

전기 전자 복합 시스템의 회로 작동 해석용 프로그램인 SABER의 소개

박정호

(고려대 공대 전기전자전파공학부)

1. Introduction

전문화 시대를 맞이하여 과학기술의 분야가 다양해지고 세분화됨에 따라 각각 분야에 맞는 simulation 프로그램이 개발되기 시작하였다. 구조해석에 ANSYS, 회로 해석에는 HSPICE, 반도체 공정 해석을 위한 TMA 등과 같은 프로그램이 그 예이다. 하지만 아직까지도 대부분의 simulation 프로그램은 특정 분야 내에서만 적용할 수 있도록 만들어져 있기 때문에 복합적인 연구나 산업 분야에서 분야간 정보의 공유와 교환, 변환이 가능한 simulation 프로그램이 요구된다.

이 글에서 소개하고자 하는 내용은 종래의 회로 해석과 제어신호 및 기계적인 부분, 그리고 광학, 화학 등 여러 가지 분야를 동시에 고려할 수 있는 'Saber'라는 프로그램을 소개하고자 한다. 아직 기존에 사용되던 프로그램에 비해서 널리 사용되고 있지는 않지만 다양한 활용도와 넓은 적용범위로 인해 앞으로 많은 분야에서 이용되리라 기대된다.

2. Historical Perspective

1980년대 초 미국 Analogy사에서 개발된 Saber는 1980년대 말 국내에 소개되기 시작했다. 초기에는 방위산업체에서 사용되기 시작하여 반도체/자동차 분야로 확대되기 시작했다. 근래에는 전력전자/가전/통신분야에까지 그 분야를 확대하면서 많은 사용자층을 확보하고 있다.

전기, 전자, 기계, 메카트로닉스, 제어 등의 시스템 및 이들이 통합된 시스템의 시뮬레이션에 최적의 제품으로서, Analog와 Digital 회로가 혼재된 시스템이나 전기,

전자, 기계, 유압, 열, 광학, 화학적인 Operation이 동시에 일어나는 시스템의 동작도 해석할 수 있다. 또한 Behavioral 모델, Function 모델, Primitive 모델이 혼재된 회로를 해석할 수 있어서 진정한 Top-down 설계가 가능하다. 또한 MAST라는 모델링 언어를 제공하므로 사용자가 복잡한 모델을 만들 수도 있으며, 해석한 데이터를 가공 처리할 수 있는 강력한 Post Processing 기능과 파형을 측정하는 기능이 있어서 원하는 데이터 및 그래프를 쉽게 얻을 수 있다.

초기에는 Unix 환경에서만 사용이 가능했으나 1996년 Windows-NT를 기반으로 버전 4.1용의 경우 Windows 환경에서도 사용이 가능해짐으로써 더욱 사용하기 편한 환경으로 바뀌어졌다. 개발 초기 Design Star라는 이름의 Schematic 환경이 Saber Sketch 환경으로 바뀌고 Saber simulator까지 하나의 환경으로 통합되어 보다 사용하기 편하고 쉬운 시뮬레이션 환경으로 진보하고 있다. 현재 Version 4.3.2가 발표되었으며 99년 하반기 New Version 이 출시될 예정이다.

ci) 제조사의 약력 (회사명 : Analogy 사)

1985년 1월에 창립하였으며 USA Oregon주의 Beaverton 에 위치하고 있다. Analog design simulator를 만들고 있으며 generic model에 관해 세계에서 가장 많은 data 를 확보하고 있는 회사이다. 회사 자체적으로 device에 대한 특성 분석을 하고 있으며 business strategy에 집중하고 있다.

3. Function

- 전기, 전자, 기계, 통신, 컨트롤 시스템 및 이

전기 전자 복합 시스템의 회로 작동 해석용 프로그램인 SABER의 소개

들이 통합된 시스템을 해석하기에 최적의 제품으로서 아날로그와 디지털 회로 Operation을 동시에 해석할 수 있는 시뮬레이터.

하나의 화면에서 다음과 같이 혼재된 디자인을 한꺼번에 해석할 수 있는 강력한 tool이다.

