

CANoe

차량 네트워크 설계, 시뮬레이션, 시험 및 검증

IP/Ethernet FlexRay UDS MOST
XCP/CCP K-Line Car2x SCOPE
J1587/J1708 AUTOSAR WLAN
AFDX ISO11783 LIN J1939 CANopen
ARINC8xx CAN/CAN FD
CANaerospace

CANoe

차량 네트워크 설계, 시뮬레이션, 시험 및 검증

인 쇄 | 2014년 10월 20일
발 행 | 2014년 12월 3일
저 자 | 이진우
발 행 인 | 박성규
편집책임 | 윤범진
디 자 인 | 최귀명
발 행 처 | 스마트앤컴퍼니(주)
주 소 | 서울시 영등포구 영등포로 122(당산동 2가, 대성빌딩 302)
전 화 | 02-841-0017, 팩스 | 02-841-0584
등록일자 | 2004년 6월 8일
등록번호 | 제 315-2008-009호
홈페이지 | www.smartn.co.kr/book
전자메일 | master@autoelectronics.co.kr

이 책은 저작권법에 따라 보호받는 저작물이므로 무단 복제를 금지하며 저작권자와 출판사의 서면 허락 없이는 어떠한 형태나 수단으로도 이 책의 내용을 이용하지 못합니다.

이 책은 베틀과 무관하며 필자 개인이 집필한 것임을 분명히 밝힙니다.

ISBN 979-11-86046-02-9

이 도서의 국립중앙도서관 출판시도서목록(CIP)은 서지정보유통지원시스템 홈페이지(<http://seqji.nl.go.kr>)와 국가자료공동목록시스템(<http://www.nl.go.kr/kolisnet>)에서 이용하실 수 있습니다.(CIP제어번호: CIP2014029689)

CANoe

차량 네트워크 설계, 시뮬레이션, 시험 및 검증

차량 네트워크의 태동부터 현재까지의 역사를 업데이트한 툴
OEM과 서플라이어가 가장 많이 사용하는 툴
차량 네트워크 개발의 표준으로 인정받는 툴

이건우 지음

감사의 글

독일 본사 근무를 시작하던 2011년은 약간 붐 떠 있었던 시간이었다. 낯선 환경에 적응해야 한다는 부담감도 있었고, 아이들 학교를 비롯해 독일에서 살기 위한 행정적인 절차가 처음 예상했던 것과는 많이 달라서 생활에 집중할 수가 없었기 때문이었다.

그렇게 2011년을 보내고 2012년을 맞이하면서 독일 동료들, 그리고 교포들과 친분을 쌓아갔다. 언제나 그렇듯이 시간이 주는 답은 정직했다. 퇴근 후 발코니에 앉아서 하늘과 산에 드리워지는 계절의 변화를 감상하며 맥주 한 잔 하는 것이 자연스러운 일상이 된 것은 분명 이 곳에 적응했음을 의미했다. 그렇게 2012년을 마무리하면서 자연스럽게 내 안에 도전 욕구가 발동하기 시작했다.

“뭔가 해볼 만한 일이 없을까?”

곰곰이 생각하던 차에 2010년에 품었던 생각이 떠올랐다. 한국에서 엔지니어들과 이야기를 하던 중 CANoe에 대한 한글 설명서가 필요하다는 것을 느꼈고, 그 느낌을 엔지니어들과 공유했던 적이 있다. 반응은 좋았다. 그래서 단순 번역서가 아닌 순수 한글 설명서를 만들어 보자고 생각했다. 하지만 바쁜 일상에 쫓겨 한 동안 기억의 한편에 접어두고 잊은 듯 살았다.

2013년 10월, 드디어 이뤄왔던 CANoe 책을 쓰기 시작했다. 목차를 정하고 책에서 설명할 기능을 분류했다. 그리고 책에 설명하지 않는 경우 독자에게 도움이 될 만한 방법으로 참고 자료를 언급하기로 하는 등 기본 전략을 수립했다. 무엇보다도 단순 설명이 가지는 무미건조함을 걷어내기 위해서 내가 가진 경험과 기능들의 상호 연관성을 잘 엮어서 설명하려고 했다. 또한 CANoe 데모를 통하여 실례를 독자가 따라해보게끔 CANoe 설치 시 제공되는 데모를 이용했다.

책의 수준은 CANoe의 기능을 설명하고 있으므로 입문서라고 할 수 있다. 또한 CANoe 경험자라도 필요한 기능을 찾아보거나 그 기능의 의미를 분명히 하고자 할 때 도움을 줄 수 있는 수준이다. 내가 가진 이런 의도가 이 책을 이용하는 엔지니어들에게 잘 전달되기를 바란다.

책을 출판할 즈음에 감사의 글을 쓰면서 소회를 적어볼 수 있어서 기쁘다. 독일에서 만난 김호현 형님과 식구들, 황학도 형님과 식구들, 성당 신부님과 수녀님, 그리고 많은 성당 형제자매들 덕분에 풍요로운 삶이었다. 이 지면을 빌어 감사를 전한다.

작년에 소천하신 아버지께서 이 책을 보셨다면 무척 기뻐하셨으리라 생각한다. 그래서 아쉬움이 한 없이 크다. 그래도 잘 견뎌주신 어머니께 이 책을 선물하게 되어 조금이나마 위안을 삼는다.

개인적으로 감사한 사람이 많다. 먼저 같은 회사의 독일 친구 요혼 노이퍼와 요하임 에플레에게 감사의 마음을 전한다. 또한 책 표지에 도움을 준 동료 김용성에게 고맙고, 이 책의 교정과 편집에 수고해 준 윤범진 편집장에게 감사를 전한다.

