

ケーブルウインチを装備した ゲレンデ整備車両

▲ Kässbohrer 社の
PistenBully 600 W

▲ 急斜面向けゲレンデ
整備車両

▲ MicroAutoBox で
牽引力制御を開発

Kässbohrer Geländefahrzeug 社は、PistenBully 600 W 用の新しいウインチ電子制御を開発しました。このウインチを使って、車両は急斜面をロープで下ったり、登ったりすることができます。既存の電子制御は dSPACE システムにマッピングされ、機能の拡張および改善が行われました。トラクションコントロール機能は、dSPACE の MicroAutoBox を使って、効率的に短期間で開発されました。また、MicroAutoBox を使って、量産型の電子制御ユニット (ECU) の検証も行われました。

新しいウインチ電子制御

Kässbohrer 社のゲレンデ整備車両、PistenBully 600 W はゲレンデを整備し、スキークースの雪面を平らにするために使用されます。この車両は、全長およそ 10 メートルで、車両前部には左右に雪をかくための排雪ブレード、車両後部には

製で、これを使って 45° の斜面を下り、また登って来ることができます。

今日まで、当社ではトラクションコントロール用に他社製の制御エレクトロニクスを使用してきました。しかし、現在の車載ネットワークでは、さまざまな機能ノードが CAN バスで接続されるため、これまでのウインチ電子制御を別のものと取り替える必要に迫られました。

候補が上がった交換用の電子制御の機能を検討した結果、それらも改良と拡張を行う必要があることが分かり、結局、自社開発するという結論を出したのです。そうすることで、お客様の要望にもより柔軟に対応でき、旧型の車両に搭載されたウインチ電子制御と完全な互換性を持つ交換用の電子制御を開発することができます。

MicroAutoBox を使った トラクションコントロール

当社では、既存のウインチ電子制御を研究しました。その基本的な機能を測定し、次にその再現と改善に取り組みました。最初の段階では、MATLAB® / Simulink® で電子制御をファンクションマップとしてモデル化し、妥当性確認を行いました。次の段階で、そのモデルを dSPACE の Real-Time Interface を

使って MicroAutoBox に実装しました。MicroAutoBox は、バイパスシステムとして動作し、変更が必要な制御ロジックを新しいものと入れ替え、実際のケーブルウインチでテストすることができました。こうして、非常に早い段階で、新しい制御ロジックが設計どおりの動作をするかテストすることができたのです。当社オリジナル



▲ 直径 11 mm のスチールケーブルで 45° 斜面での作業が可能

は氷と雪の塊を粉碎するティラーが装備されています。幅が 1.50m もある履帯 (トラック) は 9 トンの車体重量を広く分散させるため、この車両が地面にかかる圧力は、人間が歩くときの圧力より低くなっています。この車両には、山の急斜面での作業用にケーブルウインチが装備されています。このケーブルは長さ 1000 メートル、直径 11mm のスチール

の ECU は、以前と同様、すべてのセンサと信号を読み出し、ウインチのアクチュエータとセンサを制御します。これまでとの違いは、ECU が読み込む信号を、CAN 経由で MicroAutoBox に送信することです。

MicroAutoBox は、他の制御変数と共に必要な牽引力を計算し、CAN 経由で結果を ECU に返すための制御ユニットです。当社では、dSPACE の CAN MultiMessage Blockset を使って、ECU の CAN 接続をグラフィカルにプログラミングしました。その際、ケーブル牽引力の実際値と目標値、ウインチおよび車両の機能状態など、すべての変数にアクセスすることができました。

