



Wenn Ford-Ingenieure ihr neues Batteriemanagementsystem zur Serienreife bringen, ist hohe Produktivität entscheidend

Energiegeladen: Fusion Hybrid

Die Regelsoftware für das Batteriemanagementsystem des 2010 Ford Fusion Hybrid wurde komplett mit modellbasiertem Entwurf und automatischer Seriencode-Generierung entwickelt. Projektleiter Jim Swoish erläutert wie die Entwicklung verlief und was erreicht wurde.



Jim Swoish ist HEV HV Battery Controls & Software Supervisor bei Ford in Dearborn, Michigan, USA.



„Bislang gibt es keine Probleme aus dem Feld, die auf TargetLink zurückzuführen sind.“

Jim Swoish, Ford

Bitte beschreiben Sie das Entwicklungsprojekt für die Batteriesoftware!

Unser Hauptziel war die hausinterne Entwicklung eines Batteriemanagementsystems für den 2010 Fusion Hybrid. Wir wollten das Wesentliche, das Regelsystem an sich, selbst entwickeln. Dies erlaubte es, die Batteriezellen und die anderen Komponenten separat zu beschaffen, was Ford einen bedeutenden strategischen Vorteil verschaffte. Zudem waren wir dadurch in der Lage, das Batteriemanagement und das Fahrzeugregelsystem zu optimieren und so den Energieverbrauch zu reduzieren. Das war ein wesentlicher Faktor, um die Marke von 41 MPG (Miles per Gallon, ~5,75 l / 100 km) zu erreichen, was den Fusion Hybrid seinerzeit zum effizientesten Mittelklassefahrzeug der USA machte.

Welche Neuerungen gab es im Projektablauf?

Für Ford gab es da gleich zwei Premieren! Es war das erste Mal, dass Software für ein Regelungsmodul für die Hybridbatterie intern

entwickelt wurde – wobei die Funktionssicherheit entscheidend ist – und das erste Mal, dass mit modellbasierter Entwicklung automatisch serienreife Software für eine Fahrzeugreihe generiert wurde.

Wie sah der Entwicklungsprozess aus?

Wir setzten dabei ganz auf den modellbasierten Entwurf und die automatische Seriencode-Generierung. So waren die Ingenieure in der Lage, sich auf die Entwicklung und den Test der sicherheitskritischen Systeme zu konzentrieren, und das ohne mühsame Handprogrammierung. Dies beschleunigte den gesamten Entwicklungsprozess und sparte Ressourcen. Weil wir den Code von Grund auf entwickelten, also ohne auf Legacy-Code zurückzugreifen, mussten wir auch alle Aspekte des Batteriemanagementsystems neu entwickeln. 80-85% des gesamten Codes haben wir automatisch generiert. Einzige Ausnahme sind die Lower-Level-Routinen wie I/O-Treiber; diese haben wir weiterhin handcodiert. Unsere Ziel-Hardware hatte einen



Das Team, das mit der Entwicklung und dem Test des Batteriemanagementsystems betraut war.

„Wir haben uns für modellbasierten Entwurf und Autocoding mit TargetLink entschieden, um in kürzerer Zeit mehr zu entwickeln. Ziel erreicht!“

Jim Swoish, Ford

32-Bit-Fließkomma-Mikroprozessor, der für diese Aufgabe absolut ausreichend war.

Wie groß war Ihr Team und wie lange dauerte die Entwicklung?

Im Durchschnitt arbeiteten 4 Teammitglieder direkt an der modellbasierten Entwicklung und Codegenerierung und 10 weitere Teammitglieder an Aufgaben wie den Anforderungen, der Handprogrammierung der Lower-Level-Routinen, Hardware-in-the-Loop (HIL)-Systemen und der Entwicklung modellbasierter Prozesse und Best Practices für die Optimierung sämtlicher Abläufe. Der Startschuss für das Projekt fiel Anfang 2006. Anfang 2009 ging der 2010 Ford Fusion Hybrid in Serie. Das US-amerikanische Automagazin Motor Trend wählte den Fusion zum Auto des Jahres 2010, zudem erhielt er Dutzende weitere Auszeichnungen. Unser Projektteam erhielt den Henry Ford Excellence Award.

Und das alles mit TargetLink?

Ja, das Batterieteam setzte TargetLink für den gesamten Prozess ein, vom Funktionsentwurf bis zur Software-Implementierung. Ein Vorteil der modellbasierten Entwicklung war die Möglichkeit zur frühen Verifikation mittels Simulation. TargetLink vereinfachte den Testprozess enorm durch die nahtlose Simulationsumgebung für Model-in-the-Loop (MIL)- und Software-in-the-Loop (SIL)-Tests. Besonders die Möglichkeiten zum Umschalten zwischen den Modi und zum Vergleich von Ergebnissen sind sehr komfortabel und erleichtern das Verständnis dafür, ob sich der generierte Code wunschgemäß verhält.