특히, 길지 않은 독일생활이었기에 시간상 여유롭지 못했을 텐데도 나와 아이들을 잘 보듬어 준 아내 은경에게 이 글을 빌어 사랑과 고마움을 전한다. 그리고 나에게 행복을 주는 큰아들 연형이와 작은아들 도형이에게 감사한다.

2014년 10월 이건우

저자의 말

CANoe가 차량 통신 네트워크의 설계, 분석, 시험 영역에 이르기까지 시장에서 표준 툴로 사용된 지 20년이 넘었다. 그 동안 CANoe는 세계의 많은 OEM들의 개발 요구 사항을 반영하고 OEM과 함께 검증하며 만들어졌고 업그레이드되었다. 현재도 여전히 그 과정을 통하여 발전하고 있다. 또한 차량 통신 표준을 가장 앞서 툴에 반영하면서 동작의 정확성과 신뢰성을 계속해서 확보해 나가고 있다.

CANoe가 한국에 소개된 지도 꽤 오랜 시간이 지났다. 하지만 한국의 엔지니어들이 손쉽게 참고할 만한 한글로 된 자료가 없는 실정이다. 이것이 이 책¹⁾을 쓰게 된 배경이다.

CANoe는 매우 많은 버스 시스템과 프로토콜을 지원한다. 책에 다 설명하기에는 너무 방대한 양이라 아쉽지만 이 책에서는 CANoe의 구조와 기본 기능들을 설명하는 데 중점을 두었다.

CANoe 구조를 알고 나면 CANoe 기능들의 상호 연관성을 파악할 수 있어서 쉽게 사용할 수 있을 것이다. 더불어 미려하나마 필자의 CANoe를 이용한 프로젝트 경험을 CANoe의 기능 설명에 추가하여 이해를 높이고자 했고, CANoe를 사용하는 방법을 소개함으로써 CANoe의 활용도를 향상시키고자 했다.

이 책은 CANoe V8.1 SP3를 기초로 집필되었으며, 다음과 같이 구성되어 있다.

제1장은 차량 네트워크의 발전 과정 속에서 CANoe의 탄생과 진화하는 역사를 소개한다.

제2장은 CANoe를 소개한다. 그리고 소프트웨어 구조와 기능을 설명한다. 또한 CANoe가 지원하는 버스 시스템, 프로토콜, 데이터베이스 포맷을 소개한다.

제3장은 CANoe를 설치하고 동작 시험하는 과정을 설명한다. 아울러 설치 후 생성된 폴더와 파일을 소개한다. 라이선스에 관해서도 설명한다.

제4장은 CANoe 실행 화면의 내용을 소개한다. 화면을 통하여 얻을 수 있는 정보를 확인해 보기 바란다.

제5장은 CANoe 메뉴를 설명한다. CANoe V8.1 SP3 을 기준으로 서브 메뉴까지 설명한다.

제6장은 CANoe의 기능 블록(function block)을 따로 모아서 설명한다. 이 기능 블록은 독립적인 단위 기능으로 다른 기능에서 호출하여 사용할 수가 있고 트리거, 필터, 제너레이터 기능 등이 있다.

¹⁾ 이 책은 백터와 무관하며 필자의 개인 저작물임을 분명히 밝힌다.

- 제7장**은 CANoe 따라 하기이다. CANoe를 처음 열어서 CANoe 구성을 만들고 실행시키는 과정을 자세히 설명한다. 이 부분을 가장 먼저 보는 것도 도움이 될 것이다.
- 제8장**은 CANoe의 분석 기능을 설명한다. 네트워크 메시지나 신호를 분석하는 다양한 기능을 소개한다.
- 제9장**은 CANoe의 로깅 기능을 설명한다. 분석 과정에서 데이터를 저장하거나 또는 저장된 데이터를 재생하는 방법들을 볼 수 있다.
- 제10장**은 CANoe의 테스트 기능을 기술한다. 테스트 케이스 생성과 실행, 보고서 작성에 관한 내용들이 있다.
- 제11장**은 CANoe가 네트워크를 시뮬레이션하는 방법을 설명한다. 시뮬레이션 기능을 좀 더 쉽게 알 수 있도록 CANoe 데모를 직접 해석하면서 설명한다.
- 제12장**은 CANoe의 진단 기능을 알려 준다. 진단 기능을 테스트하거나 시뮬레이션하는 방법을 소개하고 있으므로 도움이 될 것이다.
- 제13장**은 CANoe가 제공하는 프로그래밍 언어인 CAPL을 소개한다. CAPL 예제를 통하여 프로그래밍하는 방법과 CAPL 브라우저가 제공하는 기능들을 설명한다.
- 제14장**은 그래픽 사용자 인터페이스 방식으로 많이 쓰이는 CANoe의 패널 기능을 설명한다. 직관적인 GUI (Graphical User Interface)를 통하여 CANoe를 더 잘 활용할 수 있기를 바란다.
- 제15장**은 CANoe를 활용하는 방법 중 특화되고 매우 중요한 OEM 패키지를 소개한다. OEM 패키지가 무엇이고, 왜 필요하며, 어떻게 사용하는지를 알 수 있을 것이다.
- 제16장**은 CANoe를 실시간 시스템에서 사용하는 방법과 벡터가 제공하는 시스템을 알려준다. 실시간 시스템을 필요로 하는 경우에 많은 도움이 될 것이다.
- 제17장**은 CANoe의 기타 기능을 소개한다. 기능창을 배치하는 방법이나 데스크톱을 사용하는 방법, 시스템 최적화를 하는 방법 등을 소개한다.

