Sales & Support
gate@slexn.com
Tel. 02-555-4847
hub.slexn.com | www.slexn.com

SLEXN
IT Solution & Service Provider

Verifysoft
TECHNOLOGY

Verifysoft Technology Gmbh는 소프트웨어 테스팅 업계의 투자자 및 전문가 그룹에 의해 2003년에 설립된 회사로, 소프트웨어 테스트와 분석 도구를 공급하고 새로운 가치를 창출해냅니다.

2013년 7월 Verifysoft는 Testwell CTC ++, Testwell CMT ++ 및 CMTJava와 Testwell CTA ++의 지적 재산권을 인수하였으며, 주요 응용 분야는 자동차 및 운송, 항공 우주 및 방위, 철도, 산업 자동화, 의료 및 의료, IT/ICT 서비스 및 컨설팅, 미션 크리티컬 소프트웨어 개발, 연구 및 교육입니다.
또한 Verifysoft Technology는 파트너의 보완 기술을 제공합니다.

- Imagix, San Luis Obispo(미국)의 코드 검사 및 아키텍처 분석 도구 Imagix 4D
- GrammaTech, Ithaca/New York(미국)의 정적 코드 분석 도구 CodeSonar

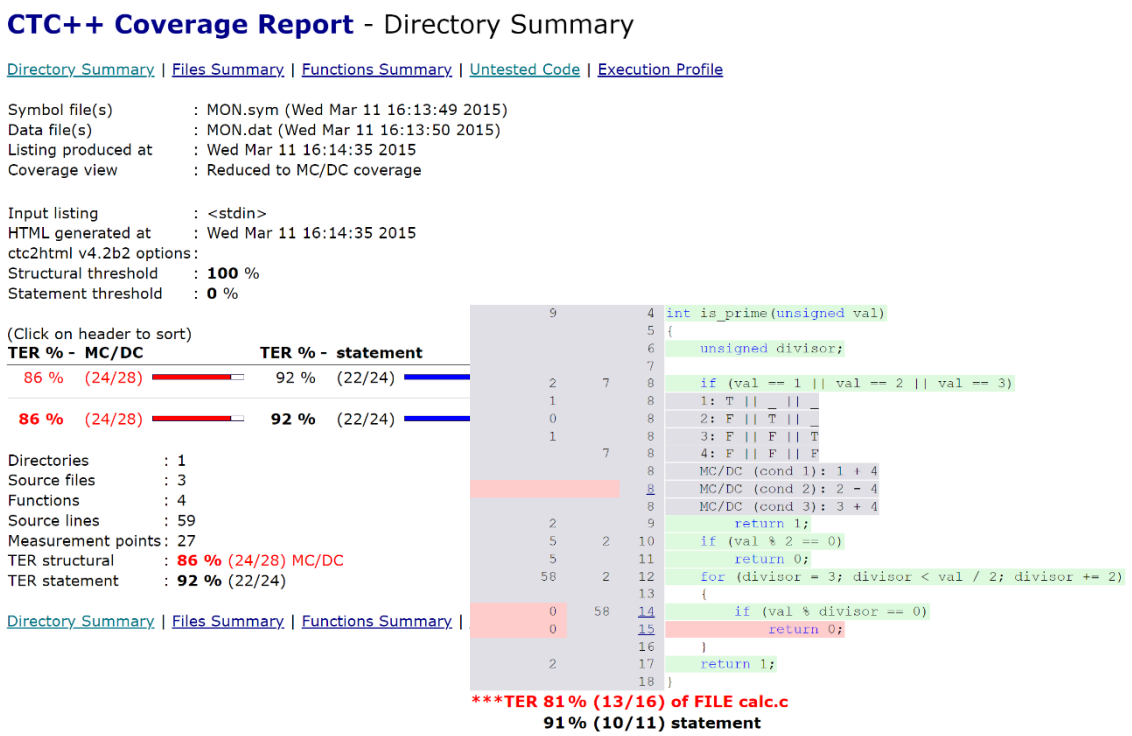
HQ : Verifysoft Technology GmbH In der Spoeck 10-12
77656 Offenburg Germany

SLEXN
IT Solution & Service Provider

On-Target Code Coverage for all embedded Targets

Testwell CTC++는 호스트 및 임베디드 환경 (소형 타깃 포함)에서 정확한 코드 커버리지 측정을 수행하는 전문 도구입니다.

항공우주, 자동차, 운송, 의료 등 다양한 산업 분야에서 안전 표준(ISO 26262 등) 을 충족하며 높은 코드 품질과 신뢰성 확보에 활용되고 있습니다.