- > Mixed-technology - Electrical/Mechanical/Hydraulic/Thermal/Magnetic/Optical
- > Mixed-signal - Digital and analog electronic system
- > Mixed-level - True top-down design

제 4세대 analog simulator라고 불릴 정도로 강력한 기능을 수행한다. 1986년에 처음으로 Analogy 사에 의해 처음으로 소개가 되었고 1987년 3월에 version 1.0이 만들어졌다. 이때부터 현재의 4.3.2 version에 이르기까지 10여 년에 걸쳐서 software의 update와 enhancement가 이루어졌고 계속 기능이 개선되고 있는 실정이다.

◆ 주요 기능 및 특징

(1) Mixed-Signal Simulation 이 가능하다.

: 완벽한 Single-Kernel Mixed-Signal 시뮬레이터

1) Native Mixed Mode Simulation

: Saber 자체의 Digital 기능을 이용하여 Analog/Digital이 혼재되어 있는 회로를 해석할 수 있다. 또한 해석 결과를 Analog, Digital 함께 또는 별도로 볼 수 있다. VCO, A/D converter, D/A converter, Digital Filter, PWM 등의 Library 및 Template가 있다.

2) Mixed Simulator Mixed Mode Simulation

: Verilog, QuickSimII, Viewsim 등 Digital 전용 Simulator와 연결하여 Analog/Digital 혼재 회로를 해석할 수 있다.
(Digital 용 소프트웨어는 별도 구입)

(2) Mixed-Level Simulation이 가능하다.

: Behavioral model, Functional model, Primitive model 이 혼재된 회로를 해석할 수 있다. 그래서 Behavioral model로 해석을 한 후에 Block 별로 Functional Model, Primitive Model로 변경해가면서 해석할 수 있어서 진정한 의미의 Top Down 설계가 가능하다. 또한 Bottom-up Characterization으로 해석시의 속도 향상 및 데이터 베이스 구축이 가능하다.

(3) Mixed-Technology Simulation이 가능하다.

- 1) Electronics : 각종 전자 회로 해석
- 2) Power electronics : 각종 전기, 전자 회로 해석
- 3) Electro-mechanical : 각종 모터 (DC Motor, AC Motor, Step Motor, Servo Motor, Brushless Motor 등), 발전기 및 부하를 포함한 회로를 해석할 수 있다.

- 4) Mechanical : 각종 모터의 부하 및 Mass, Spring, Gear, Automotive 부품 등을 포함한 시스템을 해석할 수 있다.
- 5) Electro-optical : Fiber optics 등
- 6) Hydraulic : 유압 시스템을 포함한 해석
- 7) Control System
- 8) Sampled-data System : DSP
- 9) Chemical : Battery, Solar cell, Neural Net 등의 Chemical Operation을 해석

(4) Saber Sketch

: 시스템 설계 및 수정을 위한 tool로서 Multi-layer Schematic 기능, Cross-probing 등 다양한 기능을 제공한다.

(5) Saber Guide

- 1) Saber의 모든 해석 기능들을 아이콘과 메뉴 방식으로 구성하므로 복잡한 명령을 입력하지 않고 쉽게 사용할 수 있도록 한다.
- 2) 일련의 작업 과정을 레코딩 기능을 이용하여 기억시켜 두었다가 그대로 반복 수행시킬 수 있다.
- 3) Saber Designer 환경 하에서 사용자가 필요한 그래픽 메뉴를 AIM 언어(Tcl/Tk base)로 작성하여 사용할 수 있다.

(6) Saber Scope

: 각종 해석 결과를 원하는 형식으로 디스플레이 하거나 가공할 수 있고, 지금까지는 일일이 수작업으로 처리하던 측정을 자동화할 수 있어서 복잡한 해석 결과를 단순화하여 알기 쉬운 형태로 표시해 준다.

1) 파형의 Measurement

: Time Domain이나 Frequency Domain 등으로 해석한 파형 및 그래프를 내장된 Measure 기능을 이용하여 Rise Time, Frequency, Overshoot, Phase margin 등 50 종류 이상의 항목을 바로 측정하여 표시해 준다.

2) Waveform Calculator

: 아날로그 및 디지털 파형을 다양한 방법으로 계산 및 가공할 수 있고, Bode plot은 물론 Nyquist plot, Nichols plot 등도 할 수 있다.

(7) Template Library

: 각종 모델에 해당하는 부분으로서 전기, 전자, 기계, 광학, 유압, 화학, 열 관련 모델이 800종 이상 구비되어 있어서 Parameter만 넣으면 바로 사용할 수 있다.