설명 중에 좀 더 자세한 설명을 원하는 경우에 찾아볼 수 있도록 별도의 자료나 CANoe 도움말 부분을 표시하였으므로 참고하기 바란다.

향후 필자가 계획하는 것은 CANoe를 이용하여 CAN과 FlexRay 네트워크를 테스트하는 내용을 정리해 보는 것이다. 테스트의 내용 또한 매우 방대하므로 모든 경우를 다 설명하기는 어렵겠지만 공통적으로 요구되는 항목들에 대해서 구현 방법과 시스템을 설명할 것이다.

끝으로, 이 책이 한국 엔지니어들에게 작으나마 도움이 되기를 바라며 책이 가진 좋은 점이나 부족한 점은 언제든지 피드백을 주기 바란다.

독일 슈투트가르트에서

이건우

lkw@dreamwiz.com

목 차

1	CANoe 역사	17
2	CANoe 소개	19
2.1	개요.....	19
2.2	소프트웨어 구조(Software Architecture).....	20
2.3	CANoe의 기능.....	21
2.4	CANoe의 표준 기능	22
2.4.1	분석 기능	22
2.4.2	시뮬레이션 기능	23
2.4.3	진단 기능	26
2.4.4	테스트 기능	27
2.5	CANoe의 네트워크 신호 처리 방식	29
2.6	버스 시스템과 프로토콜.....	31
2.7	데이터베이스 포맷	31
2.8	CANoe 종류(variants)	32
3	CANoe 설치	35
3.1	설치.....	35
3.1.1	시스템 요구 사항	35
3.1.2	설치	35
3.1.3	설치 후 동작 시험.....	36
3.2	CANoe 옵션 설치	36
3.3	CANoe에서 사용하는 언어 변경.....	37
3.4	설치 폴더 및 파일	37
3.4.1	윈도우즈 시작 메뉴	37
3.4.2	CANoe 설치 폴더	38
3.4.3	CANoe 데모 폴더	38
3.4.4	CANoe 데이터 폴더	38
3.5	네트워크 인터페이스 하드웨어.....	39

3.6 라이선스(License)	39
3.7 CANoe 프로젝트 폴더 관리	40
4 CANoe 화면	43
4.1 제목 영역	43
4.2 메뉴 영역	44
4.3 데스크톱	44
4.4 상태 표시부	45
5 CANoe 메뉴	49
5.1 파일(File)	49
5.1.1 새 구성(New Configuration)	49
5.1.2 구성 불러오기(Load Configuration)	50
5.1.3 구성 저장하기(Save Configuration)	50
5.1.4 다른 이름으로 저장하기(Save Configuration As)	50
5.1.5 CANoe.DiVa 프로젝트 가져오기(Import CANoe.DiVa Project)	51
5.1.6 구성 개요(Configuration Overview)	51
5.1.7 사용된 파일들(Files Used)	51
5.1.8 데이터베이스 개요(Database Overview)	52
5.1.9 최근의 구성들(Recent Configurations)	52
5.1.10 종료하기(Exit)	52
5.2 보기(View)	52
5.2.1 측정 설정(Measurement Setup)	53
5.2.2 시뮬레이션 설정(Simulation Setup)	62
5.2.3 테스트 설정(Test Setup)	74
5.2.4 문서(Documents)	85
5.2.5 심벌 탐색기(Symbol Explorer)	86
5.2.6 시작값(Start Values)	87
5.2.7 패널(Panel)	88

5.2.8 자동 시퀀스(Automation Sequences)	88
5.2.9 신호 제너레이터와 신호 재생(Signal Generators and Signal Replay)	93
5.2.10 진단 기능창	97
5.2.11 기본 진단(Basic Diagnostics)	103
5.2.12 CAN 필터 블록(Filter Blocks)	105
5.2.13 VT 시스템 제어(System Control)	108
5.3 시작(Start)	108
5.4 구성(Configuration)	109
5.4.1 네트워크 하드웨어(Network Hardware)	110
5.4.2 WLAN 하드웨어(Hardware)	114
5.4.3 I/O 하드웨어(Hardware)	114
5.4.4 시스템 변수(System Variable)	117
5.4.5 매핑(Mapping)	120
5.4.6 패널(Panels)	122
5.4.7 진단/ISO TP 구성(Diagnostics/ISO TP Configuration)	123
5.4.8 시뮬링크 분석 모델(Simulink Analysis Models)	128
5.4.9 XCP/CCP	129
5.4.10 네트워크 관리(Network Management)	130
5.4.11 자립 모드(Standalone Mode)	131
5.4.12 사용자별 구성(Customize)	133
5.4.13 옵션(Options)	134
5.5 도구들(Tools)	139
5.6 창(Window)	141
5.7 도움말(Help)	141
6 CANoe 기능 블록(Function Block)	143
6.1 트리거	143
6.2 사용자 정의 트리거 조건(Set of user defined conditions)	146
6.3 필터 기능	147
6.3.1 채널 필터(Channel Filter)	147

6.3.2 이벤트 필터(Event Filter)	147
6.3.3 변수 필터(Variables Filter).....	148
6.4 신호 생성 기능	148
6.4.1 신호 패널(Signal Panel)	148
6.4.2 제너레이터 블록(Generator Block)	150
6.4.3 대화형 제너레이터 블록(Interactive Generator Block)	150
6.4.4 신호 제너레이터와 신호 재생(Signal Generators and Signal Replay)	153
6.4.5 심벌 패널(Symbol Panel).....	153
6.5 재생 블록(Replay Block)	154
6.6 CAPL 프로그램 기능 블록.....	156
7 CANoe 따라하기	157
7.1 CANoe 시작	157
7.2 네트워크 채널 설정	157
7.3 네트워크 노드 만들기	158
7.4 시뮬레이션 환경: 시스템 변수 만들기	158
7.5 시뮬레이션 환경: 패널 만들기	159
7.6 시뮬레이션 환경: CAPL로 노드 살리기	160
7.7 동작 시험 및 데이터 측정	162
7.8 데이터베이스를 활용하자.....	163
8 CANoe 분석 기능	167
8.1 분석 기능의 개념(concept)	167
8.2 CANoe의 일반적인 분석 기능들	167
8.2.1 측정 설정(Measurement Setup).....	167
8.2.2 쓰기(Write)	167
8.2.3 트레이스(Trace)	169
8.2.4 데이터(Data)	181
8.2.5 그래픽창(Graphics Window)	186