CTC++ Coverage Report - Directory Summary

Directory Summary | Files Summary | Functions Summary | Untested Code | Execution Profile

Symbol file(s) : MON.sym (Wed Mar 11 16:13:49 2015)
Data file(s) : MON.dat (Wed Mar 11 16:13:50 2015)
Listing produced at : Wed Mar 11 16:14:35 2015
Coverage view : Reduced to MC/DC coverage

Input listing : <stdin>
HTML generated at : Wed Mar 11 16:14:35 2015
ctc2html v4.2b2 options :
Structural threshold : **100** %
Statement threshold : **0** %

(Click on header to sort)

TER % - MC/DC		TER % - statement	
86 %	(24/28)	92 %	(22/24)
86 %	(24/28)	**92 %**	(22/24)

Directories : 1
Source files : 3
Functions : 4
Source lines : 59
Measurement points : 27
TER structural : **86 %** (24/28) MC/DC
TER statement : **92 %** (22/24)

Directory Summary | Files Summary | Functions Summary |

```
9      4  int is_prime(unsigned val)
       5  {
       6      unsigned divisor;
       7
2      7  8      if (val == 1 || val == 2 || val == 3)
1         8      1: T || _ || _
0         8      2: F || T || _
1         8      3: F || F || T
          7  8      4: F || F || F
             8      MC/DC (cond 1): 1 + 4
             8      MC/DC (cond 2): 2 - 4
             8      MC/DC (cond 3): 3 + 4
2         9          return 1;
5      2  10     if (val % 2 == 0)
5         11         return 0;
58     2  12     for (divisor = 3; divisor < val / 2; divisor += 2)
          13     {
0      58 14         if (val % divisor == 0)
0         15             return 0;
          16     }
2         17     return 1;
          18 }
```

***TER 81% (13/16) of FILE calc.c
91% (10/11) statement

위험요소 최소화 및 코드 품질 보증

복잡한 코드의 모든 영역이 릴리스 전에 충분히 테스트되었는지를 확인하여, 제품의 안정성과 안전성을 보장합니다.

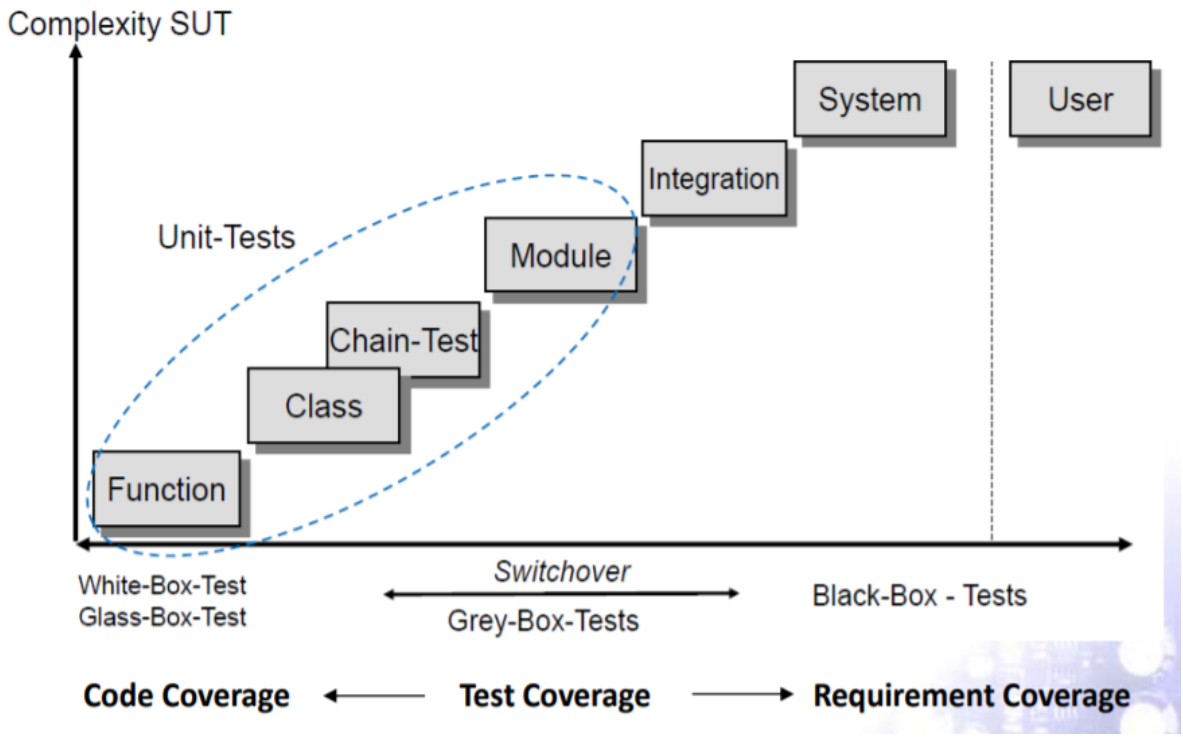
정밀한 분석을 통한 테스트 효율 향상

테스트 실행 중 어떤 코드가 실제로 수행되었는지 세밀하게 식별하여 테스트 누락을 방지하고, 불필요한 재작업을 줄여 효율적인 품질 검증을 지원합니다.

유연한 환경 통합 및 자동화 지원

기존 빌드 및 테스트 인프라에 손쉽게 통합할 수 있으며,테스트 진행 중 자동으로 코드 적용 범위와 커버리지 결과를 기록하고 리포트합니다.

Why Code Coverage?



Cause-Reason-Graph	**Static Testing**	Back-to-Back Testing
Classification Tree Method (CTM)	Equivalent Classes Multidimensional Equivalent Classes Boundary Value Analysis Critical Value Analysis Informal Tests Smoke Tests ***Basis***	CRUD
Realtime Testing		Rare Event Testing
Load Tests		Random Testing
Recovery Tests Stress Tests		Monkeytest
		Fuzzing (Fuzz Testing)
Control Flow Oriented Testing	**Advanced**	Evolutionary Testing
		Pairwise Testing

Established test technique for critical Embedded Systems
Test-End criterion (White-Box-Tests)
Necessary to fulfill requirements of safety standards.