(8) Component Library

: 이미 캐릭터 라이즈된 부품이 13,000 종 이상 등

소프트웨어 리뷰

록되어 있다. 또한 별도의 Parameter 추출 소프트웨어를 이용하여 소자의 특성 그래프를 Scanning 하여 부품 라이브러리를 구축할 수 있다.

(9) Modeling Language (AHDL)인 MAST를 지원한다.

- 1) 미분 방정식, 대수 방정식, Bool 대수 방정식 등으로 표현되는 Model
- 2) Model등의 동작 상태를 MAST로 기술할 수 있다. (ASIC 소자 등을 Primitive 레벨로 표현하는 것이 아니라 동작 상태를 기술한다.)
- 3) C, Fortran으로 작성한 서브루틴을 사용할 수 있다.

(10) Modeling

- 1) Open Library-Architecture
: Generic Template 부분이 Open으로 되어 있어서 User가 쉽게 특수한 부품이나 Description을 추가할 수 있다.
- 2) Failure Effect Modeling
- model 내에 Failure Effect를 넣을 수 있다.
- Failure Scenario를 작성하여 그대로 해석할 수 있다.

(11) SPICE Compatible

: SPICE Model을 갖고 있어서 SPICE Netlist를 간단히 Saber Netlist로 변환하여 사용할 수 있다.

(12) Internal Device Characteristics

: 소자 내부의 특성치를 Display 해 볼 수 있다.
(예) Tr 내부 Junction current, Junction charge 등)

(13) Analog Model Synthesis

- 1) Graphical data에서 Analog Behavioral Model을 만들어낸다. S-domain model, Z-domain, Signal Flow 등의 Model에 Schematic Capture에서 수식 등을 입력하여 간단히 새로운 Device를 만들어 낼 수 있다.
- 2) Large Signal AC 특성을 볼 수 있다.
- 3) 외부의 실제 계측기로부터 데이터를 읽어들이어서 모델을 작성할 수 있다.

(14) Saber Inspects

- 1) Monte Carlo Analysis
: 부품값이나 Parameter의 공차와 분포를 지정하고 생산수율 등의 통계적인 해석을 할 수 있다.
- 2) Stress Analysis
: 부품(기계적인 부품 등도 포함)의 Over Stress를 체크하여 Report한다.
- 3) Sensitivity Analysis
: 시스템의 어떠한 특성에 영향을 미치는 부품, Parameter를 영향이 많은 순서로 특성의 변동 방향과 양을 표시해 준다.
- 4) Parametric Analysis

: 부품값이나 Parameter를 Sweep 하면서 해석하여 결과를 Report한다.

(15) Noise Analysis

: Thermal noise, Shot noise, Flicker Noise를 고려한 Noise 해석을 할 수 있다.

(16) Distortion Analysis

- Compression distortion
- Harmonic distortion
- Desensitization distortion
- Intermodulation distortion

(17) Fourier Analysis

- DFT(Discrete Fourier Transform)
- FFT(Fast Fourier Transform)
- Inverse FFT가 가능하다.

(18) Vary

: 소자를 여러 개 동시에 지정하여 Parametric으로 해석한 후 결과와 상관관계를 Display할 수 있다.

(19) Power Express

: 전원 회로를 쉽게 설계할 수 있도록 구성된 패키지이다.

(20) LSA(Linear System Analysis)

: Pole zero 해석, 자동 Pole zero Sweep, S-domain measurement, Linear time response 해석

(21) Saber TSP

(Telecommunications Simulation Package)

: 다양한 모델과 Vector Source를 이용한 통신 시스템의 설계 기간을 단축할 수 있는 패키지이다.

(22) Saber Link

: 컨트롤 시스템용 소프트웨어인 MATLAB이나 MATRIXx와 인터페이스가 가능하다.

(23) 다른 EDA 환경에 통합하여 운용

: 널리 사용되는 EDA 환경에 통합하여 운용할 수 있어서 정보 공유, 조작성, 표준 라이브러리 지원 등이 용이하다.

