



CAN tools – damals und heute

Von der Analyse bis zum komplexen Multibus-Entwicklungs- und Simulationswerkzeug

Die Möglichkeiten eines Bussystems lassen sich nur ausreizen in Verbindung mit leistungsfähigen Software-Werkzeugen für Entwicklung, Diagnose und Support. Parallel zum Aufstieg und zur Verbreitung des CAN-Busses hat sich daher eine bedeutende Infrastruktur aus Werkzeugen für Busanalyse, Verwaltung von Kommunikationsdaten, Entwicklung und Simulation von Busknoten und vieles mehr etabliert. Dieser Beitrag zeigt Ausschnitte von den bescheidenen Anfänge der CAN-Tools und den einstigen Herausforderungen bis zum aktuell erreichten Stand und den sich abzeichnenden Trends für die Zukunft – aus Sicht eines Tool-Herstellers.

Als im Jahr 1990 die ersten Fahrzeuge mit CAN im Antriebsstrang in Serie gingen, waren selbst Fachleute überrascht von dem robusten und störungsfreien Betrieb, den das neue Bussystem im realen Einsatz bewies. Allerdings bereitete die Fehlersuche in den modernen Fahrzeugen Entwicklern und Werkstätten erhebliche Probleme. Das lag einerseits am mangelnden Know-how für Bustechnik und vernetzte Elektronik und andererseits vor allem am Fehlen geeigneter Werkzeuge zur Busdiagnose. Die Ratlosigkeit führte teilweise dazu, dass man Fahrzeuge zur Fehleranalyse zurück ins Werk schicken musste. Dort bemühten sich Entwicklungsingenieure mit Hilfe notdürftiger Werkzeuge darum, Fehler einzugrenzen und Vorgehensweisen zu dokumentieren. Das Arbeiten auf Bit-Ebene und mit Hex-Darstellungen war zu diesem Zeitpunkt ebenso ineffizient wie alternativlos.

Erstes ingenieurgerechtes CAN-Werkzeug

Die Ingenieure der Firma Vector Informatik erkannten diese Problematik sehr bald und begannen im Jahr 1991 mit der Entwicklung eines anwenderfreundlichen CAN-Werkzeugs für die Kraftfahrzeugbranche. Der Einsatzbereich der Software mit der einprägsamen Bezeichnung „CANalyzer“ deckte sowohl die Entwicklung als auch die Fehlersuche ab. Mit Fertigstellung des ersten Prototyps im Frühjahr 1992 erfuhr Vector aus der Presse von der Gründung des CAN in Automation (CiA) e. V., dessen ursprüngliche Wurzeln in der allgemeinen Automatisierung liegen. Nach der sofortigen Kontaktaufnahme mit Holger Zeltwanger trat Vector im April 1992 als sehr frühes Mitglied der CAN-Nutzerorganisation bei. Am Rande der iNet im Juni 1992 in Sindelfingen fand die erste CiA-Sitzung mit Beteiligung von Vector statt.

Gleichzeitig präsentierte das Unternehmen auf dieser Messe erstmals den CANalyzer der Öffentlichkeit, ein Werkzeug das Entwicklern endlich ein komfortables ingenieurgerechtes Arbeiten ermöglichte. Der Autor dieses Beitrags hielt auf CiA-Veranstaltungen und Schulungen in den folgenden Jahren regelmäßig Vorträge zum Thema CAN.

Unter MS-DOS: CAN-Fehlern auf der Spur

Die Rechner- und Softwarewelt unterschied sich damals erheblich von der heutigen. Als typische PCs waren IBM PC/AT-kompatible Rechner mit 80386-CPU, Taktfrequenzen um 25 MHz und 1 MByte RAM verbreitet, während das Betriebssystem der Wahl MS-DOS hieß. Auch tragbare Rechner gab es damals schon, allerdings handelte es sich noch um richtig schwere „Kisten“, deren Anblick mehr an eine Nähmaschine erinnerte als an ein Computersystem (**Bild 1**). Nahezu zeitgleich mit der CANalyzer-Vorstellung



Bild 1: CAN-Bus-Analyse 1993: Compaq Portable mit ISA-CAN-Schnittstellenkarte

kam Anfang 1992 Microsoft Windows 3.1 auf den Markt, dessen Vorgängerversionen sich für technische Software mit Echtzeitanforderungen als viel zu langsam und unzuverlässig erwiesen hatten.

