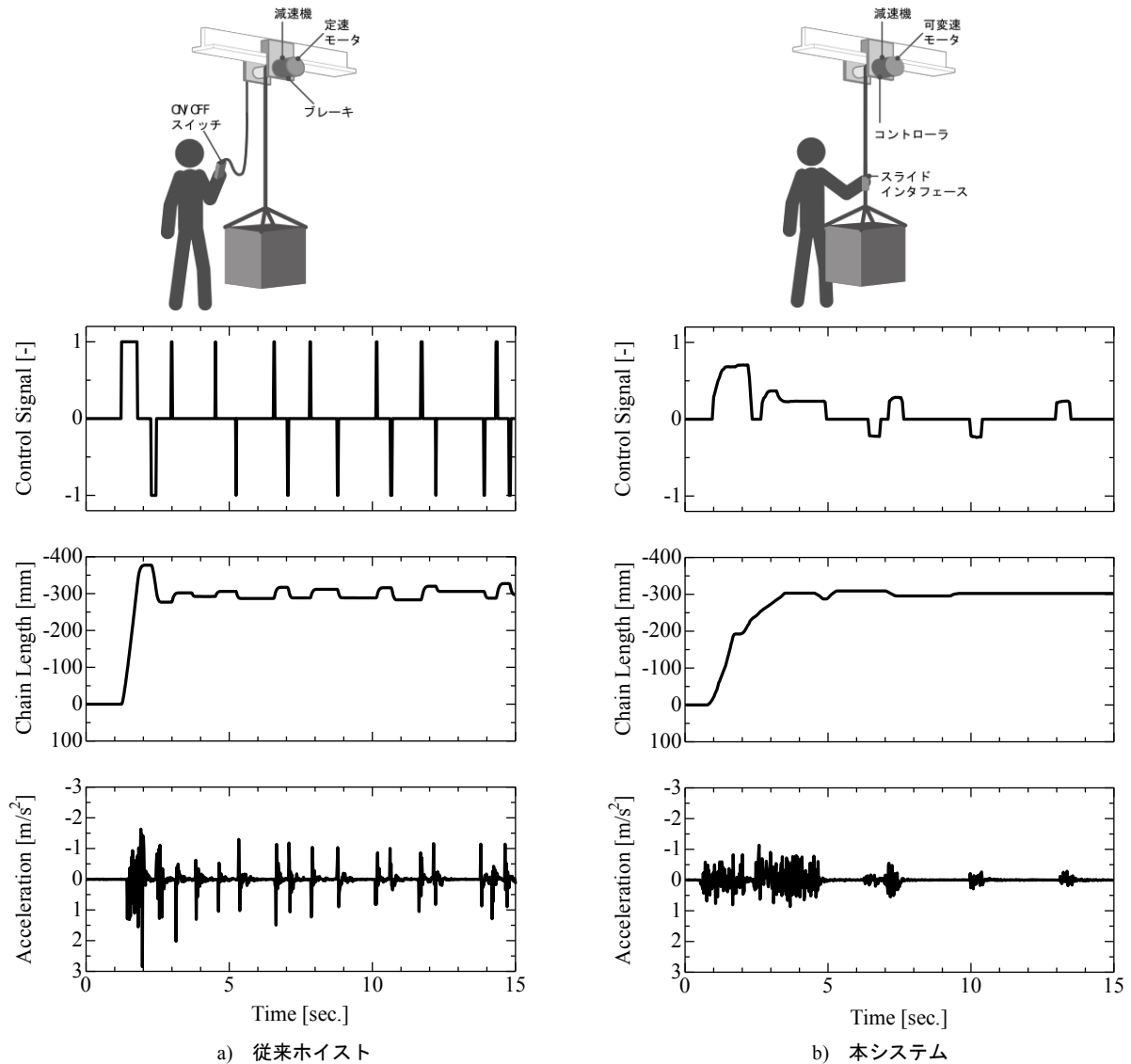


図9 ホイストを用いた荷揚げ動作

対して、本システムは無段階の速度制御を行うため、衝撃は軽減されると期待できる。

図9に市販の従来ホイスと本システムの操作入力、チェーン繰り出し量および荷に作用した下向きを正とする鉛直方向の加速度を示す。ここでは、荷を既定の高さに揚げる操作を想定し、初期状態から300mmの高さになるよう可能な範囲で精密に操作しようとした結果である。従来ホイスはボタンを非連続に操作して高さ調整を試みるが、精密な高さ調整は難しく、また動き出し時の加速度が大きいことがわかる。対して本システムでは加速度の変化は抑えられており、衝撃が従来ホイスより軽減されていることがわかる。

4. まとめ

本研究の主題は、画一的な操作感であった従来のホイスに対し、自在に操作している感覚を与えられるイン

タフェースを開発することにある。

そこで、作業内容に応じて適切なインタフェースは変わるという考えのもと、4つのインタフェースを開発し、これらをシームレスに使えることを示した。また、荷物に直接力を与えることで操作可能なこと、動作時の衝撃を抑えた操作が可能なことを示した。

以上により、本研究でねらいとした操作感を得られるものと期待できる。

文 献

- [1] 坂東直行, 久富茂樹, “重負荷作業を解消する直感操作型運搬補助システムの開発 (第1報)”, 岐阜県情報技術研究所研究報告, pp.54-55, 2017.
- [2] 坂東直行, 久富茂樹, “重負荷作業を解消する直感操作型運搬補助システムの開発 (第2報)”, 岐阜県情報技術研究所研究報告, pp.57-59, 2018.