



革新的なフロントホイールサスペンションを搭載した SAME 社製の新型トラクタ

Perfect Grip, Perfect Grapes

SAME 社では、Frutteto シリーズの新型トラクタに最高の走行安全性と操作性を提供するため、独立アームを備えた電子制御式フロントホイールサスペンションを特徴とする新しい Frutteto S/V ActiveDrive シリーズを開発しました。その際、量産コードの生成には TargetLink が使用されました。



「ActiveDrive プロジェクトの多数のモデル変数やパラメータを一元管理する際、TargetLink Data Dictionary は大いに役立ちました」

Andrea Degiorgi 氏、SDF R&D 部門

良 質のワインほどワイン通を喜ばせるものはありませんが、最も優れたワインは、多くの場合、急勾配の丘、緩い地盤、狭い小道など、栽培が困難な地形で育ちます。このような場所で葡萄の栽培や収穫を行うには、専用のトラクタが必要になります。ただし、このような用途で使用するトラクタは通常重心が高く、使用する道路も狭いため、あらゆる状況において良好なグリップと安全な推進力を確保することが難しいのが課題です。

アクティブ制御によるグリップと推進力の確保

SAME 社では、これらの課題を克服するため、トラクタ専門市場においては目新しい独立アームを備えたアダプティブハイドロニューマティックフロントサスペンション搭載の Frutteto S/V ActiveDrive を新たに開発しました。この ActiveDrive は、電子制御によって自動的にホイールのスリップを検出し、それに応じてデフロックをオンにすることにより、一定のグリップを保ちます。また、トレーラーの連結によりトラクタに余分な重量が加えられた場合でも、2つの油圧シリンダにより独立したサスペンションの2本のアームを常に最適な位置に保持します。これにより、トラクタの重量配分を継続的に最適化することができます。このような機構とトラクタの重心の低さにより、ステアリング角が最大の53°の場合や丘に対して平行に運転する場合でも、トラクタの安定性が向上し、一定の推進力が確保されます。また、多数のセンサを通じて位置、速度、ステアリング角、サスペンション、ブレーキ状態などを監視することにより、制御ソフトウェアによる安全関連機能も向上します。これら機能には、たとえばトラクタにブレーキをかけた際のフロントホイールサスペンションの沈み込みを防ぐ「アンチダイブ」機能や、運転速度やステアリングホイール角に

合わせてサスペンションの固さを自動的に調整する「アンチローリング」機能があります。これにより、荒地と一般道のいずれでも安定性とグリップが向上します。ActiveDrive により、Frutteto シリーズのトラクタは、これまで高性能トラクタに限られていたレベルの安全性と運転快適性を表現しています。

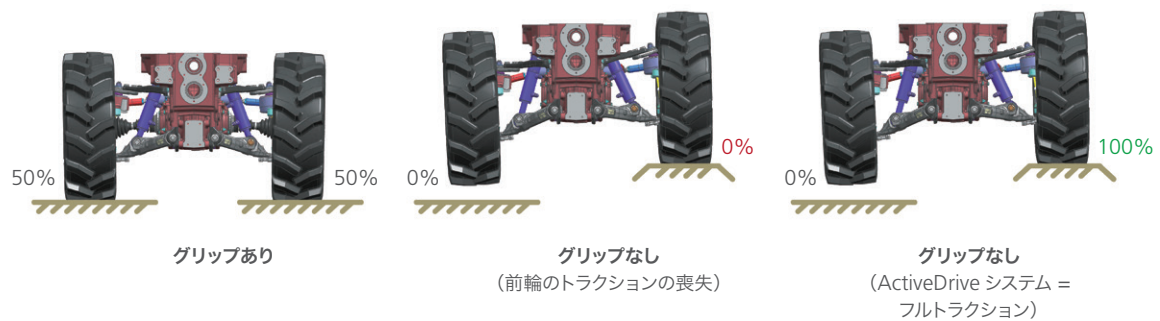
スマートコントローラコンセプト

ActiveDrive の制御は、ステアリング角、運転速度、それぞれのフロントホイールの角速度、油圧シリンダの位置、ブレーキおよび全輪の駆動の状態、ドライバーが選択したモードなどの入力変数に基づいて行われます。制御変数はコントローラにより計算されたうえでソレノイドバルブ向けのコマンドへと変換されます。このコマンドにより、アクスルデフのロック効果とアクスルサスペンションの2つの油圧シリンダにおける油流や油圧が調整されます。その結果、シリンダを内外にスライドできるようになるだけでなく、クローズドループ制御によってそれぞれの運転状況に応じて減衰やサスペンションの固さの調整も行われます。