Das CAN-Werkzeug von Vector war daher noch MS-DOS basiert, hatte jedoch ein schnelles selbst entwickeltes grafisches Bediensystem mit Fensterverwaltung, das sich bereits in für Bosch entwickelten Kalibrierungswerkzeugen bewährt hatte. Dies war ein entscheidender Vorteil gegenüber den textzeilenbasierten MS-DOS-Werkzeugen anderer Hersteller, da eine viel bessere Benutzerführung gegeben war. Die Installation war denkbar einfach: Der Anwender kopierte den rund ein Megabyte großen Disketteninhalt einfach in ein PC-Verzeichnis, wählte den richtigen Graphiktreiber aus (Herkules, EGA oder VGA) und startete eine EXE-Datei. Heute ist bereits ein einziges Digitalfoto rund viermal so groß wie die Installationsdiskette der ersten CANalyzer Version. Zur Busankopplung standen anfangs nur ISA-Karten von Bosch und Daimler-Benz zur Verfü-

gung. Für diese sicherte sich der Spezialist das Vertriebsrecht, um andere Anwender der CAN-Werkzeuge auch gleich mit der passenden Hardware zu versorgen.

„Spartanisch-fortschrittlich“ und frei programmierbar

Je nach Sichtweise lässt sich die erste Werkzeugversion einerseits als spartanisch, andererseits als ziemlich fortschrittlich charakterisieren. So war die Funktionalität der ersten Interface-Boards mit den sogenannten FullCAN Controllern (Intel AN82526) noch spürbar eingeschränkt. Sie erlaubten nur den Empfang von Botschaften, deren Identifier die Entwickler zuvor in die Objektliste der Controller eingetragen hatten. Für die damaligen Kfz-Steuergeräte war der darauf beruhende automatische Empfang von CAN-Botschaften durchaus von Vorteil, da die leistungsschwachen Mikrocontroller nicht unnötig belastet wurden. Universell einsetzbare CAN-Werkzeuge jedoch waren dadurch aber empfindlich beeinträchtigt. Fortschrittlich war dagegen die freie Programmierbarkeit des Werkzeugs. Die eigenentwickelte Programmiersprache CAPL versetzte Entwickler und Tester in die Lage, sowohl CAN-Busverkehr zu erzeugen als auch zu manipulieren. Mit Hilfe einfacher Scripte ließ sich so schon damals korrekter und auch fehlerhafter Datenverkehr zum Testen und Stimulieren von Prüflingen generieren.

Einen großen Komfortgewinn brachten bereits ein Jahr später in 1993 Interface-Karten, die speziell für CAN-Werkzeuge entwickelt worden waren. Sie arbeiteten mit einfacheren CAN-Controllern und konnten alle Botschaften empfangen. Dazu waren dann wiederum „leistungsfähige“ Mikrocontroller auf den Karten notwendig. Auch wenn es heute unverständlich klingen mag, so war es zu dieser Zeit eine gewaltige Herausforderung, die Daten zweier High-speed-CAN-Busse mit 1 Mbit/s und 100 Prozent Buslast ohne Botschaftsverlust an den PC zu übergeben.