- Mentor Graphics : Falcon Framework Environment
- VIEWlogic : Powerview Environment
- Cadence : Analog Artist Environment

(24) 각종 Mixed-Signal 인터페이스

: Saber/Verilog, Saber/ViewSim, QVS-B Mixed-Signal

전기 전자 회로 시스템의 회로 작동 해석용 프로그램인 SABER의 소개

Interface를 사용하여 범용 Digital 시뮬레이터와 공동 시뮬레이션 가능

- Saber Scope: scope [filename]
- cf) scope 명령어는 Saber Scope waveform display와 programmable waveform calculator를 실행시킴.
- cf) Saber Designer는 batch mode로 실행 가능.

4. Saber Designer's Tool

● Saber는 다음과 같은 세 가지 tool로 구성되어 있다.

- *Saber Sketch (Schematic Capture)*
- *Saber Guide (Simulation)*
- *Saber Scope (Waveform Post-Processing)*

● Saber Designer Environment (그림1)

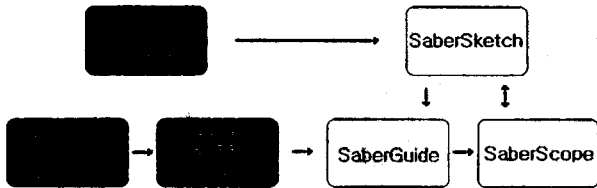


그림1. Saber Designer Environment

- Saber Designer는 Saber Sketch command line interface로 access 할 수 있음.
- 모든 프로그램(Saber Sketch, Saber Designer, Saber Guide, Saber Scope)은 직접 실행이 가능하다.
 - Saber Sketch: sketch [filename]
 - Saber Designer: saber [filename]
 - Saber Guide: guide [filename]

1. Saber Sketch (Schematic Capture) <그림2 참조>

- Schematic capture program (windows 환경에서 실행되는 PSPICE와 유사한 interface 제공)
- Saber simulator로 simulation 할 회로를 보다 명확하게 design할 수 있음.
- 모든 Saber menu-interfaces와 Fully compatible.
- general simulator interface의 cross-probing을 개선키함.

● Saber sketch 의 graphical 환경

- production design처럼 쉽게, 빠르게 sketch 가능
- 대부분의 analog libraries 제공(All Analogy library 포함)
- Saber Guide와 Saber Scope와 잘 합성되어 있음.
- Top-down 방식의 design process를 지원.
- Hierarchy 지원
- Graphical 하게 modeling 가능
- Model Synthesis 가능

2. Saber Guide (Simulation) <그림3 참조>

- Updated interface to the Saber simulator
- 이전의 command-driven functions의 menu 형태를 가짐. (batch measures, etc)