Code Coverage:
shows the parts of the code which have been
executed / not executed
tested / not tested

Features: Coverage & Compatibility

Testwell CTC++는 어떤 환경에서도 모든 커버리지 수준을 정확히 분석합니다.

All Coverage Levels

Testwell CTC++는 함수, 명령문, 분기, 조건, 수정된 조건/결정(MC/DC) 등 안전 표준이 요구하는 모든 커버리지 수준을 지원합니다. 이를 통해 프로젝트 전 단계에서 코드 검증 요구사항을 완벽하게 충족할 수 있습니다.

All Embedded Targets

자원 제약이 큰 임베디드 시스템과 마이크로컨트롤러 환경에서도 매우 낮은 오버헤드로 코드 커버리지를 정밀하게 측정합니다. 덕분에 소형 장치부터 복잡한 실시간 시스템까지 동일한 신뢰성으로 적용 가능합니다.

All Compilers

모든 주요 임베디드 및 상용 컴파일러를 완벽히 지원합니다.
별도의 추가 라이선스 없이 새로운 컴파일러 버전에도 즉시 적용할 수 있어 개발 환경 변화에 유연하게 대응합니다.

For C, C++, Java, and C#

Testwell CTC++는 C 언어 기반으로 시작하여 C++, Java, C#까지 지원 범위를 확장했습니다.다양한 언어를 사용하는 복합 프로젝트에서도 일관된 커버리지 분석이 가능합니다.

Features: Integration & Efficiency

Testwell CTC++는 개발 흐름을 방해하지 않고, 자동화된 환경에서 효율적으로 동작합니다.

Works with “Exotic” Language Constructs

복잡한 언어 확장 문법이나 비표준 코드 구조도 정확히 분석할 수 있습니다.
사용자의 코딩 스타일이나 프로젝트 구조와 관계없이 안정적인 측정
결과를 제공합니다.

Integration in Your IDE

Testwell CTC++는 다양한 개발 환경(IDE)과 매끄럽게 통합되어,
개발자가 익숙한 환경에서 직접 커버리지 분석을 수행할 수 있습니다.

Integration in Automated Builds / Continuous Integration

명령줄 기반 실행 및 CI/CD 환경과 완벽히 연동됩니다.
자동화된 빌드 프로세스 내에서 커버리지 측정을 수행하고 결과를
즉시 리포트합니다.

No Modification of Your Source Code

기존 소스를 수정하지 않고 커버리지를 측정할 수 있습니다.
계측 과정에서 코드의 동작이나 빌드 구조가 변경되지 않아
원본과 동일한 조건에서 테스트가 수행됩니다.

Features: Certification & Reliability

Testwell CTC++는 국제 안전 표준을 충족하며, 명확한 리포트와 전문 지원으로 신뢰성을 보장합니다.

Understandable Reports

테스트 실행마다 자동으로 생성되는 커버리지 리포트는 시각적으로 명확하며, 코드 실행 범위와 누락 영역을 직관적으로 보여줍니다.결과는 HTML, 텍스트, Excel 등 다양한 형식으로 제공되어 분석 효율을 높입니다.

Compliant to Safety Standards

항공우주, 자동차, 의료 등 안전 필수 산업의 표준(ISO 26262, DO-178C 등)을 충족합니다. 안전 인증을 위한 코드 커버리지 요구사항을 완벽히 지원합니다.

Qualification Kit

Testwell CTC++의 신뢰성과 적합성을 증명하기 위해각종 안전 표준에 대응하는 Qualification Kit을 제공합니다. 이를 통해 도구의 인증 및 검증 과정을 효율적으로 수행할 수 있습니다.

Outstanding Technical Support

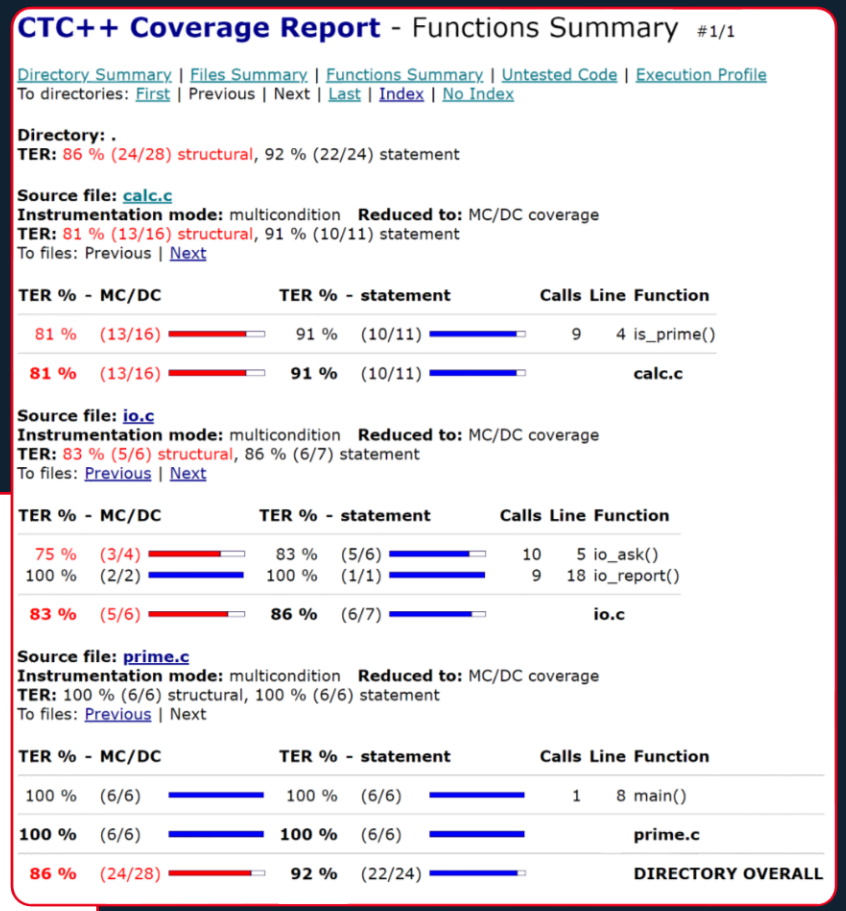
고객의 개발 환경과 산업 특성에 맞춘 전문 기술 지원을 제공합니다.
교육, 컨설팅, 웨비나 등을 통해 품질 향상과 테스트 효율 극대화를 지원합니다.