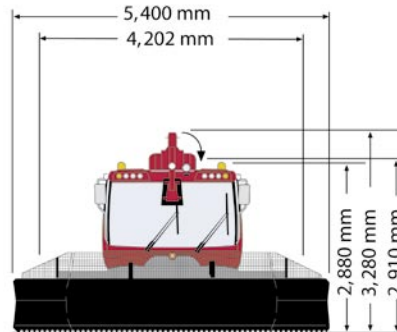
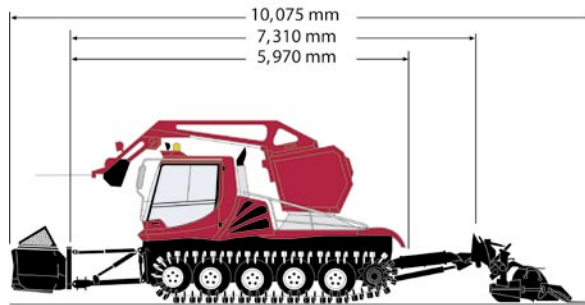
ControlDesk によるアクセス

当社では、コントローラの内部変数に、dSPACE の ControlDesk 試験ソフトウェアを使ってアクセスしています。これらの変数には、アクチュエータやコントローラの出力値を制限する積分項など、コントローラ内のさまざまな動的コンポーネントが含まれます。

「dSPACE ツールを使用することにより、従来の手法に比べて開発スピードが 50% 速くなりました」

**Dr. Alexander Bulach, Kässbohrer
Geländefahrzeug AG**

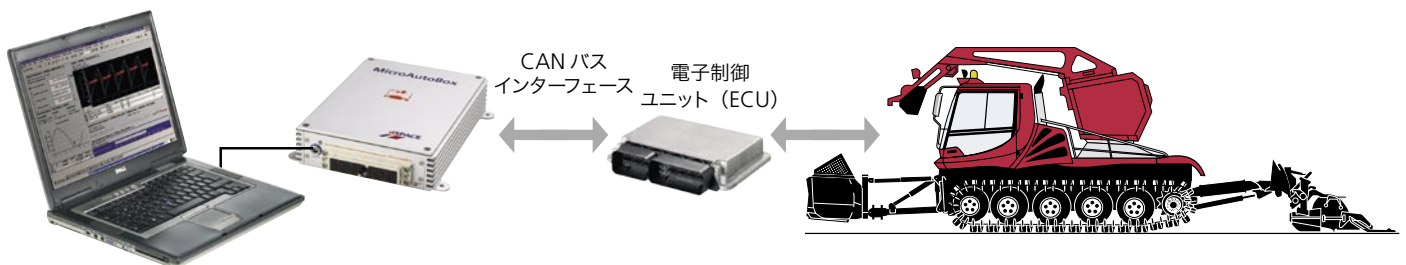
したがって、制御ロジックの分析をすばやく行い、オンラインで適応させることができます。制御アルゴリズムが必ず現在値を持つようにするために、ECU と MicroAutoBox のデータ交換を同期させることが重要なのですが、これにもまったく問題はありませんでした。同時に、当社ではパイプ処理を使って、旧型のウインチ電子制御で使われてい



▲ PistenBully 600 W の側面および正面寸法

たのです。ここまでの段階では、基本的な機能の実装とテストが完了しています。新しい機能は、部分的なテストは完了していますが、まだプロトタイプ段階です。車両に搭載して基本的な機能テストを行うのに、およそ 1 週間かかりました。

ウインチ電子制御機能のモデル化は、dSPACE ツールチェーンにより短時間で済みました。従来のプログラミングと比べて、dSPACE ツールを使用した機能開発では、



る量産 ECU の検証も行いました。車両自体の制御機能の必要な最適化も実施しました。これらの変更は、モデルにフィードバックされモデルの改善にも役立ちました。

フィールド試験

当社では、変更された牽引力制御ロジックをコーディングし、それを実地で徹底的に試験し、システム全体で最適化を図りました。そこでは、2 つの重なり合う制御ループが存在するため、動的なケーブル牽引動作のテストが必要だっ

およそ 50% の時間節約が可能になりました。

Dr. Alexander Bulach
Kässbohrer Geländefahrzeug AG
Laupheim
ドイツ

▲ 制御ロジックの変更は、MicroAutoBox 経由で ECU に転送されます。