8.2.6	상태 추적기(State Tracker)	194
8.2.7	프레임 히스토그램(Frame Histogram)	197
8.2.8	시뮬링크 모델 보기(Simulink Model Viewer)	198
8.3	CAN 버스 시스템 전용 분석 기능들	198
8.3.1	CAN 통계(Statistics)	198
8.3.2	CAN 스코프(Scope)	200
9	CANoe 로깅(logging) 기능	203
9.1	로그 파일 만들기	203
9.1.1	로깅 파일 구성(Logging File Configuration)	203
9.1.2	로그 파일 내용	204
9.2	로그 파일 재생하기	205
9.3	로그 파일 포맷 변환	206
9.4	로그 파일 활용	208
10	CANoe 테스트 기능	209
10.1	테스트 기능의 개념(concept)	209
10.2	테스트 유닛	211
10.3	테스트 모듈	212
10.3.1	CAPL 테스트 모듈	212
10.3.2	XML 테스트 모듈	215
10.3.3	.NET 테스트 모듈	217
10.4	테스트 보고서	219
10.4.1	파일 타입	219
10.4.2	테스트 보고서의 내용	219
10.4.3	테스트 보고서의 내용 편집	220
10.5	테스트 전용 서비스	221
10.5.1	제약(constraints)과 조건(conditions) 기능	221
10.5.2	테스트 서비스 라이브러리(Test Service Library)	223

10.5.3 테스트 특성 함수(Test Feature Set Functions)	223
10.5.4 테스트용 OEM 모델링 라이브러리(Modeling Library)	224
10.6 테스트 모듈 자동 생성	224
11 CANoe 시뮬레이션 기능	225
11.1 시뮬레이션 기능의 개념	225
11.2 시뮬레이션 노드 구성	225
11.3 시뮬레이션 데모 해석	227
11.4 CANoe 시뮬레이션 구현에 도움이 되는 자료	235
12 CANoe 진단 기능	237
12.1 진단 기능의 개념	237
12.2 진단 시험	237
12.2.1 CAPL 진단 테스트 모듈	237
12.3 진단 시뮬레이션	239
12.3.1 진단기 시뮬레이션	239
12.3.2 ECU의 진단 기능 시뮬레이션	240
13 CAPL	243
13.1 CAPL이란?	243
13.2 CAPL 브라우저	244
13.3 컴파일러	245
13.4 브라우저 트리(Browser Tree)	246
13.4.1 Includes	246
13.4.2 Variables	246
13.4.3 System	246
13.4.4 Value Objects	249
13.4.5 CAN	250

13.4.6 Diagnostics	252
13.4.7 Functions	253
13.5 CAPL 편집기	253
13.6 CAPL 함수 탐색기	257
13.7 심별 탐색기	258
13.8 CAPL 프로그래밍 팁	258
14 CANoe의 패널	259
14.1 패널 에디터(Editor) 사용	259
14.2 패널 디자이너(Panel Designer) 사용	259
14.2.1 패널 디자이너 화면	260
14.3 패널 만드는 과정	261
14.4 패널의 컨트롤	261
14.5 패널을 CANoe에 적용하는 방법	261
14.6 패널 디자이너 사용 팁	262
14.7 다른 패널 사용	263
14.7.1 CANoe와 어떻게 동작하는가?	263
14.7.2 예제	263
15 CANoe OEM 패키지	265
15.1 OEM 패키지가란 무엇인가?	265
15.2 OEM 지원 현황	266
15.3 효과	267
16 CANoe를 실시간 시스템에서 사용하기	269
16.1 CANoe의 실시간 시스템 소개	269
16.2 CANoe RT 시스템	270
16.2.1 시스템 구조	270

16.2.2 CANoe RT 서버	271
16.2.3 CANoe RT 사용자	271
16.2.4 자립 모드(Standalone Mode)	272
16.2.5 CANoe에서 설정하기	272
16.3 VN8900	273
16.3.1 시스템 구조	273
16.3.2 자립 모드(Standalone Mode)	274
16.3.3 VRTB 기능	274
16.3.4 CANoe에서 설정하기	275
16.4 VT6000	275
16.4.1 시스템 구조	275
16.4.2 자립 모드(Standalone Mode)	276
16.4.3 CANoe에서 설정하기	276
16.5 카플온보드(CAPL-on-Board)	276
16.5.1 시스템 구조	276
16.5.2 CANoe에서 설정하기	276
17 CANoe 기타 기능	277
17.1 데스크톱(Desktop)	277
17.2 기능창 배치 및 사용 방법	278
17.3 툴바(Toolbar)	280
17.4 CANoe 사용 환경 최적화	280
17.5 CANoe COM 서버(server)	280
용어 색인	281
참고 자료	290