Benefits

Comprehensive Coverage Analysis — up to MC/DC and MCC Levels

Testwell CTC++는 코드의 함수, 분기, 조건, 수정된 조건/결정(MC/DC) 등 모든 커버리지 수준을 분석하여 테스트 범위를 정량적으로 평가합니다. 이를 통해 ISO 26262, DO-178C 등 국제 안전 표준이 요구하는 테스트 완전성과 품질 수준을 충족할 수 있습니다.

테스트 실행 후, 각 커버리지 수준의 실행 결과가 시각적 리포트 형태로 자동 생성됩니다.
실행된 코드와 미실행 코드가 구분되어 테스트 품질 분석과 결함 예방에 효과적으로 활용됩니다.



CTC++ Coverage Report - Functions Summary #1/1

Directory Summary | Files Summary | Functions Summary | Untested Code | Execution Profile
To directories: First | Previous | Next | Last | Index | No Index

Directory: .
TER: 86 % (24/28) structural, 92 % (22/24) statement

Source file: calc.c
Instrumentation mode: multicondition **Reduced to:** MC/DC coverage
TER: 81 % (13/16) structural, 91 % (10/11) statement
To files: Previous | Next

TER % - MC/DC		TER % - statement		Calls	Line	Function
81 %	(13/16)	91 %	(10/11)	9	4	is_prime()
81 %	(13/16)	**91 %**	(10/11)			**calc.c**

Source file: io.c
Instrumentation mode: multicondition **Reduced to:** MC/DC coverage
TER: 83 % (5/6) structural, 86 % (6/7) statement
To files: Previous | Next

TER % - MC/DC		TER % - statement		Calls	Line	Function
75 %	(3/4)	83 %	(5/6)	10	5	io_ask()
100 %	(2/2)	100 %	(1/1)	9	18	io_report()
83 %	(5/6)	**86 %**	(6/7)			**io.c**

Source file: prime.c
Instrumentation mode: multicondition **Reduced to:** MC/DC coverage
TER: 100 % (6/6) structural, 100 % (6/6) statement
To files: Previous | Next

TER % - MC/DC		TER % - statement		Calls	Line	Function
100 %	(6/6)	100 %	(6/6)	1	8	main()
100 %	(6/6)	**100 %**	(6/6)			**prime.c**
86 %	(24/28)	**92 %**	(22/24)			**DIRECTORY OVERALL**

Testwell CTC++가 지원하는 커버리지 수준

- Function Coverage – 모든 함수가 한 번 이상 호출되었는지 분석
- Line Coverage – 각 코드 라인의 실행 여부 분석
- Decision / Branch Coverage – 분기문 실행 결과에 따른 흐름 분석
- Condition Coverage – 조건문 내부 각 조건의 참/거짓 여부 평가
- Modified Condition / Decision Coverage (MC/DC) - 조건 조합에 따른 논리적 결과 변화 분석
- Multiple Condition Coverage (MCC) - 모든 가능한 조건 조합 실행 검증

