

Prozess für By-Wire-Bremsen

➤ **Prozess zur Ermittlung der optimalen Kombination aus Prozessor, Sensoren und Code**

➤ **Prozessorauswahl während der Code-Implementierungsphase**

➤ **Code-Profiling-Techniken von TargetLink unterstützen bei der Prozessorauswahl**

▼ *Mit der innovativen elektrischen Feststellbremse von PBR werden das Gewicht des Fahrzeugs sowie die Komplexität reduziert.*

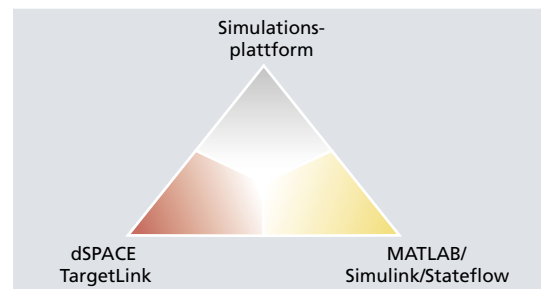
Durch das rasante Entwicklungstempo auf dem Gebiet der Elektronik kommt es häufig zu Prototypen, die für das Serienprodukt wenig repräsentativ sind. Dies zu ändern war das Ziel von PBR und dem Research Centre for Advanced By-Wire Technologies (RABiT). Zusammen integrierten wir TargetLink in einen Produktentwicklungszyklus und beschleunigten damit die Entwicklung der neuen elektrischen Feststellbremsen von PBR. Dabei ist es gelungen, sowohl Eigenschaften, Funktionen und Leistung zu optimieren, als auch Kosten zu reduzieren und die Vorteile der automatischen Seriercode-Generierung zu nutzen.

Neue Feststellbremsen

Zur Weiterentwicklung unserer Produktreihe ePark™ – dazu gehören ein Kabeleinzug und eine innovative Feststellbremse, die direkt auf dem Sattel der Scheibenbremse aufsetzt – haben wir erfolgreich die Entwicklungslücke zwischen Software, Sensorik und Elektronik geschlossen. Erreicht haben wir das mit Hilfe moderner Entwicklungstechniken und Prozessen, die primär durch die nahtlose Integration von dSPACE TargetLink und MATLAB®/Simulink® von The MathWorks unterstützt wurden.

Kritische Entwicklungsphase

Bei modernen Fahrzeugen spielen elektronische Steuerungen eine wichtige Rolle. Die optimale, kostensparende Konfiguration aus Sensoren, Prozessoren, Elektronik und Software bleibt oft lange unbekannt. Das führt dazu, dass die entwickelten Prototypen selten für den finalen Einsatzzweck geeignet sind. Für die Entwicklung mechanischer Komponenten werden Methoden wie Stereoli-

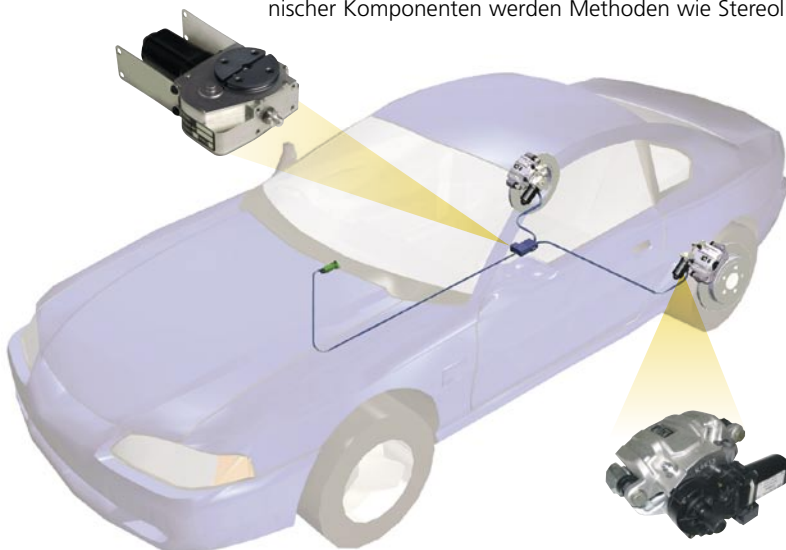


▲ *Entwicklungsdreieck*

thographie eingesetzt, um Prototypbauteile schnell fertig stellen zu können. Diese werden dann unter anderem auf Passgenauigkeit und Aussehen getestet. Im Bereich der Elektronik existiert dieses Vorgehen prinzipiell nicht.

Paradigmenwechsel

Daher stellten wir von PBR uns die Aufgabe in enger Zusammenarbeit mit RABiT, eine adäquate Lösung zu finden. Dabei entschieden wir uns für Simulink, eine virtuelle Entwicklungsumgebung zur Simulation der Regelstrukturen für die Feststellbremse. Zur Code-Generierung und für Processor-In-The-Loop (PIL) Simulation wurde TargetLink eingesetzt. Für den Test der Funktionsprototypen bauten wir eine Simulationsplattform, die uns ermöglichte, die Sensoren anzuschließen und den Code auf den ausgewählten Prozessoren auszuführen. Dieses Vorgehen erwies sich als sehr effizient, da mit Hilfe der PIL-Simulations- und Code-Profiling-Optionen von TargetLink alle Schritte überwacht, evaluiert, verglichen und auf Attribute wie Leistung und Funktionalität getestet werden konnten. So waren wir in der Lage, die Realisierbarkeit des Konzepts und der Optimierungsstrategien zu prüfen.