그림목차

[그림 1] CANoe의 구조·····	20
[그림 2] 분석 기능 개념도·····	22
[그림 3] 시뮬레이션 기능 개념도·····	23
[그림 4] 테스트 기능 개념도·····	28
[그림 5] 라이선스 보기·····	39
[그림 6] CANoe 화면·····	43
[그림 7] CANoe 메뉴 영역·····	44
[그림 8] CANoe 데스크톱·····	44
[그림 9] CANoe 상태표시부·····	45
[그림 10] 파일 메뉴·····	49
[그림 11] 보기 메뉴·····	53
[그림 12] 측정 설정(Measurement Setup)·····	53
[그림 13] 시뮬레이션 설정·····	63
[그림 14] 테스트 유닛의 설정창과 실행창·····	76
[그림 15] 테스트 모듈의 설정창 및 실행창·····	79
[그림 16] 문서창/Documents)·····	86
[그림 17] 심벌 탐색창·····	87
[그림 18] 시작값창·····	87
[그림 19] 자동 시퀀스·····	89
[그림 20] 비주얼 시퀀스·····	90
[그림 21] 매크로·····	92
[그림 22] .NET 스니펫·····	93
[그림 23] 신호 제너레이터·····	94
[그림 24] 신호 재생창·····	96
[그림 25] 패널의 신호 제너레이터·····	96
[그림 26] 대화형 진단 콘솔·····	98
[그림 27] 폴트 메모리·····	100
[그림 28] OBD 창·····	102
[그림 29] 기본 진단창·····	104

[그림 30] CAN 필터 블록	105
[그림 31] 시작 메뉴	109
[그림 32] 설정 메뉴	110
[그림 33] 네트워크 하드웨어 구성	111
[그림 34] 벡터 하드웨어 구성	113
[그림 35] VT 시스템	115
[그림 36] 기타 하드웨어 설정	117
[그림 37] 시스템 변수 설정	119
[그림 38] 매핑(mapping) 구성창	121
[그림 39] 패널 사용 환경 구성	122
[그림 40] 진단/ISO TP 구성	123
[그림 41] 진단 디스크립션 추가	125
[그림 42] XCP/CCP 구성	129
[그림 43] 네트워크 관리 설정	131
[그림 44] 자립 모드	132
[그림 45] 툴 메뉴	139
[그림 46] 창 메뉴	141
[그림 47] 도움말 메뉴	142
[그림 48] 트리거 구성	143
[그림 49] 사용자 정의 트리거 조건 설정	146
[그림 50] 채널 필터	147
[그림 51] 변수 필터 - 통과 필터	148
[그림 52] 네트워크 패널	149
[그림 53] 노드 패널	150
[그림 54] 대화형 제너레이터 블록	150
[그림 55] 심벌 패널	153
[그림 56] 재생 블록	154
[그림 57] 시스템 변수 생성 결과	159
[그림 58] CANoe 따라 하기 결과	162
[그림 59] 데이터베이스 작성 결과	164
[그림 60] CANoe 따라 하기 결과 - 데이터베이스 이용	166

[그림 61] 쓰기창	168
[그림 62] 트레이스창	169
[그림 63] 데이터창	181
[그림 64] 그래픽창	187
[그림 65] 상태 추적기창(State Tracker)	194
[그림 66] 프레임 히스토그램창.....	197
[그림 67] CAN 버스 통계창	198
[그림 68] 로깅 파일 구성	203
[그림 69] 신호 로깅 구성	205
[그림 70] 로그 파일을 재생하기 위한 설정	206
[그림 71] 로그 파일 변환 기능.....	207
[그림 72] 테스트 실행 단위의 구조.....	210
[그림 73] vTESTstudio 화면	211
[그림 74] CAPL 테스트 모듈 구성	212
[그림 75] CAPL 테스트 모듈 예시	214
[그림 76] XML 테스트 모듈 구성	215
[그림 77] XML 테스트 모듈 예시	216
[그림 78] .NET C# 테스트 모듈 예시	218
[그림 79] 테스트 보고서 예시	220
[그림 80] 시뮬레이션 노드 구성	225
[그림 81] 네트워크 PowerTrain 시뮬레이션 예시	228
[그림 82] CAPL 진단 테스트 모듈 예시	238
[그림 83] 진단기 시뮬레이션의 CAPL 예제	240
[그림 84] ECU의 진단 기능 시뮬레이션 CAPL 예제	241
[그림 85] CAPL 브라우저	245
[그림 86] 패널 디자이너 화면	260
[그림 87] CANoe 실시간 시스템 CANoe RT 시스템.....	270
[그림 88] CANoe 실시간 시스템 VN8900.....	273
[그림 89] CANoe 실시간 시스템 VT6000.....	275

표 목차

[표 1] CANoe 지원 버스 시스템과 프로토콜	31
[표 2] CANoe가 지원하는 데이터베이스 포맷	31
[표 3] CANoe 설치 시 요구되는 PC 사양	35
[표 4] 쓰기창과 관련된 상태 아이콘	46
[표 5] 표준 모델링 라이브러리	266

1 CANoe 역사

벡터(Vector Informatik GmbH)는 1988년 4월 3명의 공동 설립자에 의해 자동차 도시로 유명한 독일 슈투트가르트(Stuttgart) 근교의 디칭겐(Ditzingen)에서 출범했다. 회사의 초창기 사업 분야는 수치 제어(NC: Numerical Control) 기계를 위한 소프트웨어 제공이었다. 회사 이름인 벡터는 복잡한 벡터 계산을 할 수 있는 소프트웨어라는 의미를 함축하고 있다.