Benefits

Support of all embedded targets and micro controllers

On-Target Code Coverage for All Embedded Targets

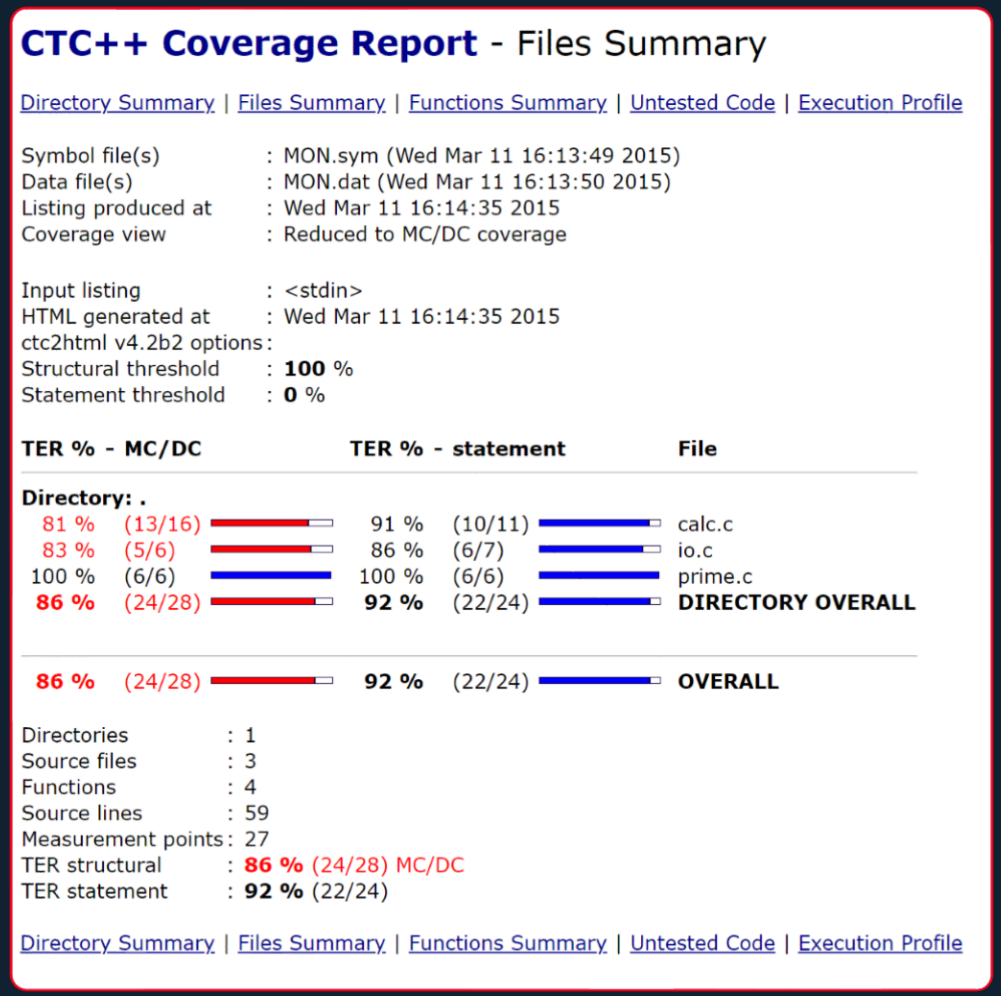
임베디드 환경에서 실행되는 코드의 실제 동작 기반 커버리지 분석을 지원합니다.
코드 계측 과정에서 카운터가 자동 삽입되어 실행 횟수가 정밀하게 기록되며,
제한된 메모리나 프로세싱 환경에서도 최소한의 오버헤드로 안정적으로 동작합니다.

Bitcov Add-on for Memory-Constrained Targets

메모리 자원이 극도로 제한된 시스템을 위해 Bitcov 경량 계측 기능을 제공합니다.
Bitcov는 계측 오버헤드를 최소화하여 가장 작은 타깃에서도 커버리지 측정이 가능하며,
0(미실행) 또는 1(실행됨) 수준으로 단순화된 실행 카운트를 기록합니다.

On-Target Code Coverage with Host-Target Add-on (HOTA)

HOTA 기능을 통해 임베디드 타깃과 호스트 간 연동 기반 테스트가 가능합니다.
대상 장치에서 테스트를 수행한 후 커버리지 데이터를 호스트로 전송하여 중앙에서
보고서를 생성하고 결과를 통합 관리할 수 있습니다.



CTC++ Coverage Report - Files Summary

Directory Summary | Files Summary | Functions Summary | Untested Code | Execution Profile

Symbol file(s) : MON.sym (Wed Mar 11 16:13:49 2015)
Data file(s) : MON.dat (Wed Mar 11 16:13:50 2015)
Listing produced at : Wed Mar 11 16:14:35 2015
Coverage view : Reduced to MC/DC coverage

Input listing : <stdin>
HTML generated at : Wed Mar 11 16:14:35 2015
ctc2html v4.2b2 options :
Structural threshold : **100** %
Statement threshold : **0** %

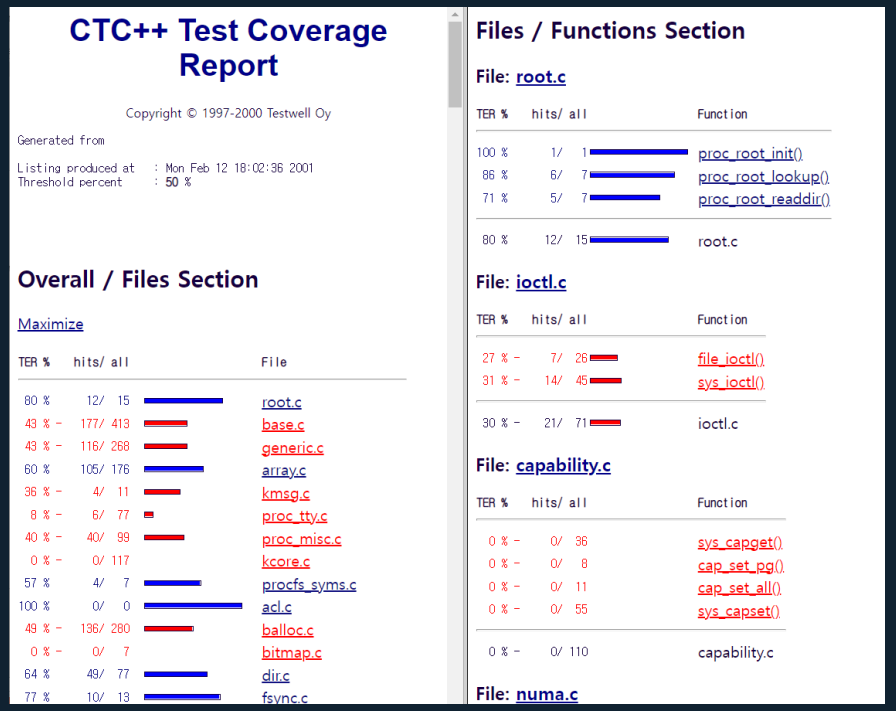
TER % - MC/DC		TER % - statement		File
Directory: .				
81 %	(13/16)	91 %	(10/11)	calc.c
83 %	(5/6)	86 %	(6/7)	io.c
100 %	(6/6)	100 %	(6/6)	prime.c
86 %	(24/28)	**92 %**	(22/24)	**DIRECTORY OVERALL**
86 %	(24/28)	**92 %**	(22/24)	**OVERALL**