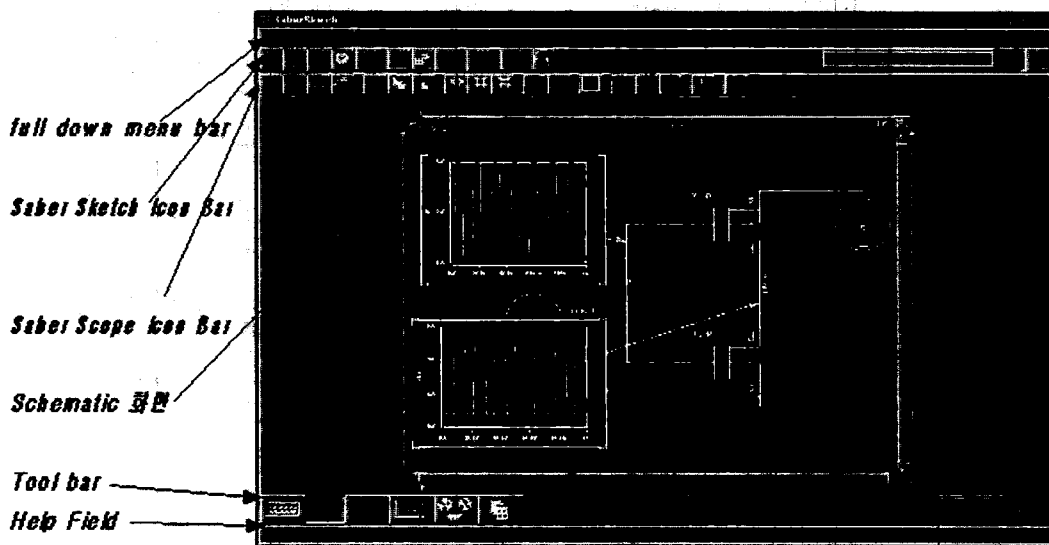


그림 2. Saber Sketch를 실행시켰을 때의 윈도우

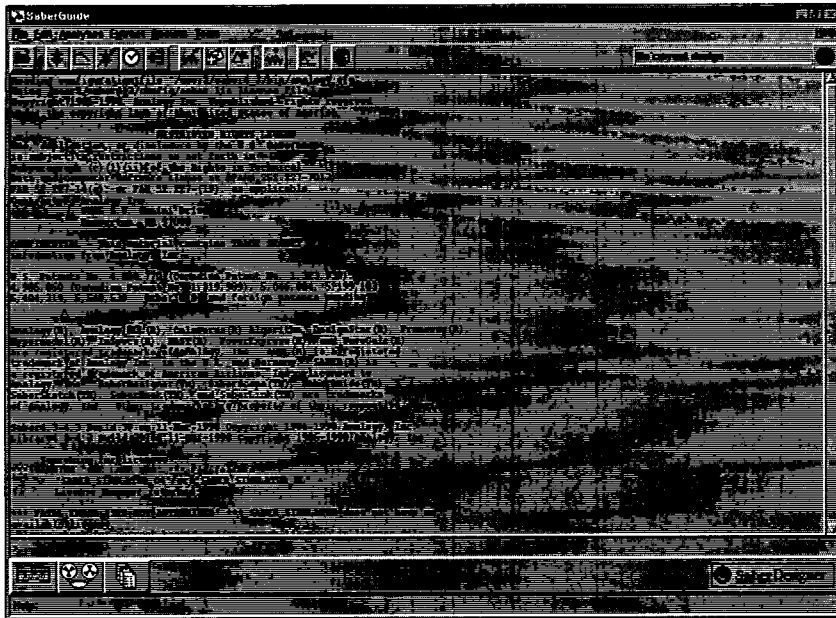


그림 3. Saber Guide를 실행시켰을 때의 윈도우

- 사용자가 임의로 window의 특성을 조절할 수 있음.
- 여러 가지 중요한 simulation과 file manipulation operation에 관한 아이콘을 제공.

- : 결과가 그래프로 직접 표시가 된다.
- : 모든 결과를 메뉴에서 볼 수가 있다.(menu-driven)
- Waveform Calculator를 Update/enhance
 - : New function (새로운 기능의추가)
 - : 쉬운 프로그래밍
 - : 여러 개의 노드((multiple nodes) 지원
 - : 상수 값 표(tables of constants)
- Drawing Tool : 그래프에 그림이나 text를 직접 넣을 수 있다.
- Signal manager : design에서 추출해 낸 signal lists를 browser로 볼 수 있다.
- 여러 가지 다른 design에서 한번에 plotfiles를 loading 할 수 있다.
- Signal list를 filtering 할 수 있다.

- Saber Scope와 밀접하게 interaction을 가진다.

5. About Library

3. Saber Scope (Waveform Post-Processing)

<그림4 참조>

- Graphical waveform analyzer
- Pltool을 대신함.
- simulation data를 쉽게 handling할 수 있게 개선시킴.
- 그래프의 특성을 User customizable하게 구성할 수 있음.
- Multi-function zoom/pan operation.
- 그래프 창에서 Overlay/stack signals 가능.
- 그래프 창들 사이에서 signals를 Copy & paste 가능.
- Saber Sketch로 작성한 회로도를 Design Architect로 Cross probing.
- Graphical Measure tool로 45 measures 이상 측정 가능.

- 좋은 tool 에서는 항상 많은 library를 제공하듯 Saber에서도 다양한 종류의 library를 제공한다.