벡터가 설립된 그 해, 인텔(Intel)이 세계 최초로 CAN(Controller Area Network) 컨트롤러 AN82526을 출시했으며 그로부터 CAN 네트워크가 실제로 구현되기 시작했다. CAN 프로토콜은 1983년 보쉬(Robert Bosch GmbH)에 의해 개발이 시작됐으며, 1986년 SAE(Society of Automotive Engineers)에 의해 공식적인 프로토콜로 채택됐다. AN82526은 이 프로토콜을 적용한 첫 번째 제품이다.

CAN 버스는 직물 기계(weaving machine)에 처음 적용됐다. 이후 버전 업그레이드가 거듭되면서 마침내 1991년 현재 차량 영역에서 표준으로 적용되고 있는 CAN 2.0이 발표됐다. 같은 해 벡터는 다임러 벤츠에 CAN 버스의 데이터를 측정할 수 있으며 에러 생성 기능을 갖춘 CANalyzer 개념을 제시했고 1992년 도스(DOS) 버전 1.0을 출시했다. GUI(Graphical User Interface)를 제공하는 CANalyzer는 기존 툴보다 좋은 반응을 얻으며 시장에서 자리를 잡아갔다.

CAN 버스는 CiA(CAN in Automation) 결성과 함께 CAN 프로토콜의 레이어 1(layer 1: physical layer)과 레이어 2(layer 2: data protection layer)를 표준화한 ISO 11898의 발표로 점차 사용 영역이 확대됐다. 벡터는 1992년 CiA 창립 직후 회원으로 가입했다.

벡터는 CANalyzer를 고객의 요구 사항과 추가 사양을 반영하여 버전 업그레이드를 했으며, 1994년 12월 드디어 CAN 네트워크 솔루션의 아이콘이 된 CANoe v1.0을 출시했다. CANoe는 CAN Open Environment의 약어로 CAN 네트워크 환경을 제공한다는 의미를 담고 있다. 물론 지금은 CAN을 비롯한 많은 다른 종류의 네트워크 환경을 제공한다.

CANalyzer는 CAN 데이터 측정, 에러 발생, 메시지 생성 등의 기능으로 ECU(Electronic Control Unit)의 기능 검증 및 데이터 분석에 최적화된 툴인 반면, CANoe는 CANalyzer 기능을 가지면서 추가로 네트워크 전체를 설계하고 검증할 수 있는 시뮬레이션 기능을 제공한다. 이 기능을 통하여 다양한 모습의 외부 입출력 환경, 서로 다른 네트워크 간 동작, 실시간 이벤트 처리, 네트워크가 요구하는 NM(Network Management) 등의 동작을 실제 사용 환경과 동일하게 시뮬레이션할 수 있다. 1999년에는 CANoe v2.5가 출시되면서 2채널 이상을 제공하기 시작했다.

벡터는 MOST 코퍼레이션(MOST Cooperation) 회원으로서 MOST(Media Oriented Systems Transport) 솔루션을 제공한다. 2000년에는 LIN 컨소시엄과 FlexRay 컨소시엄에 가입하면서 CANoe/CANalyzer는 멀티 버스(multi-bus)에 대응하기 시작했다. 그리고 2001년 CANoe v3.2부터는 모든 종류의 버스를 지원하게 됐다.

2004년 CANoe v5.0은 TFS(Test Feature Set)와 진단 기능(diagnostic feature)이 추가됨으로써 현재와 같이 네트워크 설계부터 시험/검증에 이르는 개발 전 과정에 사용될 수 있게 됐다. 따라서 사용 영역 또한 확장됐다. 벡터는 2003년 7월에 설립된 AUTOSAR(AUTomotive Open System ARchitecture) 컨소시엄에도 프리미엄 멤버(premium member) 자격으로 참여하고 있다. 같은 해 일본 자동차 업계는 JasPar(Japan automotive software Platform and architecture)를 설립한다. 벡터는 JasPar의 정회원이기도 하다.

2008년에는 이더넷 기반 네트워크를 CANoe/CANalyzer 옵션 IP로 지원하기 시작했다. 그리고 차량 ECU의 전압과 전류를 측정하고, 필요한 전압을 공급하며, 센서 시뮬레이션과 PWM을 제공하는 VT 시스템을 발표하면서 CANoe와 결합하여 HIL(Hardware-In-the-Loop) 시스템을 구현할 수 있게 됐다.

2009년에는 무선 통신을 이용한 Car2x 기능을 CANoe/CANalyzer 옵션 Car2x로 지원하기 시작했다. 참고로 유럽에서는 Car2x, 미국에서는 V2V라는 용어를 사용한다. 그리고 CANoe 옵션 LIN v7.2에서는 LIN 2.1에 대한 적합성 테스트(conformance test) 기능을 제공한다.

2010년은 세계 경제가 침체로부터 완전히 벗어나지 못하면서 OEM이나 서플라이어(supplier)가 네트워크 표준 활동보다는 양산 제품 개발에 집중하는 양상을 보였다. 반면 항공 분야에서는 CAN 네트워크에 더 많은 관심을 갖게 됐다. 이에 따라 벡터는 항공 프로토콜 ARINC를 CANoe/CANalyzer에 구현했다. 또한 VN8900이라는 네트워크 인터페이스를 개발하여 CANoe RT(Real Time)를 구현했다. CANoe에서 실시간이 요구되는 시뮬레이션이나 테스트 기능을 PC에서 실행하는 대신 임베디드 시스템에서 동작하도록 설계한 것이다. 한 걸음 더 나아가 PC의 CANoe를 VN8900으로 다운로드한 후 PC 없이 VN8900만으로 시뮬레이션이나 테스트를 수행할 수 있는 기능도 제공함으로써 네트워크 개발 신뢰성을 향상시켰다. 뿐만 아니라 전기차 충전 기술에 사용하는 프로토콜을 지원하도록 CANoe/CANalyzer 기능을 확대해 나갔다.