Directories : 1
Source files : 3
Functions : 4
Source lines : 59
Measurement points : 27
TER structural : **86 %** (24/28) MC/DC
TER statement : **92 %** (22/24)

Directory Summary | Files Summary | Functions Summary | Untested Code | Execution Profile

Linux Kernel-Level Coverage Analysis

Testwell CTC++는 사용자 애플리케이션뿐 아니라 Linux Kernel 및 시스템 레벨 소프트웨어의 코드 실행 범위를 분석할 수 있습니다.
이 기능은 I/O 요청 처리, 디바이스 드라이버, 커널 모듈과 같은 저수준 코드 계층의 테스트 커버리지 확보를 가능하게 하며,
임베디드 및 보안 중심 시스템의 품질 검증에 필수적인 데이터를 제공합니다.



CTC++ Test Coverage Report

Copyright © 1997-2000 Testwell Oy

Generated from

Listing produced at : Mon Feb 12 18:02:36 2001
Threshold percent : 50 %

Overall / Files Section

Maximize

TER %	hits/ all	File
80 %	12/ 15	root.c
43 %	177/ 413	base.c
43 %	116/ 268	generic.c
60 %	105/ 176	array.c
36 %	4/ 11	kmsg.c
8 %	6/ 77	proc_tty.c
40 %	40/ 99	proc_misc.c
0 %	0/ 117	kcore.c
57 %	4/ 7	procfs_syms.c
100 %	0/ 0	acl.c
49 %	136/ 280	balloc.c
0 %	0/ 7	bitmap.c
64 %	49/ 77	dir.c
77 %	10/ 13	fsync.c

Files / Functions Section

File: root.c

TER %	hits/ all	Function
100 %	1/ 1	proc_root_init()
86 %	6/ 7	proc_root_lookup()
71 %	5/ 7	proc_root_readdir()
80 %	12/ 15	root.c

File: ioctl.c

TER %	hits/ all	Function
27 %	7/ 26	file_ioctl()
31 %	14/ 45	sys_ioctl()
30 %	21/ 71	ioctl.c

File: capability.c

TER %	hits/ all	Function
0 %	0/ 36	sys_capget()
0 %	0/ 8	cap_set_pg()
0 %	0/ 11	cap_set_all()
0 %	0/ 55	sys_capset()
0 %	0/ 110	capability.c

File: numa.c

- Kernel Coverage는 CTC++ Host-Target Add-on 구성의 확장 기능으로,
  커널 공간에서의 코드 계측 및 실행 데이터를 사용자 공간으로 안전하게 전달합니다.
- 기존의 커버리지 계측 방식과 동일한 구조를 유지하므로,
  추가적인 코드 변경 없이 커널 레벨에서도 일관된 측정이 가능합니다.
- 결과는 일반 애플리케이션과 동일한 형태의 Coverage Report로 제공되어,
  시스템 전체 테스트 결과를 통합 관리할 수 있습니다.

- Linux 기반 임베디드 OS의 테스트 자동화
- 커널 드라이버 및 디바이스 제어 모듈 검증
- OS 보안성 강화 및 취약 코드 경로 탐지
- 실시간 시스템(RTOS) 및 Safety-Critical 환경 적용

Compliant for safety critical development

Testwell CTC++는 항공, 자동차, 철도, 의료 등 안전이 중요한 산업 분야에서 국제 표준이 요구하는 소프트웨어 검증 수준을 충족하도록 설계되었습니다.
안전 관련 소프트웨어 테스트 도구는 표준 적합성 (Compliance) 과 도구 신뢰성 자격(Qualification) 을 반드시 입증해야 하며,
Testwell CTC++는 이러한 인증 과정을 간소화할 수 있도록 **공식 인증 키트 (Qualification Kit)** 를 제공합니다.

이 키트는 임베디드 시스템에서의 테스트 커버리지 분석 인증 절차를 간소화하며, 사용자는 프로젝트 요구에 따라 툴 검증 키트의 아티팩트를 수정할 수 있습니다. 또한 안전이 중요한 프로젝트의 경우 **TÜV Süd Rail GmbH**의 인증서가 제공됩니다.