Rationelles Verwalten von Netzwerk-Daten und Netzwerk-Simulationen

Eine wesentliche Verbesserung von Bedienung und Komfort brachte den Vector Werkzeugen im gleichen Jahr die Implementierung der Datenbasis CANdb. Sie dient zum Speichern und Verwalten sämtlicher Parameter, Botschaften und Signale von fest projektierten CAN-Netzwerken. Insbesondere erlaubt das System für Botschaften und Signale die Verwendung symbolischer Bezeichnungen und unterstützt die Umrechnung von Bus-Rohdaten in physikalische Größen. Temperaturen beispielsweise lassen sich statt in kryptischen Binärwerten direkt in Grad Celsius präsentieren, von Codes die Aufzählungswerte (Enumerations) anzeigen und vieles mehr. CANdb versetzte die Anwender in die Lage, fortan mit aussagekräftigen und vertrauten Bezeichnungen zu arbeiten, so dass sie Codierungsdetails und unklare Datenfelder in Hexzahlen getrost vergessen konn-

ten. Auch andere Werkzeughersteller erkannten dies schnell, so dass sich CANdb in kurzer Zeit als De-facto-Industriestandard für fest projektierte CAN-Netzwerke etablierte.

Das Simulieren (noch) nicht vorhandener Steuergeräte samt Busverkehr bis hin zu kompletten Netzwerk-Topologien mit CANoe (CAN open environment) markiert 1995 einen weiteren Meilenstein in der Geschichte der CAN-Werkzeuge. Diese Restbussimulationen sind bei Steuergeräteentwicklungen die Voraussetzung für realitätsnahe Tests, die Erkenntnisse über das Verhalten und den Reifegrad des Prüflings liefern, auch wenn die endgültigen Umgebungen noch gar nicht existieren. Inzwischen hatte sich Windows auch als das dominierende PC-Betriebssystem etabliert und die deutlich schnelleren Pentium-basierten Rechner erlaubten endlich auch dessen Einsatz im Tool-Bereich.

Vom spezialisierten CAN-Profil bis zum Multibus-Werkzeug

Durch die rasante Verbreitung des CAN-Busses sowohl im Automotive-Sektor als auch in Bereichen wie Fabrikautomation, Medizin-, Bahn- und Nutzfahrzeugtechnik oder der Luftfahrt hatten sich etliche CAN-basierende höhere Protokolle und Profile etabliert. Vector begegnete dieser Entwicklung mit einer Reihe protokollspezifischer Varianten seiner CAN-Werkzeuge. Zu den wichtigsten gehörten die Optionen SDS (Honeywell), DeviceNet (Allen Bradley) und CANopen (CiA) für die Automatisierungstechnik, J1939 für die Nutzfahrzeug-Branche sowie CANaero für die Luftfahrtindustrie.

Parallel dazu entwickelte die Automobilindustrie zunächst die spezialisierten Bussysteme LIN, MOST und FlexRay, die nicht mehr auf CAN basierten. Nun galt es, die vorhandenen CAN-Werkzeuge entsprechend zu erweitern und Anwendern die Möglichkeit zu geben, ihre Tests und Messungen in den Multibus-Umgebungen der modernen Fahrzeuge weiterhin mit dem ihnen vertrauten Werkzeug zu erledigen. Das hochgenaue Erfassen, Synchronisieren und Verarbeiten der zahlreichen Botschaften und Signale von den verschiedenen, parallel verwendeten Bussystemen zählt bis heute zu den größten Herausforderungen für einen Werkzeughersteller.

Mit CAN FD (CAN Flexible Data Rate) stellte Bosch im Jahr 2012 einen interessanten Nachfolger für das klassische CAN vor. Die wesentlichen Neuerungen sind eine von 8 auf 64 Bytes erweiterte Nutzdatenlänge sowie die Möglichkeit zum Umschalten auf deutlich höhere Datenübertragungsraten. Während CAN nach Meinung von Fachleuten noch mindestens 10 Jahre präsent sein wird, steht die Serieneinführung von CAN FD vor der Tür und die nächsten Fahrzeuggenerationen verschiedener Hersteller werden damit ausgestattet sein. Ein großer Vorteil von CAN FD besteht darin, dass es die bestehenden CAN-Konzepte wie Bus-

Arbitrierung, Botschaftskennung, Ereignissteuerung usw. beibehält und die Entwickler sich nicht mit einem gänzlich anderen Verhalten auseinandersetzen müssen. Analog gilt das auch für die Integration von CAN FD in die Werkzeuge.