変数とパラメータの一元管理

コントローラの開発はモデルベースの MATLAB®/Simulink®/Stateflow® 環境で行われました。また、2005 年以降 SAME 社が一部の開発プロジェクトですでに採用していた量産コード生成ツールである dSPACE TargetLink® も使用されました。開発者は TargetLink Data Dictionary を幅広く活用することで、コントローラモードの約 120 の変数およびパラメータを一元的、効率的、かつ体系的に管理することができました。また、コードの自動生成を活用することで、ActiveDrive の量産コードを通常よりも大幅に早く入手することができました。こ

>>



四輪駆動トラクタのフロントホイールサスペンション：通常、駆動力はフロントホイール間で分散されます。ただし、一方のホイールが地面から離れると、浮き上がったホイールによってすべての駆動力が失われます。Frutteto S/V ActiveDrive の差動制御システムはこれらの状態を検出し、迅速にデフロックをオンにすることで、地面に接触しているホイールにすべての駆動力を伝えます。

れにより、SAME 社ではコードおよびモデル間の整合性が手書きのコードを使用した場合と比べて明らかに向上しました。

総合的なシミュレーションオプション

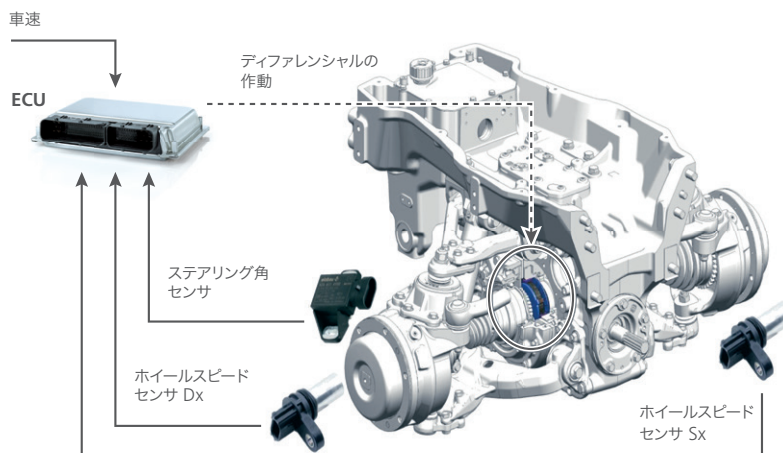
SAME 社では、TargetLink の 3 段階のシミュレーションおよび検証コンセプトを活用することで、開発にかかる時間の短縮と効率性のさらなる向上を実現しました。このコンセプトでは、ワンクリックでさまざまなシミュレーションモード (Model-in-the-Loop、Software-in-the-Loop、および Processor-in-the-Loop) を迅速かつ容易に実行できるため、早期の段階で妥当性確認を確実に行うことができます。

そのため、TargetLink で生成されたソフトウェアは、実機のプロトタイプが入手可能になる以前から高い完成度を備えることができました。また、さまざまなサブシステムやパラメータセットなどのソフトウェアバリエーションの統合の際も、開発者は TargetLink Data Dictionary で定義された変数を単に使用するだけで済んだため、作業は容易でした。さらには、Frutteto S/V ActiveDrive シリーズの制御方式を車両の全体モデルや環境モデルと連携させてテストすることができたため、システム挙動全体を通じて有意義なクローズドループシミュレーションを実行することができました。