Am Ende dieser Vorgehensweise steht eine integrierte Lösung, die das finale Produkt widerspiegelt.

Schritt 1 – Reglerentwurf

Die Entwicklung der Regelalgorithmen und der Auslegung der Systemsensibilität und Reaktionszeiten wurden in Bezug auf die Anforderungen der Ziel-Hardware modelliert. Dieser Schritt beschleunigt frühe Phasen des Entwicklungsprozesses, da die Anforderungen durch andere Faktoren bestimmt werden. Beispielsweise wird ein Produkt auf folgende Eigenschaften getestet:

- Eindeutigkeit
- Vollständigkeit
- Konsistenz
- Funktionalität
- Leistung
- Testfähigkeit

Schritt 2 – Modellsimulation

Anhand der Ergebnisse der Modellsimulation wurde die Leistung beurteilt und die Erreichbarkeit der Produktziele geprüft. Heraus kam ein Benchmark für jede Lösung. Dadurch wurde sichergestellt, dass keine der Änderungen negative Auswirkungen hatten.

Schritt 3 – Entwicklung der Testumgebungen

Es wurden Simulationstestumgebungen erstellt, mit denen mehr als 20 Testfälle durchgeführt werden konnten. Dadurch konnten Grenzwerte zusammengetragen und Untersuchungen zu Sensorkosten, Leistung und Auflösung durchgeführt werden. Die Resultate dienten als Rückmeldung für den Reglerentwurf. So konnten wir den Einfluss der Sensorempfindlichkeit bewerten und die Anforderungen für die unterstützenden Komponenten an die jeweiligen Sensoren anpassen.

Schritt 4 – Festkomma-Implementierung

Um Skalierungsfehler zu finden, wurde der Zielprozessor-Code in Festkomma-Code konvertiert und die Simulation erneut integriert. Jeder Skalierungsfehler diente als Rückmeldung für den Reglerentwurf.

Schritt 5 – Zielprozessorsimulation

Mit der PIL-Simulation wurde der TargetLink-Code auf der Simulationsplattform ausgeführt, wodurch effektive Funktionsprototypen erstellt werden konnten. Für die Simulation wurden die in Schritt 3 aufgenommenen Signale eingesetzt.

Schritt 6 – Leistungsrückmeldung

Die Testergebnisse einschließlich Sensorresultate, Prozessorleistung sowie Code- und RAM-Größe wurden mit dem Ziel analysiert, den Reglerentwurf in Bezug auf den eingesetzten Prozessor und Elektronikplattform sowie die gewünschte Funktionalität zu optimieren.

Schritt 7 – Zielprozessoreinsatz/Testen

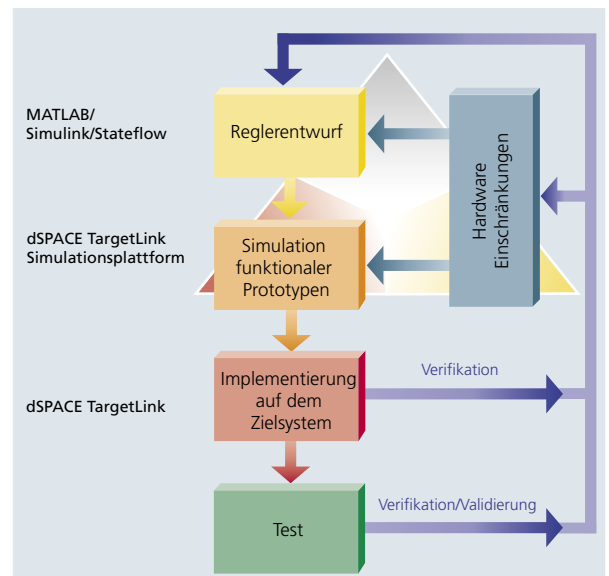
Der resultierende Code wurde auf dem Zielprozessor eingesetzt und sowohl in der HIL-Umgebung als auch in der fahrzeugbasierten Umgebung getestet.

Antworten in kurzer Zeit

Während einer Simulation wurde mehr als nur simuliert. Durch die Einbindung verschiedener Entwicklungsbau- steine konnten wir die unterschiedlichen Varianten von Prozessoren, Elektronik und Sensoren bewerten. Dafür wurden keine Standard-Testroutinen eingesetzt, vielmehr wurde jede Lösung für die jeweiligen Zielkomponenten optimiert. Etwaige Bedenken, wonach es zu Konflikten zwischen den Kosten einerseits und Leistung, Optionen oder Funktionalitäten andererseits kommen könnte, wurden schnell ausgeräumt, und die notwendigen Entscheidungen konnten stets auf Basis der Entwurfsanforderungen getroffen werden.

*Dennis Plunkett,
System Engineer
PBR Australien*

▼ *Leistung und Ressourcen wurden gemessen, um die bestmögliche Kombination aus Prozessor und Sensoren für den Reglerentwurf zu finden.*



PBR ist ein Tochterunternehmen der Pacifica Group Ltd. und ist Australiens führender Zulieferer von Technologie für Bremssysteme. Im Jahr 2004 wurde PBR die Auszeichnung "SAE Australasia's Gold Award for Automotive Engineering Excellence" für den Entwurf und die Entwicklung der elektronischen Feststellbremse ePark verliehen, siehe www.pbr.com.au
RABiT ist eine Entwicklungskooperation im Bereich By-Wire-Technologie und Fahrtdynamikforschung, siehe www.rabit.com.au