2012년에는 자동차에 이더넷(Ethernet)을 적용할 수 있는 브로드알-리치(BroadR-Reach)라는 새로운 기술이 소개됐다. 한편 보쉬는 CAN 버스의 대역폭을 조절할 수 있는 통신 프로토콜 CAN FD를 발표했다. 벡터는 이더넷을 기반으로 하는 항공 분야의 통신 방식인 AFDX (Avionics Full-Duplex Switched Ethernet)를 CANoe/CANalyzer 옵션으로 적용했다.

2013년 9월 CANoe v8.0이 출시됐다. v8.0은 그 이전 버전과 비교하여 화면 구성과 GUI의 세련된 변화, 데이터 분석을 위한 필터 기능 강화, CAPL 브라우저 개선 등 많은 변화가 있었다. 아울러 CAN FD를 적용하기 시작했다. 2014년 7월 현재 CANoe 8.2 SP2에 이르고 있다.

2 CANoe 소개

2.1 개요

자동차는 단순한 기계적 조립품에서 한층 진화하여 인공지능(AI: Artificial Intelligence)을 갖춘 첨단 장치로 거듭나고 있다. 그 변화를 이끄는 기술이 ECU(Electronic Control Unit)이다. 차량에는 이미 수십 개의 ECU가 장착되어 있고 ECU 간에는 통신 네트워크가 존재한다. ECU는 네트워크를 통하여 상호 동작 하면서 차량을 더 안전하고 효율적으로 제어한다. 따라서 ECU와 네트워크 개발은 이미 차량의 중요한 요소가 되었으며, 이에 필요한 툴 또한 높은 신뢰성과 다양한 기능을 요구하고 있다. 벡터의 CANoe는 이러한 요구에 부합하는 툴로서 OEM과 서플라이어들이 오랜 기간 사용해 왔다.

벡터는 무엇보다도 네트워크 및 시험 표준 활동에 적극적으로 참여하고 있으며 그 결과를 CANoe에 반영하고 있다. 또한 여러 OEM과 상호 협력 관계 속에서 실제 구현되는 기술들을 CANoe에 지속적으로 반영하고 있다.

CANoe는 차량 ECU가 필요로 하는 기능인 데이터 분석 기능, 테스트 항목 생성 및 자동 실행 기능, 진단 기능, 시뮬레이션 기능을 제공한다. 이 기능들을 이용하여 ECU 개발을 비롯해 차량 네트워크 개발에 이르기까지 다양한 목적에 사용할 수 있다.

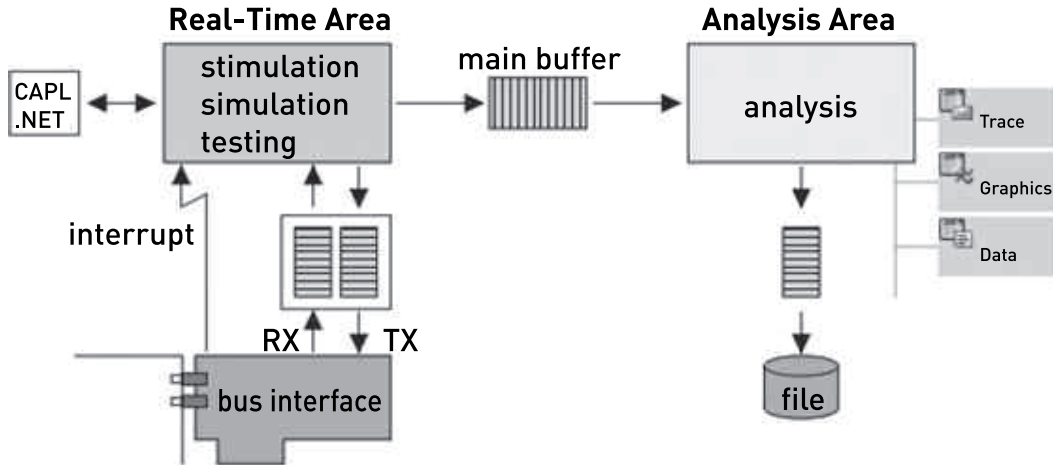
CANoe는 현재 차량에서 사용되고 있는 거의 모든 종류의 버스 시스템과 프로토콜을 지원한다. 그리고 여러 개의 버스를 동시에 사용하는 멀티버스(multi-bus) 기능도 가능하다.

CANoe는 OEM의 네트워크 사양을 OEM 모델링 패키지(modeling package)로 제공한다. 이것을 이용하면 CANoe의 데이터 분석이나 시뮬레이션이 그 OEM의 네트워크 사양에 따라 동작한다. 따라서 ECU가 OEM의 네트워크 사양을 잘 따르고 있는지를 정확히 검증할 수 있다.

CANoe는 벡터의 하드웨어와 함께 실시간 시스템(real-time system)을 만들 수 있다. ECU 수와 기능의 증가로 네트워크 데이터량이 많아지고 통신 속도가 빨라짐에 따라 실시간 시스템이 요구되는데, CANoe RT 시스템은 이러한 요구에 부응한다.

CANoe는 시스템의 호환성을 꾸준히 향상시키고 있다. 로그 파일의 경우 다른 장치와 공유하기 위하여 여러 종류의 데이터 포맷을 제공한다. 사용자 개발 환경면에서도 이미 개발된 시뮬레이션이나 테스트 항목들을 재사용하기 위하여 .NET과 XML을 비롯한 다양한 소스 파일을 인식한다. 또한 애플리케이션 개발을 도와주는 MATLAB/Simulink® 모델을 별도의 MATLAB 라이선스 없이 CANoe에서 사용할 수 있다. 그리고 다른 툴에서 CANoe를 제어할 수 있도록 COM 인터페이스를 제공한다.