開発期間の短縮

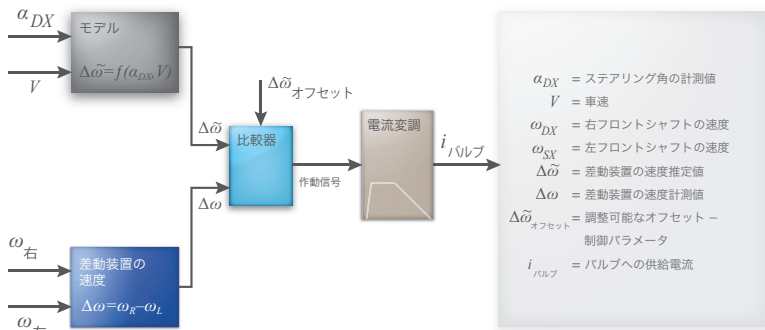
シミュレーション結果の妥当性確認は、テストベンチ、傾斜調整プラットフォーム、および実車によるテストドライブで無事行われました。それにより、Frutteto S/V ActiveDrive の安定性は、妥当性確認のすべての段階において従来の専用トラクタと比べてはるかに向上していることが改めて立証されました。40°を超える角度の急斜面やぬかるんだ地盤でも、このトラクタは何の弱点も露呈しませんでした。SAME 社では、特に TargetLink を使用してコードの自動生成を行ったことにより、通常よりもはるかに早く Frutteto S/V ActiveDrive の完成度を市販レベル

センサの配置：デフロック制御は、フロントホイールのステアリング角とそれぞれの角速度に依存します。

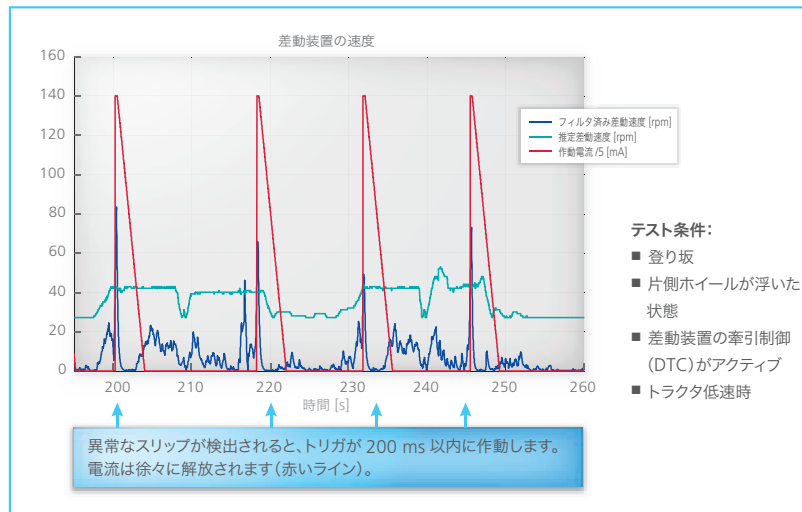


に引き上げることができました。SAME 社は、この優れた経験から、今後の社内ソフトウェア設計プロセスをモデルベース環境へと完全にシフトし、量産段階への移行に TargetLink を使用する計画を立てています。さらに、開発の効率性や費用対効果の向上以外にも、農学専門家が選出するトラクターオブザイヤー 2016 の「Best of Specialized」部門を Frutteto S/V ActiveDrive が受賞するという素晴らしい成果もありました。SAME 社はまたも優れた極上のワインを作り出したようです。 ■

Simone Tremolada 氏、
Andrea Degiorgi 氏、
Giorgio Gavina 氏、
SDF R&D 部門



制御アーキテクチャの概要：計算された制御変数はソレノイドバルブ（この場合は差動装置）へのコマンドとして出力されます。



Frutteto S/V ActiveDrive 向けの拡張テストプログラムのダイアグラム：センサが早期の段階でホイールのスリップを検出し、200 ms 以内に差動装置のロックを作動させます。

Simone Tremolada 氏
ActiveDrive プロジェクトのシステムインテグレーションマネージャ兼テクニカルプロジェクトリーダー、SDF、トレビリオ (イタリア)



Andrea Degiorgi 氏
ActiveDrive プロジェクトのアプリケーションソフトウェアエンジニア、SDF、トレビリオ (イタリア)



Giorgio Gavina 氏
ActiveDrive プロジェクトのシニアシステムソフトウェアエンジニア兼パワードレインソフトウェア担当エキスパート、SDF、トレビリオ (イタリア)