Automotive Ethernet führt zu Paradigmenwechsel

Ein Umstieg auf Automotive Ethernet dagegen ist mit erheblichen Einschnitten in die gewohnten Arbeits- und Denkweisen verbunden. Die hohe Bandbreite von Ethernet ist unverzichtbar für intelligente ADAS-Anwendungen (Advanced Driver Assistance Systems) sowie das künftige autonome Fahren. Die Systeme bedienen sich sogenannter Umgebungsmodelle, die fortlaufend mit großen Datenmengen von Bordkameras, Radarsensoren usw. zu speisen sind. Statt mit Bussystemen hat man es bei Ethernet mit verteilten logischen Netzwerken aus zahlreichen Switches und elektrischen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zu tun. Sowohl von Netzwerk- und Steuergeräteentwicklern als auch von Werkzeugherstellern erfordert das vollkommen neue Herangehensweisen. Hinzu kommt die Bewältigung der ungleich größeren Datenvolumen.

Während die bisherigen Automotive-Netzwerke weitgehend statisch definiert sind, wird in künftigen Anwendungen und in Verbindung mit Ethernet darüber hinaus die serviceorientierte Kommunikation eine wichtige Rolle einnehmen. Das führt zu größerer Flexibilität und Wiederverwendbarkeit von Funktionseinheiten, neue Plattformen lassen sich quasi nach dem Baukastenprinzip zügig zusammensetzen. Beim Hochfahren verständigen sich die Steuergeräte dann darüber, welche Netzwerkteilnehmer an welchen Informationen interessiert sind und wer die Informationen liefern kann.

Was die Geschichte lehrt

Trotz aktueller Rechner mit Multikern-CPU's, etwa 1000 mal höheren Rechenleistungen und Speichergößen unterscheiden sich die Herausforderungen heute kaum von jenen



Bild 2: Netzwerkanalyse heute: Tablets bieten Mobilität und Performance

aus den CAN-Anfangstagen: Der Kampf um die Performance bleibt und die vorhandenen Ressourcen werden stets bis an die Grenzen ausgereizt. Die heutigen Werkzeuge müssen extreme Echtzeitanforderungen mit Reaktionsgeschwindigkeiten im Sub-Mikrosekundenbereich bewältigen und die benötigten Datenübertragungsraten liegen bei rund 100 MByte/s, also circa 1000 MBit/s (**Bild 2**). Auch hier begegnet uns wieder der Faktor 1000, wenn man an die 1 MBit/s der ersten CAN-Tools denkt. Gegenüber der einen Diskette mit dem ersten CANalyzer umfasst eine aktuelle CANoe/CANalyzer Vollinstallation mit allen Optionen ein Datenvolumen von über 3 GByte, was mehr als 2000 Disketten mit 1,44-MB Speicherkapazität entspräche.

Vector Informatik gratuliert dem CiA zum 25-jährigen Jubiläum seines Bestehens und bedankt sich für die stets gute Zusammenarbeit in all den Jahren. Welche Kommunikationssysteme die Zukunft in den nächsten 25 Jahren hervorbringen wird und wie die Datennetze dann aussehen mögen, darüber lässt sich nur spekulieren. CAN und vor allem CAN FD hat aber die Chance auch weitere Jahrzehnte eine wichtige Rolle zu spielen.

Übersetzung der Englischen Veröffentlichung im CAN Newsletter, Ausgabe 1/2017

Bildrechte:

Alle Bilder Vector Informatik GmbH

Über den Autor



Den CAN-Bus betreffend darf man **Martin Litschel** gewiss als einer der Pioniere bezeichnen. In den 1980er-Jahren hat er bei der Robert Bosch GmbH maßgeblich an der Definition des CAN-Protokolls und auch der ersten Halbleiterimplementierung mitgearbeitet und ab 1987 die Entwicklergruppe geleitet. Bereits ein Jahr später verließ er Bosch und gründete zusammen mit zwei Freunden die Vector Informatik GmbH. Bis 2014 war er dort als Geschäftsführer zuständig für die Hardware- und Netzwerk-Tool-Entwicklung. Heute ist er für Vector als Prokurist und für die Vector Stiftung als Stiftungsrat tätig.