- 과거의 old technology simulators는 Small-signal

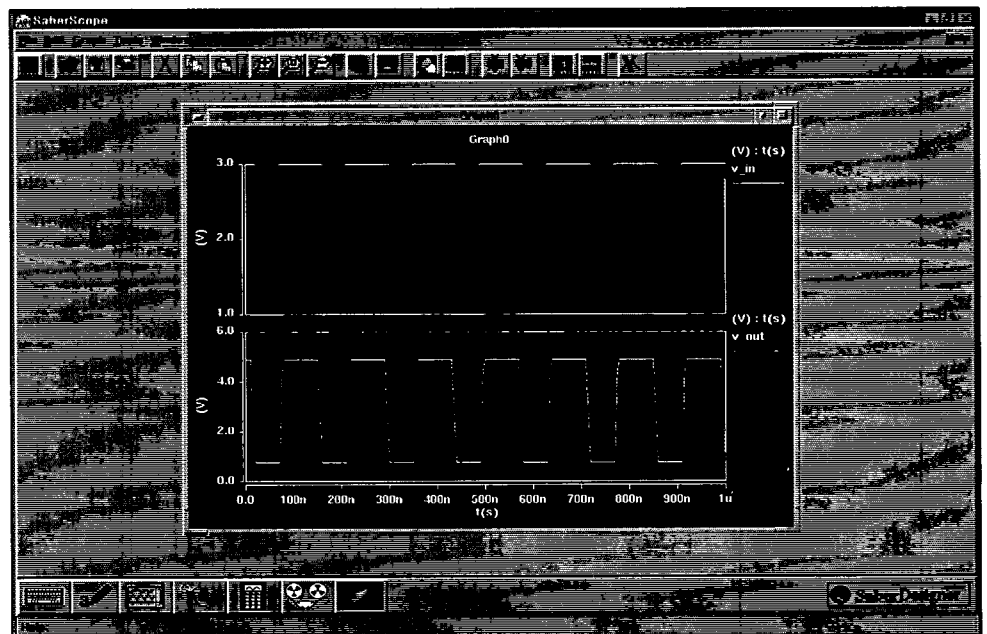


그림 4. Saber Scope를 실행시켰을 때의 윈도우

BJT나 Diode, FETs, Controlled source와 같은 몇 가지의 단순한 type의 part만을 제공한다.

- Saber simulator와 MAST에서는
 - All basic SPICE parts
 - A/D and D/A converters
 - Highly accurate comparator and op-amps
 - Motors
 - Power electronics
 - Non-linear magnetics, cores
 - Lamps
 - Fuses
 - Digital Signal Processing
 - Control Systems
 - Relays
 - and more...

와 같은 여러 가지 type의 library를 제공한다. 또한 MAST의 경우 현재 NIST IGBT와 University of Washington power diode with reverse recovery의 model을 개발하고 있는 중이다.

◆ **Saber에서 제공하는 library**

- Generic part, Characterized part로 구분.
- Generic part + Parameter values = Characterized part

1) **Generic part**

- e.g. three terminal voltage regulator with dynamic thermal effects

2) **Character ized part**

- e.g. mc7805k - +5Volt 3-terminal regulator
- 일반적으로 상당히 복잡한 실험 및 측정이 있어야 가능.
- Monte Carlo analysis를 위한 variation

c) **Saber에서 제공하는 여러 가지 다양한 library**

1> **Standard Template Library**

- Generic
- Basic electronic parts and SPICE compatible parts

2> **Optional Template Library**

- Generic
- non-linear magnetics, digital, mechanical, thermal, DSP...

3> **component library**

- characterized parts
- Discretes (Diodes, BJTs, FETs, IGBTs, SCRs, Power MOS,...)
- ICs(Opto-isolators, Op-amp, Comparators, A/D, PWM,...)
- magnetic core

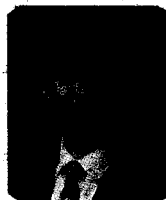
● Libraries는 다음의 곳에서 얻을 수 있음.

- Analogy
- Parts manufacturers
- Saber User's Group (ASSURE)
- In-house and 3rd-party experts

6. **결론**

앞서 언급한 것처럼 Saber라는 프로그램은 Analog, Digital 혼재 회로(혹은 시스템)뿐만 아니라 과학의 각 분야 (예) 전기, 전자, 기계, 유체, 열, 광학, 화학, 물리 등)에 널리 적용할 수 있는 simulation tool이다. 과학의 다양한 분야를 서로 연관시켜주는 Saber와 같은 tool의 탄생이야말로 연계적인 과학의 발전을 가져올 것으로 생각된다. 진정한 과학 발전을 위해서 이러한 통합적인 simulation tool에 대한 더 많은 연구와 발전이 있기를 바란다.

저 자 소개



박정호 (朴政浩)

1960년 2월 5일생. 1985년 Purdue 대 전기공학과 졸업. 1988년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1992년-1995년 Intel Senior Device Physicist. 1995년-현재 고려대 공대 전기 공학과 부교수.