공식 인증 및 표준 대응 현황:

- DO-178C : DAL A, B, C, D 등 모든 등급 지원
- ISO 26262 : ASIL A~D
- IEC 61508 : SIL 1~4
- EN 50128 : SIL 0~4
- IEC 60880 (Nuclear Power)
- IEC/EN 62304 (Medical)

ISO 26262-6

ASIL: Automotive Safety Integrity Level

	Methods	ASIL A	B	C	D
1a	Statement coverage	++	++	+	+
1b	Branch coverage	+	++	++	++
1c	MC/DC (Modified Condition/Decision Coverage)	+	+	+	++

Table 12 (Software Unit Level), ISO 26262-6

	Methods	ASIL A	B	C	D
1a	Function coverage	+	+	++	++
1b	Call coverage	+	+	++	++

++ Highly recommended
+ Recommended

DIN EN 61508-3

SIL: Safety Integrity Level

Method		SIL 1	SIL 2	SIL 3	SIL 4
...	...	...	...	...	...
7a	Function Coverage	++	++	++	++
7b	Statement Coverage	+	++	++	++
7c	Branch Coverage	+	+	++	++
7d	MC/DC	+	+	+	++

예시: ISO 26262 / IEC 61508 적용 기준

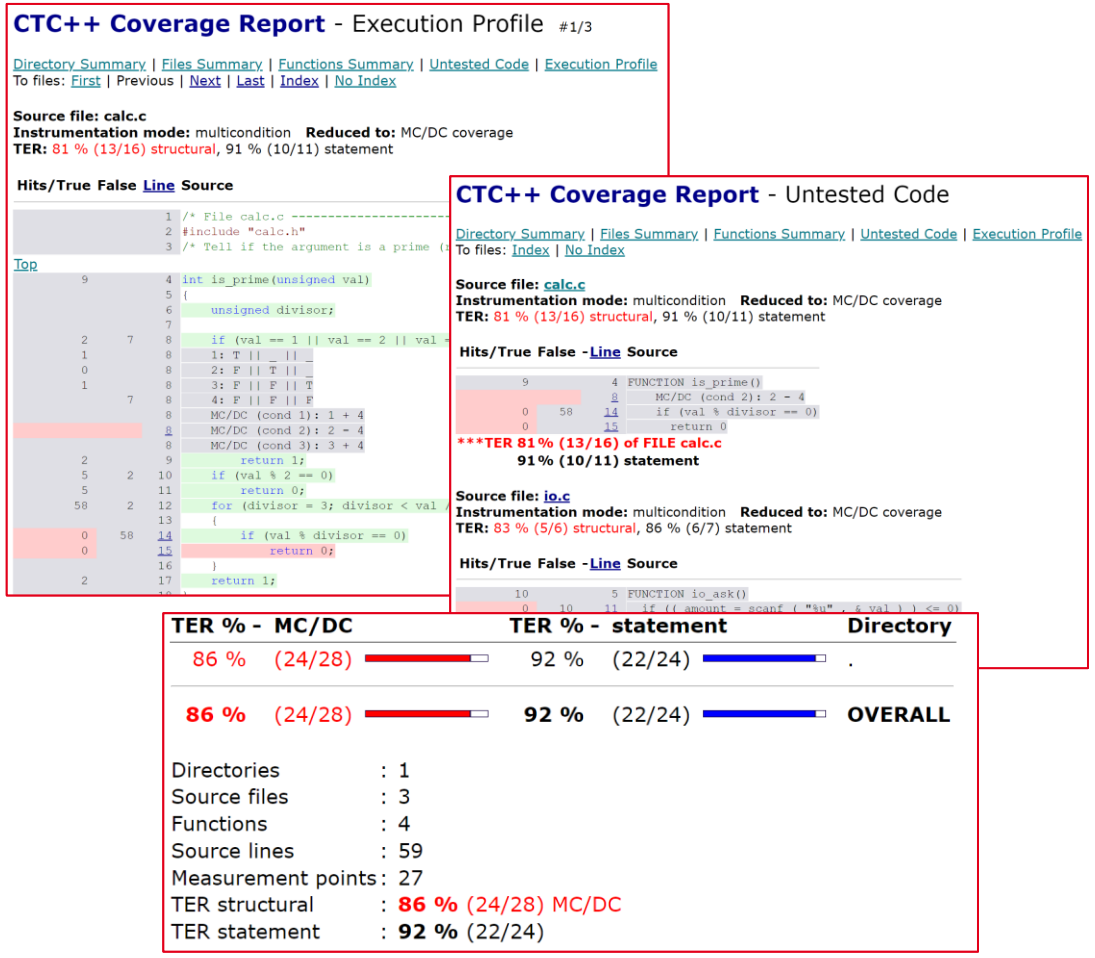
Penetration Test Analysis with Testwell CTC++

Testwell CTC++는 침투 테스트 중 코드 커버리지(Code Coverage) 를 측정하여 보안 테스트가 실제로 얼마나 많은 코드 경로를 탐색했는지를 정량적으로 분석합니다.

일반적인 커버리지 테스트가 “100% 커버리지 달성”을 목표로 하는 반면, 침투 테스트에서는 예상치 못한 코드 경로(비정상 흐름)를 최대한 탐색하는 것이 핵심입니다.

CTC++는 이러한 분석을 자동화하여, 테스트 중 실행된 코드 범위를 시각적 리포트로 제공함으로써 보안 검증의 객관성과 효율성을 높입니다.