2.2 소프트웨어 구조(Software Architecture)



[그림 1] CANoe의 구조²⁾

[그림 1]은 CANoe의 구조를 보여주고 있다. 그림에서, 버스 인터페이스(bus interface)는 프레임을 송수신하는 물리적인 네트워크 인터페이스 장치로써 CANoe를 네트워크에 연결해 준다. 그리고 실시간 영역(Real-Time Area)이나 분석 영역(Analysis Area)은 CANoe 소프트웨어 부분이다. 실시간 영역과 분석 영역은 CANoe의 기능을 이벤트 처리 시간의 관점에서 구분해 놓은 것이다. 전자는 송수신 메시지를 실시간으로 처리하는 반면에, 후자는 수신 메시지가 메인 버퍼(main buffer)에 저장된 후에 그 데이터를 분석 작업에 이용한다.

버스 인터페이스는 실시간 영역과 연결되어 있다. CANoe는 버스 인터페이스와 송수신 메시지를 주고받기 위하여 메시지 송수신 버퍼 TX와 RX를 가지고 있다. 이는 특히 많은 메시지를 연속적으로 송신하거나 대량의 메시지를 놓치지 않고 수신할 수 있게 해준다. 버스 인터페이스는 메시지 수신 또는 송신 완료 시점에서 인터럽트를 발생시켜 CANoe에 알려준다.

실시간 영역은 자극(stimulation), 시뮬레이션(simulation), 테스트(testing) 기능을 가지고 있다. 자극은 정상 또는 여러 프레임 생성과 송신을 담당하고, 시뮬레이션은 ECU 및 네트워크를 시뮬레이션하는 기능을 제공하며, 테스트는 테스트 항목 생성과 실행 및 보고서 자동 생성 기능을 가지고 있다.

분석 영역은 네트워크 데이터를 분석하기 위하여 그림처럼 트레이스(Trace), 그래픽(Graphics), 데이터

²⁾ 이 그림은 CANoe 도움말 Working Concept에서 발췌한 것임.

(Data)를 비롯하여 여러 가지 기능을 제공한다. 또한 데이터 기록 기능도 제공한다. 분석 영역 아래의 파일(file)은 데이터 기록 파일을 의미한다.

CAPL 또는 .NET은 프로그래밍 기능으로, 이를 이용하여 사용자가 원하는 시뮬레이션, 분석, 시험 환경을 만든다. CAPL은 CANoe에 기본적으로 탑재되어 있는 C-언어를 기반으로 하고 있는 프로그래밍 언어이다.

수신 데이터의 흐름이 **bus interface** → **Real-Time Area** → **main buffer** → **Analysis Area** 순서로 되어 있기 때문에, 가령 시뮬레이션에서 어느 신호(signal)의 값을 변경하면 그 변경된 값이 메인 버퍼에 저장되고 분석(analysis)에 표시된다.

CANoe는 데이터의 처리 과정에서 데이터를 가공하는 방법을 제공하고 있는데, 이것을 기능 블록(function block)이라고 하고 시뮬레이션과 분석에서 사용한다. 시뮬레이션과 분석 기능은 각각 CANoe의 시뮬레이션 설정(simulation setup)과 측정 설정(measurement setup)을 통하여 사용 환경을 설정한다.

2.3 CANoe의 기능

CANoe의 기능은 CANoe를 설치하면 기본적으로 제공되는 표준 기능, 네트워크 버스 및 프로토콜을 추가하는 옵션 기능, 외부 장치나 프로그램을 이용하는 확장 기능으로 나누어 볼 수 있다.

표준 기능으로는 메시지 측정과 분석, 메시지 기록, 예러 및 메시지 생성과 전송, 네트워크 시뮬레이션, 진단, 테스트 기능(테스트 케이스 생성과 실행, 보고서 생성)이 있다. 표준 기능은 프로토콜이나 버스 시스템에 따른 전용 기능을 제공한다. 즉 프로토콜 종류에 따라 전용 분석 기능을 제공하고, 버스 시스템에 따라 전용 프레임을 생성하여 전송하거나 수신 후 분석하는 기능을 제공한다.

옵션 기능은 서로 다른 프로토콜이나 버스 시스템을 추가하여 함께 사용할 수 있게 해준다. 서로 다른 프로토콜이란, 같은 버스 시스템을 이용하지만 프로토콜이 다른 경우를 말한다. 예를 들어 J1939와 CANopen은 같은 CAN 버스를 이용하는 서로 다른 프로토콜이다. 서로 다른 버스 시스템이란 CAN, LIN, FlexRay, MOST, Ethernet과 같이 물리적으로 서로 다른 종류의 버스 선을 이용하는 것이다. CANoe는 CAN을 제공한다. 여기에 LIN을 추가하려면 CANoe 옵션 LIN, FlexRay를 추가하려면 CANoe 옵션 FlexRay를 설치하면 된다.

확장 기능은 외부 장치나 프로그램을 CANoe와 연결하여 사용하는 것이다. 이 기능을 이용하면 별도의 장치인 I/O 장치, 전원 장치, 측정 장치 등을 CANoe와 함께 사용할 수 있다. 또한 비주얼 C++, C#, 자바와 같은 별도의 프로그래밍 언어로 만든 프로그램이나 다른 회사의 툴을 CANoe와 연결하여 사용할 수도 있다. CANoe는 이 확장 기능을 위하여 디바이스 드라이버를 제공하거나 라이브러리를 프로그래밍하는 방법을 제공한다. 또한 COM 인터페이스를 제공한다.