Welche Modellierungsrichtlinien haben Sie angewandt?

Am Anfang nahmen wir bereits bestehende Richtlinien, haben dann aber unsere eigenen entwickelt. Dadurch fällt es Entwicklern leichter, für ähnliche Funktionalitäten gemein-

same Strukturen beizubehalten. Die Vorgabe klarer Richtlinien sorgt dafür, dass man selbst bei sehr "exotischen" Features nicht mehr erkennen kann, dass mehrere Personen an unterschiedlichen Teilen gearbeitet haben.

Haben Sie die Möglichkeiten des dSPACE Data Dictionarys genutzt?

Ja, sogar ausgiebig! Denn es ist entscheidend, das Data Dictionary zu pflegen und Check-out- und Check-in-Vorgänge ordnungsgemäß durchzuführen. Zudem haben wir strenge Benennungsregeln und einen formalen Änderungsverfolgungsprozess aufgestellt.

Welchen Herausforderungen standen Sie gegenüber?

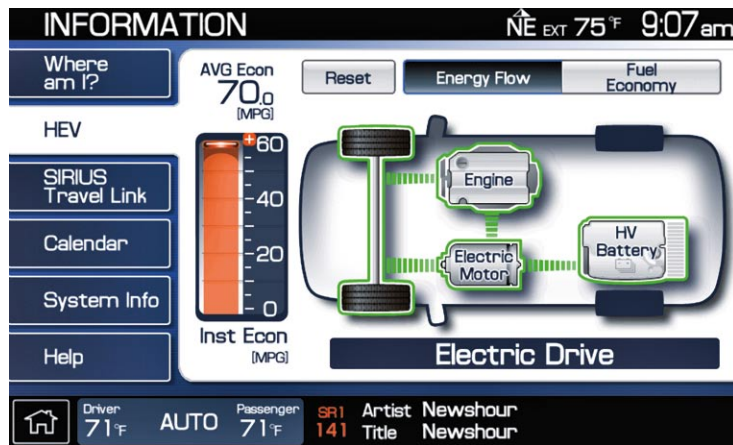
Zu den größten Herausforderungen gehörte der Einsatz einer Software-Management- und Archivierungsdatenbank. Die meisten dieser Tools sind für Textdateizusammenführung und Branching ausgelegt.

Mit TargetLink hat Ford-Mitarbeiter Michael Schamber alles unter Kontrolle.



Steckbrief Ford Fusion Hybrid

- 2,5 l / 152 PS Ottomotor
- Permanentmagnetenerregter Synchronmotor, 106 PS
- 275 Volt Nickel-Metallhydrid-Batterie (NiMH)
- Full-Hybrid
- Regeneratives Bremsen



Instrumentpanel mit Energieflussanzeige im Ford Fusion Hybrid.

Das Modell als Master einzusetzen, brachte anfänglich einige Herausforderungen mit sich. Anschließend sollte ein automatisiertes Build-Tool entwickelt werden, das mit allen Schritten des Auto-Code-Compilings, Linkings etc. umgehen musste. Und jetzt sind wir per Knopfdruck in 30 Minuten von einem kompletten Modellsatz bei einer HEX-Datei.

Wie war Ihre Erfahrung mit TargetLink?

Sehr gut. Wir hatten nur wenige kleine Probleme mit dem Tool während der Entwicklung, aber keines davon hielt das Projekt auf. Der Support war äußerst kompetent und half uns schnell weiter. Mit einer geeigneten Modellstruktur und Namenskonventionen für Variablen ist der Code sehr leicht lesbar und strukturiert. Die Code-Effizienz ist gut und zusammen mit den Best Practices konnten wir sie noch steigern. Der Hauptgrund für die Entscheidung zur modellbasierten Entwicklung per Auto-Code, war es, ein größeres Entwicklungspensum in kürzerer Zeit und mit weniger Mannstunden zu bewältigen. Und das haben wir geschafft. Bis heute gibt es keine Probleme aus dem Feld, die auf die modellbasierte Entwicklung oder Codegenerierung mit TargetLink zurückzuführen sind.

Werden Sie TargetLink auch in weiteren Projekten einsetzen?

Ja, die nächste Generation von Batterien und Regelsystemen ist bereits auf einem sehr guten Weg – wieder mit TargetLink. Wir werden auch in Zukunft den Grad an Automatisierung und Testabdeckung im Prozess weiter erhöhen. Ganz aktuell bauen wir gerade die MIL- und SIL-Testmöglichkeiten weiter aus. Unser Ziel ist es, die auf HIL-Ebene gefundenen Fehler früh auf Null zu reduzieren. Die Messlatte liegt also hoch, aber wir haben in den letzten 4 Jahren auch bereits enorme Fortschritte gemacht.

Herzlichen Dank für das Gespräch, Herr Swoish!

Der Ford Fusion basiert auf der zweiten Generation der Hybridtechnologie.