- 침투 테스트 중 코드 실행 범위를 정량적으로 분석
- 보안 취약점 검증의 신뢰성 향상
- 테스트 중 비정상 경로 탐색률 가시화
- 테스트 결과의 문서화 및 인증 지원



Support for C, C++, Java, and C#

다양한 언어 환경에서의 코드 커버리지 분석

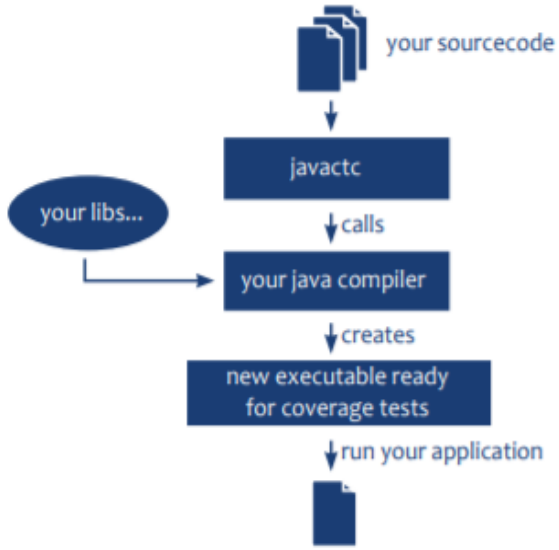
Testwell CTC++는 C와 C++을 기본으로, Java 및 C# 환경까지 확장된 멀티 언어 코드 커버리지 분석 도구입니다.

모든 커버리지 수준을 동일한 방식으로 측정할 수 있어 여러 언어가 혼합된 프로젝트에서도 일관된 품질 검증이 가능합니다.

Easy to use

복잡한 환경 설정 없이도 빠르게 커버리지 측정이 가능합니다.

- 디버그 빌드 필요 없음
- 빌드 스크립트나 프로젝트 설정 수정 불필요
- 기존 소스 코드 변경 없이 바로 적용 가능
- 단 4단계만으로 프로젝트 범위 내 테스트 수행 가능



How It Works

커버리지 분석은 개발 흐름을 방해하지 않으며, 기존 빌드 프로세스에 자연스럽게 통합됩니다.

- 소스 코드를 작성합니다.
- 기본 컴파일러 대신 javactc(또는 csharpctc)를 호출합니다.
- 애플리케이션을 정상적으로 실행하면 코드 계측이 자동 적용됩니다.
- 결과는 ctc2html, ctc2excel 등의 리포트 도구로 분석 및 시각화됩니다.

Seamless Integration for Every Stage of Development

Testwell CTC++는 다양한 개발·테스트 툴 체인 및 품질 관리 환경과 통합되어 코드 커버리지 분석의 효율성과 확장성을 극대화합니다.
자동차, 항공, 산업 제어 등 안전 필수(Safety-Critical) 프로젝트뿐 아니라일반 소프트웨어 품질 관리 프로세스에도 손쉽게 적용할 수 있습니다.

- ✓ CATIA Systems - AUTOSAR Builder (DASSAULT SYSTEMES)
- ✓ Cygwin
- ✓ dSPACE SystemDesk®
- ✓ dSPACE TargetLink®
- ✓ Imagix 4D
- ✓ Jenkins
- ✓ Lauterbach
- ✓ MATLAB Simulink
- ✓ PikeTec Time Partition Testing (TPT)
- ✓ QTronic TestWeaver
- ✓ QTronic Silver
- ✓ SonarQube
- ✓ TIOBE Software Quality Framework TICS

Costumers

ABB
AIRBUS DEFENCE & SPACE
AIRBUS HELICOPTERS
AKKA TECHNOLOGIES
ALSTOM
AMG
arianeGROUP
ATTENSITY
Audi
Baxter
BMW
THALES
BOMBARDIER
BorgWarner
BOSCH
BT
Federal Office for Information Security
ca technologies
Canon
CATL
CINTERION WIRELESS MODULES
CISCO
COMARCH INFORMATION TECHNOLOGY
Westinghouse
Continental
DAIMLER
DGA
DLR
DONGFENG
dSPACE
EATON Powering Business Worldwide
Elektrobit
EMBRAER
esa
ESO
Exonetik
YASKAWA
ZEISS
framatome
GETINGE
gemalto security to be free
General Electrics imagination at work
Giesecke & Devrient security at work.
长城汽车 Great Wall Motors
HARMAN
HELLA
HITACHI Inspire the Next
HONDA
Honeywell
VORWERK
HYUNDAI DYMOS
IDEMIA
Infineon
intel inside
jenaoptronik Aerospace and Security
KNORR-BREMSE
KONGSBERG
LIEBHERR
MAQUET GETINGE GROUP
MBtech Mercedes-Benz technology
McLaren AUTOMOTIVE
TOMTOM
medela
Mentor Graphics
Micron
NASA
НПП ИТЭЛМА
NISSAN
NOKIA
NXP founded by Philips
OHB
PHILIPS
VIESMANN
PORSCHE
Raytheon
RENESAS
Roche
SAFRAN Morpho
SCANIA
SCHAEFFLER
Schindler
Schneider Electric
secunet
SICK
WATLOW Powered by Possibility
SIEMENS
SKF
ST Kinetics
Sopra group
SPIE
ST
SAMSUNG
SONY
T-Mobile
T-Systems
TELESPAZIO a LEONARDO and THALES company
thyssenkrupp